



# ANÁLISE DO USO DO SOLO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO RESERVATÓRIO ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES - RN: APLICAÇÃO DOS MÉTODOS CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA E POLÍGONOS

## *ANALYSIS OF LAND USE IN THE PERMANENT PRESERVATION AREA OF THE ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES - RN RESERVOIR: APPLICATION OF SUPERVISED CLASSIFICATION AND POLYGON METHODS*

## *ANÁLISIS DEL USO DEL SUELO EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN PERMANENTE DEL EMBALSE ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES - RN: APLICACIÓN DE MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN SUPERVISADA Y DE POLÍGONOS*

### Histórico do Artigo

Submetido em: 27/04/2025

Aceito em: 03/01/2026

Publicado em: 25/05/2026

Elica Lorrane Costa Nascimento Leonardo Galdino da Costa Otni Vieira Barbalho  
 Jairo Rodrigues de Souza Luciana de Castro Medeiros

### RESUMO

Os reservatórios artificiais desempenham papel fundamental no armazenamento e no uso múltiplo da água, especialmente em regiões semiáridas. No entanto, tais ambientes apresentam elevada vulnerabilidade à erosão e à contaminação, em grande parte associada ao uso inadequado da terra. O Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) estabelece que as áreas no entorno de corpos d'água são classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP), essenciais para a regulação dos ciclos biológicos e hidrológicos, a proteção do solo e o bem-estar humano. Este estudo teve como objetivo mapear o uso e ocupação da terra na APP do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves no ano de 2020, utilizando técnicas de geoprocessamento, incluindo classificação supervisionada e classificação visual por polígonos. As estimativas obtidas indicam predominância de afloramentos rochosos, além da presença de áreas de solo exposto, vegetação inundável, agricultura e pequenas parcelas ocupadas por edificações e pecuária. Esses valores devem ser interpretados como aproximações, uma vez que o mapeamento não passou por validação formal de acurácia. De modo geral, os resultados sugerem que a APP apresenta sinais de antropização e possíveis usos inadequados, com uma parcela relevante de sua extensão potencialmente comprometida. Tais evidências reforçam a necessidade de estratégias eficazes de controle ambiental, bem como de práticas de conservação e gestão integrada dos recursos naturais na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Área de Preservação Permanente; uso e ocupação do solo; reservatório; geoprocessamento.

### ABSTRACT

Artificial reservoirs play a fundamental role in water storage and multiple uses, especially in semi-arid regions. However, such environments are highly vulnerable to erosion and contamination, largely associated with inadequate land use. The Forest Code (Law No. 12.651/2012) establishes that areas surrounding water bodies are classified as Permanent Preservation Areas (APP), essential for regulating biological and hydrological cycles, protecting the soil, and ensuring human well-being. This study aimed to map land use and occupation in the APP of the Armando Ribeiro Gonçalves reservoir in 2020, using geoprocessing techniques, including supervised classification and visual classification by polygons. The estimates obtained indicate a predominance of rocky outcrops, in addition to the presence of areas of exposed soil, floodplain vegetation, agriculture, and small plots occupied by buildings and livestock. These values should be interpreted as approximations, since the mapping has not undergone formal accuracy validation. Overall, the results suggest that the riparian buffer zone shows signs of human impact and potential inappropriate uses, with a significant portion of its area potentially compromised. This evidence reinforces the need for effective environmental control strategies, as well as conservation practices and integrated management of natural resources in the region.



**KEYWORDS:** Permanent Preservation Area; land use and occupation; reservoir; geoprocessing.

## RESUMEN

Los embalses artificiales desempeñan un papel fundamental em el almacenamiento y los múltiples usos del agua, especialmente em regiones semiáridas. Sin embargo, estos entornos son altamente vulnerables a la erosión y La contaminación, asociadas em gran medida a un uso inadecuado del suelo. El Código Forestal (Ley N° 12.651/2012) establece que las áreas que rodean los cuerpos de agua se clasifican como Áreas de Preservación Permanente (APP), esenciales para la regulación de los ciclos biológicos e hidrológicos, la protección del suelo y el bienestar humano. Este estudio tuvo como objetivo cartografiar el uso y la ocupación del suelo em la APP del embalse Armando Ribeiro Gonçalves em 2020, mediante técnicas de geoprocésamiento, incluyendo la clasificación supervisada y la clasificación visual por polígonos. Las estimaciones obtenidas indican um predominio de afloramientos rocosos, además de la presencia de áreas de suelo expuesto, vegetación de llanura de inundación, agricultura y pequeñas parcelas ocupadas por edificaciones y ganado. Estos valores deben interpretarse como aproximaciones, ya que la cartografía no ha sido sometida a una validación formal de suprecisión. En general, los resultados sugieren que la zona de amortiguamiento ribereña presenta indicios de impacto humano y posibles usos inapropiados, con una porción significativa de su área potencialmente comprometida. Esta evidencia refuerza la necesidad de estrategias eficaces de control ambiental, así como de prácticas de conservación y gestión integrada de los recursos naturales em la región.

**PALABRAS CLAVE:** Área de Preservación Permanente; uso y ocupación del suelo; reservorio; geoprocésamiento.

## 1 INTRODUÇÃO

Os reservatórios artificiais são estruturas construídas pelo homem por meio do barramento de rios, com o objetivo de armazenar água para usos múltiplos, especialmente em regiões semiáridas. No Brasil, essas áreas enfrentam escassez hídrica devido à irregularidade das chuvas, aos altos índices de evaporação e à fragilidade dos ecossistemas, o que compromete a disponibilidade de água e afeta diretamente as atividades econômicas e o bem-estar social (França *et al.*, 2022; Lacerda *et al.*, 2018).

Além das características naturais que conferem vulnerabilidade à região, os reservatórios do semiárido são suscetíveis à erosão e à contaminação, principalmente pela utilização inadequada da terra e pelo lançamento de cargas nutricionais por efluentes nas bacias hidrográficas (Cunha; Cunha, 2023; Menezes *et al.*, 2016). O uso indevido do solo pode ocasionar diversos prejuízos ambientais, como a desestabilização do meio natural, alterações no ciclo hidrológico, mudanças climáticas e o assoreamento dos corpos d'água (Righi *et al.*, 2023).

Com o intuito de assegurar a proteção dos recursos hídricos, o novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) estabelece que as áreas localizadas ao redor de corpos d'água devem ser classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APPs). Essas zonas cumprem funções ambientais essenciais, como a regulação dos ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, a proteção de solo e suporte à qualidade de vida das populações humanas (Brasil, 2012).



Para reforçar o arcabouço legal relacionado à proteção dos recursos hídricos, destaca-se a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433/1997, a qual representa um marco na gestão da água no Brasil. Essa política estabelece princípios fundamentais como a descentralização da gestão, a participação da sociedade e o reconhecimento da água como um bem de domínio público, limitado, dotado de valor econômico e com prioridade de uso para o consumo humano e a dessedentação animal em situações de escassez (Brasil, 1997). A PNRH orienta a elaboração de instrumentos de planejamento e gestão, como os planos de bacia hidrográfica e o enquadramento dos corpos d'água, sendo essencial para garantir o uso sustentável e integrado dos recursos hídricos.

