



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUCAS DE SOUSA ARRUDA

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
DOS RESERVATÓRIOS DO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN**

PAU DOS FERROS
2025

LUCAS DE SOUSA ARRUDA

**ANÁLISE DOS USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
DOS RESERVATÓRIOS DO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

Co-orientador: Luálison Lentine da Costa Monte

PAU DOS FERROS

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A773 Arruda, Lucas de Sousa.
Análise do uso e ocupação do solo dos
reservatórios do município de Água Nova/RN. / Lucas
de Sousa Arruda. - 2025.
57 f. : il.

Orientador: Jorge Luís Filho.
Coorientador: Luálison Lentine Monte.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2025.

1. Semiárido. 2. Reservatórios hídricos. 3.
Mapeamento do solo. I. Filho, Jorge Luís , orient.
II. Monte, Luálison Lentine , co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUCAS DE SOUSA ARRUDA

**ANÁLISE DOS USOS E OCUPAÇÃO DOS SOLOS
DOS RESERVATÓRIOS DO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil

Defendida em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Luís de Oliveira Pinto filho (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Alex Pinheiro Feitosa (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Daniela de Freitas Lima (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado força e discernimento para suportar todas as dificuldades que me foram imposta durante todo o percurso acadêmico que me levou a chegar até aqui.

Ao Prof^a. Dr. Jorge Luís de Oliveira Filho e ao meu coorientador Luálison Lentine da Costa Monte, obrigado por aceitarem a serem os meus orientadores e ter me auxiliado durante toda a produção, sempre com toda paciência e compreensão.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como também a todos os professores, servidores, técnicos e funcionários que me acolheram tão bem durante toda a minha permanência nessa instituição.

À todos da minha família, especialmente aos meus pais, Manoel Alves Arruda e Maria de Lourdes de Sousa Arruda que foram o meu apoio motivacional durante todos os dias da minha vida, sempre me incentivaram a ter foco e determinação nos meus estudos. Agradeço a Deus por ter me dado uma família tão maravilhosa, que nunca em circunstância alguma abandoaram a minha mão nesses 28 anos de existência. Hoje, em especial dedico essa minha conquista ao meu pai, pois, sei que de onde que ele esteja, ele estará feliz ao ver que realizei o seu sonho de me ver formado. Essa conquista é nossa, meu velho!

Às minhas irmãs Maria Lurdivânia e Lunara Alves por terem contribuído e caminhado junto comigo durante toda a minha formação dando amor, ensinamentos e sempre me motivando a nunca desistir dos meus sonhos. Vocês foram primordiais na minha vida, para ter se tornado a pessoa que sou hoje.

À minha vó Alzira por todo amor e dedicação comigo durante todos esses anos, por todas as milhares de vezes que sempre pergunta por mim quando estou fora de casa, sempre preocupada.

Aos meus tios Francisco Alves, Rita Alzira, Geralda Alzira, Francisca Alzira e a minha prima Maria da Conceição por terem contribuído ao longo desses anos nos meus estudos, por sempre terem me apoiado e incentivando-o quando precisei.

Aos meus amigos Francisco Carlos Pereira, Géssica Andrade, Luiza Elias Maia, Adna Loyse e Paulo Neto, que caminharam juntos comigo nesses anos e sempre tiveram paciência para escutarem as minhas reclamações que não foram poucas.

RESUMO

Os recursos hídricos são utilizados de diversas formas. Entretanto, a sua disponibilidade não é uniforme. Para isso, foram desenvolvidas tecnologias para o acondicionamento da água em regiões que apresentam escassez. Assim, os reservatórios hídricos surgem como alternativa para o armazenamento de água. Nesse sentido, é importante realizar estudos sobre os reservatórios e os usos do solo em seu entorno, uma vez que o uso e ocupação do solo interferem na qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Esse estudo objetivou realizar análises do uso e ocupação do solo dos reservatórios hídricos localizados no município de Água Nova/RN. O estudo adotou uma abordagem qualitativa uma vez que apresenta uma pesquisa exploratória por descrever os respectivos usos, concentrando-se em um estudo de caso que envolve discussões, levantamento e aplicação de ferramentas analíticas no local para coletar dados e informações que reflitam a realidade da área de estudo. Foi realizado o mapeamento para geração dos mapas através do Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT, e pelas imagens de satélite através do Google Earth. Para geração dos polígonos das áreas e shapefiles utilizou-se a base cartográfica do IBGE e o software Qgis. Os resultados mostraram que ambos possuem áreas de vegetação nativa em volta, pequenas áreas de agricultura, cujo cultivo é de culturas temporárias, áreas de pastagens e de solo exposto. O reservatório municipal apresentou maior área urbana por estar nas margens da cidade e maiores interferências urbanas, pois há pastagens nas margens da cidade e do reservatório, e é mais propenso a poluição. Já o reservatório Nafuê é importante para o abastecimento da comunidade rural Serra das Almas. Verificou-se que no entorno há a plantação de culturas do tipo capim, utilizado para alimentação animal e pastagem no entorno. Para tanto, os usos e ocupação do solo no entorno dos reservatórios hídricos interferem na sua qualidade ambiental e necessita de planejamento com base na legislação e para isso, é necessário que seja realizado um planejamento urbano e ambiental, além de uma gestão participativa, onde o governo e a comunidade trabalhem juntos visando a prevenção ambiental.

Palavras-Chaves: Semiárido; Reservatórios hídricos; Mapeamento do solo.

ABSTRACT

Water resources are used in a variety of ways. However, their availability is not uniform. To this end, technologies have been developed to store water in regions where it is scarce. Thus, water reservoirs have emerged as an alternative for water storage. In this sense, it is important to conduct studies on reservoirs and the land uses in their surroundings, since land use and occupation affect the quality and quantity of water resources. This study aimed to analyze the land use and occupation of water reservoirs located in the municipality of Água Nova/RN. The study adopted a qualitative approach since it presents exploratory research by describing the respective uses, focusing on a case study that involves discussions, survey and application of analytical tools on site to collect data and information that reflect the reality of the study area. Mapping was carried out to generate maps using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and satellite images through Google Earth. The IBGE cartographic database and Qgis software were used to generate the area polygons and shapefiles. The results showed that both reservoirs have areas of native vegetation around them, small agricultural areas where temporary crops are grown, pasture areas and exposed soil. The municipal reservoir had a larger urban area because it is on the outskirts of the city and greater urban interference, since there are pastures on the outskirts of the city and the reservoir, and it is more prone to pollution. The Nafuê reservoir is important for supplying the rural community of Serra das Almas. It was found that grass crops Therefore, the use and occupation of land around water reservoirs interferes with its environmental quality and requires planning based on legislation. To this end, urban and environmental planning is necessary, in addition to participatory management, where the government and the community work together with a view to environmental prevention. are planted in the surrounding area, used for animal feed and pasture in the surrounding area.

Keywords: Semi-arid; Water reservoirs; Soil mapping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uso e ocupação do solo no Brasil.	17
Figura 2 - Barragem Armando Ribeiro Gonçalves.	19
Figura 3 - Açude Nafuê na zona rural de Água Nova/RN.	20
Figura 4 - Fluxograma da relação uso e ocupação do solo e impactos das águas urbanas.	22
Figura 5 - Representação por camadas, forma vetorial e matricial do SIG.	26
Figura 6 - Mapa de localização do Município de Água Nova/RN e recorte da área de estudo.	29
Figura 8 - Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos.	32
Figura 9 - Vista aérea da barragem Municipal.	35
Figura 10 - Mapa de uso e ocupação do solo do reservatório Municipal.	36
Figura 11 - Alterações na Área Urbana.	41
Figura 12 - Alterações do Solo Exposto.	41
Figura 13 - Alterações da Pecuária.	41
Figura 14 - Alterações da Agricultura.	41
Figura 15 - Alterações na APP.	41
Figura 16 - Alterações da Vegetação.	41
Figura 17 - Vista aérea do reservatório Nafuê.	42
Figura 18 - Mapa de uso e ocupação do solo do reservatório Nafuê.	43
Figura 19 - Alterações da Área Urbana.	45
Figura 20 - Alterações do Solo Exposto.	45
Figura 21 - Alterações da Pecuária.	45
Figura 22 - Alterações da Agricultura.	45
Figura 23 - Alterações na APP.	45
Figura 24 - Alterações da Vegetação.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação das atividades antrópicas e impactos gerados.	24
Quadro 2 - Descrição das classes utilizadas no entorno do reservatório.	34

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CBERS - China-Brazil Earth Resources Satellite

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária

GEE - Google Earth Engine

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente

IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte

LUOS - Lei de Uso e Ocupação do Solo

MDE - Mapeamento Digital de Superfície

MDS - Mapeamento Digital do Solo

SIBCS - Sistema Brasileiro de classificação de Solos

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

VANT'S - Veículos Aéreos Não Tripulados

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3.	REVISÃO TEÓRICA.....	15
3.1	Uso e ocupação do solo	15
3.2	Reservatórios hídricos	18
3.3	Impactos do uso do solo no entorno de reservatórios	21
3.4	Técnicas de mapeamento e quantificação do uso do solo	24
4.	METODOLOGIA	28
4.1	Classificação da pesquisa	28
4.2	Área de estudo	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
	REFERÊNCIA.....	49
	ANEXO	57

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem ambiental essencial à vida e a partir do momento em que se agrega a ela valor econômico passa a ser denominada como recurso hídrico (Contelle; Lima; Borges, 2018). Os recursos hídricos são importantes elementos naturais que permitem a manutenção da vida na Terra, além de propiciar o desenvolvimento humano (Pinto Filho; Cunha, 2021). Dessa forma, Derisio (2012) afirma que, os recursos hídricos são utilizados de diversas maneiras e podem ser classificados em dois grupos: Usos consultivos, que envolve a retirada da água dos corpos hídricos, resultando em perdas entre a captação e o retorno (como no abastecimento público, industrial, dessedentação animal e irrigação); e os usos não consultivo, que não exige a remoção da água, permitindo sua permanência no ambiente natural (como recreação, lazer, preservação da fauna e flora, geração de energia, transporte e diluição de despejos).

A disponibilidade dos recursos hídricos no planeta varia, de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (2024), apenas 2,5% da água no planeta é doce, sendo 69% armazenados em geleiras, 30% em aquíferos e apenas 1% disponível em rios. O Brasil detém 12% das reservas globais e abriga algumas das maiores bacias hidrográficas do mundo (Contelle; Lima; Borges, 2018). No entanto, a distribuição desigual compromete o abastecimento em algumas regiões, especialmente no Semiárido nordestino, onde a escassez hídrica é agravada pela baixa precipitação, alta evapotranspiração e solos de formação cristalina com baixa capacidade de armazenamento, afetando diretamente as condições de vida da população (Castro, 2022).

Localizado na região Nordeste, o estado do Rio Grande do Norte enfrenta períodos de estiagem e vulnerabilidade hídrica, possuindo cerca de 3,4 milhões de habitantes e uma das menores reservas hídricas do país, com disponibilidade de apenas 2 m³/hab (Fonseca; Amaral; Nevone, 2024). Sua rede hidrográfica inclui as bacias do Ceará-Mirim, Piranhas-Açu, Apodi-Mossoró, Potengi, Trairi, Maxaranguape, Rio Doce, Punaú, Boqueirão e Jacu (ANA, 2016). Além disso, conta com importantes reservatórios superficiais, como as barragens Armando Ribeiro Gonçalves, Santa Cruz e Umari (IGARN, 2024).

A cidades que estão inseridas em regiões semiáridas sofrem com condições climáticas relacionadas a fenômenos de secas e os baixos índices pluviométricos. Para mitigar as consequências do déficit hídrico, construíram reservatórios dirigidos a armazenar água de chuva para contribuir com o desenvolvimento humano local (Fonseca; Amaral; Nevone, 2024). Assim, os reservatórios hídricos se fazem necessários e configuram-se como uma construção formado pelo barramento artificial de um vale ou pela formação artificial de lagos

(Cruz Castro; Fabrizy, 1995). Tornam-se importantes devido a capacidade de armazenar água para os períodos de escassez, contribuindo contra a seca em períodos de sazonalidade e podem ser utilizados para diversos fins, como abastecimento de água, geração de energia, irrigação, lazer e turismo.

Inserido nesse contexto está o município de Água Nova, situado no Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, localizado no polígono das secas, utiliza como meios de abastecimento humano nas áreas rurais e urbanas, a captação de água por meio de sistema de poços artesianos, para captação de água subterrânea consorciada com a disponibilização hídrica de dois reservatórios, a barragem Nafuê, localizada na zona rural e a barragem de Pedra na zona urbana do município (Monte, 2024).

A crescente ocupação e os diferentes usos do solo nas áreas ao redor dos reservatórios hídricos do município de Água Nova/RN têm gerado impactos significativos nas condições socioambientais e econômicas da região. A falta de um planejamento adequado pode resultar em alterações no ecossistema local, na qualidade da água e no bem-estar das comunidades, além de afetar a sustentabilidade das atividades econômicas dependentes dos recursos hídricos.

Sendo assim, é fundamental compreender como esses usos e ocupação estão ocorrendo e quais os efeitos disso para o município, para, assim, subsidiar a criação de estratégias de gestão mais eficazes. Nesta perspectiva, esta pesquisa pretende desvendar o seguinte questionamento: **Como os diferentes usos e ocupação do solo nos reservatórios hídricos do município de Água Nova/RN têm impactado as condições socioambientais e econômicas da região, e quais estratégias podem ser adotadas para minimizar esses impactos e garantir o uso sustentável do solo?**

Portanto, a análise dos usos e ocupação do solo nos reservatórios do município de Água Nova é fundamental para compreender a relação entre as atividades humanas e os recursos naturais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os usos e ocupação do solo dos reservatórios hídricos do município de Água Nova/RN.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar o mapeamento dos reservatórios hídricos de Água Nova/RN.
- Identificar os principais usos dos recursos hídricos dos reservatórios de Água Nova/RN.
- Levantar as alterações socioambientais e econômicas dos reservatórios hídricos do município de Água Nova/RN;

3. REVISÃO TEÓRICA

3.1 Uso e ocupação do solo

O uso da Terra pode ser entendido como a forma pela qual o espaço geográfico é ocupado pelo homem (ANA, 2016). De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA) (EMBRAPA, 2013), o solo é a camada superficial da crosta terrestre, resultante da interação entre fatores como clima, organismos vivos, material de origem, relevo e tempo. Ele desempenha funções essenciais, como suporte para a vegetação, regulação do ciclo e armazenamento de nutrientes. Militão (2013) assegura que o uso do solo é o conjunto das atividades, processos individuais de produção e reprodução de uma sociedade sobre uma aglomeração urbana, assentados sobre localizações individualizadas, combinadas com seus padrões ou tipos de assentamento, do tipo de vista da regulação espacial.

