



REVISTA
Casa da

ISSN 2316-8056

GEOGRAFIA
de Sobral

GESTÃO HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE DO ÍNDICE DE QUALIDADE (IQA) E DO ESTADO TRÓFICO (IET) NO AÇUDE SANTA CRUZ DO APODI, RN

Water management and water quality in the brazilian semiarid: an analysis of the Water Quality Index (WQI) and Trophic State Index (TSI) in the Santa Cruz do Apodi reservoir, RN

Gestión hídrica y calidad del agua en el semiárido brasileño: un análisis del Índice De Calidad del Agua (ICA) y del Estado Trófico (IET) en el embalse Santa Cruz do Apodi, RN

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v28.1252>

Francisco Jonathan de Sousa Cunha Nascimento¹

Filipe da Silva Peixoto²

Rodrigo Guimarães de Carvalho³

Histórico do Artigo:

Recebido em 02 de abril de 2026

Aceito em 25 de junho de 2026

Publicado em 16 de julho de 2026

RESUMO

A gestão dos recursos hídricos em regiões semiáridas enfrenta desafios críticos devido à escassez natural e às pressões antrópicas. Este trabalho analisa a gestão e a qualidade da água no Açude Santa Cruz do Apodi (ASCA), o terceiro maior reservatório do Rio Grande do Norte, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (BHRAM). A metodologia consistiu no monitoramento de seis pontos estratégicos entre setembro de 2024 e julho de 2025, utilizando o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET), além do levantamento de dados de outorga junto ao IGARN. Os resultados indicaram um volume outorgado de 61,92 hm³/ano, destinado majoritariamente à perenização do rio e ao abastecimento humano. O IQA apresentou classificação "Ótima" (médias entre 81 e 84), demonstrando alta resiliência sazonal. Contudo, o IET revelou episódios de eutrofização (estado mesotrófico) em pontos específicos, influenciados por atividades de piscicultura, agropecuária e turismo. Conclui-se que, embora a qualidade atual seja satisfatória, a sustentabilidade do manancial depende do fortalecimento dos instrumentos de gestão, como a fiscalização e a cobrança pelo uso da água, essenciais para mitigar os riscos de degradação ambiental diante da crescente demanda multissetorial.

Palavras-Chave: Recursos Hídricos, Semiárido Nordeste, Monitoramento Ambiental, Eutrofização, Segurança Hídrica.

¹ Doutorando do Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Email: francisco.jonathan@ifce.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0001-5381-5914>

² Professor da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Email: felipepeixoto@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0001-5409-3001>

³ Professor da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Email: rodrigocarvalho@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0001-9556-3874>

ABSTRACT

Water resource management in semi-arid regions faces critical challenges due to natural scarcity and anthropogenic pressures. This study analyzes water management and quality at the Santa Cruz do Apodi Reservoir (ASCA), the third-largest reservoir in Rio Grande do Norte, located in the Apodi-Mossoró River Basin (BHRAM). The methodology involved monitoring six strategic points between September 2024 and July 2025, using the Water Quality Index (WQI) and the Trophic State Index (TSI), in addition to collecting water abstraction permit data from the Rio Grande do Norte Water Resources Management Institute (IGARN). The results indicated an allocated abstraction volume of 61.92 hm³/year, intended primarily for river perennialization and human supply. The WQI was classified as "Excellent" (averages between 81 and 84), demonstrating high seasonal resilience. However, the TSI revealed episodes of eutrophication (mesotrophic state) at specific points, influenced by fish farming, agricultural and livestock activities, and tourism. It is concluded that, although the current water quality is satisfactory, the sustainability of the water source depends on strengthening management instruments, such as enforcement and water use charges, which are essential to mitigate the risks of environmental degradation in the face of growing multi-sectoral demand.

Keywords: Water Resources, Brazilian Semi-Arid Region, Environmental Monitoring, Eutrophication, Water Security.

RESUMEN

La gestión de los recursos hídricos en regiones semiáridas enfrenta desafíos críticos debido a la escasez natural y las presiones antropogénicas. Este estudio analiza la gestión y la calidad del agua en el Embalse Santa Cruz do Apodi (ASCA), el tercer embalse más grande de Rio Grande do Norte, ubicado en la Cuenca Hidrográfica do Río Apodi-Mossoró (BHRAM). La metodología consistió en el monitoreo de seis puntos estratégicos entre septiembre de 2024 y julio de 2025, utilizando el Índice de Calidad del Agua (ICA) y el Índice de Estado Trófico (IET), además de la recopilación de datos sobre derechos de uso del agua del Instituto de Gestión de las Aguas de Rio Grande do Norte (IGARN). Los resultados indicaron un volumen de extracción asignado de 61,92 hm³/año, destinado principalmente a la perennialización del río y al abastecimiento humano. El ICA se clasificó como "Excelente" (promedios entre 81 y 84), demostrando una alta resiliencia estacional. Sin embargo, el IET reveló episodios de eutrofización (estado mesotrófico) en puntos específicos, influenciados por la piscicultura, actividades agropecuarias y el turismo. Se concluye que, aunque la calidad actual del agua es satisfactoria, la sostenibilidad de la fuente hídrica depende del fortalecimiento de los instrumentos de gestión, como la fiscalización y el cobro por el uso del agua, los cuales son esenciales para mitigar los riesgos de degradación ambiental ante la creciente demanda multisectorial.

Palabras clave: Recursos Hídricos, Semiárido Brasileño, Monitoreo Ambiental, Eutrofización, Seguridad Hídrica.

INTRODUÇÃO

Em regiões áridas e semiáridas, como o semiárido brasileiro, a escassez hídrica impõe sérias limitações ao desenvolvimento econômico, situação agravada por ações antrópicas que comprometem tanto a disponibilidade quanto a qualidade da água. O uso inadequado dos recursos naturais, especialmente solo e água, intensifica a vulnerabilidade desses ecossistemas já frágeis (Frota Júnior, 2007), tornando a gestão dos recursos hídricos ainda mais essencial.

Diante desse cenário, é fundamental adotar uma abordagem estratégica que considere a fragilidade ambiental, a escassez hídrica e as demandas sociais urgentes. Isso implica assegurar o atendimento aos múltiplos usos da água e garantir recursos financeiros permanentes para as atividades de gestão. A ausência de sistemas adequados de coleta e tratamento de efluentes líquidos e resíduos sólidos agrava os desafios relacionados à governança das águas, comprometendo ainda mais a

sustentabilidade hídrica. Nesse contexto, a educação ambiental e a participação ativa da sociedade revelam-se indispensáveis para o êxito da gestão, que não pode ser atribuída exclusivamente ao poder público. A efetividade das políticas hídricas depende, portanto, do engajamento coletivo e da corresponsabilidade entre governo e cidadãos (Tapia, 1999).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) estabelece instrumentos de gestão como planos, outorga e enquadramento dos corpos hídricos para assegurar os usos múltiplos da água e a sustentabilidade dos ecossistemas, mas enfrenta desafios relacionados à articulação institucional e ao monitoramento (Rahaman e Varis, 2005; Diniz *et al.*, 2006; Silva, 2017). No Rio Grande do Norte, a Política Estadual (Lei nº 6.908/1996) segue os mesmos princípios de gestão integrada e participativa, contando com instrumentos como o Plano Estadual, o Fundo Estadual (FUNERH) e a outorga, operacionalizados pelo Sistema Integrado de Gestão (SIGERH) (Rio Grande do Norte, 1996). Apesar dos avanços institucionais, persistem problemas como a defasagem de informações, a centralização de funções e a ausência de cobrança pelo uso da água, sendo essencial aprimorar a infraestrutura e implementar instrumentos como o enquadramento para garantir maior efetividade na gestão hídrica estadual (Oliveira, Barbosa e Dantas Neto, 2013).