Complementando essa política, a Resolução CONAMA nº 302, de 2002, estabelece parâmetros, limites e diretrizes para a delimitação e preservação das APPs em torno de reservatórios artificiais. A resolução visa garantir a integridade do solo, da biodiversidade e da qualidade da água, promovendo também o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2002). Especificamente em áreas rurais, como a região analisada neste estudo, a legislação determina uma faixa mínima de preservação de 100 (cem) metros ao longo das margens dos reservatórios, medida a partir do nível máximo normal de operação.

Apesar da proteção legal, as APPs no entorno de reservatórios do semiárido, como o Armando Ribeiro Gonçalves, continuam sendo alvo de ocupações antrópicas, o que evidencia a necessidade de estudos geoespaciais para avaliar a efetividade dessa proteção.

Considerando os impactos ambientais observados nessas áreas protegidas, diversas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e aplicadas para monitorar e avaliar tais alterações, com destaque para as ferramentas de geoprocessamento (Pellegrini, 2021). Definido como o conjunto de técnicas para a análise de dados geoespaciais por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), o geoprocessamento tem se mostrado essencial para estudos ambientais, contribuindo significativamente para a gestão territorial e para a aplicação de políticas públicas (Cruz; Morais, 2023; INPE, 2006).

Essas ferramentas permitem análises rápidas, econômicas e eficazes, além de possibilitar o acompanhamento de mudanças no uso do solo ao longo do tempo. Dentre os métodos disponíveis, destaca-se a classificação supervisionada por máxima verossimilhança, que se baseia na seleção de amostras e na análise estatística dos pixels para definir os diferentes tipos de cobertura e uso da terra (Crósta, 1992; Ribeiro; Barros; Lima, 2019).



Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo mapear os usos do solo nas Áreas de Preservação Permanente do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, no ano de 2020, utilizando técnicas de geoprocessamento, como a classificação supervisionada e a classificação visual por polígonos. O estudo visa fornecer subsídios para a preservação ambiental e o planejamento do uso sustentável do território, contribuindo com a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade local.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização da área de estudo

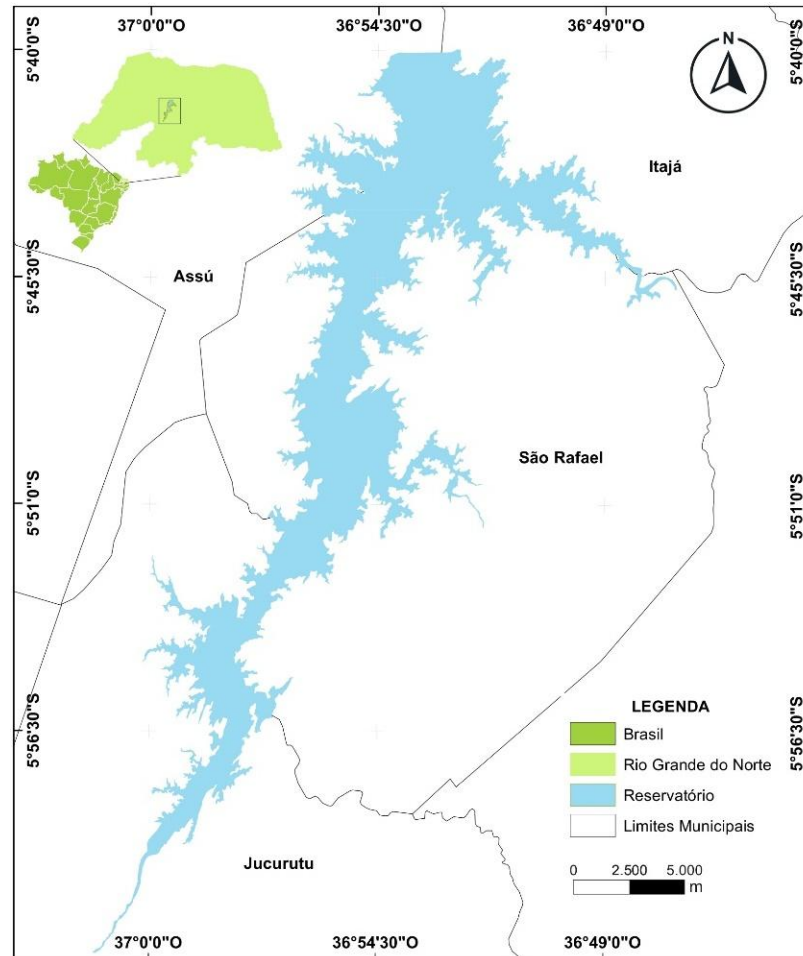
A área de estudo abrange o reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (localizado na latitude 5°40'10" S e na longitude 36°53'00" O), inserido na bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, englobando os municípios de Assú, São Rafael, Itajá e Jucurutu, no estado do Rio Grande do Norte, conforme observado na Figura 1. Com uma capacidade de armazenamento de 2,4 bilhões de m<sup>3</sup> de água, é considerado o maior reservatório do estado (SEMARH, 2024). A construção do reservatório foi realizada em 1983 pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS, 2025).

As águas armazenadas no reservatório têm múltiplos usos, incluindo dessedentação animal, irrigação de pequenas propriedades rurais, abastecimento industrial e, especialmente, abastecimento público, beneficiando mais de 20 cidades e atendendo cerca de 350.000 habitantes (ANA, 2023).

A região apresenta uma classificação climática do tipo BSw's, com clima muito quente (Köppen; Geiger, 1928), com temperaturas médias anuais variando entre 28,1 e 33 °C. A estação chuvosa ocorre entre março e abril, com precipitações anuais de 750,80 mm (IDEMA, 2008). Em relação ao solo, predominam os solos litólicos eutróficos, que possuem alta fertilidade natural, textura média e relevo suave a moderadamente ondulado. Além disso, esses solos têm profundidade rasa e um alto índice de suscetibilidade à erosão (IDEMA, 2008).

De acordo com o IDEMA (2008), a cobertura vegetal mais comum na região é a caatinga hiperxerófila, caracterizada por uma vegetação seca e de baixo porte, composta por espécies como xique-xique, faveleiro, mofumbo, jurema-preta e facheiro. No entanto, atualmente, essa vegetação está severamente antropizada devido à atividade agrícola, sobretudo pela exploração de lenha para uso doméstico, panificação e olarias, que serve como fonte de energia (CBH-PPA, 2024).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

## 2.2 Processamento de imagem e determinação do uso do solo

Para a construção, interpretação e análise do uso e ocupação do solo na APP do reservatório, foram utilizadas imagens de satélite disponíveis no portal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), provenientes do satélite CBERS-4A. Foram selecionadas aquelas com baixa cobertura de nuvens, formadas pelas composições das bandas espectrais 0, 1, 2, 3 e 4, o que justificou a escolha da imagem do ano de 2020, conforme descrito no Quadro 1.

As imagens foram importadas para o *software ArcMap*, versão 10.5, sob licença institucional adquirida pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), o que garantiu a legalidade e o acesso aos recursos avançados da plataforma para a manipulação e análise espacial dos dados. Adotou-se como sistema de projeção cartográfica o Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 24S, com base no Sistema de Referência SIRGAS 2000.

Quadro 1 – Dados das imagens e características das bandas espectrais.