De acordo com Pereira (2023), o solo urbano é um recurso natural limitado e valioso, que deve ser utilizado de forma sustentável. A ocupação do solo urbano deve ser planejada de forma a atender às necessidades da população, sem comprometer a qualidade ambiental, o solo urbano possui funções como habitação, trabalho, circulação e lazer, sendo categorizado em áreas residenciais, comerciais, de serviços, institucionais, vias e usos especiais.

Pode-se dizer que o uso do solo é o rebatimento da reprodução social no plano do espaço urbano, é uma combinação de um tipo de uso, atividade, um tipo de assentamento, e edificações. O processo de ocupação do solo urbano está ligado diretamente às possibilidades de aquisição, como comprar e pagar terras urbanizadas, e ainda à expectativa de implementação de modificações que atendam as necessidades de seu ocupante no uso das áreas adquiridas (Nascimento; Marques, 2019).

Um exemplo da ocupação do solo é a urbanização, que compreende o processo em que a população urbana cresce em proporções maiores que a rural, é um fenômeno moderno que surgiu com a industrialização e o desenvolvimento econômico (Xavier; Bastor, 2010). A urbanização se caracteriza, entre outras formas, no crescimento urbano por extensão e/ou por densificação. O primeiro caso caracteriza-se pela incorporação de áreas de uso não urbanos para o uso urbano e o segundo pelo aumento na intensidade de utilização do solo urbano (Rigatti, 2001).

De acordo com Silva (2015), o crescimento urbano desordenado e desigual nas cidades brasileiras tem acarretado, em muitos casos, uma série de problemas que impactam no desenvolvimento funcional urbano e no uso e ocupação do espaço. Silva (2015), ainda relata que as cidades brasileiras não estavam preparadas para um crescimento populacional tão rápido,

por isso, acumularam, a partir de então, problemas de todas as ordens, o que ocasionou uma distribuição desigual de recursos naturais.

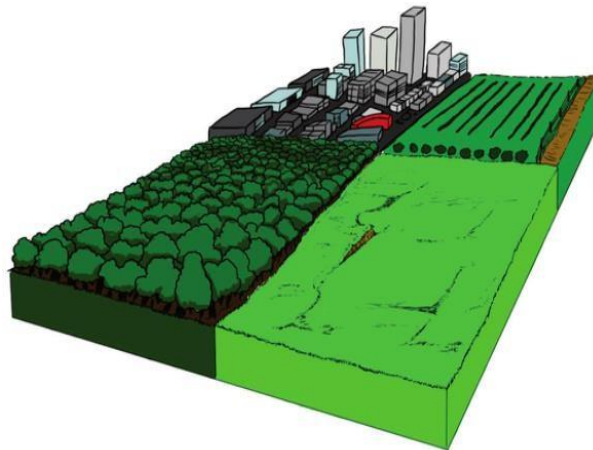
Diante dessa situação surgem as políticas de uso e ocupação do solo, que desempenham um papel fundamental na organização e no desenvolvimento das áreas urbanas. Essas políticas são estabelecidas em níveis municipais e têm um impacto direto na forma como as cidades crescem e evoluem ao longo do tempo, influenciando a qualidade de vida dos seus habitantes (Silva, 2023).

Um dos principais instrumentos dessas políticas é o zoneamento, que divide o território urbano em diferentes áreas com finalidades específicas, como residencial, comercial, industrial e áreas verdes. Isso permite a organização das atividades urbanas e a definição de quais tipos de construção são permitidos em cada área. Essas políticas também estabelecem limites de densidade populacional e altura máxima dos edifícios em áreas específicas, o que ajuda a controlar a expansão vertical das cidades e a evitar a superlotação em determinadas regiões (Silva, 2023).

Como meio de regulamentação para o uso do solo, a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) foi criada pelo Governo Federal no ano de 2001. Trata-se de uma lei municipal que estabelece normas e parâmetros para o uso do solo. Essa lei é o recurso que os municípios utilizam para controlar os espaços urbanos e definir o que é ou não permitido em cada ambiente público. A LUOS é uma das leis que regulamenta o Plano Diretor, sendo responsável por determinar normas relativas ao porte das construções, densidade construtiva e as formas permitidas de uso e ocupação dos terrenos (Accioly, 2008).

O plano diretor, de acordo com Lacersa *et al.* (2025), visa orientar as ações dos agentes públicos e privados no processo de desenvolvimento municipal, podendo se tornar um importante instrumento de planejamento se for capaz de aglutinar diversos atores sociais. Entretanto, nem todos os municípios, principalmente os de baixo porte possuem plano diretor ou uma legislação específica de uso e ocupação do solo. A Figura 1 destaca um exemplo de uso e ocupação do solo no Brasil.

Figura 1 - Uso e ocupação do solo no Brasil.



Fonte: Adaptado de Ministério do Meio Ambiente e IBGE (2014).

A Figura 1 apresenta diferentes tipos de uso do solo, com glebas de terras correspondentes a áreas urbanizadas, áreas agrícolas, áreas de pastagens e vegetação nativa. O uso do solo sem um planejamento adequado implica em seu empobrecimento e na baixa produtividade das culturas, que resulta na diminuição do nível socioeconômico e tecnológico da população (Mota *et al.*, 2008).

A preocupação acerca dos impactos derivados do uso e ocupação do solo é global, refletindo a consciência dos efeitos substanciais que essas atividades exercem sobre o meio ambiente, a biodiversidade e a qualidade de vida das comunidades. O termo “uso e ocupação do solo” abrange a maneira como a terra é empregada para diversas atividades humanas, incluindo agricultura, urbanização, mineração, extração de recursos naturais e construção de infraestruturas (Silva, 2023).

Vale salientar que as ações antrópicas negativas e uso inadequado do solo ocasionam problemas ambientais que podem provocar vários impactos negativos de cunho ambiental, social e econômico (Targa, 2011). Pois, o solo é um recurso natural de alta importância. As práticas inadequadas de ocupação do solo são responsáveis em grande parte pelo processo de degradação, contribuindo para perda de solo e baixa produtividade (Santana; Araújo, 2007).

Segundo Nunes e Roig (2015), o mau uso e ocupação inadequada do solo pode arruinar a integridade das bacias hidrográficas. Na agricultura, por exemplo, as áreas com preparo de solo inadequado, resultam na erosão, assoreamento de rios e contaminação das águas, por uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos. Essa atitude deixa sequelas ambientais, conduz a um processo de lixiviação e ação antrópica, provocando grandes alterações no meio ambiente.

Outro fator que deve ser considerado é a erosão. Os processos erosivos são

condicionados basicamente por alterações do meio ambiente, provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o desmatamento e agricultura, até obras urbanas, que de alguma forma, propiciam a concentração das águas de escoamento superficial. (Militão, 2013). Além do impacto da erosão nos solos, vale também destacar a produção de sedimentos e transporte para os recursos hídricos, que tem como consequência o assoreamento dos cursos d'água, reservatórios e deterioração da qualidade dessas águas (Militão, 2013).

As áreas do entorno de cursos d'água e reservatórios possuem uma particular importância para a manutenção da quantidade e qualidade da água. Nestas áreas estão localizadas as matas ciliares que se desenvolve e tem importante papel como barreira física regulando os processos de troca entre o ambiente aquático e o ambiente terrestre. Dentre os possíveis impactos do uso e ocupação irregular do solo, como agricultura, pecuária e áreas urbanizadas no entorno de reservatórios estão o desmatamento, erosão do solo, assoreamento, geração de resíduos sólidos e líquidos, empobrecimento do solo, salinização, usos múltiplos conflitantes, entre outros (Lira, *et al.*, 2015).

3.2 Reservatórios hídricos

Os reservatórios hídricos são estruturas naturais ou artificiais destinadas ao armazenamento de água para diversos usos, como abastecimento humano, irrigação, geração de energia e controle de cheias (Piroli, 2022). Segundo Gheyi *et al.* (2012), os reservatórios podem ser classificados como naturais, incluindo lagos e aquíferos, ou artificiais, como açudes e represas construídas para potencializar a disponibilidade hídrica. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024), esses reservatórios desempenham um papel fundamental na gestão dos recursos hídricos, garantindo a oferta de água em períodos de escassez.

Já as lagunas são definidas como ambientes com águas paradas, próximas ao mar, mas separadas dele por algum tipo de barreira e os açudes são barramentos transversais construídos em terra, concreto, madeira ou pedra, que visam reter e armazenar água. Também são chamados de lagos artificiais, de reservatório ou represa (Piroli, 2022).

Segundo Gheyi *et al.* (2012), os principais reservatórios naturais de água são os rios, os aquíferos, os lagos e o solo; e na ausência ou insuficiência desses, os reservatórios artificiais (açudes, por exemplo) têm papel crucial na potencialização dos recursos hídricos.

A Resolução nº 302/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em seu art. 2º, inciso I, define reservatório artificial como a acumulação não natural de água

destinada a quaisquer de seus múltiplos usos. O represamento artificial de cursos d'água para formação dos reservatórios é feito através de barragens, que são definidas como barreiras ou estruturas que cruzam córregos, rios ou canais para confinar e assim controlar o fluxo da água (Walz *et al.*, 2008).

A exemplo dessa obra de engenharia, a Figura 2 apresenta uma barragem localizada no Estado do Rio Grande do Norte.

Figura 2 - Barragem Armando Ribeiro Gonçalves.



Fonte: Andrade (2021).

As barragens exercem um impacto positivo no bem estar dos indivíduos, por permitir a geração de energia, propiciar o desenvolvimento regional, o abastecimento de água, controle de cheias, garantia de vazão, favorecer a agricultura, a navegação e o lazer (ANA,2016).

De acordo com Carvalho (2019), existem vários tipos de barragens que variam de acordo com a finalidade, algumas das estruturas mais comuns são as do tipo abóbadas, que consiste na construção em vales mais estreitos, tem formato curvo e necessitam de grandes escavações para atingir a rocha; do tipo concreto, é construída onde há restrição de espaço ou dificuldade para terraplanagem; do tipo contraforme de concreto, formada por uma laje impermeável de concreto apoiada por contraformes, necessita de um maior tratamento das fundações; do tipo enrocamento, consiste em um aterro construído com fragmentos de rocha e cascalho e compactado com rolos vibratórios; e por fim, do tipo solo, que é o mais comum e mais antigo de barragem, pode estar apoiada em tipos variados de fundação, que vai da rocha compacta até materiais inconsolidados, e tem dois tipos: homogêneo ou zonado.

No Brasil, as represas e açudes, como na maioria dos casos, são formados pelo represamento de rios e atendem a objetivos como abastecimento de águas, regularização de

curtos, obtenção de energia elétrica irrigação, navegação e recreação entre outros. Esses lagos artificiais recebem diferentes denominações, tais como: represas, reservatórios, açudes, etc., (Esteves, 2011).

No caso dos reservatórios artificiais, o aumento da regularidade e da disponibilidade hídrica em períodos de escassez, resulta em diversos benefícios notadamente em regiões mais vulneráveis como o Semiárido, sendo essencial à garantia do suprimento de água (Ayrimoraes; Fontenelle; Cruz, 2019). Os reservatórios construídos potencializam a disponibilidade hídrica superficial. Ao armazenar água nos períodos úmidos, os reservatórios artificiais podem liberar parte do volume armazenado nos períodos de estiagem, regularizando e diminuindo as flutuações sazonais das vazões (Ayrimoraes; Fontenelle; Cruz, 2019). A Figura 3 mostra um reservatório hídrico (açude) no interior do Rio Grande do Norte.

Figura 3 - Açude Nafuê na zona rural de Água Nova/RN.



Fonte: Autor (2025).

De acordo com Nogueira (2017), a demanda de água, principalmente em grandes centros urbanos, tanto para fins domésticos quanto industriais, é imensa. Através do armazenamento de água em reservatórios, é possível garantir um abastecimento seguro e um fornecimento mais estável de água em períodos de escassez, compensando as oscilações inerentes ao ciclo hidrológico, além de mitigar o esvaimento dos lençóis freáticos e aquíferos.

Outro ponto importante é a manutenção dos ecossistemas, segundo Tundisi *et al.* (2008), os reservatórios são também ecossistemas aquáticos com um alto potencial de biodiversidade, de produção de peixe, e devem ter em vista a melhoria da qualidade da água para consumo humano. E diferem dos lagos naturais não só pela morfologia e hidrodinâmica, mas também nas algas, macrófitas e animais.

Nesse sentido, o manejo de reservatórios tem um papel importante nos múltiplos

aspectos ecológicos, econômicos e sociais. No aspecto econômico, traz diversos benefícios relacionados ao abastecimento de água potável para cidades e zonas rurais, além de facilitar a irrigação de cultivos, aumentando a produtividade agrícola, bem como, podem se tornar atrações turísticas, proporcionando lazer e recreação e, também, podem ser utilizados para a geração de energia elétrica, como é o caso das barragens.

Nesse último caso, existe uma legislação que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, alterando a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 (Brasil, 2010).

