

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

EFEITOS DA PISCICULTURA EM TANQUES REDE NA QUALIDADE DE ÁGUA DO RESERVATÓRIO CASTANHÃO: DESAFIOS DOS MÚLTIPLOS USOS NO SEMIÁRIDO

Mário Ubirajara Gonçalves Barros¹; Iran Eduardo Lima Neto²; Walt Disney Paulino³; Tércio Dantas Tavares⁴, Mabel Ribeiro da Cruz⁵, Débora Lima Mendes Pitombeira⁶; Consuelo Marques Bonsanto Dias⁷, Fernanda Garcia Sampaio⁸

Abstract: Eutrophication has worsened in Ceará's lakes and reservoirs, degrading water quality. The Castanhão reservoir, once oligotrophic, now exhibits eutrophic or hypereutrophic levels. In this context, this research aims to monitor the impacts of net cage fish farming on Castanhão's water and sediment quality, as well as the implications for its multiple uses. Semi-annual water and sediment analyses, including 24-hour monitoring at strategic points during wet and dry seasons, were conducted at points with (CTN-100) and without (CTN-20; control) net cage fish farming. Analyses at CTN-20 and CTN-100 showed a heterogeneous phosphorus profile in the water column, with concentrations increasing with depth, indicating a correlation with low oxygen concentrations. Although the overall phosphorus availability did not vary significantly between points, CTN-100 presented a higher primary production, confirmed by elevated surface chlorophyll-a concentrations. Data also revealed intense oxygen stratification during the wet season, leading to marked hypolimnetic hypoxia. This deoxygenation facilitates phosphorus release from the sediment, increasing its concentrations at depth. In the sediment, phosphorus varied spatially, suggesting multiple sources or release due to low oxygenation. The pH drop observed during the wet season may have increased the solubility of retained phosphorus, favoring its release. In summary, Castanhão's water quality is severely compromised by seasonal interaction (rain), thermal/chemical stratification, low oxygen concentrations, and organic matter input from its multiple uses.

Keywords – eutrophication, sediment, chemical stratification.

Resumo: A eutrofização tem se agravado nos lagos e reservatórios cearenses, deteriorando a qualidade da água. O reservatório Castanhão, antes oligotrófico, agora exibe níveis eutróficos ou hipereutróficos. Nesse contexto, essa pesquisa se propõe a monitorar os impactos da piscicultura em tanques-rede na qualidade da água e sedimento do reservatório Castanhão, bem como as implicações para os múltiplos usos do reservatório. Análises semestrais de água e sedimento, incluindo monitoramento nictemeral em pontos estratégicos durante as estações chuvosa e seca, foram realizadas em pontos com (CTN-100) e sem (CTN-20; controle) piscicultura em tanques-rede. As análises nos pontos CTN-20 e CTN-100 mostraram um perfil heterogêneo de fósforo na coluna d'água, com concentrações crescentes em profundidade, indicando correlação com as baixas concentrações de oxigênio dissolvido (OD). Embora a disponibilidade geral de fósforo não varie

1) Afiliação: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, (85) 98851-2187, mario.barros@cogerh.com.br

2) Afiliação: Universidade federal do Ceará, (85) 3366-9600, iran@ufc.br

3) Afiliação: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, (85) 3595-0736, disney.paulino@cogerh.com.br

4) Afiliação: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, (85) 3513-9061, tercio.tavares@cogerh.com.br

5) Afiliação: Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento, (79) 99182-7068, mabelribeirodacruz@yahoo.com.br

6) Afiliação: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, (88) 99421-6361, debora.mendes@cogerh.com.br

7) Afiliação: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, (41) 99691-5788, consumarques@gmail.com

8) Afiliação: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, (61) 99606-6827, fernanda.sampaio@embrapa.br

significativamente entre os pontos, a piscicultura no CTN-100 está associada a uma maior produção primária, confirmada por elevadas concentrações de clorofila-a na superfície. Os dados revelaram ainda intensa estratificação de OD no período chuvoso, levando a hipóxia acentuada no hipolímnio. Essa desoxigenação facilita a liberação de fósforo do sedimento, elevando suas concentrações em profundidade. No sedimento, o fósforo variou espacialmente, sugerindo múltiplas fontes ou liberação por baixa oxigenação. A queda do pH observada no período chuvoso pode ter aumentado a solubilidade do fósforo retido, favorecendo sua liberação. Em síntese, a qualidade da água do Castanhão é severamente comprometida pela interação sazonal (chuva), estratificação térmica/química, baixas concentrações de OD e aporte de matéria orgânica proveniente dos seus múltiplos usos.