Satélite	Sensor	Características	Resolução espacial (m)	Data
CBERS 4A	Câmara WPM	Banda 0: 0,45 - 0,90 $\mu\text{m}$ (PAN) Banda 1: 0,45 - 0,52 $\mu\text{m}$ (B - azul) Banda 2: 0,52 - 0,59 $\mu\text{m}$ (G - verde) Banda 3: 0,63 - 0,69 $\mu\text{m}$ (R - vermelho) Banda 4: 0,77 - 0,89 $\mu\text{m}$ (NIR - IV Próx.)	Banda 0: 2 m (PAN) Banda 1, 2, 3 e 4: 8 m	07/09/2020

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Inicialmente, foi utilizada a ferramenta *Composite Bands* para gerar uma composição de cor verdadeira, composta pelas bandas 1, 2 e 3, representando as cores vermelho, verde e azul (RGB), respectivamente. Além disso, foi gerada uma imagem de cor falsa, composta pelas bandas 4, 2 e 3, com o objetivo de facilitar a distinção entre áreas com e sem vegetação, auxiliando nas etapas subsequentes. Na sequência, foi utilizada a função *Create Pan-Sharpener Raster*, que funde a imagem RGB com a banda pancromática (banda 0).

De acordo com Fonseca (2000), Schneider *et al.* (2003) e Leonardi *et al.* (2009), as técnicas de fusão de imagens visam combinar a alta resolução espacial da banda pancromática com a riqueza espectral das bandas multiespectrais, resultando em uma imagem composta que preserva simultaneamente as características espectrais e espaciais dos dados originais, proporcionando informações mais detalhadas e aprimoradas para análise.

Com o material processado, foi delimitada a área do reservatório por meio de um *shapefile* de polígonos e, a partir dele, foi aplicada a função *buffer* para gerar a APP. Essa delimitação foi baseada nos limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 302 (Brasil, 2002) e no Novo Código Florestal (Brasil, 2012), levando em consideração o volume atual do reservatório na data da imagem obtida.

Na etapa de classificação, foram definidas cinco classes iniciais e foram coletadas amostras de treinamento (polígonos) para cada tipo de cobertura, associando-as às suas respectivas características e nomenclaturas (Rocha Junior; Araújo; Becker, 2024), conforme descrito no Quadro 2. Após o treinamento, foi empregado o classificador do programa, atribuindo a cada pixel a sua respectiva classe de uso, resultando no mapeamento do uso e ocupação do solo por classificação supervisionada utilizando o algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER).

O algoritmo de máxima verossimilhança baseia-se em dois princípios fundamentais, a suposição de que as amostras de cada classe apresentam distribuição normal no espaço espectral multidimensional e a aplicação do teorema de Bayes para tomada de decisão (Esri, 2025).

Uma das principais vantagens dessa abordagem reside no fato de que ela considera tanto a média espectral quanto a matriz de covariância das amostras de treinamento para cada classe, permitindo uma atribuição mais precisa dos pixels às respectivas categorias temáticas (Esri, 2025). Assim, cada classe é estatisticamente representada por um vetor de médias e uma matriz de covariância (Erbert, 2001), o que confere maior sensibilidade à variabilidade interna das assinaturas espectrais.

Porém, esse algoritmo apresenta algumas limitações práticas, especialmente em relação à quantidade e à distribuição das amostras utilizadas. Caso essas amostras estejam mal distribuídas ou não representem adequadamente a variabilidade interna de cada classe, a estimativa estatística poderá ser comprometida, o que prejudica diretamente a qualidade da classificação, como destaca Uehara (2020). Essa sensibilidade à amostragem configura-se como uma das principais desvantagens da utilização do método de máxima verossimilhança.

A escolha desse classificador, em conjunto com o algoritmo adotado, foi motivada pelas particularidades da área de estudo, especialmente por esta se localizar no semiárido. Segundo destacado pelo Epiphany (2011), as resoluções dos sensores embarcados nos satélites CBERS-3 e CBERS-4 apresentam avanços significativos em relação às versões anteriores, oferecendo maior qualidade espacial e espectral. Ainda, o autor ressalta que tais melhorias ampliam o potencial de aplicação das imagens, desde programas de monitoramento de desmatamento em larga escala até análises mais detalhadas, como aquelas voltadas a Reserva Legal e APP.

Como forma de complementar e refinar a análise, foi aplicada a Classificação por polígonos, elaborada manualmente a partir da interpretação visual das imagens. Para isso, foram estabelecidas mais três categorias de uso, detalhadas no Quadro 2.

Quanto à última classificação, foi essencial o uso do programa *Google Earth*, versão 7.3.3, *software* gratuito disponibilizado (Santos *et al.*, 2024), que ajudou na plotagem dos pontos de acordo com as classes previamente estabelecidas. Após a plotagem, os pontos, inicialmente salvos em arquivos KML, foram importados para o *ArcMap*, utilizando as ferramentas do próprio programa para converter os dados de KML para *shapefile*.

Com os pontos plotados, a análise visual foi facilitada, permitindo a identificação das áreas de uso e ocupação. Em seguida, foram criados três *shapefiles* sobre a classificação supervisionada. O primeiro *shapefile* foi criado para delimitar exclusivamente a classe de agricultura, o segundo para a classe de pecuária e o último para a classe de área construída.

Quadro 2 – Divisão em classes de uso e ocupação do solo e suas características.

Métodos	Classes	Características
Classificação supervisionada	Afloramento rochoso	Essa classe englobou todas as exposições de rochas apresentadas na superfície do solo.
	Solo exposto	Essa classe englobou toda e qualquer área que apresentou a terra antropizada, tais como: estradas não pavimentadas e áreas desflorestadas.
	Caatinga densa e esparsa	Essa classe englobou as áreas que apresentavam vegetação seca, de cor acinzentada, devido às características climáticas da região.
	Vegetação inundável	Essa classe englobou todas as áreas que apresentavam vegetação de cor verde intensa, sendo caracterizada por uma área que periódica ou permanentemente foi inundada pela água do reservatório, como aquela que ocorre ao longo da borda do corpo hídrico.
	Água	Essa classe englobou toda e qualquer área que apresentou porções d'água.
Classificação por polígonos	Agricultura	Essa classe englobou todos os locais cultivados, caracterizados pelo delineamento de áreas recém-cultivadas ou em preparo.
	Pecuária	Essa classe englobou todos os locais delimitados para criação de animais, com presença deles ou não.
	Área construída	Essa classe englobou todos os locais que apresentavam telhados amarronzados, com características comerciais, residenciais ou industriais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Diante da finalização do mapeamento e da caracterização da área de estudo, a etapa de validação por acurácia não foi realizada nesta versão do trabalho, o que constitui uma limitação metodológica reconhecida. A classificação resultante deve, portanto, ser interpretada como uma estimativa preliminar do uso e ocupação do solo, fundamentada na interpretação visual e na fusão *pan-sharpening* das imagens CBERS-4A, que apresentam elevado potencial para o planejamento e mapeamento (Ramos *et al.*, 2022), complementadas por observações em campo.

A elevada resolução espacial das imagens contribuiu para uma identificação qualitativa mais precisa das feições de interesse, permitindo coerência com as características observadas *in situ* (Figura 2). Contudo, a ausência de métricas quantitativas de acurácia, como matriz de confusão ou coeficiente Kappa, impede a validação estatística dos resultados, restringindo sua utilização a análises exploratórias e indicativas dos padrões de uso e cobertura da terra.