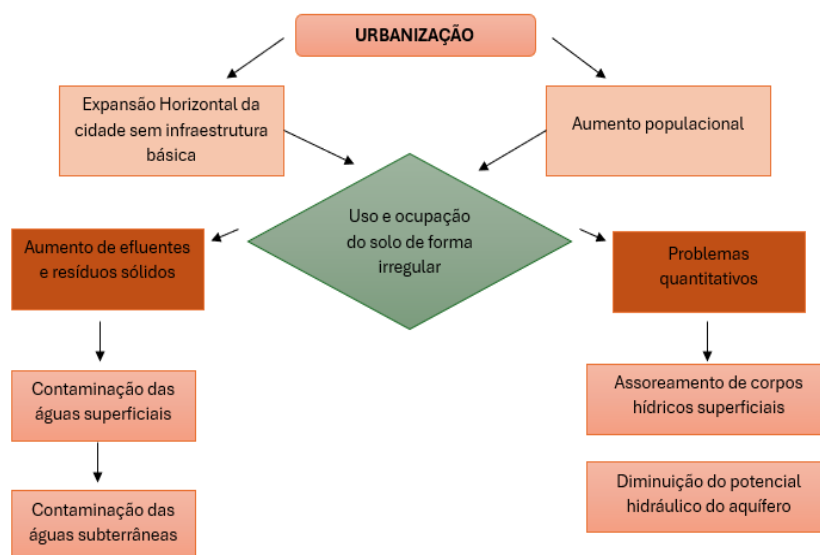
De acordo com Lopes e Figueredo (2021), um sistema de segurança de barragens tem que ser eficiente para evitar futuros acidentes e incidentes. Além de buscar a mitigação dos danos causados quando ocorrer tais acidentes. Mediante disso, todos os projetos de barragens devem deter dispositivos de segurança, sistema de alerta e outras medidas para alertar a população e controlar possíveis falhas.

3.3 Impactos do uso do solo no entorno de reservatórios

O uso irregular e a ocupação inadequada das margens dos reservatórios artificiais vêm causando grande preocupação diante dos problemas que podem acarretar ao meio ambiente, influenciando, diretamente, na qualidade e quantidade dos recursos hídricos (Lira, 2015). O uso e a ocupação do solo alteram sensivelmente os processos dos sistemas naturais (Menezes *et al.*, 2016).

Para Gonçalves (2004), o uso e ocupação desordenado do meio ambiente é o reflexo daquilo que se tem hoje por desenvolvimento. Os processos de desenvolvimento estão totalmente ligados a diversas atividades antrópicas, bem como a urbanização, e essas, sem o devido planejamento podem desencadear diferentes impactos no entorno dos reservatórios, e comprometer a qualidade da água, como apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma da relação uso e ocupação do solo e impactos das águas urbanas.



Fonte: Adaptado Peixoto; Campos; Studart, (2016).

As ocupações urbanas, de um modo geral, causam modificações no ciclo hidrológico local. Desde as favelas e comunidades urbanas até áreas que respeitam os trâmites legais da ocupação. Contudo é evidente que o aumento populacional e as moradias irregulares possuem um maior potencial poluidor. Além disso, com o aumento da população há uma maior geração de resíduos sólidos que sem o devido gerenciamento pode ocasionar diversos impactos, como a contaminação dos corpos hídricos (Peixoto; Campos; Studart, 2016).

Os impactos ambientais são alterações no meio ambiente resultantes das atividades humanas ou de fenômenos naturais, podendo afetar negativamente ou positivamente os ecossistemas, a biodiversidade e a qualidade de vida das populações (CONAMA, 1986). Segundo Sánchez (2013), os impactos ambientais podem ser classificados de diversas formas, como diretos e indiretos, temporários ou permanentes, e positivos ou negativos, dependendo da sua intensidade e duração. De acordo com Moretti (2000), esses impactos podem ocorrer em diferentes escalas e influenciar aspectos físicos, químicos e biológicos do ambiente.

No processo de apropriação e uso do solo e dos recursos hídricos a sociedade acaba por alterar a qualidade da água de ecossistemas aquáticos, provocando assim, a degradação ambiental. Dentre os problemas ambientais gerados tem-se a eutrofização. O processo de eutrofização é considerado atualmente como um problema existente em diversos ecossistemas aquáticos no mundo, pois atinge lagos, represas, rios e águas costeiras de todo planeta, constitui um problema ambiental significativamente difundido (Santos; Medeiros, 2023).

No semiárido brasileiro, a maioria dos reservatórios sofre com o processo de

eutrofização, que se destaca como grande impacto sobre a qualidade da água. A eutrofização consiste no processo de enriquecimento das águas por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, causando um aumento na produção e crescimento de algas e macrófitas aquáticas, desequilíbrio do ecossistema aquático e progressiva degeneração da qualidade ambiental dos corpos d'água (Costa *et al.*, 2009).

Além da eutrofização, outras atividades humanas devem ser levadas em consideração para três pontos essenciais, a qualidade da água, o impacto social e a integridade ambiental dos reservatórios e suas áreas de influência. Os impactos de uso e ocupação do solo em reservatórios estão relacionados com a ocupação urbana e rural em seu entorno, com a retirada da vegetação, com as atividades industriais e agrícolas, e na perspectiva dos recursos hídricos pode refletir em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos (Lira, 2015).

Para Guerra *et al.* (1995), uma das atividades responsável por impactar o entorno dos reservatórios é a remoção da vegetação natural próximo a margens, pois além de afetar a vida aquática e todo o ecossistema daquela região, pode acelerar o processo de erosão natural, além de redução a proteção natural contra enchentes e como consequência causa o assoreamento de recursos hídricos naturais ou artificiais.

Nesse sentido, a erosão segundo Guerra *et al.* (1995), ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção de partículas e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos. Babosa, Pinto e de Castro (2014), relatam que a erosão das margens de rios e lagos por causa da supressão vegetal, causam o depósito de sedimentos e em decorrência o assoreamento, o processo se agravam quando se instala reservatórios artificiais, mudando o equilíbrio dos cursos d'água próximos ao reservatório, ocasionando problemas relativos à erosão e assoreamento.

Babosa, Pinto e Castro (2014), ainda mencionam que as principais consequências do assoreamento em reservatórios hídricos por meio do mal uso e ocupação do solo é a redução do potencial energético, a redução das áreas navegáveis, as enchentes constantes a montante do remanso, a erosão a jusante de barragem, a abrasão de estruturas e equipamentos e o crescimento de plantas aquáticas.

As atividades agropecuárias também alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Dentre os impactos ambientais de origem agrícola pode-se verificar a erosão do solo e assoreamento onde, através do escoamento pluvial proveniente das áreas plantadas os sedimentos juntamente com nutrientes e os compostos químicos utilizados como fertilizantes e pesticidas adicionados ao plantio são transportados

para as áreas mais baixas, chegando ao corpo d'água (Lira, 2015).

Outro problema decorrente das atividades agrícolas e muito comum na região do semiárido está relacionado com a salinização. A água utilizada para a irrigação, quando não escoada por falta de um sistema de drenagem eficiente, fica submetida às altas taxas de evaporação da região que, associada ao tipo pedológico da região faz com que o sal se acumule no solo, enquanto é evaporada somente água e com o tempo o solo fica salinizado a partir da sedimentação dos sais (Sobral *et al.*, 2006).

Assim, dentre os impactos mencionados, ainda se destacam, entre os principais efeitos negativos, as modificações na quantidade e na qualidade dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, essas mudanças acabam acarretando também a degradação da qualidade de vida da população, trazendo diversos tipos de problemas a serem enfrentados, tais como: as dificuldades na captação de água adequada para abastecimento, o aumento dos custos com tratamento de água e esgoto, a escassez de água, as doenças de veiculação hídrica, entre outras (Moretti, 2000). A Quadro 1 apresenta um resumo das atividades antrópicas com os impactos causados por elas.

Quadro 1- Relação das atividades antrópicas e impactos gerados.

ATIVIDADES	IMPACTOS
Agricultura	Eutrofização dos corpos d'água; Contaminação por agrotóxicos.
Pastagem	Compactação do solo.
Remoção da vegetação nativa (APPs)	Assoreamento dos corpos hídricos superficiais; Erosão.
Geração de resíduos sólidos	Contaminação; Poluição; Eutrofização; Doenças de veiculação hídrica.
Urbanização	Poluição hídrica.

Fonte: Autor (2025).

Portanto, a exploração desordenada traz diversos impactos ao solo, e muitas vezes, ocasionando a degradação do ambiente natural e construído e da qualidade de vida da população. Nessa perspectiva é necessário ferramentas para monitoramento e planejamento do uso e ocupação do solo de forma harmônica para mitigação de impactos.

3.4 Técnicas de mapeamento e quantificação do uso do solo

O mapeamento e a quantificação do uso do solo são ferramentas essenciais para compreender a dinâmica espacial e temporal da ocupação do território, permitindo análise de impactos ambientais, planejamento territorial e gestão sustentável dos recursos naturais (Ross, 2012). A aplicação dessas técnicas possibilita identificar mudanças no uso do solo da terra ao longo do tempo, monitorar a expansão urbana, avaliar a degradação ambiental e subsidiar políticas públicas voltadas à conservação do meio ambiente (Silva; Oliveira, 2018).

De acordo com Braga *et al.* (2009), a identificação e mapeamento dos solos servem como subsídio para planejamentos agrícolas, levantamentos do uso da terra, estudos de terras para irrigação, monitoramentos ambientais e outros. O mapeamento digital se iniciou com o avanço das técnicas em sensoriamento remoto, geotecnologias aliadas aos recursos computacionais atuais. O sensoriamento remoto consiste na obtenção de informações sobre a superfície terrestre por meio de sensores embarcados em satélites ou aeronaves. Imagens de satélites, como Landsat, Sentinel e CBERS, são amplamente empregadas no estudo do uso e cobertura da terra, permitindo análises em diferentes escalas espaciais e temporais (NOVO, 2020).

A aplicação de técnicas de mineração de dados e de sensoriamento remoto, aliada a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), juntamente com o geoprocessamento tem possibilitado prever propriedades do solo em escalas regionais e locais (Cinquini, 2015). Entende-se por geoprocessamento o conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais. É um termo amplo, que engloba diversas técnicas, cada qual com funções específicas, como digitalização, conversão de dados, modelagem digital de terreno, processamento digital de imagens e, dentre outros, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (Najar; Marques, 1998).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilitam o armazenamento, processamento e análise de dados geoespaciais, sendo utilizados para gerar mapas temáticos e realizar análises espaciais detalhadas (Câmara et al, 2001). Softwares como Qgis e ArcGIS permitem a integração de diferentes camadas de informação, facilitando a interpretação dos dados sobre o uso do solo (Almeida. 2012). O elemento essencial de um SIG é o dado espacial ou geográfico. Todas as ações acontecem em algum lugar, que pode ser localizado utilizando coordenadas geográficas. A distribuição espacial de um fenômeno pode dizer muito sobre ele: desde padrões de distribuição até tendências de acontecimentos (Ribeiro, 2018).

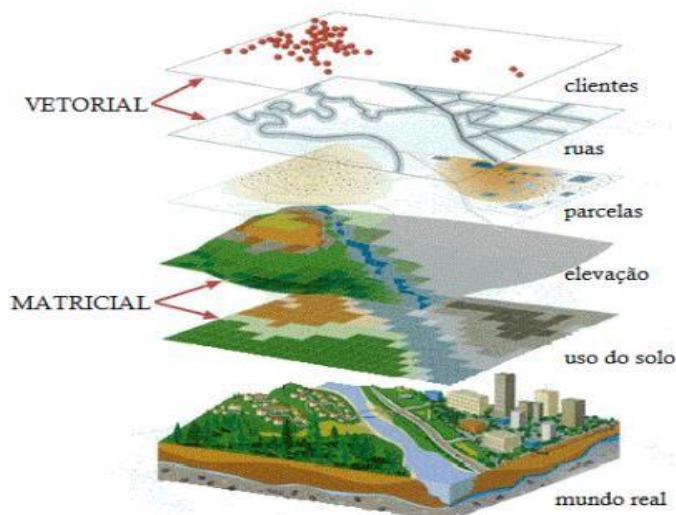
Segundo Fitz (2008), os SIGs, são sistemas computacionais que possuem programas especiais para a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise digital de dados georreferenciados visando à produção de informação espacial. Para Bossler (2016), os SIGs são programas de computador destinados a trabalhar matematicamente as informações geográficas e alfanuméricas para gerar informações baseadas em algoritmos pré-definidos.

O banco de dados é o sistema central do SIG, que é uma coleção de informações de diferentes formatos e originadas de diferentes formas, armazenadas digitalmente. Ao redor do banco de dados encontra-se uma série de componentes de “softwares”. O sistema de processamento de imagem (processamento digital de imagens) permite a manipulação e análise

de imagens de sensoriamento remoto, radar e de fotografia aérea, por exemplo (Hamada; Gonçalves, 2007).

No modelo de representação de um SIG, os dados podem ser representados graficamente de três maneiras: através de pontos, linhas ou áreas. Cada objeto carrega consigo a informação da localização espacial daquele dado, a forma como ele está representada e seu tamanho (RIGAUX; SCHOOL; VOISARD, 2002). A representação pode ser no formato vetorial (através de pontos, linhas e polígonos) ou matricial, também chamado de raster (baseado em uma estrutura de grade de células de tamanho fixo, os pixels); cada célula recebe um valor que vai caracterizar o que aquela feição representa (Ribeiro, 2018). A Figura 5 apresenta a representação dos formatos do SIG.

Figura 5 - Representação por camadas, forma vetorial e matricial do SIG.



Fonte: Adaptado de TERC (2017).

Existem diversas técnicas para o mapeamento do solo, uma delas e bastante conhecida é a mineração de dados, que é fundamental na exploração e manipulação de banco de dados georreferenciados, com o objetivo de encontrar padrões desses dados. De acordo com Han e Kamber (2006), uma das tarefas na mineração é a classificação dos dados, na qual busca inferir uma variável dependente a partir de um conjunto de dados que contém atributos relacionados a essa variável.

Dentre as técnicas utilizadas para mapeamento digital de solos tem-se as técnicas de krigagem, que consistem em um método geoestatístico para interpolação espacial dos solos; lógica e os conjuntos nebulosos (“fuzzy”), método de classificação que permite alocação de indivíduos (pedons) em função de seu grau de pertinência a cada classe de solo; árvore de decisão, técnica de classificação por indução utilizadas para interações complexas entre

atributos e classes de solos; redes neurais são modelos matemáticos capazes de trabalhar de forma similar ao cérebro humano (Mendonça Santos; Santos, 2003).

