AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA BARRAGEM DE PAU DOS FERROS/RN, SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Jéssika Cibelly Morais de Souza [1]; Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho [2]& Denise Kauanny de Araújo Rosendo [3]

RESUMO – Os reservatórios desempenham papel fundamental no abastecimento hídrico do Semiárido brasileiro, tornando indispensável o monitoramento de sua qualidade ambiental. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a variabilidade espaço-temporal da qualidade físico-química da água da Barragem de Pau dos Ferros/RN. As coletas foram realizadas mensalmente entre janeiro e abril de 2026, em cinco pontos amostrais, utilizando sonda multiparâmetro para determinação de temperatura, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, potencial de oxirredução, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e salinidade. Os resultados indicaram aumento no aporte hídrico do reservatório em abril, as análises apresentam valores médios de: temperatura 30,9 °C, pH de 4,5, condutividade elétrica 0,64 mS/cm, potencial de oxirredução de 353,5 mV, Turbidez 114,9 NTU, oxigênio dissolvido 3,1 mg/L, saturação de oxigênio dissolvido 41,8 %, sólidos totais dissolvidos 0,43 g/L e salinidade 0,3 ppt. Os resultados evidenciaram condições de degradação da qualidade da água, com pH ácido, baixos teores de oxigênio dissolvido e elevados valores de turbidez, em desacordo com os padrões da Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces Classe 2, indicando influência de fatores naturais e antrópicos sobre o reservatório.

ABSTRACT– Reservoirs play a fundamental role in the water supply of the Brazilian Semi-Arid region, making the monitoring of their environmental quality indispensable. In this context, the present study aimed to evaluate the spatio-temporal variability of the physicochemical quality of the water from the Pau dos Ferros/RN Dam. Samples were collected monthly between January and April 2026, at five sampling points, using a multiparameter probe to determine temperature, hydrogen ion potential, electrical conductivity, oxidation-reduction potential, turbidity, dissolved oxygen, total dissolved solids, and salinity. The results indicated an increase in the reservoir's water inflow in April. The analyses show average values of: temperature 30.9 °C, pH 4.5, electrical conductivity 0.64 mS/cm, oxidation-reduction potential 353.5 mV, turbidity 114.9 NTU, dissolved oxygen 3.1 mg/L, dissolved oxygen saturation 41.8%, total dissolved solids 0.43 g/L, and salinity 0.3 ppt. The results evidenced conditions of water quality degradation, with acidic pH, low dissolved oxygen levels, and high turbidity values, in disagreement with the standards of CONAMA Resolution 357/2005 for Class 2 freshwater, indicating the influence of natural and anthropogenic factors on the reservoir.

Palavras-Chave – Monitoramento Ambiental, Recursos Hídricos, Reservatórios no Semiárido.

[1]) Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido – PLANDITES/UERN, Campus Avançado de Pau dos Ferros-RN. Tel.: (84) 3312-8841. jessika.souza@alunos.ufersa.edu.br.
[2]) Professor Associado, Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais – DECAM, Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró – RN, CEP 59625-900. Tel.: (84) 3317-8525. E-mail: jorge.filho@ufersa.edu.br.
[3]) Engenheira Civil, Ambiental e Sanitarista, Secretária de Meio Ambiente em José da Penha-RN, denise.rosendo@alunos.ufersa.edu.br.

INTRODUÇÃO

A Lei nº 9.433 (Lei das Águas), instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelecendo princípios que orientam a gestão de águas no Brasil. Entre eles, destaca-se o reconhecimento da água como bem de domínio público, recurso limitado e dotado de valor econômico, com gestão descentralizada e participativa envolvendo o Poder Público, os usuários e as comunidades (BRASIL, 1997).

No contexto nacional, grande parte do Nordeste brasileiro é caracterizada pela escassez hídrica e por conflitos associados ao acesso à água (Gunkel *et al*., 2018). Essa condição decorre de características climáticas predominantes no Semiárido, que possui pluviosidade média anual em torno de 750 mm, com variações entre 250 mm e 800 mm e as taxas médias de evaporação atingem até 3.000 mm anuais, fato que agrava o déficit hídrico e impõe desafios de uso e gestão da água (Malvezzi, 2007).