Os reservatórios superficiais representam uma intervenção humana na paisagem com o objetivo de ajustar a dinâmica natural dos rios às necessidades da sociedade, e para enfrentar a deficiência hídrica no Semiárido do Nordeste do Brasil, uma das estratégias mais adotadas é a construção de reservatórios artificiais, aliada à gestão integrada dos recursos hídricos e à interligação entre bacias hidrográficas (Campos e Studart, 2006).

A implantação e operação de um açude exigem o conhecimento aprofundado das características hidrológicas, geomorfológicas e hidráulicas da bacia hidrográfica contribuinte, de modo a garantir o uso sustentável e eficiente da água armazenada. Por serem amplamente utilizados e exercerem forte influência sobre o ambiente, esses sistemas constituem importantes indicadores das transformações ambientais decorrentes do manejo do solo, uma vez que as águas dos cursos que drenam uma região carregam características físico-químicas e biológicas que refletem os usos da terra na bacia hidrográfica, o que reforça a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água em rios e reservatórios para compreender os impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos (Tonello, 2005).

No contexto do semiárido brasileiro, os reservatórios desempenham papel estratégico no suprimento das demandas hídricas, mas enfrentam sérios desafios ambientais, com destaque para o avanço da eutrofização. Esse processo é intensificado pelos longos períodos de retenção da água, pelos

lançamentos de efluentes domésticos e agropecuários e piscicultura (Ferreira *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2017). O agravamento da eutrofização, especialmente durante secas prolongadas, pode comprometer os usos múltiplos desses corpos hídricos, como abastecimento público, irrigação, dessedentação animal, recreação e outros (Henry-Silva, Attayde e Melo-Junior, 2019).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (BHRAM), a pressão sobre os recursos hídricos é intensificada pelo rápido crescimento populacional em cidades como Pau dos Ferros, Apodi, Caraúbas e Mossoró, impulsionado pelo desenvolvimento econômico focado na mineração, agronegócio e serviços educacionais, o que, somado ao clima semiárido, às mudanças climáticas e à gestão inadequada, exacerba os conflitos pelo uso da água (Araújo, Ribeiro e Braga, 2019). Para mitigar esses impactos e assegurar o uso prioritário para o abastecimento humano, é crucial implementar instrumentos de gestão como a outorga e a cobrança pelo uso da água, intensificar a fiscalização contra captações clandestinas, e promover a exploração sustentável dos mananciais superficiais e subterrâneos (Gonçalo e Moraes, 2018).

O Açude Santa Cruz do Apodi, localizado no município de Apodi (RN), é a terceira maior barragem do estado e o principal reservatório da bacia do Rio Apodi-Mossoró. Sua operação é essencial para a gestão hídrica regional, atuando na perenização do rio, na regulação do fluxo da planície aluvial e na recarga dos aquíferos livre. O reservatório garante o abastecimento humano de diversos municípios e comunidades rurais, além de viabilizar atividades econômicas como agricultura irrigada, carcinicultura, piscicultura e dessedentação animal, sendo vital para a mitigação dos efeitos da seca no semiárido potiguar. Apesar de seu elevado saldo hídrico projetado até 2040, sua localização topográfica desfavorável dificulta o acesso das cidades na região alta da bacia, gerando desigualdade na distribuição das águas. Diante disso, o planejamento estadual prevê a otimização da vazão de retirada e o monitoramento das vazões a jusante, especialmente com a chegada das águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) (Rio Grande Do Norte, 2019).

Nesse contexto, o Açude Santa Cruz do Apodi constitui um elemento estratégico do hidrossistema da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, sendo imprescindível uma gestão integrada e holística dos recursos hídricos que concilie a viabilidade quantitativa para os múltiplos usos com o controle da qualidade da água, de modo a atender às demandas prioritárias, como o abastecimento humano e a dessedentação animal. Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo geral verificar as demandas outorgadas pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) e analisar a qualidade da água por meio dos modelos matemáticos do Índice de Qualidade da

Água (IQA) e do Índice de Estado Trófico (IET), no período compreendido entre setembro de 2024 e julho de 2025.