Já o Mapeamento Digital do Solo (MDS), é uma técnica que por meio de modelos matemáticos integram com variáveis ambientais que influenciam nos fatores de formação do solo para realizar a classificação (Bagatini; Giasson; Teske, 2015). Uma das principais fontes de informação para o MDS é o Modelo Digital de Superfície (MDE), que é uma representação digital terrestre, incluindo todos os elementos que estão sobre ela, pois o relevo é um dos principais fatores de formação do solo e a partir dele é possível determinar variáveis ambientais que influenciam no processo de formação do solo (Ten Caten *et al.*, 2012).

De acordo com Silva *et al.* (2022), na literatura, são encontrados alguns métodos mais atuais para o mapeamento de usos do solo como a elaboração manual com base em sensoriamento remoto e composição falsa de imagens de satélite para digitalização; a utilização de redes neurais convolucionais; o trabalho da plataforma Google Earth Engine (GEE) e algoritmos como o Random Forest específicos para o machine learning (Kadri *et al.*, 2023).

Tratando-se do último método, ele é muito aplicado para o mapeamento de grandes áreas, por causa da sua técnica robusta. Seu uso tem sido crescente nos últimos anos para o gerenciamento de dados de satélites voltados para aplicações globais e de fácil replicação; entretanto, existe uma necessidade de expansão do conhecimento sobre a aplicabilidade da ferramenta nos países em processo de desenvolvimento (Velasategui-Montoya *et al.*, 2023).

Além disso, outra ferramenta importante para compor mecanismos dos mapeamentos de terra, e aquisição de dados espaciais, é o uso de drones e sistemas de posicionamento de alta precisão, diversas áreas tem-se beneficiado destas tecnologias como: agrimensura, geografia, engenharia etc. O georreferenciamento de áreas rurais teve uma profunda mudança a partir da maior adoção dos drones ou Veículos Aéreos não Tripulados (VANT's) (Nascimento, 2021).

Para Ross (2012) o uso de técnicas de mapeamento e quantificação do uso do solo é fundamental para a gestão territorial e ambiental. Métodos como sensoriamento remoto, geoprocessamento e análise atemporal proporcionam um conhecimento detalhado de mudanças na paisagem, permitindo um planejamento mais eficaz e sustentável. Pereira (2019) aponta que, o aprimoramento dessas técnicas, aliado ao uso de novas tecnologias, como drones e inteligência artificial, tende a aumentar a precisão e a aplicabilidade dos estudos sobre uso e ocupação do solo no futuro.

4. METODOLOGIA

4.1 Classificação da pesquisa

Segundo Menezes et al. (2019), a pesquisa científica consiste em um conjunto de atividades organizadas que seguem procedimentos sistemáticos, baseados em método estruturado e racional. Seu propósito é obter respostas e resultados que esclareçam um problema específico previamente formulado.

A pesquisa apresenta uma abordagem qualiquantitativa. Qualitativa pois combina métodos de análise descritiva. Assim, a pesquisa não se preocupa apenas com a representatividade numérica, ao contrário, considera o aprofundamento da compreensão de um grupo social ou de uma organização. Gil (2019), o objetivo dessa abordagem é proporcionar uma compreensão mais ampla do fenômeno estudado, utilizando, ao mesmo tempo, a riqueza de detalhes e a profundidade do estudo qualitativo e a objetividade e generalização do estudo quantitativo.

Quanto aos objetivos da pesquisa é de caráter descritiva, exploratória e explicativo, descritivo, uma vez que irá descrever o uso e ocupações do solo dos reservatórios do município de Água Nova/RN. Segundo Gil (2019), a pesquisa descritiva tem como objetivo principal a caracterização de determinada população, fenômeno ou realidade. Esse tipo de pesquisa busca descrever os fatos e as características de um objeto de estudo, sem interferência do pesquisador.

Exploratória, pois busca compreender os impactos socioambientais e econômicos em volta do entorno dos reservatórios. Explicativa, no estabelecimento de relações entre os tipos de uso do solo e os impactos nos reservatórios. Conforme Gil (2019) a pesquisa exploratória tem como objetivo oferecer uma compreensão inicial sobre o tema pouco estudado, permitindo ao pesquisador se familiarizar com o assunto e identificar variáveis importantes. Já a pesquisa explicativa, segundo Gil (2019), busca compreender as causas de um fenômeno, estabelecendo relações de causa e efeito entre as variáveis envolvidas.

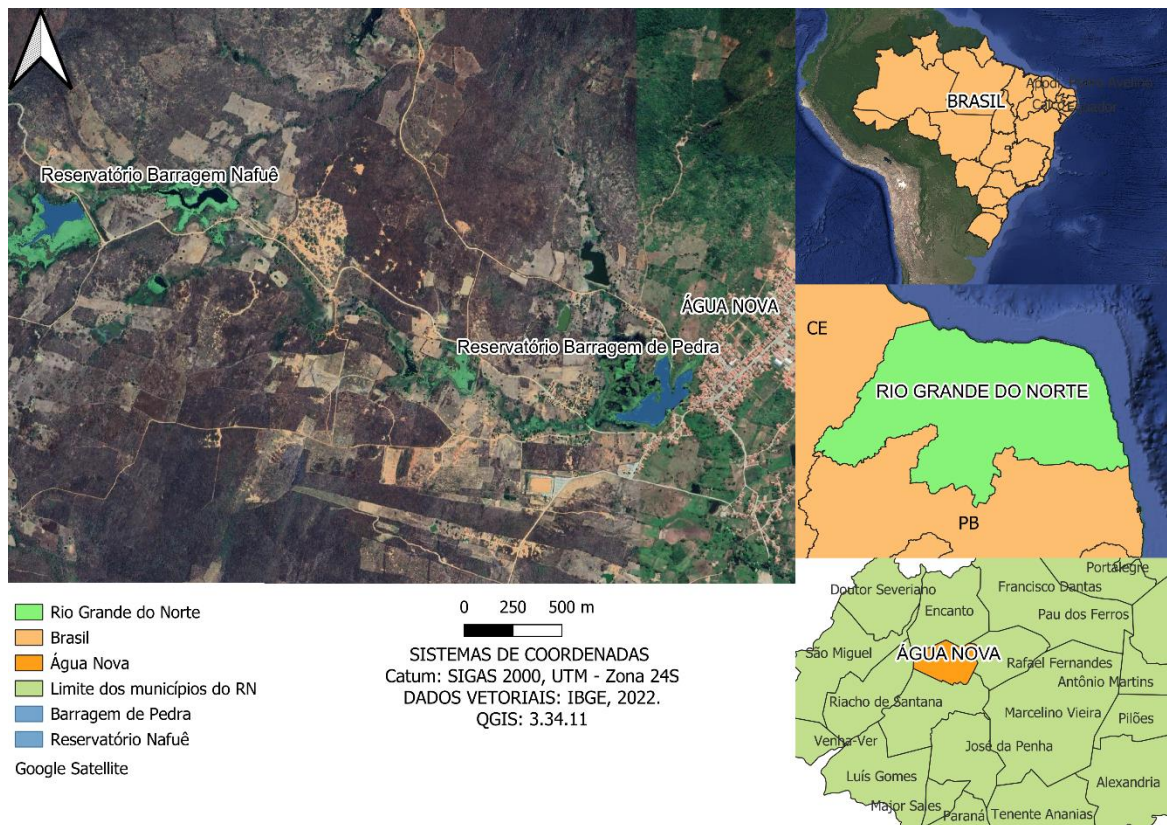
Quanto a natureza, a pesquisa se classifica como Básica e Aplicada. Básica pois contribui para o conhecimento teórico para o tema. Para Gerhart e Silveira (2009), objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da Ciência, sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais. E aplicada porque oferece subsídios para prática de gestão e planejamento. Segundo Gerhart e Silveira (2009), objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

Quanto às técnicas, foi composta de pesquisa bibliográfica, documental e de campo. A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites (Gerhart; Silveira, 2009). Para esse estudo foi fundamentada a partir de fontes de artigo científico, livros e legislação. O tipo documental, porque utiliza relatórios e dados secundários para análise. E de campo, pois envolve coleta de dados por meio de sensoriamento remoto e outras ferramentas no local.

4.2 Área de estudo

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2021), o município de Água Nova (Figura 6), situa-se na região do Alto Oeste do estado do Rio Grande do Norte, pertence à região geográfica imediata de Pau dos Ferros, dentro da região geográfica intermediária de Mossoró, faz limite com os municípios de Coronel João Pessoa a oeste, Encanto a norte, Rafael Fernandes a leste e Riacho de Santana a sul e está inserida na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró.

Figura 6 - Mapa de localização do Município de Água Nova/RN e recorte da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

Segundo o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA) (2008) o município de Água Nova está inserido na Depressão Sertaneja, caracterizando-se por terrenos baixos situados entre as partes elevadas do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodi. Seu relevo apresenta características típicas do Planalto da Borborema, com terrenos antigos formados por rochas pré-cambrianas, como o granito, onde se encontram as serras e os picos mais altos. Geologicamente, o município está situado em terrenos do Embasamento Cristalino, abrangendo rochas do Grupo Caicó, datadas do Pré-Cambriano Inferior, com idade estimada entre 1.000 e 2.500 milhões de anos (Monte, 2024). Além disso, o município de Água Nova está inserida na bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (Silva; Camargo, 2022).

De acordo com o IDEMA (2008) o clima do município de Água Nova/RN caracteriza-se por ter um clima semiárido (muito quente), caracterizado por longos períodos de estiagem e altas temperaturas. O município apresenta um clima com pouca ocorrência de chuvas, concentradas geralmente entre os meses de fevereiro a junho, com uma precipitação média anual que varia de 400 mm e 600 mm o que pode resultar em secas prolongadas, afetando diretamente a agricultura e a disponibilidade hídrica.

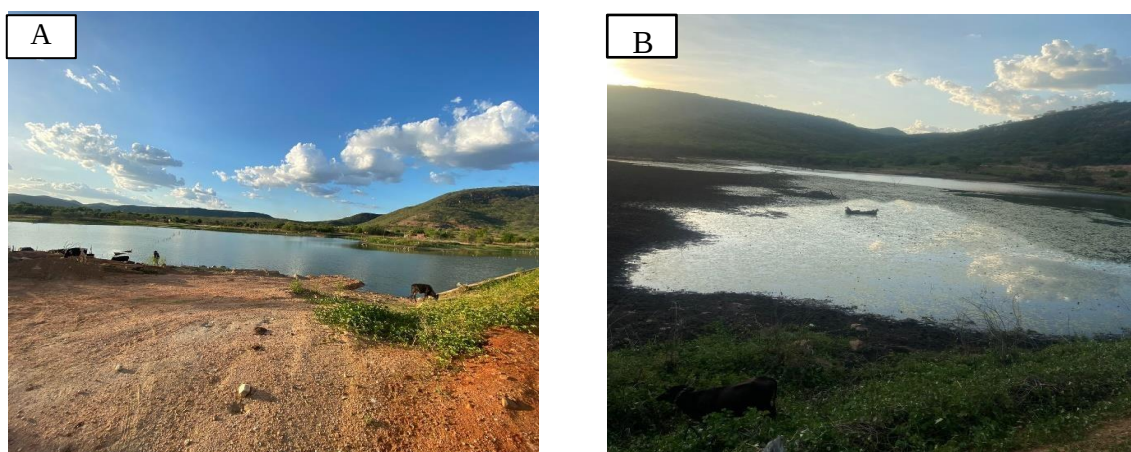
Segundo a classificação do Sistema Brasileiro de classificação de Solos (SiBCS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (EMBRAPA, 2006) o solo predominante é o Luvisolos, são um tipo de solo que possui uma camada mais argilosa abaixo da superfície, formada pela movimentação da argila da parte superior do solo para camadas mais profundas. Eles são naturalmente ricos em nutrientes básicos, como cálcio e magnésio, mas podem ter limitações para a agricultura devido à compactação e à baixa fertilidade natural em alguns casos. Esses solos são comuns em regiões semiáridas do Brasil, como no Nordeste, e precisam de manejo adequado para evitar erosão e melhorar sua produtividade. Quanto a vegetação, está inserido no bioma Caatinga, sua vegetação tem caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixas e espalhadas, hiperxerófilas, com características caducifólias (perdem suas folhas na estação seca) (IDEMA, 2008).

Conforme o último censo realizado pelo IBGE (2022) o município de Água Nova tem uma população de 2947 residentes, com uma densidade demográfica de 58,80 pessoas/km². A agricultura é a principal atividade econômica do município. A economia do município baseia-se no comércio e agricultura, em 2021 o Produto Interno Bruto Municipal (PIBM) per capita foi de R\$ 10.492,84. As receitas externas no ano de 2023 eram de 98,03%. Na Educação, no ano de 2010, a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade foi de 99,2%. Na comparação com outros municípios do estado, ficava na posição 12 de 167 (IBGE, 2024). Segundos dados do

IBGE (2024), o município não apresenta dados de mortalidade infantil. Quanto ao saneamento, apresenta 7,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 96,7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2024).

De acordo com Monte (2024) a zona urbana do município é abastecida unicamente por um poço localizado na zona rural de Água Nova/RN, sendo esse o recurso primário para suprir as necessidades da população. Além disso, as comunidades Sanharão, areias e Carnaubal são abastecidas por um poço adicional situado na comunidade Sanharão. Na área urbana do município, encontra-se a Barragem de Pedra (Figura 7A), localizada no Bairro Alto da Cachoeira, que, embora esteja presente, não foi construída com o propósito de fornecer água para o consumo humano. Além dessa, existe outra barragem localizada na zona rural do município, na comunidade Nafuê (Figura 7B). Essa barragem desempenha um papel fundamental no abastecimento das comunidades vizinhas e na irrigação de áreas verdes, como praças, dentro do município. Situada a cerca de 4 km do perímetro urbano, o acesso é feito por uma estrada de terra que conecta outras comunidades da região. De acordo com dados fornecidos pelo setor de engenharia da prefeitura municipal, a capacidade de armazenamento dessa barragem é de 892.572,5 m³.