Somado às limitações climáticas inerentes ao Semiárido, o cenário de mudanças climáticas tende a intensificar os desafios relacionados aos recursos hídricos da região. Alterações nos padrões hidrológicos podem comprometer a qualidade da água dos reservatórios uma vez que fatores hidroclimáticos influenciam no aumento do aporte de poluentes e nutrientes, favorecendo processos de eutrofização (Mesquita *et al*., 2020; Raulino, 2021).

Diante desse cenário, os reservatórios desempenham papel fundamental na mitigação do desequilíbrio entre a oferta e a demanda hídrica, ao armazenarem água durante os períodos chuvosos para uso nas estiagens (Câmara *et al*., 2022). Contudo, sua eficiência depende não apenas disponibilidade quantitativa da água, uma vez que sua qualidade é igualmente determinante para os fins a que se destina.

Nesse sentido, as atividades antrópicas exercem pressão crescente sobre os recursos hídricos, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. Junto a isso, o aumento da demanda por água nas últimas décadas em razão do crescimento populacional e econômico (Câmara *et al*., 2022). Considerando a relevância estratégica dos reservatórios no Nordeste, este estudo investiga: qual o comportamento da qualidade da água da Barragem de Pau dos Ferros/RN em função do seu volume hídrico e das atividades antrópicas no entorno?

Para responder a esse questionamento, este estudo teve como objetivo monitorar a qualidade da água da Barragem de Pau dos Ferros/RN. Assim, os objetivos específicos foram: i) monitoramento de parâmetros físico-químicos; (ii) confronto dos resultados com a legislação ambiental vigente; e (iii) análise da variabilidade espacial e temporal dos parâmetros.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende a Barragem de Pau dos Ferros/RN (Figura 1), construída em 1968 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e possui capacidade máxima de armazenamento de 54.846.000 m³ (Renovato *et al*., 2019). O reservatório está inserido no rio Apodi-Mossoró e é utilizado para atividades de abastecimento, pesca, agricultura, pecuária e lazer, que têm contribuído para conflitos socioambientais (Miranda, 2024). O Ponto 1 foi localizado nas coordenadas 6,147852° S e 38,193057° W; o Ponto 2 em 6,145313° S e 38,188830° W; o Ponto 3 em 6,146269° S e 38,187376° W; o Ponto 4 em 6,147004° S e 38,181697° W; e o Ponto 5 em 6,174980° S e 38,172122° W.

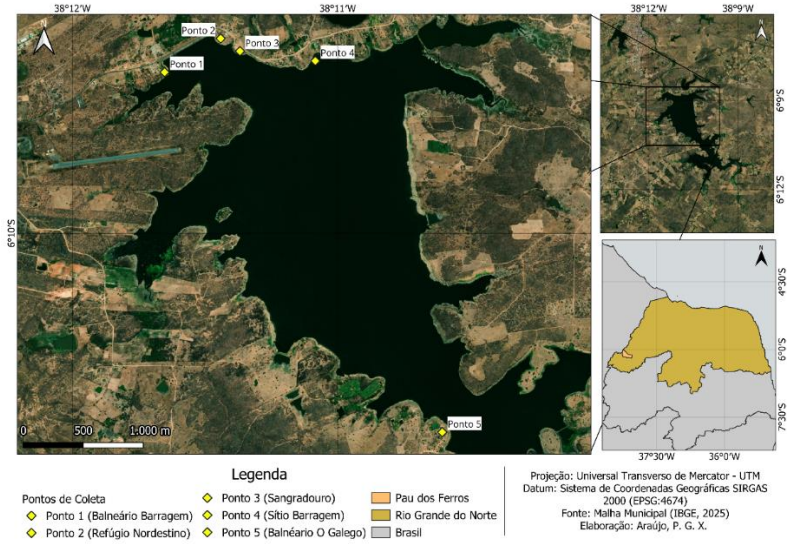


Figura 1 – Autores 2026: Localização dos pontos de análise na Barragem de Pau dos Ferros-RN.