Adicionalmente, a metodologia adotada concentrou-se na aplicação do geoprocessamento e no uso de imagens georreferenciadas como ferramentas de análise e diagnóstico ambiental, evidenciando o potencial das geotecnologias na identificação e delimitação das classes de uso e cobertura da terra. Conforme argumentam Cunha, Bacani e Ayach (2013), a utilização dessas tecnologias, aliada à adaptação metodológica, possibilita caracterizar os diferentes graus de limitação do ambiente à ocupação antrópica e subsidiar o delineamento de propostas voltadas ao planejamento e à gestão ambiental em escala de bacia hidrográfica.

Figura 2 – Mosaico das classificações de uso e ocupação do solo obtido por meio de levantamentos de campo.



Figura 2A – afloramento rochoso e caatinga; 2B – solo exposto, água e caatinga; 2C – caatinga densa e esparsa; 2D – vegetação inundável, água e pecuária; 2E – água; 2F – agricultura, vegetação inundável e água; 2G – pecuária, água, solo exposto e vegetação inundável; e 2H – área construída e água. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

### 2.3 Ferramenta de auxílio para revisão textual

O texto deste trabalho foi revisado com o auxílio da ferramenta *ChatGPT*, desenvolvida pela *OpenAI*, versão GPT-4 (OpenAI, 2025), utilizada exclusivamente para apoio à redação e correção ortográfica e gramatical. A ferramenta contribuiu pontualmente para o aprimoramento da clareza e coesão textual, sem, contudo, participar da formulação de hipóteses, análise ou interpretação dos dados, cuja responsabilidade permanece integralmente com os autores.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Delineamento e descrição da Área de Preservação Permanente

A legislação determina que as APPs possuam proteção automática, sem a necessidade de um ato administrativo específico para sua definição. Com base nos critérios legais e no uso de ferramentas de geoprocessamento, identificou-se que a área de estudo abrange 4.354,10 hectares de APP, estabelecida a partir de 61,48% do volume do reservatório. Essa delimitação está em conformidade com as diretrizes da legislação ambiental (Brasil, 2012), incluindo o corpo hídrico principal e uma faixa de 100 metros ao seu redor, levando em consideração o volume atual do reservatório no momento da captura da imagem.

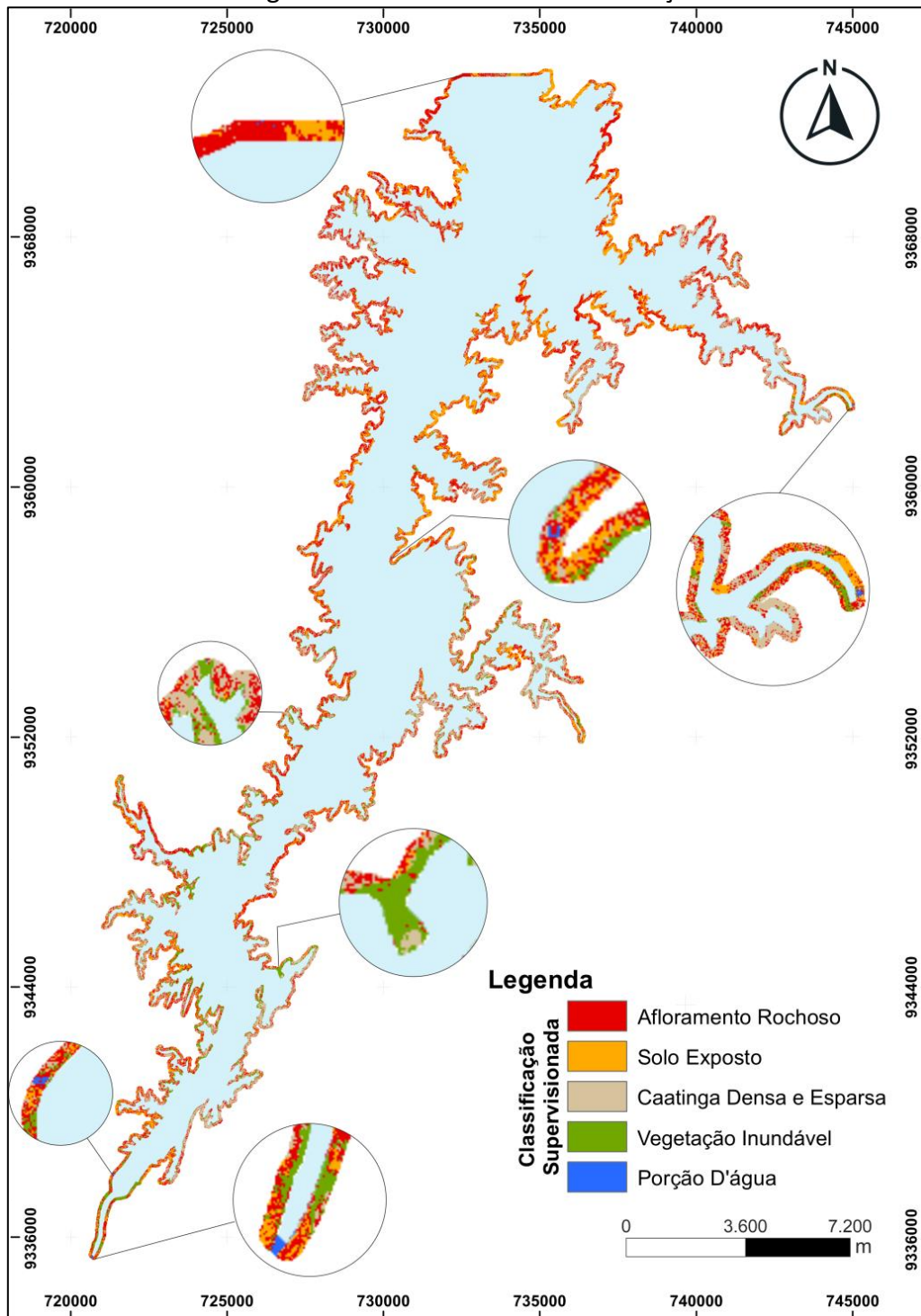
#### 3.2 Uso e ocupação do solo

Os mapas de uso e ocupação permitem uma análise detalhada das formas de aproveitamento e cobertura do solo na área estudada. Neste artigo, são apresentados os resultados obtidos por duas metodologias distintas, mas complementares. Inicialmente, utilizando a classificação supervisionada com o algoritmo de máxima verossimilhança, como já citado anteriormente e exposto na Figura 3.

Com a aplicação do método de classificação supervisionada, foram identificadas cinco classes de uso e ocupação do solo, com destaque para os afloramentos rochosos, que se mostraram como a classe mais representativa no mapa. Essa predominância está relacionada às características da região semiárida do Nordeste, onde cerca de 50% do subsolo é composto por rochas ígneas e metamórficas, também conhecidas como rochas cristalinas (Feitosa; Diniz, 2011).

Dessa forma, observa-se que o método foi aplicado de forma adequada, pois seus resultados são coerentes com as características da área de estudo, evidenciando a forte correlação entre as propriedades das rochas cristalinas do Rio Grande do Norte e a formação dos aglomerados rochosos típicos da região.