Figura 7 - Reservatório do município de Água Nova/RN: A) Barragem de Pedra. B) Açude Nafuê



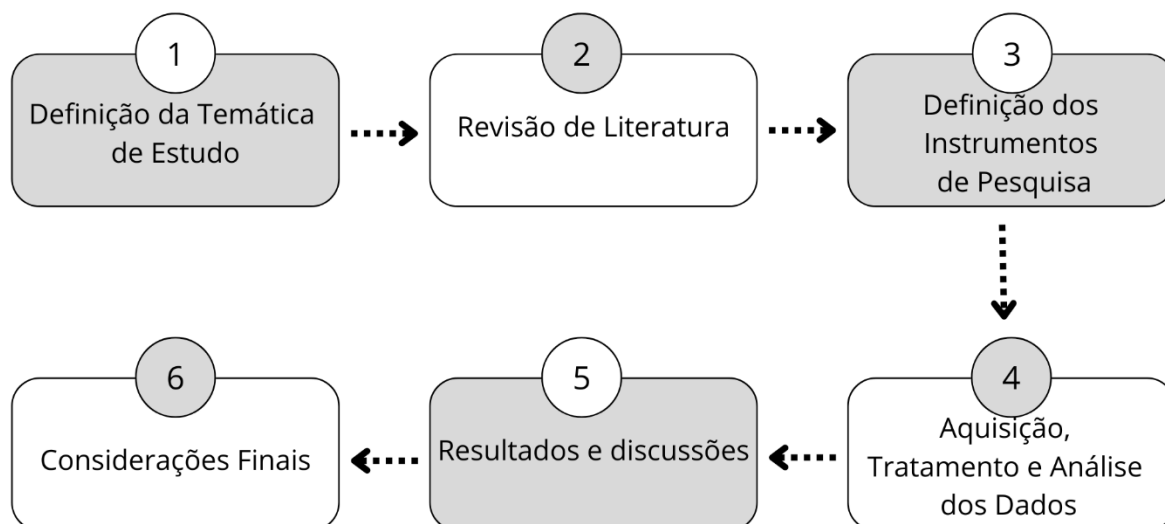
Fonte: Autor (2025).

4.3 Procedimentos metodológicos

O fluxograma (Figura 8) exibido representa as etapas para a execução de um estudo ou pesquisa abrangendo seis fases fundamentais, que começam com a definição do tema de

pesquisa e se estende até a conclusão do projeto.

Figura 7 - Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

A primeira etapa se deu com a escolha da temática de estudo, onde consiste na escolha do tema central da pesquisa, que orientará todo o processo de investigação. A definição clara do objeto de estudo é essencial para estabelecer os objetivos, as questões de pesquisa e a delimitação do escopo da pesquisa. Um tema bem definido garante foco e direção ao estudo, evitando dispersões durante o processo. Para esse estudo foi definido o uso e ocupação do solo como tema principal.

Na fase da revisão de literatura, realizou-se a análise de obras acadêmicas, artigos científicos, livros e outras fontes que já abordam o tema proposto. O objetivo foi identificar o que já foi pesquisado sobre o assunto, apontando as lacunas no conhecimento existente. A revisão de literatura fornece a base teórica para a pesquisa, fundamentando as hipóteses, conceitos e direcionamentos, a pesquisa baseou-se nas temáticas de uso e ocupação do solo; reservatórios hídricos; impactos do uso do solo no entorno de reservatórios e as técnicas de mapeamento e quantificação do uso do solo para as metodologias a serem empregadas. Além disso, demonstra a relevância e a contribuição do estudo para o campo de conhecimento.

Com relação aos instrumentos de pesquisa, são selecionadas as ferramentas e técnicas metodológicas que serão utilizadas para coletar os dados necessários. Isso pode incluir questionários, entrevistas, observações, análise documental ou experimentos. A escolha dos instrumentos depende dos objetivos da pesquisa e da natureza dos dados que se deseja obter, sendo importante garantir que as ferramentas sejam adequadas e eficazes para responder às

questões de pesquisa. Para esse estudo foi utilizada a observação, através de visita em campo para análise do entorno dos reservatórios, também utilizou-se a análise documental, através de pesquisas relacionadas com o tema, por via de mapeamento das áreas de estudo mediante imagens de satélite e fotografias.

A aquisição dos dados refere-se ao processo de coleta das informações necessárias para a pesquisa. Nesta etapa, os dados são obtidos de acordo com os métodos e instrumentos previamente definidos, pois foi utilizados o VANT para o mapeamento da área. Para esse estudo, foram coletados dados referentes a área populacional, área agrícola e pecuária a partir da vista em campo, em meados dos meses de janeiro e fevereiro do ano de 2025, e realizados os registros fotográficos dos reservatórios e das áreas no entorno. Nos meses de fevereiro e março de 2025, a partir do aplicativo Google Earth, realizou-se a identificação das imagens de satélite a serem utilizadas na confecção dos mapas, e durante esse período, também foi adaptado os dados da base cartográfica do IBGE para dimensionamento das áreas que foram estudadas.

Quanto ao tratamento dos dados, após a coleta, os dados foram organizados, limpos e preparados para a análise. Isso pode envolver a remoção de informações irrelevantes, a transformação de dados brutos em formatos utilizáveis e a categorização de variáveis. No que se refere à análise dos dados nesta fase, os dados tratados foram analisados de acordo com a metodologia escolhida (quantitativa ou qualitativa). Técnicas estatísticas, comparações ou interpretações são aplicadas para gerar insights e respostas às perguntas de pesquisa.

Para descrever o método de geração de mapas no Qgis usando dados obtidos por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) sobre o uso e ocupação do solo dos reservatórios do município de Água Nova/RN, o processo pode ser detalhado da seguinte forma: o primeiro passo consiste no planejamento de voo do VANT para garantir que a área de interesse, que é os reservatórios, seja completamente mapeada. Com base no planejamento, durante o voo deve cobrir toda a área de interesse, incluindo as zonas de uso e ocupação do solo que serão analisadas. Durante o voo, as imagens devem ser retiradas em intervalos regulares para garantir a sobreposição necessária para a criação do modelo tridimensional.

Após a coleta das imagens, o próximo passo foi o processamento dos dados para criar um Modelo Digital do Terreno (MDT) ou um ortomosaico, realizado no software Qgis. O processo incluiu as seguintes etapas: alinhamento e correção das imagens; Geração do ortomosaico a partir das imagens sobrepostas; Geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) ou MDT; Verificação da precisão espacial das imagens. Depois de gerar os ortomosaicos e os MDE os arquivos foram importados para o Qgis. Dentro do Qgis, para cada reservatório foi utilizado as ferramentas de digitalização para criar camadas vetoriais que

delimitam as diferentes classes de uso e ocupação do solo na área delimitada ao redor dos reservatórios. A partir dos ortomosaicos, foi possível identificar as diferentes características do solo, como áreas urbanas, áreas agrícolas, vegetação, corpos d'água, APP, entre outras, conforme apresentado no Quadro 2. A delimitação das Áreas de Preservação Permanente, foi feita considerando faixas de 30m e 50m ao redor do reservatório, conforme estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012). Após a classificação e a definição das áreas de uso e ocupação do solo, foi possível gerar os mapas temáticos.

Quadro 2 - Descrição das classes utilizadas no entorno do reservatório.

Classes	Descrição
Corpo hídrico	Referem-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como: rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes etc.
Pecuária	Faz parte do espaço rural utilizado para a criação de animais; pode estar associada a outras atividades, como a agricultura ou silvicultura.
Área Urbana	Como situação urbana foram consideradas as áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e às áreas urbanas isoladas conforme classificação do IBGE.
Solo Exposto	Área sem cobertura vegetal, ou seja, desprovida de proteção.
Agricultura	É a atividade de cultivo de plantas para a produção de alimentos e matérias-primas; é uma das principais atividades econômicas do setor primário.
APP	Espaço territorial legalmente protegido, com o objetivo de preservar recursos naturais e o bem-estar da população.
Vegetação	Conjunto de plantas que cobrem uma determinada área; a vegetação é influenciada pelo clima, relevo e características do solo.

Fonte: Adaptado IBGE (2022)

Se necessário, pode ser realizado análises no Qgis para entender melhor a distribuição do uso do solo ao redor dos reservatórios. Com a conclusão da análise e a geração dos mapas pode ser expostos de diferentes formatos, como PNG e PDF. Esse método fornece uma visão detalhada do uso e ocupação do solo em torno dos reservatórios, utilizando dados adquiridos pelo VANT e ferramentas d Qgis para análise e discussões.

Após a análise, os resultados obtidos são apresentados de maneira clara, geralmente por meio de gráficos, tabelas e descrições. Nessa etapa foi obtido a geração dos mapas, criados pelo Engenheiro Ambiental Thiago Rosa através do software Qgis, dos reservatórios, objetos de estudo desse trabalho, os quais apresentam as áreas encontradas de uso e ocupação do solo. Essa etapa também envolve a interpretação dos resultados, comparando-os com estudos anteriores e discutindo suas implicações. A discussão busca relacionar os dados encontrados com as hipóteses iniciais, explicando as possíveis razões para os resultados obtidos e sua relevância para a área de estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A barragem Municipal, também conhecida como Barragem de Pedra (Figura 9), fica localizada na zona urbana do município de Água Nova/RN. De acordo com a vista em campo e de informações da Secretaria de Obras do município, atualmente, as principais atividades desenvolvidas com o recurso hídrico provenientes do reservatório são os usos consultivos, derivados da dessedentação animal, bombeamento de água para irrigação de canteiros e praças da cidade, além de culturas com bases da agricultura familiar, e os usos não consultivos, no qual envolve recreação aquática, lazer e atividades de pesca,.

Figura 8 - Vista aérea da barragem Municipal.

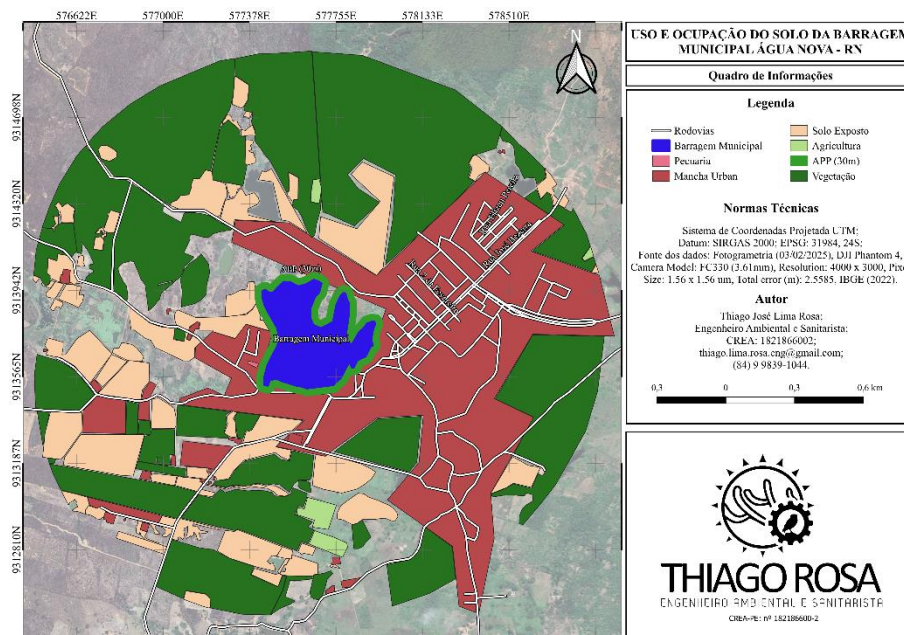


Fonte: Autor (2025).

Os reservatórios hídricos são muito importantes para os municípios que convivem com a escassez hídrica, como é o caso do município de Água Nova/RN. A construção dos reservatórios hídricos no semiárido brasileiro surge como sendo um dos primeiros sistemas de engenharia para “combate” ou mitigação dos efeitos produzidos pelo fenômeno da seca (Pereira Neto, 2017). É importante o estudo do entorno desses reservatórios, uma vez que o uso do solo e os recursos hídricos estão conectados.

O uso e ocupação do solo são elementos fundamentais para a compreensão das dinâmicas ambientais e socioeconômicas de uma região. A Figura 10 traz um mapeamento detalhado da Barragem de Pedra de Água Nova/RN, evidenciando diferentes classes de uso do solo, como corpos hídricos, área urbana, pecuária, agricultura, solo exposto, vegetação e áreas de preservação permanente (APPs).

Figura 9 - Mapa de uso e ocupação do solo do reservatório Municipal.



Autor: Thiago Rosa (2025).

Os usos da terra são importantes para identificar o perfil socioambiental e econômico de uma população. Através de vista de campo e da análise de imagens de satélite, viu-se que houve redução da lâmina de água no reservatório municipal. Isso está atrelado a área urbana no entorno do reservatório, os múltiplos usos realizados pela população (pecuária, agricultura, pesca, lazer, etc) e de não ocorrer manutenção no corpo d'água. De acordo com Monte (2024), o reservatório encontra-se em situação de abandono. Além disso, foi possível evidenciar resíduos sólidos em seu entorno e vegetação na lâmina d'água. Os resíduos sólidos quando descartados de forma inadequada podem trazer diversos malefícios, como a poluição e contaminação da área. Baggio (2020), relata em seu estudo referente a Lagoa da Pampulha, localizada no município de Belo Horizonte/MG, teve perda da qualidade da água, que ocorreu devido a fatores que envolvem o adensamento urbano, a retirada de cobertura natural, a disposição inadequada de resíduos sólidos e carência de infraestrutura de saneamento. No caso do município de Água Nova, essas alterações também evidenciam o descaso do poder público com o reservatório e a falta de planejamento urbano.