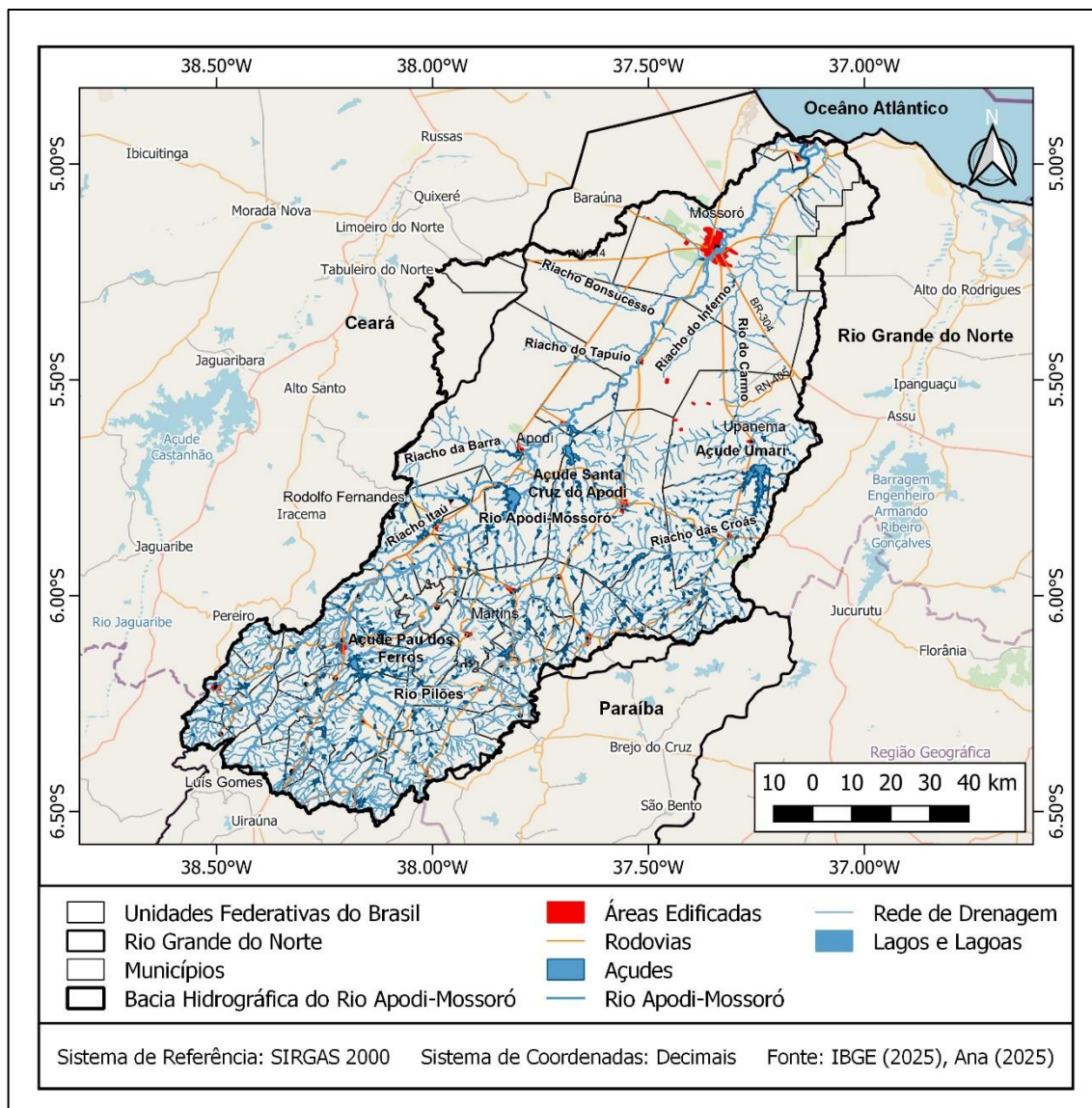
METODOLIGA

ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (BHRAM) (Figura 1), com 14.276 km² predominantemente no Rio Grande do Norte, abrange 53 municípios e mais de 700 mil habitantes (IBGE, 2024), caracterizando-se como uma bacia exorreica que drena do Maciço de Pereiro ao Oceano Atlântico, com rede de drenagem de 6.838,24 km e canal principal de 6ª ordem (Maia e Bezerra, 2012). Seu comportamento hidrológico é condicionado pela heterogeneidade geomorfológica, dividindo-se em duas sub-regiões distintas: o Alto/Médio Oeste, em área de embasamento cristalino na Depressão Sertaneja, onde a densa drenagem dendrítica favorece o escoamento superficial eficiente, entre o médio e baixo curso do rio Apodi-Mossoró tem a porção sedimentar da Bacia Potiguar (Formações Açu e Jandaíra), que permite fluxos subsuperficiais devido à maior permeabilidade e é rica em águas subterrâneas, reforçada por barragens como Santa Cruz do Apodi, cuja calha perenizada a jusante é utilizada para captações de irrigação (Carvalho, Kelting e Silva, 2018; Rio Grande do Norte, 2019).

A morfologia alongada da bacia confere baixa susceptibilidade a enchentes, facilitando a gestão hídrica sustentável (Cavalcante, Grigio e Diodato, 2022; Moura *et al.*, 2015), enquanto sustenta atividades estratégicas como petróleo, sal marinho, calcita e fruticultura irrigada, além de ser receptora das águas do Projeto São Francisco (Carvalho, 2021; Medeiros, 2017). Sua gestão é compartimentada em quatro segmentos fisiográficos (Alto, Médio Superior, Médio Inferior e Baixo Curso) que demandam manejo diferenciado (Queiroz, Lopes e Carvalho, 2017).

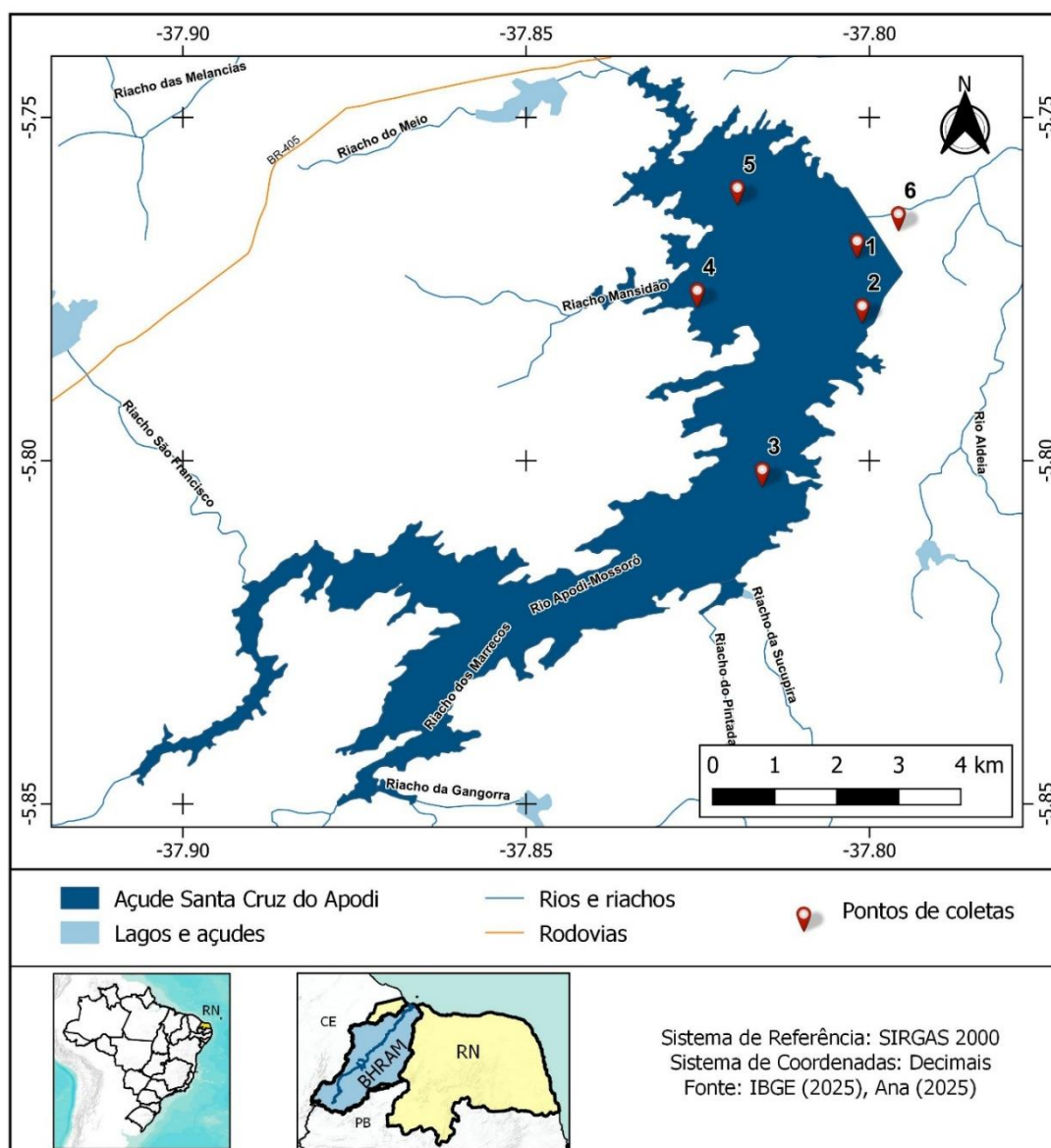
Figura 1: Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró – BHRAM.



Fonte: Autores (2026).

O Açude de Santa Cruz do Apodi (ASCA), localizado no município de Apodi (RN) entre as coordenadas 37,92 – 37,79 W e 5,72 – 7,85 S (Figura 2), é um reservatório concluído em 2002 e operado pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), contando com uma bacia hidráulica de 3.413,36 ha, volume máximo de 599,71 hm³ e uma barragem de concreto compactado com rolo (CCR) de 1.200 m de extensão e 57,5 m de altura, com vazão regularizada permiti a perenização do rio Apodi-Mossoró, o reservatório estará diretamente interligado na conclusão do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) e será fundamental para assegurar a oferta hídrica destinada ao desenvolvimento das atividade agrícolas, mineração, industriais, abastecimento humano e outros múltiplos usos (Rio Grande do Norte, 2019).

Figura 2: Localização do Açude de Santa Cruz do Apodi e ponto de coletas das amostras de água.



Fonte: Autores (2026).

COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Seguindo as diretrizes dos métodos padronizados da APHA (2024) e CETESB (2011), foram definidos seis pontos estratégicos para coleta de água no Açude Santa Cruz do Apodi, com o objetivo de realizar um monitoramento ambiental abrangente. Cinco pontos localizam-se na bacia hidráulica do reservatório para avaliar diferentes influências (Figura 2): a região da barragem (Ponto 1), as margens direita e esquerda com potencial de fontes difusas (Pontos 2 e 4), afluente do Rio Apodi-Mossoró (Ponto 3) e a área de piscicultura próximo ao riacho do Meio (Ponto 5). O sexto ponto, situado a jusante da

tomada d'água, visa caracterizar a água liberada para perenização do rio e o impacto de atividades antrópicas no entorno. Essa configuração espacial permite uma avaliação integrada das cargas difusas, dos afluentes, das atividades produtivas e das estruturas hidráulicas sobre a qualidade da água no reservatório e em seu trecho de vazante.