O percurso metodológico estruturou-se em quatro etapas. I) levantamento bibliográfico: nesta etapa, foram utilizadas obras públicas em revistas, livros e outro meios de divulgação científica, conforme indica Gil (2008). II) definição do instrumento de pesquisa: para a realização das análises, utilizou-se a sonda multiparâmetro, modelo HORIBA U-50, que permite quantificar em tempo real o potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (NTU), Temperatura (ºC), Oxigênio Dissolvido (mg/L), Condutividade Elétrica (mS/cm), Sólidos Totais Dissolvidos (g/L), Salinidade (ppt), Potencial de Oxirredução (mV) e Oxigênio Dissolvido (%). III) pesquisa de campo: as análises foram realizadas mensalmente, de janeiro a abril de 2026, em cinco pontos amostrais, totalizando 20 coletas e 180 leituras. IV) tratamento de dados: os dados foram organizados e analisados no Microsoft Excel 2024, com elaboração de gráficos e comparação dos resultados com os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces Classe 2, a literatura científica e os dados de volume hídrico disponibilizados pelo Instituto de Gestão das águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume da Barragem de Pau dos Ferros/RN manteve-se praticamente estável entre janeiro e março (18,76% a 19,70%), apresentando aumento expressivo em abril, quando atingiu 32,47%, indicando recuperação do armazenamento hídrico.

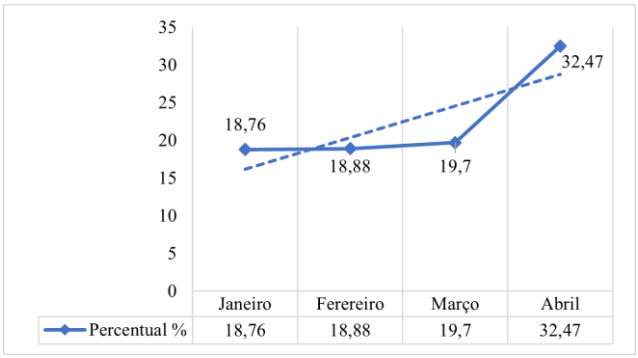


Figura 2 – IGARN 2026: Percentual volumétrico mensal registrado na Barragem de Pau dos Ferros-RN.

A temperatura da água (Figura 3) variou entre 28,90 °C (Ponto 3, janeiro) e 33,58 °C (Ponto 5, fevereiro), com média de 30,9 ± 0,65. Os valores foram mais elevados em fevereiro com redução em abril.

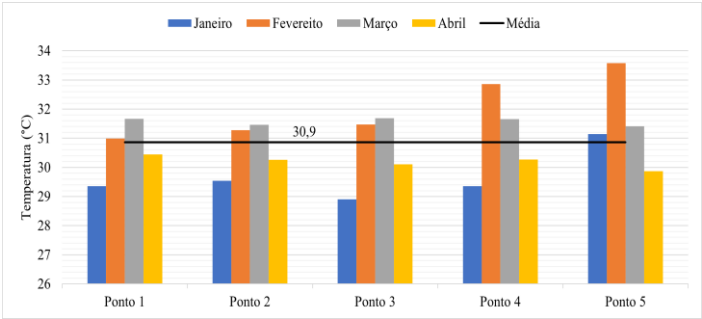


Figura 3 – Autores 2026: Distribuição espacial e temporal da temperatura na Barragem de Pau dos Ferros-RN.

França *et al.* (2022) registraram temperaturas médias entre 28,4 e 29,1 °C em reservatórios do semiárido cearense. Na Barragem de Pau dos Ferros, a maior amplitude térmica observada sugere condições de aquecimento mais intensas, possivelmente relacionadas à elevada radiação solar, às variações do volume armazenado e à profundidade do reservatório, uma vez que áreas mais rasas aquecem mais rapidamente.

Os valores de pH observados (Figura 4) variaram de 3,8 a 5,8, com média de 4,5± 1,20, permanecendo abaixo da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces de Classe 2, apresentando condições predominantemente ácidas.

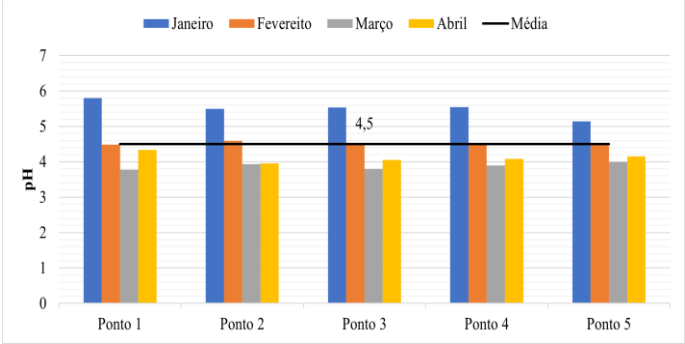


Figura 4 – Autores 2026: Comportamento do pH na Barragem de Pau dos Ferros-RN.