Identificou-se também, nos arredores do corpo hídrico a criação de animais em uma pequena área de pecuária. A pecuária é uma atividade economicamente importante para o município, principalmente para os munícipes que dependem da venda dos animais e dos produtos gerados por eles. Sendo assim, o reservatório é uma ótima fonte para a dessedentação animal. Entretanto, a presença de animais ao redor da barragem, aumenta o risco de

contaminação por fezes e urina, assim como a compactação do solo. De acordo com Tassi et al (2021), quando o solo é compactado, sua resistência à penetração é aumentada e a porosidade diminuída. Com isso, a aeração, a taxa de infiltração de água e a condutividade hidráulica do solo saturado são também reduzidas. E por essa atividade ser realizada as margens do reservatório é importante uma parceria entre os pecuaristas e o poder público para avaliar e identificar medidas apropriadas para a pecuária sem interferência no reservatório.

A área urbana do município foi desenvolvida, em parte, as margens do reservatório hídrico. Para a população urbana o reservatório é um excelente recurso, e sua importância é bem relevante. Em destaque as atividades que mais beneficiam os moradores são a pecuária e o lazer, esse último proporciona a redução do estresse da população através da pesca e recreação na barragem. Além disso, a comunidade urbana tem acesso livre ao recurso do reservatório, e não há conflitos de uso da água, pois todos os municípes podem retirar a quantidade da água que desejam. Porém, a utilização do recurso hídrico sem planejamento pode causar diminuição da quantidade e qualidade da água. Segundo Costa e Assahar (2021), a ocupação desordenada nas áreas de mananciais e em suas proximidades afeta diretamente a qualidade da água e a preservação do meio ambiente. Dessa forma, entender os padrões de uso e as alterações do reservatório permite identificar áreas críticas que necessitam de um planejamento mais rigoroso para a conservação dos recursos hídricos e o bem estar da população.

Outra área identificada a partir da análise de imagens de satélite e visita em campo foram as áreas de solo exposto. Essas áreas em volta dos reservatório podem levar a perda de terras agrícolas por ter o solo desprovidos de vegetação. No caso do município, áreas como essas não estão propícias para o plantio de espécies agrícolas, e uma parte desse solo está presente em uma margem do reservatório. Dessa forma, essas áreas estão comprometendo os agricultores locais que necessitam de terras férteis para o plantio de culturas e também está interferindo no reservatório, pois, por o solo não ter cobertura está propenso a carrear sedimentos para as margens do reservatório, além de possíveis poluentes, resultando no assoreamento da barragem e na perda da qualidade da água. De acordo com Freitas (2022) as ações que podem trazer prejuízos, deixando o solo exposto são a remoção da vegetação, o uso frequente do fogo para limpeza de terrenos e queimadas em geral, o uso excessivo de defensivos agrícolas, o descarte inadequado de resíduos sólidos e o uso demasiado do solo sem praticar pousio. Lopes et al (2007), em seu estudo sobre a avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão de Carrancas-MG, indentificou algumas áreas de solo exposto favoráveis à incidência de processos erosivos, os quais são responsáveis por levarem o material particulado aos cursos d'água. Assim, é importante que sejam

implementadas ações para o plantio de vegetação nativa para essas áreas.

A vegetação é importante para as áreas em volta dos reservatório, e dentre essas áreas as Áreas de Preservação Permanente é essencial para a manutenção da qualidade da água. Através da visita em campo foi possível identificar que a APP da barragem está alterada, pois existe nas imediações da faixa da área de proteção a presença de residências. Além disso, também existe na margem do reservatório a criação de animais, o descarte inadequado de resíduos sólidos e esgoto sanitário. Freitas, Silva e Guerra (2022), relatam que a qualidade dos recursos, tanto hídrico como de vegetação e solo, são partes relevantes no desenvolvimento social e econômico do ser humano e a população deve estar atenta para o uso indiscriminado das APPs. Os autores também descrevem no seu estudo sobre a classe de uso da terra em APPs de reservatórios públicos no Auto Oeste Potiguar, que os usos indevidos da população nas APP's, demonstraram problemas ambientais ativos em áreas que por lei, necessitam estar protegidas. E apesar das APPs de cada reserva apresentarem realidades diferentes, mesmo assim, todas estão com interferências antrópicas. Visto isto, é necessário o planejamento urbano no município e medidas educativas para os moradores do entorno com projetos referentes a educação ambiental.

Quanto a vegetação nativa, proveniente da Caatinga, bioma em que o município está inserido, observou-se que em todo o entorno do reservatório, a vegetação está conservada, embora as margens do reservatório tenha interferência antrópica. A vegetação é importante para a manutenção do ecossistema e biodiversidade. De acordo com Freire (2019), a vegetação nativa é fundamental na manutenção da estabilidade ambiental. Souza, Costa e Lichston (2023), a vegetação proveniente do bioma caatinga, suas principais características reflete na realidade socioeconômica dos habitantes que estão inseridos nessa região, principalmente pelo o seu clima quente e sazonalmente seco. Assim, a vegetação presente no território da barragem municipal é importante para a manutenção da flora e fauna da região, bem como contribui para qualidade da água do reservatório, que tem importância econômica e social para a população urbana do município.

Quanto aos usos do solo, a Figura 10 destaca que o reservatório é um dos elementos centrais do mapa, indicado em azul. Os corpos hídricos são essenciais para o abastecimento, regulação climática e biodiversidade. Contudo, a proximidade de atividades antrópicas, como a urbanização e a pecuária, pode resultar em contaminação hídrica devido ao despejo de esgotos e sedimentos (tucci, 2009). Segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), a proteção dessas áreas é fundamental para evitar o assoreamento e garantir a qualidade da água. Destaca-se na parte superior do reservatório a presença de um outro espelho d'água, na zona

rural do município, o qual é utilizado para a irrigação da área agrícola delimitada na parte superior das margens do reservatório. Na parte inferior do reservatório encontram-se duas áreas agrícolas.

A atividade pecuária é representada em vermelho escuro, indicando áreas destinadas à criação de gado e outros animais. Essa atividade tem um papel econômico importante, mas pode causar impactos ambientais como compactação do solo, redução da vegetação nativa e contaminação dos recursos hídricos por dejetos animais (SALVIATI, 2017). O manejo adequado da pecuária, aliado à implementação de técnicas sustentáveis, é essencial para mitigar esses impactos. Schiere, Tegene e Van Veenhuizen (2000) enfatizam que, embora a criação de animais em zona urbana tenha existido sob muitas formas em muitos lugares e na atualidade ela é ainda praticada, surgiram leis de sanidade ambiental que proíbem a criação de animais de grande porte em áreas urbanas (Schiere; Tegegne; Van Veenhuizen, 2000).

As áreas destinadas à agricultura, indicadas em amarelo, representam um setor econômico relevante, mas podem impactar o meio ambiente por meio do uso intensivo do solo e de agroquímicos (Altieri, 2012). Práticas como a rotação de culturas, o plantio direto e a agricultura de base ecológica podem minimizar esses impactos, promovendo uma produção mais sustentável. Dentre as culturas identificadas através da visita em campo, destacam-se o milho e o feijão, nas áreas em destaques, próximas a residências rurais, são espaços destinados a agricultura familiar, com culturas temporárias, sendo o cultivo realizado principalmente no período de precipitação, no primeiro semestre do ano. Mendes (2024), destaca que também ocorre cultivo de capim e culturas frutíferas nas margens do reservatório.

Observou-se que no entorno do reservatório hídrico Barragem de Pedra, a área de maior uso direto é a zona urbana, devido ao reservatório ter sido construído as margens da cidade. Também é perceptível o crescimento urbano da cidade em volta da Área de Preservação Permanente. Freitas e Guedes (2018), em seu estudo detectaram que a área urbana do município de Riacho da Cruz/Rn teve seu crescimento nas imediações do reservatório hídrico municipal, e foi possível observar áreas urbanizadas nas proximidades do reservatório. Costa, Freitas e Guedes (2019) a urbanização próximo aos reservatórios possibilita maiores impactos, como, por exemplo o despejo de esgoto sanitário no entorno e nas área de preservação.

O solo exposto, identificado em bege, indica áreas que podem estar sujeitas à degradação e à erosão. A falta de cobertura vegetal compromete a fertilidade do solo e pode resultar no carreamento de sedimentos para os corpos hídricos (OLIVEIRA et al., 2020). O monitoramento dessas áreas é essencial para implementar práticas de recuperação, como o plantio de vegetação nativa e técnicas de conservação do solo.

De acordo com Brasil (2012) as APP (em verde claro), são fundamentais para a proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade. O Código Florestal estabelece que é obrigatório manter uma faixa de vegetação nativa de, no mínimo, 30 metros ao redor dos corpos hídricos. A conservação dessas áreas é essencial para evitar o assoreamento e garantir a regulação do ciclo hidrológico. Esse fato pode ser evidenciado em decorrência do crescimento desordenado da população, sem um zoneamento adequado para a cidade, que requer planejamento e gestão. A mancha urbana, em vermelho claro, é concentrada na região leste e sudeste da barragem, evidenciando a expansão da infraestrutura urbana. Para Maricato (2015) o crescimento desordenado pode gerar problemas como ocupação de áreas de risco e pressão sobre os recursos naturais. Para minimizar esses efeitos, é necessário o planejamento urbano adequado, garantindo a segurança ambiental e a qualidade de vida da população.

A vegetação natural, indicada em verde escuro, desempenha um papel fundamental na manutenção do equilíbrio ambiental. Essas áreas auxiliam na absorção da água da chuva, reduzem a erosão e mantêm a biodiversidade local (LEDERMAN, 2018). A proteção dessas zonas deve ser incentivada por meio de políticas de reflorestamento e preservação ambiental. Para Jr. e Guedes (2016), é observada a importância das áreas de vegetação rasteira, destacando-se sua relevância, por ser caracterizada pela rápida reposição natural de gramíneas utilizadas para pastagem e, posteriormente a área é utilizada para culturas temporárias.

O mapeamento da barragem municipal de Água Nova/RN evidencia a interação entre diferentes usos do solo e seus impactos sobre o ambiente. A expansão urbana e a atividade agropecuária devem ser monitoradas para evitar impactos negativos sobre os corpos hídricos e áreas de preservação. Práticas sustentáveis, legislação ambiental e planejamento territorial são essenciais para garantir um desenvolvimento equilibrado e a conservação dos recursos naturais. Para tanto, não foi possível realizar a quantificação dos usos e ocupação dos solos da Barragem Municipal de Água Nova/RN devido a problemas com as imagens de satélite e a precisão da vetorização, bem como a cobertura área realizada pelo VANT, necessitando de um estudo mais detalhado futuramente.

Figura 10 - Alterações na Área Urbana.



Figura 11 - Alterações do Solo Exposto.

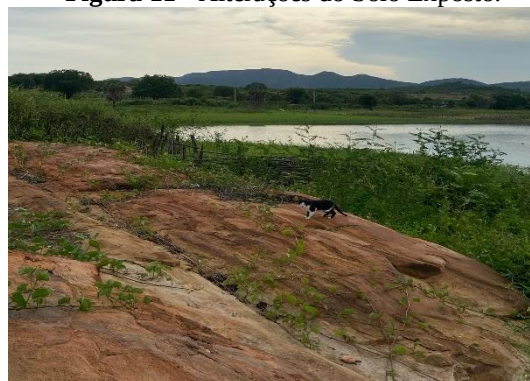


Figura 12 - Alterações da Pecuária.



Figura 13 - Alterações da Agricultura.



Figura 14 - Alterações na APP.



Figura 15 - Alterações da Vegetação.



Fonte: Autor (2025).

No que diz respeito ao Reservatório Hídrico do Nafuê (Figura 12), localizado na zona rural do município de Água Nova/RN, através de visita em campo, observaram-se usos consultivos, como abastecimento da comunidade Serra das Almas, irrigação de culturas, dessedentação animal, e não consultivo, proveniente da pesca.

Figura 16 - Vista aérea do reservatório Nafuê.

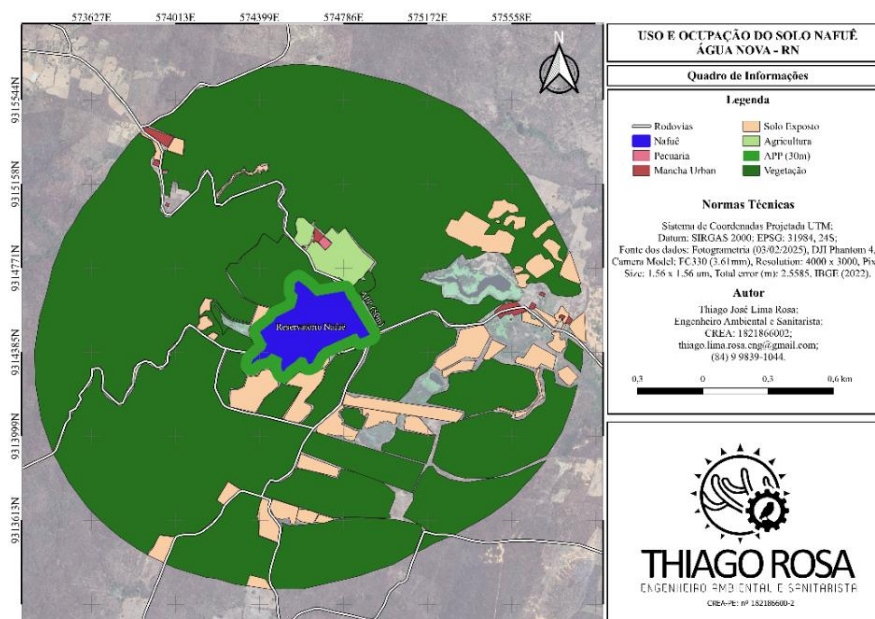


Fonte: Autor (2025).

Os reservatórios hídricos são importantes obras para as regiões de semiárido, por armazenar água nos períodos de estresse hídrico. São essenciais para o desenvolvimento da região pois proporcionam o recursos para a subsistência da população, entretanto, de acordo com Freitas, Silva e Guerra (2022), os reservatórios hídricos localizados em áreas semiáridas, utilizados para o abastecimento público municipal, constituem ambientes com relações de usos e conflitos.