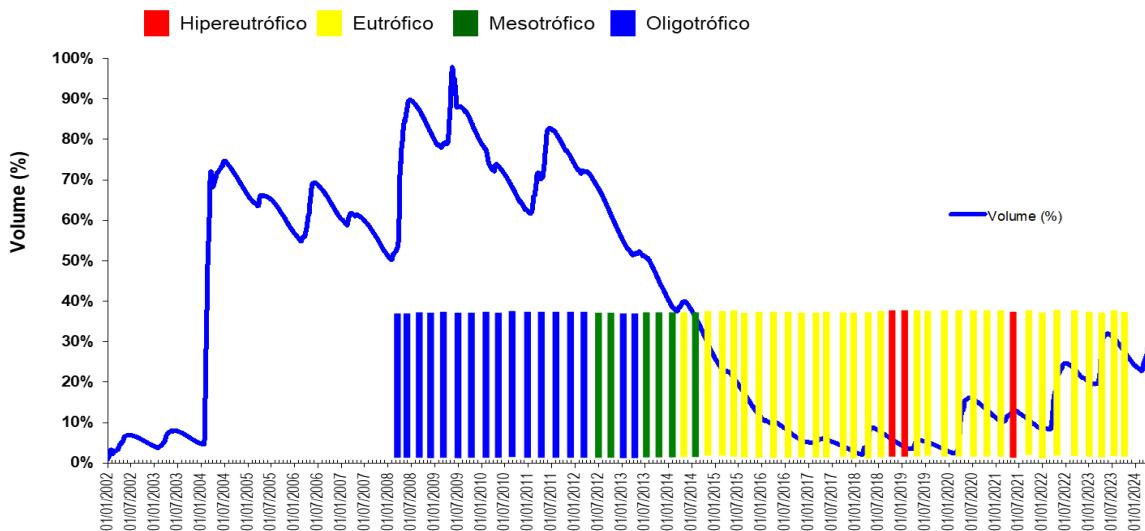
Palavras-Chave – eutrofização, sedimento, estratificação química.

INTRODUÇÃO

A eutrofização em corpos hídricos é um problema global (Carpenter et al., 1998; Smith; Schindler, 2009). No Ceará, esse fenômeno tem se intensificado progressivamente em lagos e reservatórios nas últimas duas décadas, levando a um contínuo declínio na qualidade da água (COGERH, 2025). Esse processo é impulsionado principalmente pelo crescimento urbano desordenado, o aumento no uso de fertilizantes na agricultura intensiva nas bacias hidrográficas, a expansão desordenada da pecuária e da piscicultura em tanques-rede, o tratamento inadequado ou a ausência de tratamento de efluentes domésticos e a intensificação das atividades industriais. Somam-se ainda as condições climáticas inerentes ao semiárido brasileiro como: elevadas temperaturas médias e taxas de evaporação, elevado tempo de detenção hidráulico e restrito período de chuvas (FUNCENE, 2025). Esses fatores, agindo isoladamente ou em conjunto, resultam em uma carga excessiva de fósforo (P), nitrogênio (N) e matéria orgânica nos reservatórios (COGERH, 2025), desencadeando um processo de eutrofização intenso e progressivo (Wiegand et al., 2021; Raulino et al., 2021; Rocha; Lima Neto, 2021, 2022).

Construído em 2002, o Castanhão se destaca como o maior reservatório de múltiplos usos da América Latina, excluindo empreendimentos hidrelétricos. Localizado em Alto Santo, Ceará, e inserido na bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe, sua capacidade de armazenamento é 6,7 bilhões m³. No entanto, apesar de sua importância estratégica, o Castanhão tem apresentado uma progressiva degradação da qualidade de suas águas. Em apenas uma década, o reservatório evoluiu de níveis oligotróficos para eutróficos ou até mesmo hipereutróficos, um sinal claro do impacto da eutrofização. Com uma área de captação de aproximadamente 45.309 km², o reservatório desempenha funções cruciais, incluindo o controle de cheias do rio Jaguaribe e a regularização da vazão durante o período de estiagem para municípios a jusante; o Castanhão possibilita ainda o desenvolvimento da piscicultura intensiva em tanques-rede e a irrigação. A degradação de sua qualidade hídrica representa um desafio significativo para o abastecimento e os múltiplos usos que dependem desse importante recurso hídrico.

Figura 1 - Análise da Evolução Volumétrica (2002-2024) e da Classificação Trófica (2008-2024) do reservatório Castanhão.



Adicionalmente, o reservatório Castanhão integra o sistema de abastecimento Eixão das Águas, responsável pela distribuição de água bruta para a Região Metropolitana de Fortaleza, atendendo aproximadamente 4,1 milhões de habitantes (IPECE, 2015). Nos últimos dez anos, o reservatório tem apresentado recorrentes eventos de mortandade de peixes, sendo a principal causa a hipóxia durante a estação chuvosa (fevereiro a maio).