Para estimar a demanda hídrica atual e as perdas associadas no Açude Santa Cruz, foram utilizados dados de volumes outorgados fornecidos pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN). Esses dados referem-se às destinações das águas do reservatório para abastecimento humano, atividades agropecuárias e regularização da vazão do rio Apodi-Mossoró.

Para a avaliação da qualidade da água do reservatório, foram efetuadas análises de estatístico dos parâmetros relacionado do ao Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET). O IQA, criado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF) e amplamente adotado no Brasil por instituições como Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), é calculado a partir da soma ponderada de nove parâmetros (Oxigênio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, pH, DBO, Nitrogênio total, Fósforo total, Turbidez, Sólidos Totais e Temperatura), resultando em um índice que varia de 0 a 100 para classificação da água (Quadro 1) (Brasil, 2005; Von Sperling, 2007; CETESB, 2021). Já o IET, originalmente proposto por Carlson (1977) e aprimorado por Toledo Junior et al. (1983) e Lamparelli (2004), é utilizado pela CETESB (2013) com base nas concentrações de fósforo total e clorofila “a” para determinar o grau de trofia da água (Quadro 2). Conforme destacam Andrietti *et al.* (2016), esses índices, ao integrarem um conjunto limitado de características físicas, químicas e biológicas, são ferramentas práticas que facilitam o monitoramento ambiental e a comunicação compreensível dos resultados à sociedade.

Quadro 1: Classificação do Índice de Qualidade de Água – IQA.

IQA	CLASSIFICAÇÃO
<19	PÉSSIMA
19 - 36	RUIM
36 - 51	REGULAR
51 -79	BOA
>79	ÓTIMA

Fonte: CETESB (2021).

Quadro 2: Índice de Estado Trófico – IET.

IET	CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO
≤ 24	ULTRAOLIGOTRÓFICO
24 - 44	OLIGOTRÓFICO
44 - 54	MESOTRÓFICO
54 - 74	EUTRÓFICO
> 74	HIPEREUTRÓFICO

Fonte: CETESB (2013).

Na caracterização dos dados, foram aplicadas técnicas de estatística descritiva, plotagem de gráficos, nas planilhas eletrônicas dos softwares Microsoft Excel, LibreOffice Calc, Jamovi (versão 2.3.26). As elaborações de mapas temáticos foram preparados no software QGIS (versão 3.22.8), usando dados do IBGE (2025), CPRM (2025) e ANA (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

USO E CONSUMO DE ÁGUA DO AÇUDE

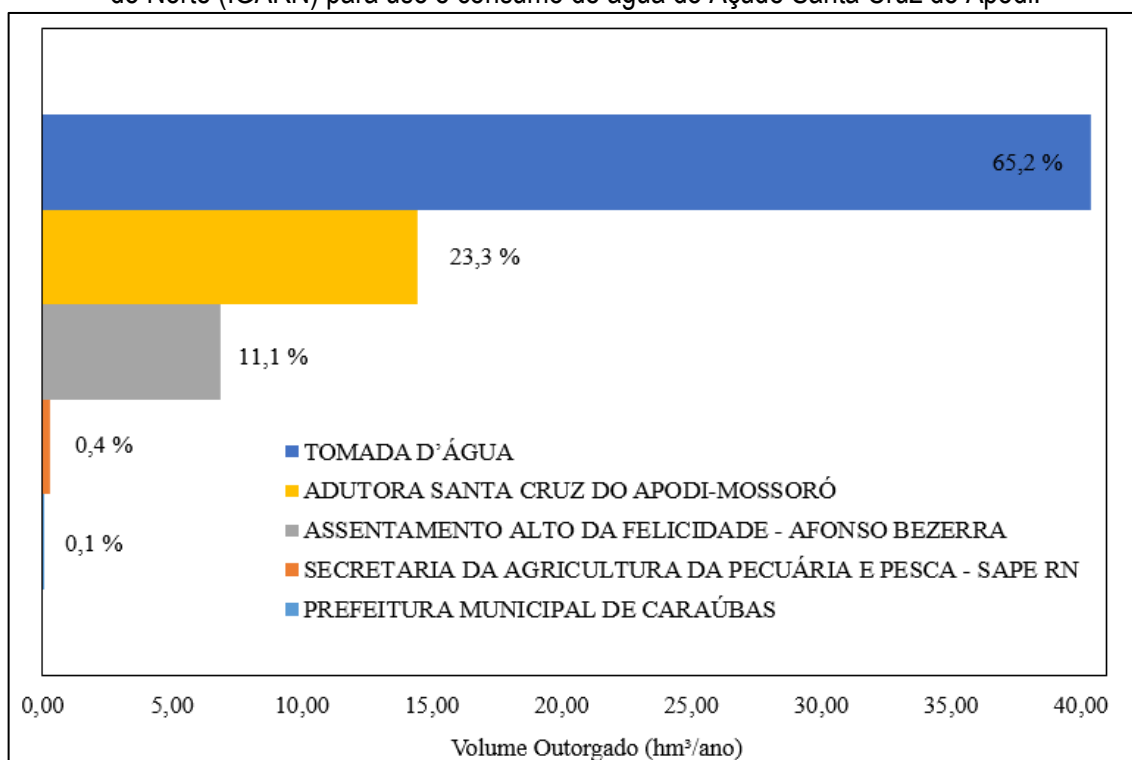
De acordo com o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN, 2024), o volume total outorgado para captação no Açude Santa Cruz do Apodi, no ano de 2024, é de 61,92 hm³/ano, o que equivale a 1.963,42 L/s, conforme ilustrado na Figura 3. É fundamental ressaltar que esse valor representa o montante legalmente autorizado, não correspondendo necessariamente ao volume efetivamente disponibilizado ou captado para os múltiplos usos pela gestão do IGARN.

A distribuição das outorgas, detalhada na Figura 3, demonstra que a maior parcela do volume, correspondente a 40,37 hm³/ano (1.280,00 L/s), é liberada na tomada d'água do açude com o objetivo principal de garantir a perenização do rio Apodi-Mossoró. Esta vazão de liberação é crucial para suprir demandas indiretas e concorrentes, incluindo o abastecimento humano, atividades agrícolas como a pecuária e irrigação, a diluição de efluentes e a manutenção das demandas ambientais ao longo do curso fluvial.

Para o abastecimento público, estão destinados 14,42 hm³/ano (457,11 L/s), volume direcionado à adutora do Sistema Integrado Santa Cruz-Mossoró. Este sistema, uma vez em operação, fornecerá água potável aos municípios de Apodi, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Baraúnas e Mossoró. Cabe notar que o projeto da adutora se encontra em andamento, e sua conclusão representará um incremento significativo na demanda efetiva sobre o manancial.

Ademais, verifica-se a outorga de 6,85 hm³/ano (217,22 L/s) para o abastecimento do Assentamento Alto da Felicidade, localizado em Afonso Bezerra. Outros usos de menores vazões incluem a destinação de 0,26 hm³/ano (8,10 L/s) para a Secretaria da Agricultura, Pecuária e Pesca do Rio Grande do Norte, voltados para a aquicultura em tanques escavados, e 0,03 hm³/ano (0,98 L/s) para a Prefeitura Municipal de Caraúbas (IGARN, 2024).

Figura 3: Volume de outorgas concedida pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) para uso e consumo de água do Açude Santa Cruz do Apodi.



Fonte: Autores (2026).