Com base nestes usos e ocupação do solo do referido ambiente aquático, é compreensível que as transformações nas dinâmicas ambientais e socioeconômicas de uma região. Com isso, evidencia-se diferentes classes de usos do solo e ocupação do Reservatório Nafuê em Água Nova/RN, com destaque para Pecuária, Zona Urbana, Solo Exposto, Agricultura, APP e Vegetação (Figura 18).

Figura 17 - Mapa de uso e ocupação do solo do reservatório Nafuê.



Autor: Thiago Rosa (2025).

A partir do panorama das categorias é possível caracterizar os usos e a ocupação do solo no entorno do reservatório com a finalidade de compreender as dinâmicas ambientais e socioeconômicas da região.

De acordo com o mapa apresentado (Figura 18), na parte superior do reservatório foi identificada uma pequena área de pecuária indicada em vermelho no mapa, pertencente a proprietários rurais que fazem a criação de bovinos, caprinos e ovinos, essa atividade segundo Vilela et al (2019) próximo aos reservatórios pode representar um risco de contaminação da água por despejos orgânicos, além da compactação do solo e redução da infiltração de água. Entretanto, é uma atividade econômica e social importante para os moradores da zona rural, pois é uma fonte de recursos financeiros para muitos habitantes.

Quanto a áreas urbanas, o recorte da área mostra apenas alguns pontos com residências no entorno do reservatório. Por o reservatório está localizado na zona rural não há aglomerações de moradias nas imediações, em comparação a área de habitação delimitada ao redor do reservatório municipal, barragem de pedra. Apenas na comunidade Serra das Alamas encontra-se o maior número de residências.

Também foi identificado pela análise do mapa, a formação de algumas áreas de solo exposto, principalmente na parte inferior do reservatório, de acordo com Moraes (2018), áreas de solo exposto pode favorecer o processo de eutrofização pelo aumento de áreas impermeáveis ao longo dos reservatórios. Os solos expostos nessa área é reflexo da agricultura e da pecuária intensivas através da retirada da vegetação. Porém, nessas áreas observou-se que

o solo sem cobertura vegetal nas proximidades pode ser atribuído aos solos rasos da região.

Na mesma localização também foi observada uma área agrícola significativa. Os moradores rurais que vivem em torno do reservatório utilizam a área para plantio de culturas temporárias, bem como o plantio de capim, que serve de alimento para animais. Assim a agricultura para a zona rural do município é uma importante atividade econômica e de subsistência, de acordo com Mendes (2024), a maioria dos moradores da região tem como profissão a agricultura. Portanto, essa atividade é uma das principais fontes de renda local, entretanto, sem o devido planejamento pode ser diretamente prejudicada pela degradação dos reservatórios. Almeida e Souza (2020) destacam que “a preservação dos recursos hídricos é um fator decisivo para a manutenção da agricultura e da pesca, atividades essenciais para a economia do município” (p. 220). Dessa forma, uma análise detalhada do uso do solo pode fornecer subsídios importantes para estratégias que equilibrem as demandas econômicas e a conservação ambiental.

Quanto as áreas de APP, essas áreas desempenham um papel essencial na proteção dos recursos hídricos, atuando na manutenção da qualidade da água, no controle da erosão e na proteção da biodiversidade (BRASIL, 2012). Contudo, observa-se que há atividades antrópicas (agricultura e pecuária) próximas à APP, o que pode comprometer sua função ecológica e intensificar processos como o assoreamento e a eutrofização (GUIMARÃES et al., 2021). A presença de solo exposto nessas áreas pode indicar desmatamento ou práticas agrícolas inadequadas.

O mapeamento do uso e ocupação do solo no entorno do Reservatório Nafuê destaca a complexidade das interações entre as atividades humanas e os recursos naturais. A presença de vegetação nativa nas áreas mais afastadas do reservatório é um fator positivo, mas a proximidade de atividades agropecuárias e urbanas na APP representa desafios para a conservação ambiental. A implementação de políticas públicas e estratégias de manejo adequado são fundamentais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos na região.

Figura 18 - Alterações da Área Urbana.

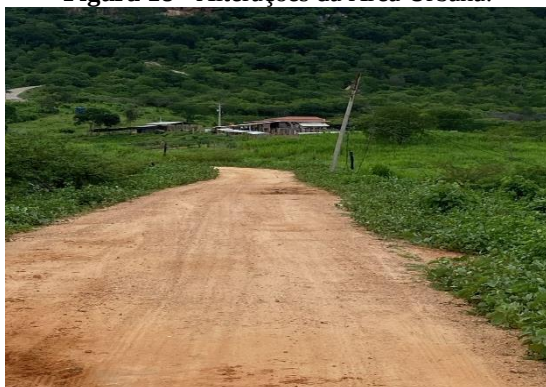


Figura 19 - Alterações do Solo Exposto.



Figura 20 - Alterações da Pecuária.



Figura 21 - Alterações da Agricultura.



Figura 22 - Alterações na APP.

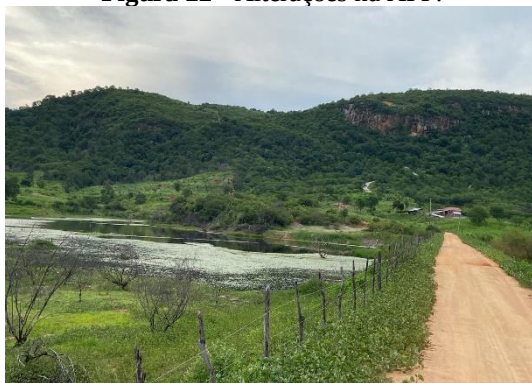
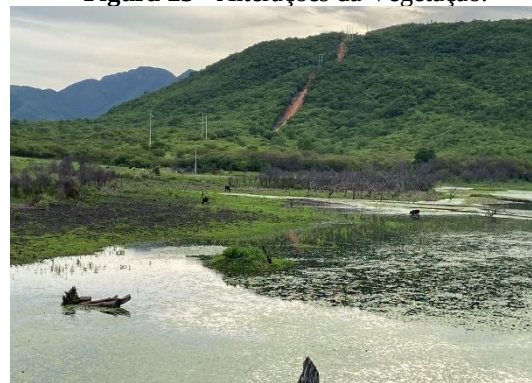


Figura 23 - Alterações da Vegetação.



Fonte: Autor (2025).

Assim, verificou-se que o estudo teve certa semelhança com outras pesquisas na literatura. Freitas e Guedes (2018) no seu trabalho referente ao uso e ocupação do entorno do reservatório público do município de Riacho da Cruz, verificou que há existência de áreas descobertas e vegetação rasteira nas margens do reservatório estudado, bem como a presença da área urbana no entorno do reservatório, trazendo possíveis alterações e interferências nessas áreas.

Lira (2015) evidenciou que os resultados obtidos na sua pesquisa sobre a análise do uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Poço da Cruz/PE, revelaram que a área

possui um grau de fragilidade ambiental quando comparado ao que a legislação vigente aborda. As Áreas de Preservação Permanente do presente reservatório apresentam um estágio de degradação acentuado e é necessário a tomada imediata de ações voltadas à recuperação ambiental das áreas degradadas, assim como o adensamento da vegetação nas áreas de solo exposto. Oliveira (2013), identificou que a APP do reservatório alvo de estudo da sua pesquisa foi degradada com pouquíssima área composta por mata ciliar.

Por tanto esse estudo comparado com os demais demonstra que as áreas no entorno dos reservatórios apresentam alterações ambientais, principalmente nas APPs. Contudo, o reservatório localizado na zona urbana detém maiores alterações devido a área urbana no entorno, enquanto que o reservatório Nafuê, não apresenta alterações significativas, embora os moradores do entorno usem o reservatório como fonte de abastecimento e para pecuária e agricultura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Água Nova/RN, está inserido na bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, dentre os principais recursos hídricos do município está a Barragem de Pedra, localizada na zona urbana da cidade, e a Barragem Nafuê, localizada na Zona Rural do município.

Foi indicado que a Barragem de Pedra tem como principais usos a irrigação de culturas agrícolas, a irrigação de canteiros de praças públicas, a dessedentação animal, além da pesca e lazer. A Barragem Nafuê abastece a comunidade Serra das Almas, e além disso, os municípes também utilizam o recurso para a dessedentação animal e irrigação.

Uma vez que a população utiliza os recursos hídricos sem nenhum planejamento, algumas alterações podem ser perceptível nos reservatórios, como a diminuição do espelho d'água na Barragem de Pedra, e poluição nas margens, por dejetos de animais e resídos sólidos no entorno. No caso da reservatório Nafuê, os usos intensivos atrelados a alterações nas APPs podem intensificar a diminuição da quantidade e qualidade da água.

Quanto ao uso e ocupação do solo, a área urbana destaca-se principalmente no reservatório Municipal, uma vez que o reservatório foi instalado as margens da cidade. Isso implicou principalmente na faixa de preservação permanente do reservatório, pois a medida que a cidade se expandiu também interviu na faixa da APP.

Apesar disso, as áreas de vegetação nativa são a classe de uso que apresenta maior área, em ambos os mapas. A vegetação típica do bioma Caatinga está em evidência no entorno dos reservatórios e é importante a sua preservação e conservação para a qualidade da água e do solo. Quanto ao solo exposto, viu-se que esse representa uma área significativa nos dois mapas. O solo sem proteção é propenso a erosão e pode carrear maiores poluentes para os reservatórios hídricos. As áreas de pecuária, destacam-se como áreas mínimas, enquanto a as agrícolas tem maior uso no reservatório Nafuê.

Dessa forma, como medidas mitigadoras para possíveis problemas ambientais, sugere-se que seja realizado um planejamento urbano e ambiental, além de uma gestão participativa, onde o governo e a comunidade trabalhem juntos para o desenvolvimento de projetos para reflorestamento dos solos expostos, conservação da vegetação e ações educativas para a população com ênfase na prevenção ambiental.

Assim, os usos e ocupação do solo no entorno dos reservatórios hídricos interferem na sua qualidade ambiental e necessita de planejamento com base na legislação. Ainda para melhor noção do tema abordado e em estudos futuros, sugere-se o aprofundado das áreas de uso do

solo, visando a sua quantificação e delimitação mais detalhada.

REFERÊNCIA

- ACCIOLY, V. M. *Planejamento, planos diretores e expansão urbana: Fortaleza 1960- 1992*. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2016. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/dados-e-informacoes-sobre-recursos-hidricos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 16 dez. 2024.
- ALMEIDA, A. S. et al. Implicações espaciais da crise urbana em Uberlândia-MG: dos espaços de valorização imobiliária às ocupações dos Sem Teto. *Revista Eletrônica de Geografia*, v. 9, n. 3, p. 287-312. set./dez. 2018.
- ALMEIDA, C. M. Geoprocessamento para análise ambiental. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- ALMEIDA, V. A.; SOUZA, M. G. M. Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade. E-book, 2020. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/432436/1/E-book-Gest%C3%A3o-de-Recursos-H%C3%ADricos-e-Sustentabilidade-1-1.pdf>. Acesso em: 11 dez 2024.
- ALTIERI, M. A. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Barragens e reservatórios. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/barragens-e-reservatorios>. Acesso em: 08 dez 2024
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Barragens e reservatórios*. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/barragens-e-reservatorios>. Acesso em: 19 dez. 2024.
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Uso da Terra*. 2016. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d56de925-d890-4fc9-8ab1-15ecd1b6d8c7>. Acesso em: 19 dez. 2024.
- AYRIMORAES, S.; FONTENELLE, T.; CRUZ, M. Reservatórios artificiais e seus efeitos no balanço hídrico nacional. *Revista FGV Energia, Rio de Janeiro*, v. 1, n. 1, p. 4-8, maio 2019. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/bc/article/view/87321/82134?utm_source=. Acesso em: 14 dez 2024.
- BAGATINI, T.; GIASSEN, E.; TESKE, R. Seleção de densidade de amostragem com base em dados de áreas já mapeadas para treinamento de modelos de árvore de decisão no mapeamento digital de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 4, p. 960–967, 1 jul. 2015.
- BAGGIO, L. *Poluição ainda desafia Lagoa da Pampulha*. 2020. Disponível em:

<https://cbhvelhas.org.br/noticias-internas/poluicao-ainda-desafia-lagoa-da-pampulha/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

BOSSLER, J. F. Fundamentos de Sistemas de Informação Geográfica. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 68, n. 2, p. 123-130, 2016.

BRAGA, J. M. et al. Identificação e mapeamento de solos: subsídios para planejamentos agrícolas e uso de geotecnologias. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2009.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Regulamenta a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm. Acesso em: 14 dez. 2024.

BABOSA, M. A.; PINTO, L. R.; CASTRO, J. P. de. Impactos ambientais da supressão vegetal nas margens de corpos d'água: erosão e assoreamento. *Revista de Ciências Ambientais*, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 123-130, 2014.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CARVALHO, P. C. V. *Estudo do fator de segurança de barragem de solo no município de Ilicínea - MG*. 2019. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universitário do Sul de Minas Unis-Mg, Varginha, 2019.

CASTRO, J. R. *Impactos da escassez hídrica no Semiárido brasileiro*. Fortaleza: Ed. Universitária, 2022.

CINQUINI, L. P. Mapeamento digital de solos com a utilização da técnica de mineração de dados e sensoriamento remoto. 2015. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/repositorio/storage/teses_dissertacoes/pb269713.pdf?utm_source. Acesso em: 15 dez 2024.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Define critérios e diretrizes para a Avaliação de Impacto Ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 08 dez 2024

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. Brasília. 1986. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acesso em: 19.dez.2024.

CONTELLE, L.; LIMA, R.; BORGES, A. Recursos hídricos no Brasil: desafios e perspectivas. São Paulo: Editora Água Viva, 2018.

COSTA, I. A. S.; Cunha, S. R. S., Panosso, R.; Araújo, M. F. F.; Melo, J. L. S.; Eskinazi, E. M. S. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semiárido do Rio Grande do Norte. *Oecologia Brasiliensis*, v.13, n 2, p. 382-401, 2009.