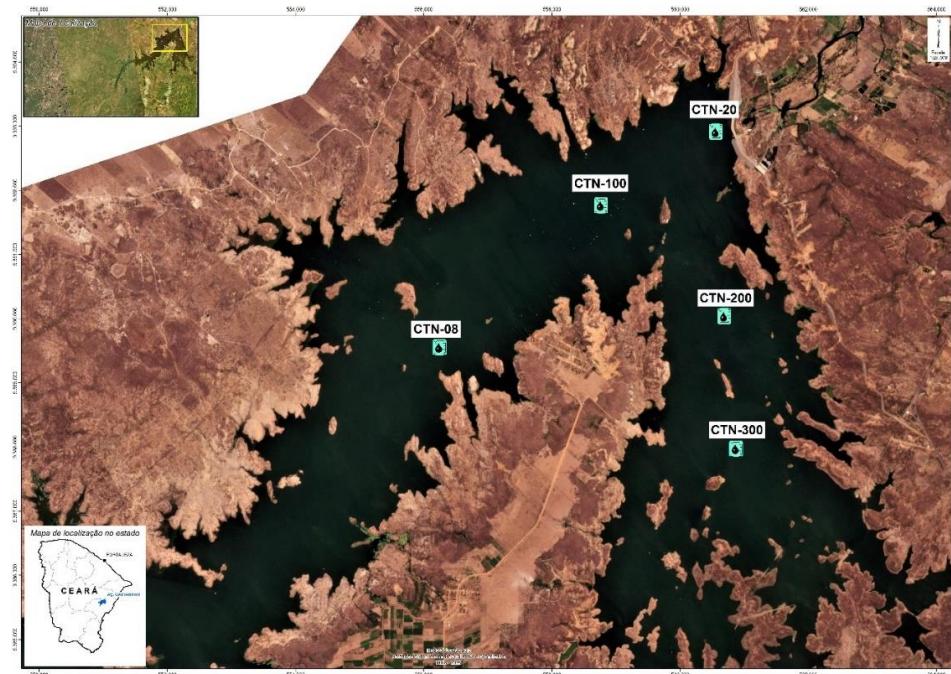
Nesse contexto, essa pesquisa se propõe a monitorar os impactos da piscicultura na qualidade da água e do sedimento do reservatório Castanhão, bem como as implicações para os múltiplos usos do reservatório. Além disso, o estudo busca gerar informações para mitigar os possíveis impactos ambientais da atividade e analisar as interações dinâmicas do reservatório na qualidade da água ao longo das estações seca e chuvosa.

METODOLOGIA

As coletas foram realizadas em pontos estratégicamente selecionados no reservatório: CTN-100 e CTN-200, situados nas áreas de produção de peixes em tanques-rede; CTN-300 e CTN-08, localizados a montante das pisciculturas; e CTN-20, posicionado a jusante das pisciculturas, próximo à barragem do reservatório (controle) (Figura 2). As amostras de água e sedimento foram coletadas semestralmente cobrindo os períodos chuvoso e seco (estações inerentes ao semiárido).

A perfilagem vertical da coluna d'água foi realizada utilizando uma sonda multiparamétrica calibrada (YSI EXO 1), acoplada com 5 sensores que possibilitaram a avaliação dos seguintes parâmetros em diferentes profundidades: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade elétrica, salinidade e sólidos totais dissolvidos. O protocolo de perfilagem vertical da qualidade da água consistiu em medições sequenciais dos parâmetros supracitados, inicialmente, os dados foram adquiridos a 0,3 m e 0,5 m da superfície (camada superficial), em profundidades entre 0,5 m e 8,0 m (camada de transição), em intervalos de 0,5 m. Nos pontos com profundidade máxima superior a 8,0 m, as análises em profundidades excedentes foram realizadas a cada 1,0 m.

Figura 2 - Pontos de coleta (água e sedimento) no reservatório Castanhão.



As coletas de água também foram realizadas em diferentes profundidades com o auxílio da garrafa de Van Dorn, a primeira profundidade amostrada foi à 0,3 m da superfície, onde foi coletada água da zona eufótica e oxigenada (camada superficial; profundidade I), já a segunda profundidade (II) representou a camada de transição entre a camada mais oxigenada e camada com pouco ou nenhuma concentração de OD (profundidade III). Devido a presença da análise nictemeral, e também devido à ausência de luz no período noturno nessa análise, convencionou-se também a coletar água nos outros pontos nessas profundidades. Já as análises de sedimentos foram efetuadas com o auxílio de uma draga do tipo Van Veen, acoplada a um cabo de comprimento adequado para acesso aos pontos de maior profundidade do reservatório.