QUALIDADE DE ÁGUA

Os resultados das análises da qualidade da água do Açude Santa Cruz do Apodi, apresentados na Figura 4, referentes ao período de setembro de 2024 a julho de 2025, revelam um ambiente aquático com elevada disponibilidade de nutrientes, capaz de sustentar processos biológicos intensos. As concentrações de Fósforo Total e Nitrogênio Total indicaram essa condição. Embora o fósforo tenha apresentado mediana baixa, a ocorrência de outliers significativos, atingindo 0,08 mg P/L, sugere aportes pontuais de poluição, possivelmente associados à lixiviação agrícola, piscicultura e outras atividades antrópicas. Essa disponibilidade de nutrientes reflete-se diretamente nos teores de Clorofila

“a”, que apresentaram grande variabilidade e picos de até 25 µg/L, indicando períodos de floração algal e caracterizando um potencial estado de eutrofização do reservatório.

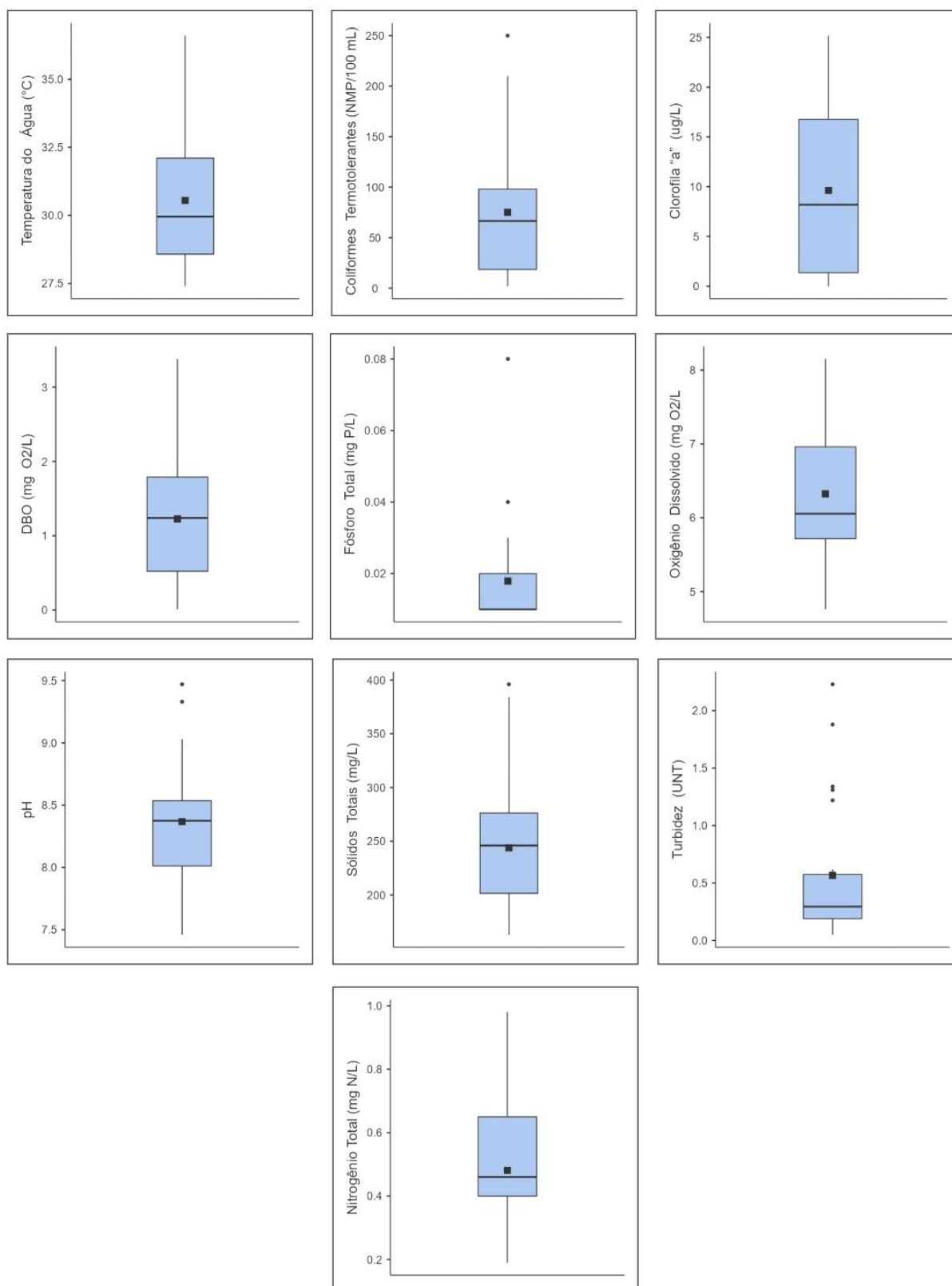
Estudos históricos realizados entre 2007 e 2022 demonstram que a qualidade da água na bacia hidrográfica variou significativamente, influenciada por fatores climáticos, atividades antrópicas e pela ausência de tratamento de efluentes (Bezerra *et al.*, 2013). Entre 2012 e 2013, o reservatório Santa Cruz apresentou redução de volume e aumento dos indicadores de eutrofização (Santos e Silva, 2022).

Em relação à carga orgânica, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) manteve-se em níveis satisfatórios, majoritariamente abaixo de 2 mg O₂/L, indicando que o reservatório não se encontra sobrecarregado por matéria orgânica biodegradável. O Oxigênio Dissolvido (OD) corrobora essa percepção, com mediana em torno de 6 mg O₂/L. Embora tenham sido registradas quedas pontuais para valores próximos a 4,5 mg O₂/L, os níveis gerais são adequados para a manutenção da vida aquática e para os processos naturais de oxidação de impurezas.

Rocha *et al.* (2024) demonstraram que, no açude Castanhão (Ceará, Brasil), a dinâmica da qualidade da água durante períodos de seca severa é marcada pela mistura completa de nutrientes (P/N) e pela significativa vulnerabilidade à depleção de oxigênio dissolvido nas camadas profundas, o que exige o aprimoramento das estratégias de gestão hídrica para reservatórios tropicais em regiões semiáridas.

O comportamento do pH, com mediana de 8,4 e picos de até 9,5, classifica a água como levemente alcalina. Esses valores elevados estão frequentemente associados à intensa atividade fotossintética das algas, confirmada pelos teores de Clorofila “a”, que consome gás carbônico da coluna d’água. Adicionalmente, podem estar relacionados à composição litológica da região hidrográfica e à concentração de solutos decorrente da evaporação. Somado a isso, a temperatura da água, elevada e variando entre 27,5 °C e 37 °C, constitui fator crítico, uma vez que acelera reações químicas e biológicas, reduz a solubilidade dos gases e favorece o crescimento microbiano.

Figura 4: Resultados dos analíticos de qualidade de água do Açude Santa Cruz do Apodi.



Fonte: Autores (2026)

Em estudo realizado no reservatório de Sikkak, noroeste da Argélia, observou-se mineralização aceitável da água, embora o sistema seja impactado por poluição orgânica de origem urbana, industrial e agrícola. A implantação de uma estação de tratamento de esgoto promoveu melhorias na qualidade da água entre 2005 e 2015, embora desafios ambientais ainda persistam (Benariba *et al.*, 2022).

A análise bacteriológica, por meio da quantificação de coliformes termotolerantes, revelou oscilação considerável, com um outlier extremo de 250 NMP/100 mL. Essa variação indica que a qualidade sanitária do açude é vulnerável a eventos sazonais, como os períodos chuvosos típicos do semiárido do Nordeste brasileiro no primeiro semestre, que podem carrear resíduos fecais de origem animal ou esgotos para o espelho d'água. Por fim, os parâmetros de turbidez e sólidos totais indicam que a água é predominantemente clara, mas sujeita a aumentos pontuais de turbidez, provavelmente associados à ressuspensão de sedimentos do fundo ou ao aporte de sedimentos durante o período chuvoso. No reservatório, Lopes e Silva (2022) observaram parâmetros dentro dos limites legais, mas destacaram o potencial de liberação de matéria orgânica a partir dos sedimentos.