Figura 3 – Mapeamento do uso e ocupação do solo utilizando a classificação supervisionada e o algoritmo de máxima verossimilhança.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Quanto à caatinga densa e esparsa, atestou-se que essa classificação ocupa a segunda posição em relevância, devido às propriedades adaptativas do bioma, que permitem sua sobrevivência em um ambiente de clima semiárido, com longos períodos de seca (Melo *et al.*, 2023).



Esses resultados destacam a importância da conservação desse bioma para o equilíbrio ecológico e reforça a necessidade urgente de adotar estratégias eficazes para preservação e uso sustentável das áreas de APP.

Embora a classificação supervisionada tenha produzido resultados coerentes com o contexto regional, os valores quantitativos apresentados devem ser interpretados como estimativas preliminares, uma vez que não foi realizada a validação por acurácia. Assim, os percentuais obtidos representam tendências espaciais e não dados estatisticamente confirmados.

Mesmo diante dessa limitação, observa-se uma tendência de elevada ocorrência de solo exposto, ultrapassando 20%, o que representa um problema agravante para a região, especialmente quando associado à remoção da mata ciliar, porque essa mudança provoca uma intensa alteração na qualidade do solo (Cunha; Cunha, 2023), acelerando diretamente a degradação ambiental.

Somado a isso, identificou-se uma área limitada de vegetação inundável, representando uma estimativa de apenas 7% da área total. Isso é coerente com a volumetria do reservatório no período de estudo, que atingiu mais de 60% de seu preenchimento. Porém, para avaliar esse espaço, é importante abordar a possibilidade das atividades antrópicas, especialmente a agricultura, que exerce um impacto significativo na região semiárida por meio da poluição difusa (Cunha; Cunha, 2023).

O uso das áreas de várzea, por exemplo, é uma prática cultural comum na região semiárida, motivada pela escassez hídrica durante o período de seca, quando o nível de água dos açudes diminui, permitindo o cultivo em áreas temporariamente descobertas (Gurgel Júnior; Moreira, 2021). Silva, Loureiro e Andrade (2024) apontam que a agricultura de vazantes causa impactos ambientais significativos, principalmente devido à alteração no fluxo de sedimentos e na dinâmica fluvial, além da remoção da vegetação ripária, o que compromete diretamente a qualidade ambiental e torna o solo mais suscetível à erosão.

Além disso, as porções d'água detectadas nas áreas de APP do reservatório, possivelmente são decorrentes do acúmulo de chuvas registradas entre janeiro e julho de 2020 nos municípios de Itajá, São Rafael e Jucurutu. De acordo com os dados de pluviosidade fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN, 2020), esse volume de precipitação contribuiu para a elevação do nível do reservatório e a formação dessas áreas alagadas.

Esse acúmulo de água pluvial gerou zonas de retenção temporária ao redor do reservatório, desempenhando um papel crucial na preservação da reserva hídrica. Ademais, essas áreas são

fundamentais para a recarga dos lençóis freáticos, garantindo a disponibilidade de água durante os períodos secos característicos do local.

Sob a perspectiva de avaliar o uso e ocupação do solo na zona de APP do reservatório, foram encontrados diversos desafios, particularmente na distinção entre as áreas de vegetação inundável e agricultura, bem como solo exposto, pecuária e área construída, uma vez que essas classes podem apresentar comportamentos espectrais semelhantes na composição das imagens. Essa semelhança pode levar à confusão entre as classes durante a aquisição das amostras de treinamento.

Diante disso, adotou-se a segunda metodologia: a classificação visual por polígonos. Essa abordagem complementar teve como objetivo aprimorar o diagnóstico das APPs do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, possibilitando uma identificação mais precisa e confiável das áreas com elevada interferência antrópica no solo. A aplicação dessa metodologia reforçou a consistência qualitativa do mapeamento, ainda que, pela ausência de validação quantitativa, os resultados devam ser compreendidos como indicativos de padrões espaciais e não como medidas absolutas.

Além disso, foi observada uma diversidade entre as áreas analisadas, indicando a possível ocorrência de conflitos entre diferentes categorias de uso, como demonstram os dados quantitativos aproximados na Tabela 1, referentes às áreas ocupadas por cada tipo de uso e metodologia empregada, assim como o mapeamento na Figura 4.

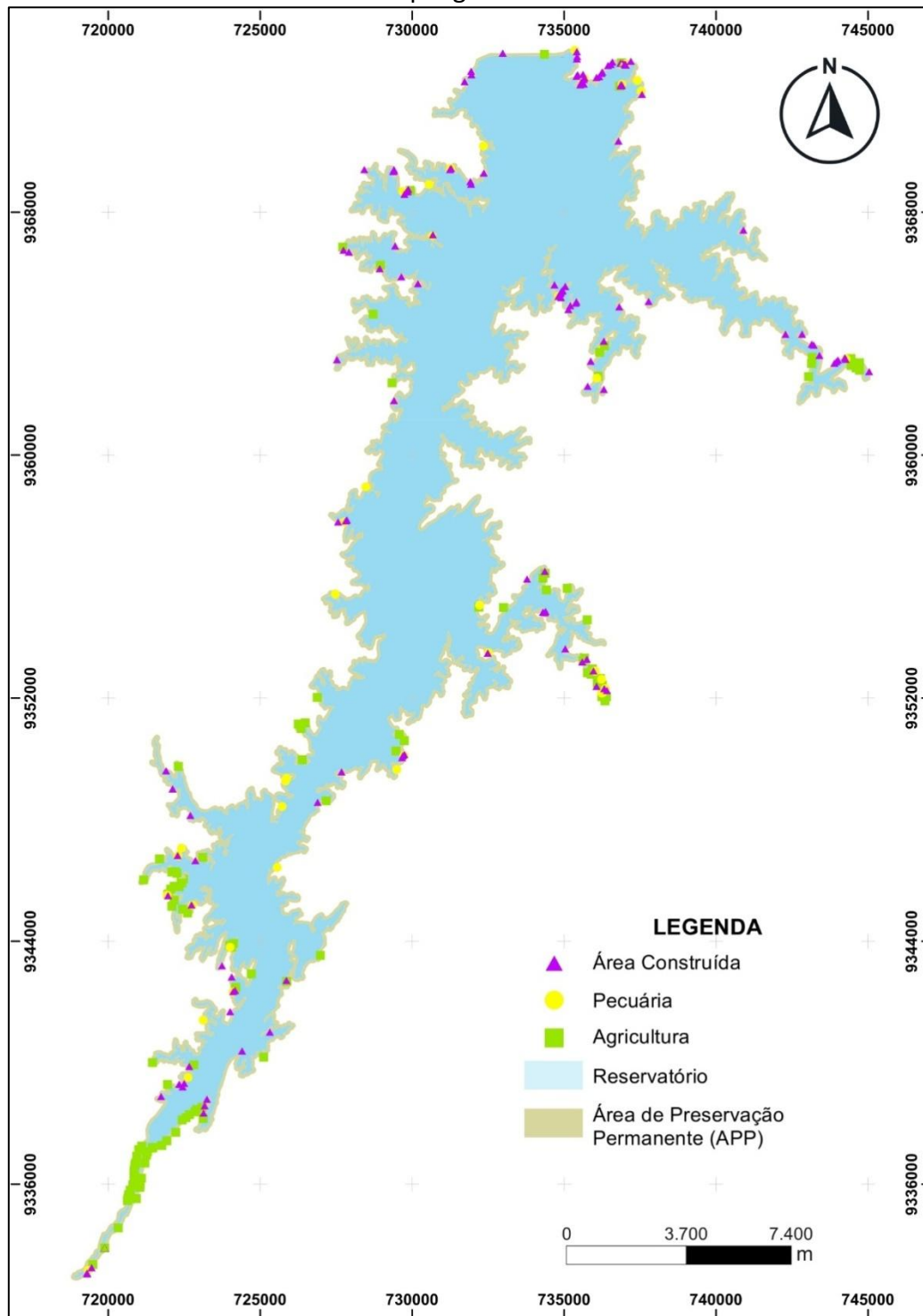
É importante destacar que, por se tratar de um estudo exploratório, os valores apresentados refletem tendências e estimativas do uso e ocupação do solo, não devendo ser interpretados como resultados validados estatisticamente.