Coletas nictemerais foram realizadas nos mesmos pontos. Dentro do ciclo de 24 horas foram realizadas coletas nos seguintes horários: 6h, 9h, 12h, 15h, 18h, 21h, 0h, 3h e 6h (dia seguinte). As coletas de água (garrafa de Van Dorn) foram realizadas a cada 6h, tendo duas análises durante o dia e duas durante o período noturno, sendo realizadas coletas nos seguintes horários: às 9h, 15h, 21h e 3h em três diferentes profundidades. Após as coletas, as amostras foram mantidas em gelo ou refrigeradas à 4 °C e conduzidas até o laboratório.

Na água foram determinados clorofila, matéria orgânica, ortofosfato e fósforo total e no sedimento fósforo total, percentagem de sólidos (% p/p), Carbono orgânico total (% p/p) e matéria orgânica (% p/p).

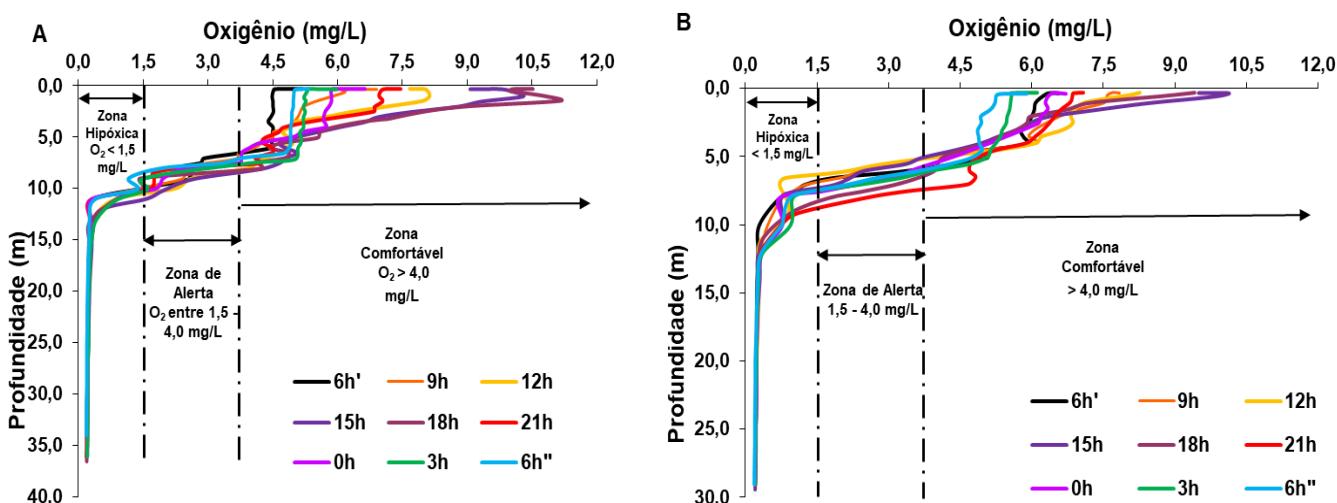
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período chuvoso, a estratificação química do oxigênio nos pontos amostrais foi bastante acentuada por gradientes de temperatura mais elevados. Essa condição de estratificação isola as camadas mais profundas do hipolímnio restringindo a mistura com a água superficial oxigenada, favorecendo a manutenção ou o agravamento da hipóxia em profundidade. Nos pontos analisados, observou-se uma estratificação vertical do oxigênio bem definida, caracterizada por altas

concentrações na camada superficial e uma redução progressiva com a profundidade, com intensificação no período noturno (Figura 3). Esse fenômeno, comum em ecossistemas lênticos do semiárido, é agravado pela estabilidade térmica da coluna d'água e pela limitada mistura vertical, resultante dos ventos fracos típicos desse período e maiores temperaturas da água. Consequentemente, formou-se uma extensa zona hipóxica (concentração de OD < 1,5 mg/L) no fundo do reservatório. No ponto CTN-20, por exemplo, essa condição foi observada, em todo ciclo nictemeral variando entre 9 e 12 metros na coluna d'água até o fundo, o que representa uma parcela significativa (~70%) do perfil vertical do reservatório. A ausência de produção de oxigênio durante a noite agrava ainda mais essa situação, restringindo a disponibilidade para a respiração de organismos aquáticos, fator agravante para a ocorrência de mortandades dos peixes.