Geris *et al.* (2022) demonstraram que, em uma região semiárida da Bacia do Limpopo, eventos extremos de chuva promovem a recarga hídrica, mas também mobilizam contaminantes superficiais, sendo a qualidade da água controlada pela interação entre conectividade hidrogeológica, uso do solo e presença de reservatórios.

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA – IQA

Os resultados do Índice de Qualidade de Água (IQA), detalhados na Tabela 1, revelam que o Açude Santa Cruz do Apodi manteve a classificação "Ótima" em todos os seis pontos monitorados. Com médias variando entre 81 e 84, observaram-se apenas flutuações sazonais discretas, sem indícios de degradação. Essa estabilidade indica uma condição ambiental favorável e evidencia a resiliência do reservatório diante de variações climáticas e pressões antrópicas na bacia hidrográfica.

A atual classificação "Ótima" contrasta com registros históricos da região. Em 2008, o IQA indicou águas variando de "Boa" (a montante) a "Regular" (a jusante), com a qualidade comprometida por níveis de fósforo, nitrogênio e oxigênio dissolvido (Bezerra *et al.*, 2013). Posteriormente, Lemos, Espínola e Oliveira (2021) confirmaram níveis de qualidade elevados, com o IQA oscilando entre 50 e 90.

Tabela 1: Classificação do Índice de Qualidade de Água do Açude Santa Cruz do Apodi.

PONTO DE COLETA	PERÍODO DE COLETA				ESTATÍSTICA								NÍVEL DE QUALIDADE (MÉDIO)
	set/24	jan/25	abr/25	jul/25	Máx	3º Q	Média	2º Q	1º Q	Mín	DP	CV	
1	88	79	90	79	90	89	84	84	79	79	6,0	0,1	ÓTIMA
2	84	76	90	77	90	85	82	80	77	76	6,3	0,1	ÓTIMA
3	86	82	89	80	89	87	84	84	82	80	4,1	0,0	ÓTIMA
4	83	82	88	82	88	84	84	83	82	82	2,7	0,0	ÓTIMA
5	82	80	88	82	88	84	83	82	81	80	3,5	0,0	ÓTIMA
6	76	82	83	81	83	82	81	82	80	76	3,3	0,0	ÓTIMA

Legenda: Máx = máximo, 3º Q = 3º quartil, 2º Q = 2º quartil/mediana, Mín = mínimo, DP = desvio padrão e CV = coeficiente de variação.

Fonte: Autor (2025).

Dados do Programa Água Azul (2017) corroboram essa variabilidade histórica; entre 2006 e 2016, o monitoramento da Barragem de Santa Cruz revelou oscilações do IQA entre os estados "Ruim" e "Ótimo", influenciados pelo aporte de matéria inorgânica e carga orgânica proveniente do agropastoril (Rio Grande do Norte, 2017a; 2017b).

Analisando espacialmente, nota-se que os pontos em áreas de maior pressão antrópica apresentaram reduções sutis no IQA, embora permaneçam na faixa de excelência. O Ponto 5, próximo a tanques-rede de piscicultura, e o Ponto 6, situado a jusante da barragem e sujeito ao turismo e outras atividades antrópicas, registraram as médias mais baixas (82 e 81, respectivamente). Esse cenário sugere que estas atividades exercem influência mensurável, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo, especialmente em comparação com cenários críticos de outras regiões semiáridas, como a bacia de El Hodna, na Argélia, onde o IQA indica inadequação severa da água para consumo e irrigação devido a efluentes oriundos de atividades antrópicas (Ferahtia *et al.*, 2021).

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DAS ÁGUAS

A dinâmica hídrica do Açude Santa Cruz do Apodi atua como um catalisador para o processo de eutrofização (Tabela 2). O balanço hídrico negativo típico das condições climáticas do Semiárido do Nordeste brasileiro, onde a evapotranspiração supera a pluviosidade, associado à redução do volume armazenado, promove o confinamento da massa de água. Esse cenário reduz a capacidade de diluição do reservatório e eleva a concentração de nutrientes e matéria orgânica, favorecendo a degradação da qualidade da água e o potencial surgimento de florações de algas. Conforme destacam

Marinho, Fonseca e Esteves (2017), a elevação da carga orgânica reduz o oxigênio dissolvido (O_2) devido à decomposição, podendo iniciar atividades anaeróbicas que alteram profundamente a biota local.

Tabela 2: Estado Trófico do Açude Santa Cruz do Apodi.

PONTO DE COLETA	PERÍODO DE COLETA				ESTATÍSTICA								ESTADO TRÓFICO - (MÉDIA)
	set/24	jan/25	abr/25	jul/25	MAX	3ºQ	MÉDIA	2ºQ	1ºQ	MIN	DP	CV	
1	44,8	24,5	39,0	36,9	44,8	40,4	36,3	37,9	33,8	24,5	8,5	0,2	OLIGOTRÓFICO
2	46,2	24,4	40,5	38,0	46,2	41,9	37,3	39,3	34,6	24,4	9,2	0,2	OLIGOTRÓFICO
3	43,4	24,4	41,9	39,0	43,4	42,3	37,2	40,5	35,3	24,4	8,7	0,2	OLIGOTRÓFICO
4	44,4	36,3	42,0	40,6	44,4	42,6	40,8	41,3	39,5	36,3	3,4	0,1	OLIGOTRÓFICO
5	47,8	37,5	44,2	42,1	47,8	45,1	42,9	43,1	40,9	37,5	4,3	0,1	OLIGOTRÓFICO
6	48,4	34,5	55,9	44,3	55,9	50,3	45,8	46,3	41,8	34,5	8,9	0,2	MESOTRÓFICO

Fonte: Autor (2025).

No período de estudo o reservatório apresentou um estado predominantemente Oligotrófico a Mesotrófico, como apresenta da Tabela 14. Os pontos 1 a 5 mantiveram médias anuais classificadas como Oligotróficas (IET entre 36,3 e 42,9), indicando baixa produtividade biológica. Entretanto, o Ponto 6, localizado a jusante da barragem, registrou média anual de 45,8 (Mesotrófico), com picos de 55,9 (Eutrófico) em abril de 2025. Esse comportamento reflete o impacto cumulativo de atividades de turismo, comércio, agrícolas e outras atividades no açude e no leito perenizado. Siqueira, Moura e Silva (2022) já haviam observado variações similares entre 2011 e 2012, associando episódios de eutrofização à intensa radiação solar e concentração de nutrientes, embora a elevada diversidade da ictiofauna registrada por Novaes et al. (2014) sugira que o ecossistema ainda mantém certa resiliência. A relevância da agricultura nesse processo é corroborada por Tuomisto et al. (2012), que apontam a atividade como responsável por 50-80% da carga de nitrogênio aquático em contextos globais. Além disso, a piscicultura em tanques-rede próxima ao Ponto 5 adiciona carga interna de nutrientes, fornecendo matéria orgânica de alta qualidade que estimula a produtividade primária (LI et al., 2021).

CONCLUSÃO

A análise da gestão e da qualidade da água no Açude Santa Cruz do Apodi demonstra que o reservatório cumpre um papel estratégico fundamental para a segurança hídrica e o desenvolvimento socioeconômico da região Oeste do Rio Grande do Norte. Os resultados obtidos revelam um sistema que, apesar de inserido em um contexto de vulnerabilidade climática típico do semiárido, apresentou, no

recorte temporal de 2024 a 2025, uma qualidade de água classificada como "Ótima", com médias de IQA situadas entre 81 e 84. Essa condição indica uma notável resiliência do manancial frente às pressões externas, superando registros históricos de períodos anteriores que apontavam estados de qualidade inferior.