Condições aproximadas às descritas foram encontradas por Chaves *et al.* (2019), com pH 5,3 em um dos sistemas estudados no Reservatório de Muquém no Ceará. Esse comportamento pode estar associado ao lançamento de efluentes, à decomposição da matéria orgânica que libera CO_2, e favorece a formação de ácido carbônico e a processos biogeoquímicos naturais, evidenciando a influência da antropização na qualidade da água dos reservatórios.

A condutividade elétrica (Figura 5) variou de 0,392 a 0,833 mS/cm, com média de 0,64 ± 0,14 mS/cm, apresentando redução ao longo do período monitorado. Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabeleça limites para esse parâmetro, os valores observados superaram o valor de referência de 0,1 mS/cm indicado pela CETESB (2005).

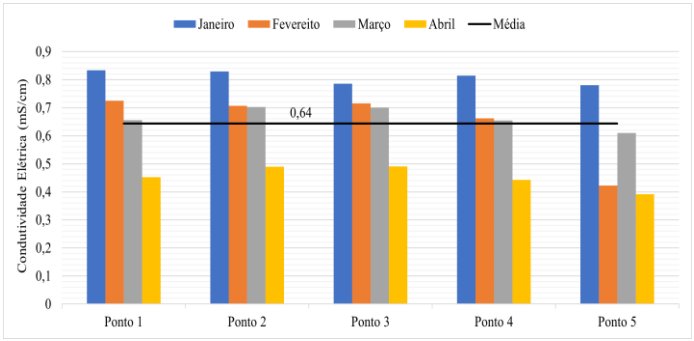


Figura 5 – Autores 2026: Comportamento do pH na Barragem de Pau dos Ferros-RN.

Sousa *et al.* (2020) registraram condutividade elétrica superiores a 300 µS/cm (0,3 mS/cm) em reservatórios do semiárido piauiense (Barreiras e Estreito). Comportamento associado a intensa evaporação, à baixa renovação da água e a concentração natural de sais, além das elevadas temperaturas que intensificam a evaporação e favorecem a concentração de íons dissolvidos na água.

O potencial de oxirredução (Figura 6), variou de 282 a 411 mV, com média de 353,5 ± 35,16 mV**.** De modo geral, os valores elevaram-se progressivamente de janeiro a março, indicando condições mais oxidantes no reservatório nesse intervalo, e recuaram em abril. A Resolução CONAMA não estabelece limites de referência para esse parâmetro.

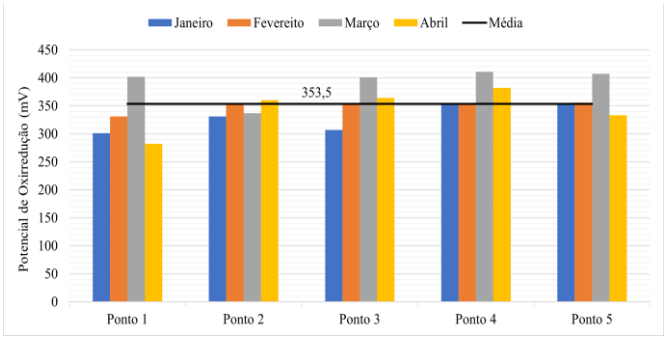


Figura 6 – Autores 2026: Comportamento do potencial de oxirredução na Barragem de Pau dos Ferros-RN.

Silva e Filho (2018) em estudo realizado na Lagoa do Apodi, no Rio Grande do Norte, registraram uma média de 249,7 mV para o potencial de oxirredução. Valores mais elevados indicam condições mais oxidantes e maior disponibilidade de oxigênio, enquanto reduções sugerem maior decomposição da matéria orgânica. Assim, o aumento entre janeiro e março indica condições mais oxidantes, e a diminuição em abril pode refletir maior consumo de oxigênio pela atividade microbiana.