COSTA, I. G.; ASSAHARA, C. H. Normatividade ambiental e ocupação irregular em mananciais de municípios pequenos. *Revista Juris Poiesis*, v. 24, n. 34, p. 226-253, 2021. Disponível em:

<https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/jurispoiesis/article/download/9664/47967739/47981915>. Acesso em: 08 dez 2024.

CRUZ CASTRO, M.; FABRIZY, L. Gestão de reservatórios hídricos no Brasil. São Paulo: Editora Águas Claras, 1995. Disponível em:

<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/155/216.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2025.

orgs.). *Introdução à ciência da geoinformação*, INPE, São Paulo, 2001.

DERISIO, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. 4. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O solo e suas funções. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: [data de acesso].

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

ESTEVES, F. de A.. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FITZ, H. C. Sistemas de Informação Geográfica: conceitos e aplicações. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 1-10, 2008.

FONSECA, J. R.; AMARAL, L. S.; NEVONE, M. T. *Sistemas de armazenamento de água no semiárido brasileiro: estratégias e desafios*. Fortaleza: Editora Sertão, 2024.

FREITAS, F. W. da S. *et al.* CLASSES DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) DE RESERVATÓRIOS PÚBLICOS NO ALTOOESTE POTIGUAR. *Sociedade e Território*, Natal, v. 34, n. 2, p. 116-136, ago. 2022

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/52806/000728684.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 dez 2024.

GHEYL, H. R.; QUEIROZ, J. F.; MEDEIROS, S. S.* Gestão de recursos hídricos no semiárido brasileiro. Fortaleza: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2012.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES, C. W. P. O desafio ambiental. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, M. A. P.; ALMEIDA, J. R. de. Erosão do solo: processos e controle. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 1, n. 1,

p. 55-62, 1995.

GUIMARÃES, R. F.; SILVA, E. P.; NASCIMENTO, L. C. Impactos antrópicos em APPs e a conservação dos recursos hídricos. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 16, n. 2, p. 85-101, 2021.

HAMADA, M.; GONÇALVES, J. R. Sistemas de Informação Geográfica: conceitos e aplicações. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1, p. 11-20, 2007.

HAN, J.; KAMBER, M. Data Mining: Concepts and Techniques. 2nd ed. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Água Nova - Panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/agua-nova/panorama>. Acesso em: 16 dez. 2024. Acesso em: 16 dez. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Cidades e estados. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/agua-nova/panorama>>.

IBGE, Intituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Água Nova**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/agua-nova.html>. Acesso em: 20 dez. 2024.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Perfil do município: Água Nova. 2008. v 10. 23 p.

IGARN - Instituto De Gestão Das Águas Do Estado Do Rio Grande Do Norte. Relatório anual de gestão dos recursos hídricos 2024. Natal: IGARN, 2024. Disponível em: <https://www.igarn.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=346331&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=NOT%EF%BF%BDCIA>. Acesso em: 11 dez. 2024.

KADRI, N., JEBARI, S., AUGUSSEAU, X., MAHDHI, N., LESTRELIN, G., BERNDTSSON, R., 2023. Analysis of Four Decades of Land Use and Land Cover Change in Semiarid Tunisia Using Google Earth Engine. Remote Sensing [Online] 15. Disponível: <https://doi.org/10.3390/rs15133257>. Acesso: 17 jan. 2025.

LACERSA, G. D.; SILVA, R. F. B.; CUNHA, L. Preço da terra e hierarquia urbana em uma cidade média: o caso de Uberlândia, Minas Gerais. *Cadernos Metrópole*, São Paulo, v. 26, n. 61, e6158233, set./dez. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/384465166_Land_price_and_urban_hierarchy_in_a_medium_city_the_case_of_Uberlandia_Minas_Gerais. Acesso em: 18 dez 2024.

LEDERMAN, I. *Ecossistemas e Sustentabilidade*. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

LIRA, M. A. de; SILVA, M. L. da; SANTOS, A. L. dos. Uso e ocupação do solo no entorno do rio Camaragibe: impactos ambientais e sociais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 8, n. 3, p. 567-580, 2015.

LOPES, D.; FIGUEIREDO, E. Gestão de segurança de barragens: experiências internacionais. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública, jun. 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/7386/1/2021.06%20->

%20Gest%c3%a3o%20de%20seguran%c3%a7a%20de%20barragens%20-%20experi%c3%aancias%20internacionais%20-%20rev.%2024-05-22.pdf. Acesso em: 14 dez 2024.

MARICATO, E. *O impasse da política urbana no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 2015.

MENDONÇA-SANTOS, M. De L.; Santos, H. G. Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação: Abordagem baseada em princípios de inteligência artificial. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.

MENEZES, A. H. N. Duarte, F. R. Carvalho, L. O. R. Souza, T. E. S. [et al.]. (2019). Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância /– Petrolina/PE, 2019.

MENEZES, R. S.; SILVA, L. S.; SANTOS, E. S. dos. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, n. 3, p. 519-534, jul./set. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/9WBFsRNdrzqJcrZnPXSgDyM/>. Acesso em: 15 dez. 2024

MILITÃO, J. S. Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 267-274, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279545400_Processos_Erosivos_e_Recuperacao_de_Areas_Degradadas. Acesso em: 14 dez. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Caatinga: biodiversidade e conservação. Brasília: MMA, 2017.

MONTE, L. L. C. Uso dos recursos hídricos do município de água Nova/RN. 2024. 59f.

MORETTI, R. de S. Terrenos de Fundo de vale – conflitos e propostas. *Téchne*, São Paulo, n. 48, p. 64-67, 2000.

MOTA, S. R.; SOUZA, J. R.; SILVA, J. A. Determinação da capacidade de uso do solo visando o manejo sustentável em propriedades rurais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 274-280, 2008. Disponível em: <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/5b5zk>. Acesso em: 15 dez. 2024.

NAJAR, A. L., MARQUES, E. C. *Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1998. 276 p. História e Saúde collection. ISBN: 85-85676-52-3. Available from SciELO Books.

NASCIMENTO, F. I. C. Aspectos conceituais sobre o uso e aplicação de drones no georreferenciamento. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/drones-no-georreferenciamento>. Acesso em: 12 dez. 2024.

NASCIMENTO, M. S.; MARQUES, J. D. de O. *Paisagem à vista: desvendando o espaço e aspectos do uso e ocupação do solo*. Manaus: – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, 2019.

NOGUEIRA, Juliano Augusto de Souza. *Os Reservatórios Artificiais De Água E Seu Importante Papel Na Gestão Dos Recursos Hídricos*. 2017. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2020.

NUNES, J. F.; Roig, H. L. (2015). Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa1. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.25-36.

OLIVEIRA, P. et al. Impactos da degradação do solo na qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 1, n. 2, p. 35-50

PEIXOTO, F.; STUDART, T.; CAMPOS, J. Gestão das águas urbanas: questões e integração entre legislações pertinentes. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 160-174, 27 dez. 2016. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. <http://dx.doi.org/10.21168/rega.v13n2.p160-174>.

PEREIRA NETO, M. C. PERSPECTIVAS DA AÇUDAGEM NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E SUAS IMPLICAÇÕES NA REGIÃO DO SERIDÓ POTIGUAR. *Sociedade & Natureza*, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 285-294, 29 nov. 2017. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v29n2-2017-7>.

PEREIRA, R. S. et al. Mapeamento digital do uso do solo com aprendizado de máquina. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 71, n. 5, p. 897-912, 2019.

PINTO FILHO, J. L. O.; CUNHA, L. *Governança da água: comparação entre a região hidrográfica do centro de Portugal e a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró/RN no Brasil*. Geosul, v. 36, n. 78, p. 582-609, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/73072>. Acesso em: 17 dez. 2024.

PIROLI, E. L. *Água e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas*. São Paulo: Unesp Digita, 2022.

RIBEIRO, J. L. D. O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) nas pesquisas de administração. *Revista de Ciências da Administração*, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 123-138, maio/ago. 2018. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25708/1/UsoSistemaInforma%C3%A7%C3%A3o.pdf?utm_source. Acesso em: 15 dez 2024.

RIGATTI, D. *Loteamentos, Expansão e Estrutura Urbana*. Porto Alegre, 2001. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Urbanismo.

RIGAUX, P.; SCHOLL, M.; VOISARD, A. *Spatial Databases: with Application to GIS*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2002.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2012.

SALVIATI, S. Impactos ambientais da pecuária e estratégias de mitigação. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2017

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTANA, A.L.S; ARAÚJO G. L. *Erosão do solo em uma propriedade rural no município de Abre Campo (MG)*. III Seminário Científico da FACIG / II Jornada de Iniciação Científica da FACIG. 2007.

SANTOS, E. O.; MEDEIROS, P. R. P. A Ação Antrópica e o Processo de Eutrofização no Rio Paraíba do Meio. *Sociedade & Natureza*, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 1-13, 9 jan. 2023. PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v35-2023-66441>.

SILVA, G. H. G.; CAMARGO, A. F. M. A Bacia do Rio Apodi-Mossoró : aspectos ambientais, sociais e econômicos de uma bacia hidrográfica no semiárido do Rio Grande do Norte. Mossoró: Edufersa, 2022. 410 p.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, R. A. Planejamento urbano e mudanças no uso do solo. Belo Horizonte: UFMG, 2018.

SILVA, J. S.; LEMOS, D. S.; MORAIS, I. L. L.; HOLANDA, J. S.; GONÇALVES, V. M. M.; MENDONÇA, A. L. A. Delimitação, análise temporal e classificação da cobertura e uso do solo da bacia hidrográfica do Tarumã-Mirim, Manaus-AM. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade*, v. 11, p. 26-42, dez. 2023.

SILVA, M. B. C. *Expansão urbana em Vitória da Conquista: uma análise das estratégias de uso e ocupação do solo diante dos desafios ambientais e sociais*. 2023. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Vitória da Conquista, 2023

SILVA, P.J. *Uso e Ocupação do Solo Urbano: Uma análise dos impactos ambientais nas áreas de dunas no bairro de Felipe Camarão/Natal-RN*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Holos, Ano 31, Vol. 5 UFRN. 2015.

SILVA, T. F.; CAMARGO, P. S. (2022). *Estudo sobre o clima e os impactos da variabilidade climática no semiárido do Rio Grande do Norte*.

SOBRAL, M. C.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; SILVA, M. M.; MELO, G. L. Uso e ocupação do solo no entorno de reservatórios no semi-árido brasileiro como fator determinante da qualidade da água. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. 30. 2006, Punta del Leste, Anais... Punta del Leste: AIDIS, 2006.

TARGA, M.S. *Vazão de projeto em bacias hidrográficas rurais com áreas em declive*. *Repositório Eletrônico Ciências Agrárias*. UNITAU/Taubaté. Programa Pós-Graduação. 2011.

TASSI, Cristian Jacob *et al*. Compactação do solo em sistema de integração lavoura pecuária sob plantio direto. *Mundi Meio Ambiente e Agrárias*, . Paranaguá, Pr, v. 6, n. 2, p. 1-20, mar. 2021.

TEN CATEN A. Mapeamento digital de classes de solos: características da abordagem brasileira. *Ciência Rural*, v. 42, n. 11, p. 1989–1997, nov. 2012.

TEN CATEN, A.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A.; MENDONÇA-SANTOS, M. L.; OLIVEIRA, R. B. Digital soil mapping: Strategy for data modeling. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 3, p. 689-703, 2012.

TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J.E.M. *Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics*. Braz. J. Biol. 68, 1133-1135. 2008.

VELASTEGUI-MONTOYA, A.; FERREIRA, K. R.; ESCADA, M. I. S.; MOTA, F. B. S.; MONTEIRO, A. M. V. Trends of Remote Sensing Applications for Amazon Monitoring. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XLVIII-3-2024, p. 393-400, 2024. Disponível em: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLVIII-3-2024/393/2024/>. Acesso em: 12 dez. 2024.

VILELA, M. F.; BARBOSA, R. S.; LIMA, C. J. Impactos da pecuária sobre os recursos hídricos: desafios e soluções. *Revista de Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 1, p. 88-110, 2019.

WALZ, Art; HUGHES, Andy; BONNET, Patrick; BASSON, Gerrit. *As barragens e a água do mundo*. Paris: ICOLD-CIGB, 2008.

XAVIER, S. C.; BASTOS, C. A. B. Estudo Do Crescimento Urbano Aplicado Ao Mapeamento Geotécnico: Uma Metodologia De Análise. *Revista Brasileira de Cartografia*, [s. l], v. , n. 62, p. 1- 11, abr. 2010.

ANEXO

DECLARAÇÃO DE CESSÃO DE DIREITOS DE USO

Eu, **Thiago José Lima Rosa**, Engenheiro Ambiental e Sanitarista, inscrito no **CREA nº 182186600-2** e e-mail **thiago.lima.rosa.eng@gmail.com**, declaro, por meio desta, que **cedo os direitos de uso** dos quatro mapas por mim elaborados, intitulados **"Mapas de Localização e Uso e Ocupação do Solo dos Reservatórios Nafuê e Barragem Municipal do Município de Água Nova - RN"**, ao discente **Lucas de Sousa Arruda**, portador do **CPF 114.211.544-55**, regularmente matriculado no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

A presente cessão de direitos destina-se **exclusivamente para fins acadêmicos**, sendo os mapas utilizados no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do referido discente, intitulado **"ANÁLISE DOS USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO DOS RESERVATÓRIOS DO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA - RN"**.

Fica estabelecido que a cessão de direitos **não abrange** o uso comercial do material, tampouco sua reprodução, distribuição ou transferência a terceiros sem a devida autorização por escrito do autor. Além disso, a devida **citação da autoria** deve ser garantida em qualquer utilização do material no âmbito do TCC, respeitando os princípios de direitos autorais e ética acadêmica.

Por ser expressão da verdade, firmo a presente declaração.

Água Nova - RN, 15 de Março de 2025.

Thiago José Lima Rosa
Engenheiro Ambiental e Sanitarista
CREA nº 182186600-2
E-mail: **thiago.lima.rosa.eng@gmail.com**

 Documento assinado digitalmente
THIAGO JOSE LIMA ROSA
Data: 15/03/2025 11:54:39-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>