Tabela 1 - Áreas e porcentagens de ocupação do uso do solo.

Método	Classe (Uso e ocupação)	Área (ha)	Porcentagem de ocupação (%)
Classificação supervisionada	Afloramento rochoso	1690,78	38,83
	Caatinga densa e espaça	1416,55	32,53
	Solo exposto	905,03	20,79
	Vegetação inundável	339,63	7,80
	Porção d'água	2,11	0,05
-	-	-	100 %
Classificação por polígonos	Agricultura	49,48	1,14
	Pecuária	2,75	0,07
	Área construída	2,44	0,06
-	-	-	1,27 %

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 4 – Mapeamento do uso e ocupação do solo com utilização a classificação visual por polígonos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em estudo realizado por Macêdo (2023) nas áreas adjacentes do mesmo reservatório, em uma distância de 2 km, foram identificadas apropriações agropecuárias (agricultura e pecuária) em 19,37% da região em 1986 e 33,83% em 2021, resultando na redução da vegetação natural ou



cultivada. Em comparação com a presente pesquisa, identificou-se uma estimativa de cerca de 1,21% de ocupação na zona de 100 m da APP. Ressalta-se que esse percentual representa uma aproximação, uma vez que o mapeamento não foi submetido à validação por métricas de acurácia.

Logo, com base nessa amostra, mesmo que os valores numéricos devam ser interpretados com cautela, torna-se evidente a necessidade de intervenção dos órgãos ambientais nessas áreas, por meio de monitoramento e fiscalização constantes. A realização de ações contínuas é essencial para garantir o cumprimento da legislação ambiental e prevenir a degradação da área protegida com base na Lei nº 12.651 (Brasil, 2012).

Estudo realizado por Pinto e Rossete (2012) indica que a prática da agricultura em APPs impacta negativamente a conservação dos recursos hídricos, da fauna e da flora. A remoção da vegetação compromete a permeabilidade do solo, aumentando a erosão e favorecendo a contaminação da água e do solo por insumos agrícolas e produtos químicos.

Outros autores, como Yirdaw, Tigabu e Monge (2017), afirmam que a degradação e o desmatamento são práticas inadequadas de manejo do solo que estimulam a pobreza, uma vez que ocasionam a perda da capacidade produtiva da terra, colocando em risco a segurança alimentar das populações que dependem dos recursos naturais para sua alimentação e sobrevivência.

Apoiando os resultados de Amorim *et al.* (2007), uma parte da bacia do Piranhas-Açu apresenta 25,09% de uso inadequado devido à presença de solo exposto, reflexo das características físicas locais e da exploração madeireira para abastecimento de lenha e de cerâmicas. Essa situação também não está em conformidade com a legislação brasileira, caracterizando um conflito. Esse cenário se assemelha ao identificado no presente estudo, no qual se estima que cerca de 20,79% do trecho de APP esteja ocupado por solo exposto, configurando uma tendência de uso indevido.

Diversos autores relatam em estudos realizados em outras regiões, evidenciando o uso inapropriado das APPs. Campos, Campos e Campos (2020), por exemplo, apontam que 81,42 hectares de APP estão em situação de conflito, sendo 72,75% dessa área ocupada por plantações de cana-de-açúcar, no município de Barra Bonita/SP. Da mesma forma, Carvalho Neto (2020) identificou que, na microbacia do Córrego Barreiro, localizada na bacia hidrográfica do Rio Uberaba, em Minas Gerais, 15,56% das APPs apresentam confrontos devido à ocupação por atividades agrícolas e pastagens.



Pesquisa desenvolvida por Vital, Santos e Santos (2021) aponta que a expansão urbana nos municípios do semiárido está diretamente relacionada à intensificação dos processos de erosão e deposição, especialmente quando as atividades agrícolas são desenvolvidas sem manejo adequado.

Os resultados deste estudo corroboram essa tendência de degradação ambiental, indicando que aproximadamente um quinto da APP analisada apresenta solo exposto, sendo menos de 1% associado a áreas construídas. Mesmo que esses valores devam ser compreendidos como estimativas e o percentual seja baixo, a ausência de fiscalização pode permitir a progressão desse cenário ao longo dos anos, tornando-se um agravante futuro, especialmente por configurar uma infração à legislação vigente.

De maneira geral, os resultados obtidos permitem inferir que a APP do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves está significativamente antropizada, apresentando usos potencialmente conflitantes que comprometem sua função ambiental em cerca de 30% da área analisada. Esse cenário não é isolado, visto que pesquisas realizadas em outras regiões do Brasil, como as de Guimarães *et al.* (2024) e Cobalchini e Araújo (2024), também apontam a ocupação irregular e a degradação de APPs em corpos d'água, reforçando, assim, a necessidade de uma atuação mais efetiva por parte do poder público.

Diante disso, é fundamental que o Estado intensifique a fiscalização, promova o monitoramento contínuo dessas áreas e aplique com rigor a legislação ambiental vigente. Medidas como recuperação de áreas degradadas, incentivo a práticas sustentáveis e conscientização da população também são essenciais para a preservação dos recursos hídricos e a manutenção dos serviços ecossistêmicos dessas regiões.

Os resultados obtidos evidenciam um elevado grau de antropização na APP analisada. Contudo, algumas limitações inerentes ao mapeamento influenciam a precisão das estimativas apresentadas. A sazonalidade das chuvas, por exemplo, dificultou a distinção de áreas com vegetação inundável, podendo afetar a delimitação dessa classe. Além disso, a análise baseou-se em uma única imagem, o que restringe a interpretação temporal da dinâmica da paisagem.

Também se destaca que a classificação visual, mesmo apoiada por imagens de alta resolução, envolve certo grau de subjetividade. Aliada à ausência de validação por métricas de acurácia, essa característica implica que os valores apresentados devem ser interpretados como estimativas preliminares.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas classificações realizadas e no mapeamento georreferenciado do uso e ocupação da terra na área do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, foi possível obter um panorama inicial da organização espacial das classes presentes, contribuindo para o diagnóstico ambiental da região e para o avanço de estudos aplicados ao geoprocessamento. O trabalho permitiu a sistematização preliminar das informações sobre o uso do solo, oferecendo uma primeira aproximação das dinâmicas identificadas por meio das técnicas adotadas.

Os resultados indicam a predominância de afloramentos rochosos, vegetação de caatinga — densa e esparsa — e áreas de solo exposto, que, segundo as estimativas geradas, podem ocupar uma parcela significativa da superfície analisada. Tal cenário é especialmente relevante em se tratando de uma APP, pois sugere pressões antrópicas consideráveis e possíveis usos inadequados do solo que demandam atenção. De forma semelhante, as estimativas apontam que uma porção expressiva da APP apresenta algum nível de comprometimento ambiental, o que reforça a necessidade de ações voltadas à conservação, recuperação e planejamento sustentável da área.