A turbidez (Figura 7) variou entre 56,9 UNT e 424 UNT, com média de 114,9 ± 82,42 acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, com destaque ao Ponto 5, que ultrapassou esse limite em janeiro, fevereiro e março.

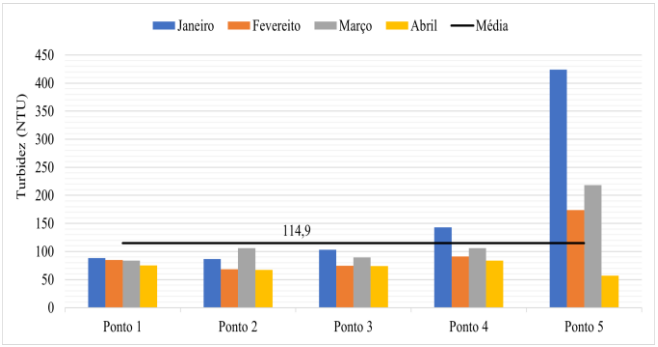


Figura 7 – Autores 2026: Distribuição espacial e temporal da turbidez na Barragem de Pau dos Ferros-RN.

Morais (2021), em estudo realizado no Reservatório Pataxó, localizado no município de Ipanguaçu/RN, registrou valores de turbidez variando entre 8,7 e 16 UNT. Embora a turbidez tenha apresentado redução ao longo do período monitorado, a média permaneceu acima do limite estabelecido pela legislação, indicando elevada concentração de partículas suspensas. Esse comportamento pode estar relacionado ao aporte de sedimentos por escoamento superficial e erosão das margens, enquanto a redução observada em abril pode ser atribuída ao aumento do volume hídrico e à consequente diluição dos sólidos suspensos.

Ao analisar o comportamento do oxigênio dissolvido (Figura 8), observa-se uma variação de 1,7 a 4,4 mg/L com média de 3,1 ± 0,82, apresentando um crescimento gradual ao longo dos meses. Ao comparar com o valor disposto na Conama 357/2005 de > 5,0 mg/L, é identificada a não conformidade.

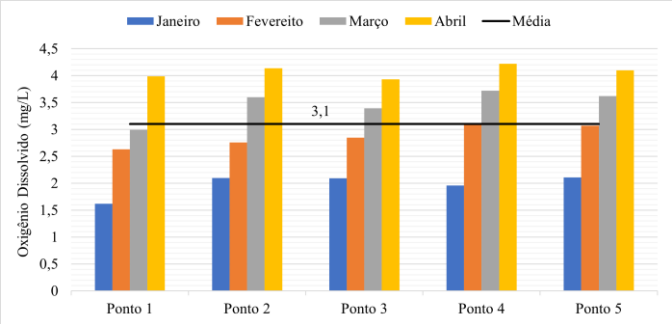


Figura 8 – Autores 2026: Distribuição espacial e temporal do oxigênio dissolvido.

Silva e Filho (2018) também registraram concentrações de OD abaixo do recomendado, chegando a 2,1 mg/L, indicando comprometimento da qualidade da água. As baixas concentrações podem estar associadas à eutrofização e à decomposição da matéria orgânica, enquanto o aumento dos valores ao longo dos meses sugere maior atividade fotossintética.

No que se refere à porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido (Figura 9), trata-se de um parâmetro não contemplado pela Resolução CONAMA nº 357/2005. O percentual variou de 22% a 56%, com média de 41,8 ± 11,05.

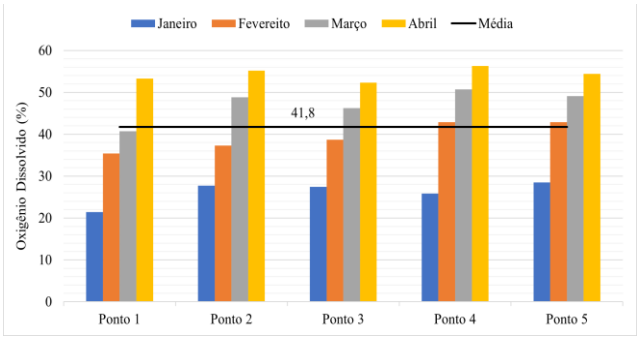


Figura 9 – Autores 2026: Distribuição espacial e temporal da saturação de oxigênio dissolvido.