No entanto, a estabilidade observada é dinâmica e sensível a fatores antrópicos e sazonais. Embora o reservatório apresente um perfil do estado trófico, predominantemente oligotrófico a mesotrófico, a identificação de episódios de eutrofização, particularmente no Ponto 6 (início da perenização do Rio Apodi-Mossoró), acende um alerta sobre a fragilidade do ecossistema. O acúmulo de nutrientes como fósforo e nitrogênio, derivados da piscicultura em tanques-rede, das atividades agrícolas no entorno, entre outras atividades, demonstra que a manutenção da qualidade da água depende diretamente do controle das cargas poluidoras difusas e pontuais na bacia hidrográfica.

Diante do cenário de múltiplos usos, onde a demanda outorgada de 61,92 hm³/ano precisa equilibrar a perenização do rio Apodi-Mossoró, o abastecimento humano e a expansão da agricultura irrigada, a gestão integrada torna-se imperativa. A interligação com o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) reforça a importância do Açude Santa Cruz do Apodi como nó estratégico da malha hídrica potiguar, exigindo o aprimoramento de instrumentos de gestão, como a fiscalização contra captações clandestinas e a implementação efetiva da cobrança pelo uso da água para garantir a sustentabilidade financeira e operacional do hidrosistema.

Conclui-se que a efetividade das políticas hídricas no semiárido depende da convergência entre o monitoramento técnico contínuo e o engajamento social. A mitigação de processos de degradação ambiental, como a eutrofização acelerada durante secas prolongadas, só será possível por meio de uma governança que considere a bacia hidrográfica como unidade indissociável de planejamento. Assim, o fortalecimento institucional dos órgãos de gestão dos recursos hídricos e a promoção da corresponsabilidade entre governo e cidadãos são os caminhos necessários para assegurar que o Açude Santa Cruz continue a suportar as demandas vitais e econômicas das futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G.; ALMEIDA, F. T.; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. *Revista Ambiente & Água*, 11(1), 162-175, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/6kG5w6bwYKGhLCp4hQ7Qj8g/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 06 nov. 2025.

APHA. Standard Methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Association, Aquatic Environment Federation, .Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. 23rd edition, Washington DC, 2023.

ARAÚJO, M. D.; RIBEIRO, M. M. R.; BRAGA, C. F. C. Integrating water allocation modelling into the DPSIR indicator system: Application to the semi-arid region of Brazil | Integrando a modelagem da alocação de água ao sistema de indicadores FPEIR: Aplicação ao semiárido do Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n. 6, p. 1167–1181, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/KxKnCnYbrqHsMdtb4LpwX5m/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 dez. 2025.

BENARIBA, H.; HABI, M.; MORSILI, B.I; MOULLA, A. S. Assessment of surface water quality in a semi-arid Mediterranean region. Case study of Sikkak dam (north-western Algeria). Water Practice & Technology, [S. l.], v. 17, n. 5, p. 1177–1196, 2022. DOI: 10.2166/wpt.2022.040. Disponível em: <http://iwaponline.com/wpt/article-pdf/17/5/1177/1056425/wpt0171177.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2024.

BEZERRA, J. M.; SILVA, P. C. M.; BATISTA, R. O.; PINTO, C. H. C.; ALEX, P. F. Análise dos indicadores de qualidade da água no trecho urbano do Rio Apodi-Mossoró em Mossoró-RN, Brasil. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 6 SUPPL. 1, p. 3443–3454, 2013. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/34-\(2013\)-6/analise-dos-indicadores-de-qualidade-da-agua-no-trecho-urbano-do-rio-a/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/34-(2013)-6/analise-dos-indicadores-de-qualidade-da-agua-no-trecho-urbano-do-rio-a/). Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD. Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA): estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA), Belo Horizonte, 2005.

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, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997.

CAMPOS, J. N. B. e STUDART, T. M. C. Hidrologia de reservatório: a construção de uma teoria. Fortaleza. ASTEF/Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes 1. Limnology and oceanography, 22(2), 361-369, 1977. Disponível em: <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1977.22.2.0361>. Acesso em: 27 set. 2024.

CARVALHO, R. G. DE; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. DA. Geomorfologia aplicada ao planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN. XII SINAGEO. Anais...Clato: 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/10/10-176-1933.html>. Acesso em: 5 out. 2023

CARVALHO, R. G. Rio Apodi-Mossoró: meio ambiente e planejamento. Mossoró - RN: EDUERN, 2021. Disponível em: <https://portal.uern.br/wp-content/uploads/sites/14/2023/07/E-book-Rio-Apodi-Mossoro-meio-ambiente-e-planejamento.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2023.

CAVALCANTE, A. E. Q. M.; GRIGIO, A. M.; DIODATO, M. A. Morfometria e diagnóstico físico conservacionista (DFC) em 19 sub-bacias da bacia hidrográfica Apodi Mossoró. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, n. 7, p. 3891–3909, 3 jan. 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/250188>. Acesso em: 21 out. 2024.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). IET – Índice do Estado Trófico. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2023.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2021. Coordenação geral Maria Helena R. B. Martins; Coordenação técnica Fábio Netto Moreno, Marta Condé Lamparelli, Beatriz Durazzo Ruiz; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Migaglia; Equipe técnica Cláudio Roberto Palombo...[et al.]. CETESB, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2023.

DINIZ, L. T.; YAZAKI, L. F. O.; JUNIOR, J. M. M.; PORTO, M. F. A. O enquadramento de cursos d'água na legislação brasileira. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, Curitiba, ABRH, 2006. p. 1-19. Disponível em: <https://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7500/enquadram-leg-brasil-diniz-2006.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2026.

FERAHTIA, A.; HALILAT, M. T.; MIMECHE, F.; E BENSACI, E. Surface water quality assessment in semi-arid region (El Hodna watershed, Algeria) based on Water Quality Index (WQI). Studia UBB Chemia, [s. l.], v. 66, n. 1, p. 127-142, 2021.

Disponível em: https://chem.ubbcluj.ro/~studiachemia/issues/chemia2021_1/10_Ferahtia_etal_127_142.pdf. Acesso em: 18 ago. 2024.

FERREIRA, L. V.; CUNHA, D. A.; CHAVES, PRISCILLA P.; MATOS, D. C.L.; PAROLIN, P. Impacts of hydroelectric dams on alluvial riparian plant communities in eastern brazilian amazonian. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, n. 3, p. 1013-1023, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/YHr3JMrcz6MzpJnFBhVsMcz/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2024.

FROTA JÚNIOR, J. I. ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C.; BEZERRA, A. M. E. Influência antrópica na adição de sais no trecho perenizado da bacia do Ciro. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n. 2, p.142-148, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/83859/228011>. Acesso em: 28 nov. 2024.

GERIS, J., COMTE, J.-C., FRANCHI, F., PETROS, A. K., TIRIVAROMBO, S., SELEPENG, A. T., & VILLHOLTH, K. G.. Surface water-groundwater interactions and local land use control water quality impacts of extreme rainfall and flooding in a vulnerable semi-arid region of Sub-Saharan Africa. *Journal of Hydrology*, v. 609, 127834, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127834>. Acesso em: 21 dez. 2025

GONÇALO, T. E. E.; MORAIS, D. C. Group multicriteria model for allocating resources to combat drought in the Brazilian semi-arid region. *Water Policy*, p. 1145–1160, 2018. Disponível em: <https://iwaponline.com/wp/article-abstract/20/6/1145/62883/Group-multicriteria-model-for-allocating-resources?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 03 ago. 2024.

HENRY-SILVA, G. G.; ATTAYDE, J. L.; MELO-JUNIOR, H. N. Extreme drought events and the sustainability of fish farming in net cages in reservoirs of the semi-arid northeastern region in Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 31, p. e112, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X7519>. Acesso em: 21 set. 2025.