Apesar de seu caráter preliminar, decorrente da ausência de validação por métricas formais de acurácia, os mapas temáticos produzidos constituem uma ferramenta potencial de apoio à tomada de decisão por parte dos órgãos gestores. Eles contribuem para a espacialização das informações e auxiliam na compreensão das dinâmicas locais de ocupação do solo, fomentando discussões sobre o uso inadequado das APPs e a urgência de práticas de manejo mais responsáveis. Nesse contexto, destaca-se também a importância da educação ambiental e da conscientização da comunidade, elementos fundamentais para fortalecer processos de conservação e preservação dos recursos naturais.

Os objetivos propostos foram atendidos no sentido de fornecer uma caracterização inicial do uso e ocupação da terra na região estudada. Contudo, reconhece-se que a incorporação de uma análise robusta de acurácia é essencial para elevar a confiabilidade dos resultados e fortalecer as conclusões. Assim, recomenda-se que investigações futuras integrem procedimentos de validação, além de abordagens temporais baseadas na análise de imagens de diferentes períodos e na coleta de dados *in loco*, de modo a gerar avaliações comparativas mais consolidadas.

Sugere-se, ainda, que pesquisas posteriores explorem as relações entre uso e ocupação do solo e a qualidade da água do reservatório, bem como o grau de degradação associado às atividades desenvolvidas em seu entorno. A adoção de uma perspectiva socioambiental, considerando as



interações entre as comunidades locais, a dinâmica territorial e os recursos naturais, pode subsidiar estratégias mais eficazes de gestão integrada dos recursos hídricos e contribuir para a implementação das legislações ambientais vigentes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – *Campus* Natal Central e ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais (PPGUSRN) pelo suporte acadêmico e institucional fornecido ao longo desta pesquisa. Nossa gratidão também a Diretoria de Pesquisa e Inovação (DIPEQ) pelo incentivo e fomento à realização deste estudo. Além disso, reconhecemos a contribuição de demais instituições e profissionais que auxiliaram no processamento e análise dos dados, bem como à equipe editorial e revisores da revista pelas sugestões valiosas para o aprimoramento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Açude Armando Ribeiro Gonçalves**. Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/acudes-do-semiarido/acude-armando-ribeiro>. Acesso em: 05 mar. 2024.

AMORIM, R. F.; ALMEIDA, S. A. S.; CUELLAR, M. Z.; COSTA, C. Mapeamento de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica Piranhas/Açu, utilizando imagens CBERS e técnicas de classificação supervisionada. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São Jose dos Campos: INPE, 2007. p. 3709-3716. Disponível em: <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariaAmbiental/robertowlourenco1502/grupo7.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>. Acesso em: 10 jan. 2024.



CAMPOS, M.; CAMPOS, S.; CAMPOS, M. Geotecnologias aplicadas nos conflitos de uso do solo em áreas de preservação permanente no município de Barra Bonita/SP. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 14, n. 2, p. 140-151, 2020. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/890>. Acesso: 30 mar. 2025.

CARVALHO NETO, L. M. Uso e ocupação do solo da Área de Preservação Permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 29-41, 2020. Disponível em: <https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/article/view/18/12>. Acesso: 30 mar. 2025.

COBALCHINI, A. B. U.; ARAÚJO, G. M. Ocupações irregulares em áreas de proteção permanente em Vicente Pires, Distrito Federal. **Ensaio e Ciências**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 319-324, 2024. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgsscogna.com.br/ensaioseciencia/article/view/13293>. Acesso em: 19 jul. 2025.

CBH-PPA. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. **A Bacia**. [S. l.]: CBH PPA, 2024. Disponível em: <https://cbhpiancopiranhasacu.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992.

CRUZ, L. O.; MORAIS, E. G. O uso do Google Earth como metodologia no ensino de cartografia para estudantes do Ensino médio. **Geoconexões**, Natal, v. 3, n. 17, p. 4-23, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/geoconexes.2023.14601>. Acesso em: 22 jan. 2024.

CUNHA, G. K. G.; CUNHA, K. P. V. Effects of land use changes on the potential for soil to contribute phosphorus loads in watersheds. **Environmental Development**, [s. l.], v. 45, e100825, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100825>. Acesso em: 12 jun. 2024.

CUNHA, E. R.; BACANI, V. M.; AYACH, L. R. Geoprocessamento aplicado à análise da fragilidade ambiental. **Revista da ANPEGE**, [s. l.], v. 9, n. 12, p. 89-105, 2013. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6486>. Acesso em: 19 jul. 2025.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Ficha Técnica Reservatório Barragem Armando Ribeiro Gonçalves**, 2025. Disponível em: [https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos\\_hidricos/fic\\_tec\\_reservatorio.php?codigo\\_reservatorio=18&descricao\\_reservatorio=Barragem+Armando+Ribeiro+Gon%E7alves](https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=18&descricao_reservatorio=Barragem+Armando+Ribeiro+Gon%E7alves). Acesso em: 05 jan. 2025.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Relatórios pluviométricos**. Natal: EMPARN, 2020. Disponível em: <https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/relatorios/relatorios-pluviometricos>. Acesso em: 22 jan. 2025.

EIPHANIO, J. C. N. CBERS-3/4: características e potencialidades. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 9009-



9016. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.14.19.08/doc/p1222.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.

ERBERT, M. **Uso da análise discriminante regularizada (RDA) no reconhecimento de padrões em imagens digitais hiperespectral de sensoriamento remoto**. 2001. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto e Meteorologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/5296>. Acesso em: 19 jul. 2025.

ESRI. How Maximum Likelihood Classification works. ArcGIS Pro – Tool Reference for Spatial Analyst, [S. l.], [2025]. Disponível em: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-maximum-likelihood-classification-works.htm>. Acesso em: 24 jul. 2025.

FEITOSA, F. A. C.; DINIZ, J. A. O. Água subterrânea no cristalino da região semiárida brasileira. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 2., 2011, Anais...* São Paulo: Águas Subterrâneas, 2011. p. 1-4. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28026>. Acesso: 03 mar. 2024.

FRANÇA, J. M. B.; SILVA, S. M. O.; MONTEIRO, C. M. G.; PAULINO, W. D.; NETO CAPELO, J. Qualidade da água em um sistema de reservatórios em cascata: um estudo de caso no semiárido brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 113-123, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200328>. Acesso em: 10 jun. 2024.

GURGEL JÚNIOR, L. A.; MOREIRA, M. L. S. Agricultura de vazante no semiárido: um intento de revisão bibliográfica. **Encontros Universitários da UFC**, Fortaleza, v. 6, n. 9, p. 4595, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufc.br/eu/article/view/77679>. Acesso em: 11 jun. 2024.