Santos e Barros (2024) registraram valores médios de saturação de oxigênio entre 61,64% e 92,33% em uma lagoa urbana de Itapetinga/BA em 11 campanhas de coleta. Em comparação, os resultados deste estudo sugerem menor disponibilidade de oxigênio no reservatório, possivelmente associada à decomposição da matéria orgânica e às características hidrodinâmicas locais.

As concentrações de sólidos totais dissolvidos (Figura 10), apresentou como valores mínimos e máximo 0,27 g/L e 0,54 g/L, em que a concentração média correspondeu a 0,43 ± 0,09.

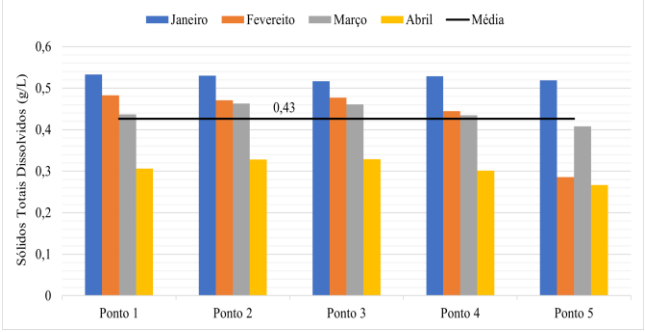


Figura 10 – Autores 2026: Distribuição espacial e temporal dos sólidos totais dissolvidos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o limite máximo para sólidos totais dissolvidos é de 500 mg/L. Assim, a média observada 0,43 g/L (430 mg/L) apresenta um valor elevado, mas dentro do padrão legal. Esse parâmetro está associado à condutividade elétrica e à salinidade da água, sendo útil na identificação de alterações decorrentes de atividades antrópicas (Piratoba *et al.*, 2017). Também se relacionando com o potencial de oxirredução, que reflete as condições redox do ambiente aquático, ligado à disponibilidade de oxigênio dissolvido e à decomposição da matéria orgânica.

Conforme apresentado na (Figura 11), a salinidade variou de 0,2 a 0,4 ppt, com média de 0,3 ± 0,08 ppt, com maior valor foi registrado em janeiro e o menor em abril, indicando baixa variabilidade temporal e relativa estabilidade desse parâmetro durante o período analisado.

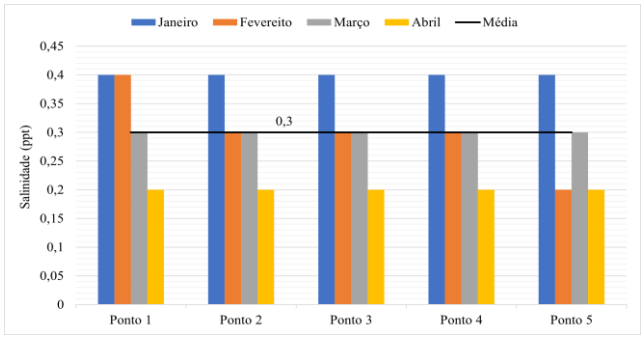


Figura 11 – Autores 2026: Distribuição espacial e temporal da salinidade.

Os resultados obtidos corroboram os achados Silva e Filho (2018) que obtiveram a média das concentrações observadas de 0,34 ppt, sem variações bruscas nos pontos de análise, essa dinâmica indica condições relativamente estáveis no reservatório durante o período de monitoramento, além de conformidade com a resolução que define valor ≤ 0,5 para águas de classe 2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Barragem de Pau dos Ferros constitui um importante reservatório urbano de múltiplos usos, atendendo demandas relacionadas à pesca, agricultura, dessedentação animal, lazer, recreação e atividades econômicas, desempenhando papel fundamental para o desenvolvimento local.

Os resultados obtidos evidenciaram que fatores como a precipitação, a variação do volume armazenado, as condições climáticas e as atividades antrópicas exercem influência sobre a dinâmica dos parâmetros físico-químicos da água, refletindo diretamente nas características limnológicas do reservatório. Além disso, verificou-se que alguns parâmetros apresentaram valores em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces Classe 2, reforçando a necessidade de ações contínuas de monitoramento e gestão ambiental.