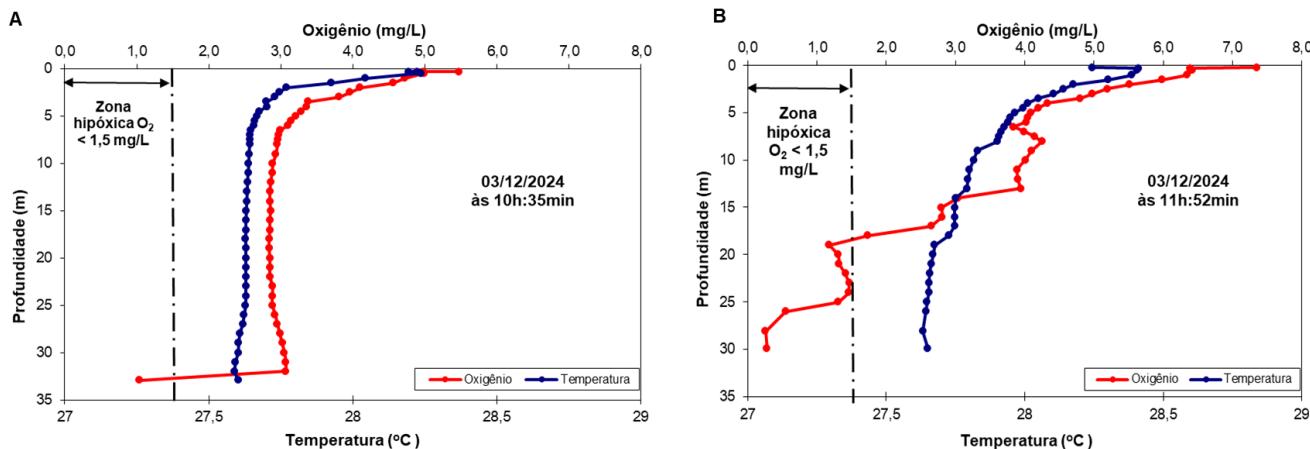
Em comparação com o ponto CTN-20, o CTN-100 exibiu concentrações de OD superficial ligeiramente inferiores. A estratificação vertical do oxigênio neste ponto mostrou-se mais abrupta, com o início da zona hipóxica sendo observado variando nos horários entre 6 e 10 metros de profundidade. Embora o comportamento geral seja similar ao do CTN-20, a magnitude da depleção em profundidade pareceu mais acentuada em alguns horários, indicando uma menor resiliência da coluna d'água à perda de oxigênio. Similarmente ao CTN-20, as concentrações de oxigênio no CTN-100 apresentaram elevada variabilidade (Figura 3).

Figura 3 – Análises nictemerais das concentrações de oxigênio em função da profundidade nos pontos CTN-20 (A) e CTN-100 (B).



Contrastando os dados observados no período chuvoso, o período seco revelou concentrações inferiores de OD na superfície, mas uma distribuição vertical de OD mais homogênea na coluna d'água, com a zona hipóxica iniciando-se próximo à profundidade máxima de ~33 m no ponto CTN-20 (Figura 4A) e aos ~20 m, no ponto CTN-100 (Figura 4B). Essa dinâmica possivelmente decorre de uma maior estabilidade térmica, marcada por estratificações menos pronunciadas em virtude de variações de temperatura da água mais amena promovendo maior solubilização do oxigênio na coluna d'água (Figura 4).

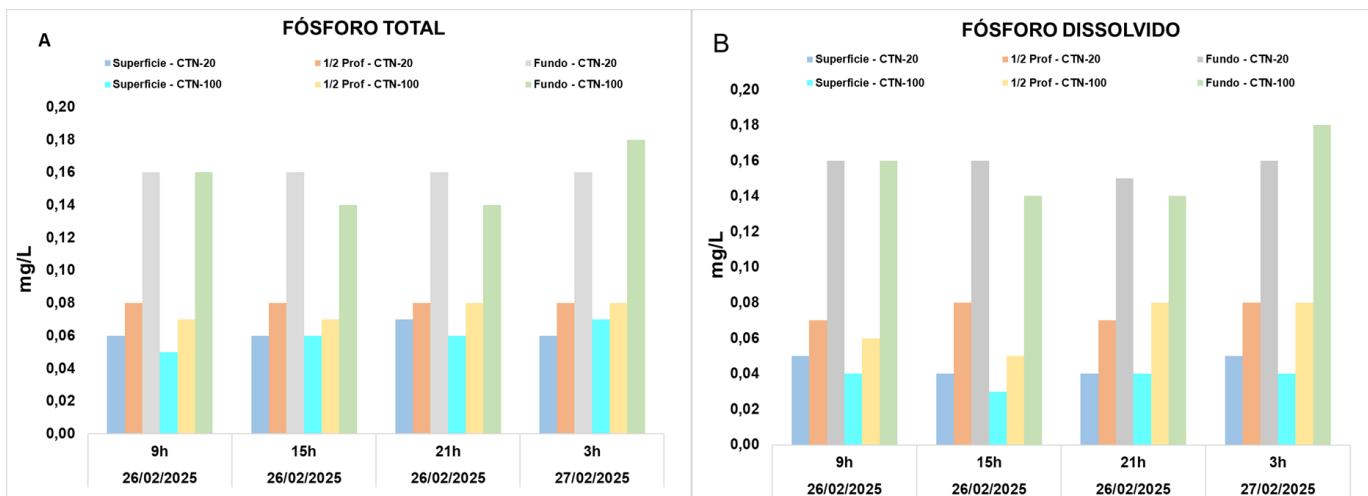
Figura 4 - Concentração de oxigênio dissolvido e temperatura em função da profundidade no ponto CTN-20 (A) e CTN-100 (B) durante o período seco de 2024.