IGARN, Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Outorgas Cadastradas pelo IGARN. Natal – RN. 2024. Disponível em: <http://www.igarn.rn.gov.br>. Acessado em: 17 nov. 2024.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo, Tese (doutorado em Ciências na Área de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) – USP, 2004. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-20032006-075813/pt-br.php>. Acesso em: 21 set. 2024.

LE MOS, L. C. F.; ESPINOLA, J. S.; OLIVEIRA, H. S. J. Clima e recursos hídricos na bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró - RN. In: CARVALHO, Rodrigo G. Rio Apodi-Mossoró: Meio ambiente e planejamento. Mossoró – RN: EDUERN, 2021. p. 37 - 62. Disponível em: <https://portal.uern.br/wp-content/uploads/sites/14/2023/07/E-book-Rio-Apodi-Mossoro-meio-ambiente-e-planejamento.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2023.

LOPES, Y. V. A.; SILVA, G. H. G. Dinâmica nictemeral e vertical de variáveis limnológicas no reservatório de Santa Cruz, submetido à atividade de piscicultura em tanques-rede. In: 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. EDUFERSA. Mossoró, 2022. p. 177-189. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/1293d4b3-515a-472c-9938-ef9951cf978e>. Acesso em: 12 mai. 2024.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Geomorfologia e neotectônica da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró-NE/Brasil. *Geomorphology and neotectonics of the Apodi-Mossoró river basin-NE/Brazil*. *Mercator*, v. 24, n. 11, p. 209–228, 2012. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/736>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MARINHO, C. C.; FONSECA, A. L. S.; ESTEVES, F. A. Impactos antrópicos nas lagoas costeiras do norte do estado do Rio de Janeiro: uma revisão sobre a eutrofização artificial e gases de efeito estufa. *RBPG*, Brasília, v. 13, n. 32, p. 703-728, set./dez. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21713/2358-2332.2016.v13.986>. Acesso em: 22 jun. 2024.

MEDEIROS, M. A. Morfometria de bacias hidrográficas no semiárido nordestino: Bacia do Açude do Santa Cruz do Apodi-RN. Monografia—Pau dos Ferros: Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, 10 maio 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/120e968c-0763-4284-a237-bde48723b37d>. Acesso em: 18 jul. 2025.

MOURA, R. S. T.; SANTOS, R. V.; LOPES, Y. V. A.; HENRY-SILVA, G. G. Parâmetros morfométricos dos reservatórios Santa Cruz e Umari, semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Científica de Pesca, Aquicultura e Limnologia*, Vol. 41 Nº 2, 2015. Disponível em: https://institutodepesca.org/index.php/bip/issue/view/sumario41_2. Acesso em: 7 fev. 2024.

OLIVEIRA, M. A.; BARBOSA, E. M.; DANTAS NETO, J. Gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte: Uma análise da implementação da política hídrica. *HOLOS*, v. 1, p. 3–27, 17 mar. 2013. Disponível: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1186>. Acesso em: 17 ago. 2025.

QUEIROZ, A. P.; LOPES, D. N.; CARVALHO, R. G. Diagnóstico sócioeconômico do Médio Inferior e Baixo Curso Da Bacia Hidrográfica Do Rio Apodi/Mossoró-RN: análise preliminar. II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido (II CONIDIS). Campina Grande – PB, 2017. Disponível em:

https://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD1_SA5_ID300_02102017193435.pdf.

Acesso em: 17 fev. 2025.

RAHAMAN, M. M.; VARIS, O. Integrated water resources management: evolution, prospects and future challenges.

Sustainability: Science, Practice & Policy, Spring, v.1, n.1, 2005. Disponível:

<https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TMC338/Integrated%20water%20resources%20management%20evolution%20prospects%20and%20future%20challenges.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2026.

RIO GRANDE DO NORTE, Secretaria do Recursos Hídricos. Bacia hidrográfica Apodi/Mossoró. Disponível em:

<http://servicos.searh.rn.gov.br/semarh/sistemadeinformacoes/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=01>. Acesso em:

09 set. 2022.

RIO GRANDE DO NORTE. Política Estadual de Recursos Hídricos: Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996. 1996.

RIO GRANDE DO NORTE. Programa Água Azul: Rede compartilhada de monitoramento da qualidade da água. 4º Relatório semestral, monitoramento da qualidade das águas superficiais no período de março a maio de 2016. Coordenação Geral:

Manoel Lucas Filho, Sérgio Luiz Macêdo, Nelson Césio Fernandes Santos. UFRN, IDEMA, IGARN. Natal, 2017a. Disponível em: https://programaaguaazul.ct.ufrn.br/relatorios/aguas_superficiais/. Acesso em: 18 nov. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Programa Água Azul: Rede compartilhada de monitoramento da qualidade da água. 5º relatório semestral monitoramento da qualidade das águas superficiais no período de setembro a novembro de 2016. Coordenação Geral: Manoel Lucas Filho, Sérgio Luiz Macêdo, Nelson Césio Fernandes Santos. UFRN, IDEMA, IGARN. Natal, 2017b.

Disponível em: https://programaaguaazul.ct.ufrn.br/relatorios/aguas_superficiais/. Acesso em: 18 nov. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH/RN). Revisão e Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte: Produto A1b – Disponibilidade Hídrica Superficial. [S. l.]: Consórcio Águas Potiguares; Engecorps Engenharia S.A., maio 2019. 125 p. (Relatório Técnico 1390-SMR-01-RH-RT-0003).

ROCHA, M. A. M.; BARROS, M. U. G.; COSTA, A. C.; SOUZA FILHO, F. A. de; LIMA NETO, I. E. Understanding the water quality dynamics in a large tropical reservoir under hydrological drought conditions. *Water Air Soil Pollut*, v. 235, n. 76, 2024.

Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11270-024-06890-3>. Acesso em: 3 jan. 2026.

SANTOS, J. A.; MARINS, R. V.; AGUIAR, J. E.; CHALAR, G.; SILVA, F. A. T. F.; LACERDA, L. D. Hydrochemistry and trophic state change in a large reservoir in the Brazilian northeast region under intense drought conditions. *Journal Limnology*, v. 76, n. 1, p. 41-51, 2017. Disponível em: <https://www.jlimnol.it/jlimnol/article/view/jlimnol.2016.1433>. Acesso em:

18 out. 2024.

SANTOS, R. V.; SILVA, G. H. G. Caracterização espacial e temporal das variáveis limnológicas e do estado trófico dos reservatórios de Santa Cruz e Umari. In: 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. EDUFERSA. Mossoró, 2022. p. 149-161. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/1293d4b3-515a-472c-9938-ef9951cf978e>. Acesso em: 12 mai. 2024.

SILVA, M. T. L. Aplicação do Índice de conformidade ao enquadramento (ICE) de cursos d'água. 2017. 201 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Engenharia Sanitária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/items/ec16b665-1996-4a07-81ec-2be41cc6e67b>. Acesso em: 22 out. 2025.

TAPIA, R., P. «Análisis de la gestión del agua en zonas áridas y semiáridas: una propuesta de actuación». *Revista CIDOB d'afers internacionals*, núm. 45, 1999. p. 11-33. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/RevistaCIDOB/article/view/28124>. Acesso em: 21 set. 2024.

TOLEDO JÚNIOR, A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Anais do 12º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Camboriú, nov., 1983. p. 34. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/22dc1e02-92c2-4a3a-a9b9-226ed124bba8/full>. Acesso em: 16 set. 2024.

TONELLO, K. C. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães. Dissertação Mestrado UFV, Viçosa, MG. 2005. Disponível em: <https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2023/05/Kelly-Cristina-Tonello.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2025.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996.