Dessa forma, ressalta-se a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água como instrumento de gestão ambiental, capaz de subsidiar ações voltadas à conservação e ao uso sustentável dos recursos hídricos. Além disso, este estudo contribui para o entendimento das características limnológicas da Barragem de Pau dos Ferros, constituindo uma referência inicial para futuras investigações e para o aprimoramento da gestão desse importante reservatório do semiárido.

REFERÊNCIAS

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 e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CÂMARA, M. de L.; MEDEIROS, J. D. F. de; MAIA, A. G. "*Reservoir operation in the context of inter-basin water transfer". Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 27, e36, 2022.

CHAVES, L. C. G.; LOPES, F. B.; MAIA, A. R. S.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M. "*Water quality and anthropogenic impact in the watersheds of service reservoirs in the Brazilian semi-arid region"*. Revista Ciência Agronômica**,** Fortaleza, v. 50, n. 2, p. 223-233, abr./jun. 2019.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Variáveis de qualidade das águas.* 2005. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 1 jun. 2026.

FRANÇA, J. M. B.; SILVA, S. M. O.; MONTEIRO, C. M. G.; PAULINO, W. D.; CAPELO N. J. "*Qualidade da água em um sistema de reservatórios em cascata – um estudo de caso no semiárido brasileiro"*. Engenharia Sanitária e Ambiental**,** Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 113-123, jan./fev. 2022.
GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUNKEL, G., SELGE, F., KEITEL, J., LIMA, D., CALADO, S., SOBRAL, M., RODRIGUEZ, M., MATTA, E., HINKELMANN, R., CASPER, P. & HUPFER, M., 2018. "*Water management and aquatic ecosystem services of a tropical reservoir"*. Reg. Environ. Change 18(7), 1913-1925.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE (IGARN). *Monitoramento volumétrico dos reservatórios do Rio Grande do Norte: Barragem de Pau dos Ferros*. Natal: IGARN, 2026.

MORAIS, M. A. **"***Avaliação da qualidade da água e dos aspectos socioambientais do reservatório Pataxó, Ipanguaçu/RN"*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MALVEZZI, Roberto. *Semiárido: uma visão holística*. Brasília, DF: CONFEA, 2007.

MESQUITA, J. B. F.; LIMA NETO, I. E.; RAABE, A.; DE ARAÚJO, J. C. "*The influence of hydroclimatic conditions and water quality on evaporation rates of a tropical lake"* (2020). Journal of Hydrology**,** v. 590, p. 125456.

MIRANDA, I. F. "*Gestão dos recursos hídricos na barragem de Pau de Ferros – RN".* 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Pau dos Ferros, 2024.

OLIVEIRA, K. I. S. de; SANTOS, L. R. P. *Química Ambiental*. Curitiba: Intersaberes, 2017.

SILVA. M. M. N. da. PINTO FILHO, J. L. de O. (2021). *Análise da qualidade de água na Lagoa do Apodi/RN"*. Org. por PINTO FILHO, J. L. de O. Mossoró, RN: EdUFERSA. 228 p. ISBN 978-65-87108-22-3.

RENOVATO, D. C.; SENA, C. P. S.; SILVA, M. M. F. (2019). "*Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de Pau dos Ferros (RN) – pH, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade"* In Anais do Congresso de Iniciação Científica do IFRN – CONGIC, Pau dos Ferros, 2019.

RAULINO, J. B. S. "*Avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre a qualidade da água de reservatórios do semiárido brasileiro"*. 2021. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SOUSA, K. A. de.; ESPINDOLA, G. M. de.; SILVA, C. E. da. (2021). "*Análise de atributos limnológicos em reservatórios do semiárido nordestino"*. Revista Brasileira de Geografia Física**,** Recife, v. 14, n. 1, p. 357-371.

SILVA, R. S. B.; SOUSA, A. M. L. de.; SODRÉ, S. do S. V.; VITORINO, M. I. (2018). *"Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do Lixão de Salinópolis, PA".* Revista Ambiente e Água, v. 13, n. 2.

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. (2017) "*Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil"*. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 12, n. 3, p. 435–456.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido (PLANDITES), UERN.