As concentrações de fósforo nos pontos de amostragem revelam um perfil heterogêneo na coluna d'água, com um aumento consistente em direção às maiores profundidades. Essa distribuição vertical sugere uma possível ligação com as menores concentrações de OD (Chapra e Canale, 1991) encontradas nessas camadas; embora no presente estudo não se observem diferenças notáveis a concentração de fósforo entre os pontos CTN-20 e CTN-100. Adicionalmente, as concentrações de fósforo total demonstraram uma relativa estabilidade ao longo do ciclo nictemerai investigado, corroborando a observação de Lima Neto et al. (2022) de que, espacialmente, as concentrações de fósforo tendem a apresentar pouca variabilidade.

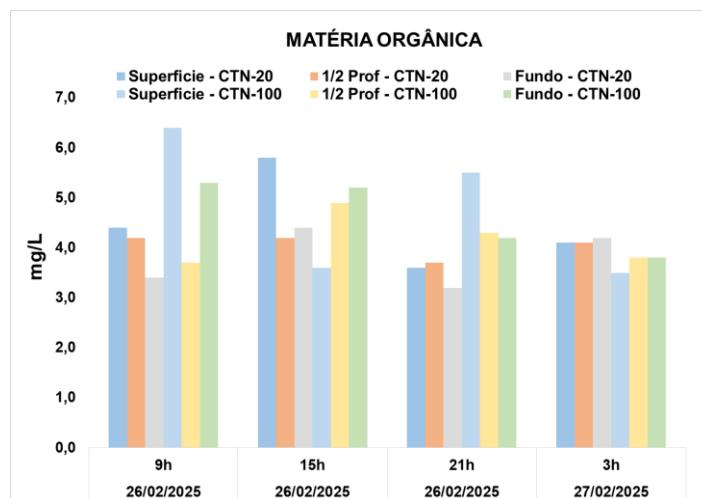
As concentrações de fósforo dissolvido superficiais foram ligeiramente menores no ponto da piscicultura (CTN-100) em comparação com o ponto a jusante da piscicultura (CTN-20) em todos os horários de coleta podendo ser resultado da assimilação mais rápida desse nutriente pelas algas e cianobactérias. De forma similar ao padrão observado para o fósforo total, o fósforo dissolvido no fundo do reservatório apresenta concentrações significativamente maiores nos dois pontos. As concentrações de fósforo dissolvido são discretamente menores do que as concentrações de fósforo total, no entanto no sedimento, todo fósforo está na forma dissolvida. A consistente maior concentração de fósforo total e dissolvido (Figura 5) nas camadas mais profundas pode estar relacionada aos processos de decomposição da matéria orgânica que sedimenta, liberando fósforo para a água intersticial e, posteriormente, para a coluna d'água próxima ao fundo. A menor disponibilidade de OD nas profundidades favorece a liberação de fósforo dos sedimentos (Lima Neto et al. 2022).

Figura 5 - Variação da concentração de fósforo total (A) e fósforo dissolvido (B) no ciclo nictemeral de qualidade da água, realizado nos pontos CTN-20 (barragem) e CTN-100 (piscicultura), na superfície, a meia profundidade e no fundo do reservatório Castanhão.



Os gráficos de matéria orgânica (MO) ao longo do ciclo nictemeral revela dinâmicas distintas em diferentes profundidades. No CTN-100, as 9h, as concentrações de MO na superfície e no fundo superam as do CTN-20. Essa relação se inverte ligeiramente às 15h, na coleta superficial no ponto CTN-20 e retorna ao padrão inicial às 21h, com maior homogeneidade observada às 3h. Essa variação sugere uma dinâmica de MO que pode estar sendo influenciada pela atividade fotossintética, especialmente no CTN-100. Em ambos os pontos, parece haver uma certa variabilidade nas concentrações de MO ao longo do dia e da noite, embora as tendências não sejam tão pronunciadas quanto as observadas para o OD. No CTN-100, pode-se notar um leve aumento da MO em algumas profundidades ao longo da noite, possivelmente relacionado à sedimentação de partículas orgânicas e à menor taxa de decomposição devido às menores concentrações de OD (Figura 6).