GUIMARÃES, A. K; CONCEIÇÃO, J. T. P.; DALMAS, F. B.; CONCEIÇÃO, M. M. Aplicação da Lei 12.651/2012 na análise da ocupação das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica Água Suja, município de Guarulhos (SP). **Revista Científica ACERTTE**, [s. l.], v. 4, n. 5, p. 1-13, 2024. Disponível em: <https://acertte.org/acertte/article/view/184/131>. Acesso em: 15 jul. 2025.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município**: Assú, [s. l.], v. 10, p. 1-24, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016656.PDF>. Acesso em: 10 jan. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Introdução ao geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao\\_geo.html](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html). Acesso em: 03 mar. 2024.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LACERDA, L. D.; SANTOS, J. A.; MARINS, R. V.; SILVA, F. A. T. F. Limnology of the largest multi-use artificial reservoir in NE Brazil: the Castanhão reservoir, Ceará State. **Anais da Academia Brasileira**



de Ciências, Rio de Janeiro, v. 90, n. 2, p. 2073–2096, 2018. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180085>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MACÊDO, A. S. **Influência da precipitação e evolução do uso e cobertura da terra no reservatório engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/53380>. Acesso em: 30 mar. 2024.

MELO, J. O.; MEDEIROS, R. D.; MOREIRA, L. G. L.; GIORDANI, R. B.; ZUCOLOTTI, S. M. A Caatinga: um bioma exclusivamente brasileiro. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 75, n. 4, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/2317-6660.20230048>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MENEZES, J. P. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. S.; BELLO, I. P.; FIA, R.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 519-534, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016145405>. Acesso em: 11 ago. 2024.

OPENAI. ChatGPT (versão GPT-4). São Francisco: OpenAI, 2025. Disponível em:  
<https://chat.openai.com/>. Acesso em: 26 jul. 2025.

PELLEGRINI, C. C. Os reservatórios e o clima. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, n. 1, p. 9-31, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2021v31nesp1p9>. Acesso em: 18 fev. 2024.

PINTO, C. E. T.; ROSSETE, A. N. Mapeamento dos conflitos no uso da terra em áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica do córrego Capitão Décio, Nova Xavantina – MT. **Ciência e Natura**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 139-155, 2012. Disponível em:  
<https://www.redalyc.org/pdf/4675/467547684007.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

RAMOS, M. P.; SOUZA, A. L. R.; TEIXEIRA, M. L. C.; BORTONE, T. P.; MARTINI, R. J.; NERO, M. A. Viabilidade de imagens CBERS-4A no planejamento urbano e no mapeamento de floresta plantada em Curvelo, MG. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 13, n. 11, p. 323-335, 2022. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/7875>. Acesso em: 20 jul. 2025.

RIBEIRO, J. K.; BARROS, R. O.; LIMA, E. C. Uso e ocupação do solo através de técnicas de geoprocessamento na cidade de Sobral – CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n. 2, p. 540-549, 2019. Disponível em:  
<https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/594>. Acesso em: 03 mar. 2024.

RIGHI, E.; FROZI, M. S.; DRAWANZ, B. B.; ANDRADES FILHO, C. O. Uso e ocupação do solo em Área de Preservação Permanente (APP) no município de Vacaria/RS. **Geoaraguaia**, Barra do Garças, v. 13, n. 2, p. 1-26, 2023. Disponível em:  
<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/16191>. Acesso: 25 fev. 2024.

ROCHA JUNIOR, C.; ARAÚJO, F.; BECKER, V. Influence of land use on spatial distribution of mobile phosphorus forms in the sediment of a tropical semi-arid reservoir. **Science of The Total**



**Environment**, [s. l.], v. 914, e169836, 2024. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169836>. Acesso em: 05 mar. 2024.

SANTOS, L. F. L.; SILVA, J. E. M.; OLIVEIRA, I. G. F.; FERREIRA, R. M. A. O Google Earth Pro como ferramenta para estudos relacionados à Geografia: uma proposta metodológica. In: LISTO, F. L. R.; LISTO, D. G. S.; SANTOS, H. M.; BISPO, C. O. (Ed.). **SIG's e gestão de conflitos ambientais: a cartografia na resolução de injustiças sociais**. Recife: MapGeo Jr, 2024. p. 59-69. Disponível em:  
<https://mapgeoufpe.wixsite.com/mapgeo/downloads>. Acesso em: 15 dez. 2024.

SEMARH. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Bacias hidrográficas – Piranhas Açu**. [S. l.], [2024]. Disponível em:  
<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC00000000028909.PDF>. Acesso em: 22 jan. 2024.

SILVA, M. A.; LOUREIRO, C. V.; ANDRADE, A. L. M. Agricultura de vazante no semiárido nordestino: uma análise dos impactos ambientais em setor do baixo curso do rio Sitiá, Banabuiú-CE. **William Morris Davis: Revista de Geomorfologia**, Sobral, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2024. Disponível em:  
<https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v5n1.2024.615>. Acesso em: 15 dez. 2024.

UEHARA, T. D. T.; CORRÊA, S. P. L. P.; QUEVEDO, R. P.; KÖRTING, T. S.; DUTRA, L. V.; RENNÓ, C. D. Landslide scars detection using remote sensing and pattern recognition techniques: comparison Among Artificial Neural Networks, Gaussian Maximum Likelihood, Random Forest, and Support Vector Machine Classifiers. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 72, n. 4, p. 665-680, 2020. Disponível em:  
<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/54037/>. Acesso em: 26 jul. 2025.

VITAL, S. R. O.; SANTOS, A. S.; SANTOS, C. L. Mapeamento geomorfológico da região do Seridó, estado do Rio Grande do Norte. **William Morris Davis: Revista de Geomorfologia**, Sobral, v. 2, n. 2, p. 1-15, 2021. Disponível em:  
<https://williamorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/130>. Acesso em: 15 mar. 2025.

YIRDAW, E.; TIGABU, M.; MONGE, A. Rehabilitation of degraded dryland ecosystems – review. **Silva Fennica**, [s. l.], v. 51, n. 1B, art. 1673, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14214/sf.1673>. Acesso em: 20 fev. 2025.

## AUTORES E CONTRIBUIÇÕES

**Elica Lorraine Costa Nascimento**: Mestre em Uso Sustentável de Recursos Naturais. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: [elicaengamb@gmail.com](mailto:elicaengamb@gmail.com). Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Visualização; Escrita – esboço original; Escrita – revisão e edição.



**Leonardo Galdino da Costa:** Técnico em Geologia. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: [leonardogaldino292@gmail.com](mailto:leonardogaldino292@gmail.com). Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): *Software*; Curadoria de dados; Análise formal.

**Otni Vieira Barbalho:** Técnico em Geologia. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: [otnivb@gmail.com](mailto:otnivb@gmail.com). Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): Investigação; Metodologia; Recursos.

**Jairo Rodrigues de Souza:** Mestre em Uso Sustentável de Recursos Naturais. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: [jairo.souza@ifrn.edu.br](mailto:jairo.souza@ifrn.edu.br). Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): Metodologia; Supervisão; Validação.

**Luciana de Castro Medeiros:** Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: [luciana.castrom@gmail.com](mailto:luciana.castrom@gmail.com). Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): Supervisão; Validação; Escrita – revisão e edição.

## EDITORES RESPONSÁVEIS

**Geovany Pachelly Galdino Dantas.** Editor-Chefe. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: [geovany.dantas@ifrn.edu.br](mailto:geovany.dantas@ifrn.edu.br).

**Andrey Luna Saboia.** Editor de Seção. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: [andrey.saboia@ifrn.edu.br](mailto:andrey.saboia@ifrn.edu.br).