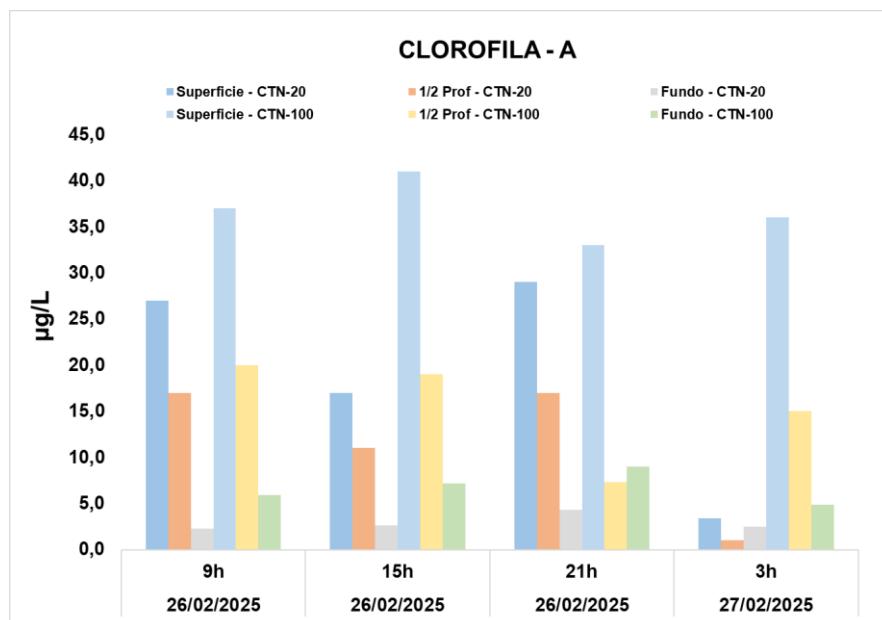
Figura 6 - Variação da concentração de matéria orgânica nas análises do ciclo nictemeral de qualidade da água, realizado nos pontos CTN-20 (Barragem) e CTN-100 (Piscicultura), na superfície, a meia profundidade e no fundo do reservatório Castanhão.



As concentrações de clorofila-a na superfície e no fundo demonstram ser visivelmente maiores no ponto CTN-100, em comparação com o CTN-20, em praticamente todos os horários

analisados, com exceção da meia profundidade às 21h. Apesar da disponibilidade de fósforo não apresentar diferenças significativas entre os pontos, a atividade de piscicultura no CTN-100 está claramente associada a uma maior produção primária, evidenciada pelas elevadas concentrações de clorofila-a, especialmente na superfície. Essa intensificada produção primária pode contribuir para os níveis mais altos de matéria orgânica observados no CTN-100. A comparação com a barragem do reservatório (CTN-20) ressalta o impacto da piscicultura no aumento da produtividade primária do ecossistema aquático (Figura 7).

Figura 7 - Variação da concentração de Clorofila (A) no ciclo nictemeral de qualidade da água, realizado nos pontos CTN-20 (barragem) e CTN-100 (piscicultura), na superfície, a meia profundidade e no sedimento.



Em relação as análises do sedimento observam-se que no período seco, as concentrações de fósforo variam significativamente entre os diferentes pontos de coleta. O ponto CTN-300 apresentou a concentração mais elevada (2.000,00 mg/kg), seguido por CTN-08 (1.530,00 mg/kg) e CTN-20 (1.100,00 mg/kg). Os pontos CTN-100 (498,00 mg/kg) e CTN-200 (485,00 mg/kg) exibem concentrações consideravelmente menores. Essa variabilidade espacial sugere diferentes fontes ou processos de acúmulo de fósforo nos diversos locais do reservatório durante o período seco, ou pode sugerir uma liberação de fósforo para a coluna d'água em virtude de baixas concentrações de oxigênio no sedimento. Já no período chuvoso, as concentrações de fósforo no sedimento, de maneira geral, apresentam uma tendência de aumento em comparação com o período seco em alguns pontos. Destaca-se o ponto CTN-20 com um aumento significativo (de 1.100,00 para 1.330,00 mg/kg) e CTN-200 (de 485,00 para 1.190,00 mg/kg). O ponto CTN-100 também mostra um aumento (de 498,00 para 566,00 mg/kg). Essa dinâmica pode indicar o início da liberação de fósforo do sedimento para a coluna d'água em alguns locais, enquanto em outros pode haver diluição ou outros processos atuando.

Observa-se um aumento no carbono orgânico total em alguns pontos como CTN-20 (de 2,32 para 2,68 % p/p) e CTN-200 (de 0,81 para 4,42 % p/p), enquanto em outros há uma leve diminuição ou estabilidade. O aumento pode ser devido ao aporte de matéria orgânica carreada pelas primeiras chuvas (Tabela 1).

Tabela 1- Parâmetros do sedimento analisados nos períodos seco (2024) e chuvoso (2025) no reservatório Castanhão.

| Parâmetros Sedimento | PERÍODO SECO | | | | | PERÍODO CHUVOSO | | | | |
|---------------------------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|-----------------|------------|------------|------------|-----------|
| | out-24 | | | | | fev-25 | | | | |
| | CTN 20 | CTN 100 | CTN 200 | CTN 300 | CTN 08 | CTN 20 | CTN 100 | CTN 200 | CTN 300 | CTN 08 |
| Sólidos (% p/p) | 22,40 | 47,10 | 62,30 | 10,20 | 19,20 | 19,60 | 34,60 | 13,70 | 11,00 | 16,80 |
| Fósforo (mg/kg) | 1.100,0 | 498,0 | 485,0 | 2.000,0 | 1.530,0 | 1.330,0 | 566,0 | 1.190,0 | 1.210,0 | 1.130,0 |
| COT* (% p/p) | 2,32 | 1,60 | 0,81 | 9,94 | 4,26 | 2,68 | 1,74 | 4,42 | 10,20 | 3,34 |
| Matéria Orgânica (% p/p) | 1,34 | 2,41 | 2,13 | 2,86 | 2,39 | 2,05 | 2,00 | 1,92 | 2,45 | 1,65 |
| pH | 7,33 | 7,10 | 7,28 | 7,39 | 7,11 | 5,71 | 5,27 | 4,01 | 4,15 | 4,47 |

Houve diminuição notável nos valores de pH em todos os pontos de coleta durante o período chuvoso, tornando o sedimento mais ácido. Essa diminuição do pH pode aumentar a solubilidade de algumas formas de fósforo retidas no sedimento, favorecendo sua liberação para a água. A porcentagem de sólidos geralmente diminuiu no início do período chuvoso, o que é esperado devido ao aumento do teor de água no sedimento.

O aumento das concentrações de fósforo no sedimento observado em alguns pontos (CTN-20 e CTN-200) no início do período chuvoso, juntamente com a diminuição do pH, reforça a ideia de que as mudanças nas condições ambientais com a chegada das chuvas podem desencadear processos de liberação de fósforo do sedimento para a coluna d'água. A acidificação do sedimento aumenta a solubilidade de fosfatos ligados a minerais como ferro e alumínio, tornando-os mais disponíveis para serem liberados (Patrick Jr. & Khalid, 1974). A variação nos teores de carbono orgânico total e matéria orgânica pode influenciar a dinâmica do fósforo no sedimento, pois a decomposição da matéria orgânica pode liberar fósforo, enquanto a presença de matéria orgânica também pode favorecer a retenção de fósforo em algumas formas.

CONCLUSÃO

O monitoramento do sedimento e da qualidade da água do reservatório revelaram que no período chuvoso o Castanhão apresentou estratificações térmicas acompanhadas de intensas estratificações químicas do oxigênio, resultando em um hipolímnio anóxico mais extenso. Com base nos parâmetros analisados, a área de piscicultura (CTN-100) demonstra ser a área mais impactada do reservatório, a introdução de nutrientes e matéria orgânica pela atividade leva a um aumento da biomassa do fitoplâncton, consequentemente, com maiores concentrações de clorofila, resultando em maiores demanda por oxigênio para a decomposição da matéria orgânica e maior turbidez na água.

No que tange as concentrações superficiais de fósforo total e dissolvido homogeneidade espaço-horizontal na camada superior da coluna d'água. Entretanto, na análise do perfil vertical revela-se um cenário distinto, com variações significativas, com destaque para maiores concentrações próximas ao sedimento durante o período chuvoso. Esse padrão reitera a influência do sedimento como uma fonte potencial de fósforo e a importância da dinâmica vertical, especialmente sob condições de maiores precipitações e menores concentrações de oxigênio próximo ao sedimento.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (2025). *Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos: Monitoramento Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos*. <http://www.hidro.ce.gov.br>, último acesso: 25 de abril de 2025.

CARPENTER, S. R.; CARACO, N. F.; CORRELL, D. L.; HOWARTH, R. W.; SHARPLEY, A. N.; SMITH, V. H. (1998) *Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen*. Ecological Applications, v. 8, n. 3, pp. 559-568.

CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P (1991). *Applied numerical methods with personal computers*. McGraw-Hill, pp 715.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (2015). Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br>, consultado em 25 de abril de 2025.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: <http://www.funceme.br/>. último acesso: abril 2025

LIMA NETO, I. E.; MEDEIROS, P. H. A.; COSTA, A. C.; WIEGAND, M. C.; BARROS, A. R. M.; BARROS, M. U. G. (2022). *Assessment of phosphorus loading dynamics in a tropical reservoir with high seasonal water level changes*. Science of the Total Environment, v. 815, p. 152875.

RAULINO, J. B.; SILVEIRA, C. S.; LIMA NETO, I. E. (2021) *Assessment of climate change impacts on hydrology and water quality of large semiarid reservoirs in Brazil*. Hydrological Sciences Journal, v. 67, n. 1, pp 1-16.

PATRICK JR., W. H., & KHALID, R. A. (1974). Phosphate release and sorption by soils and sediments: effect of aerobic and anaerobic conditions. *Science*, 186(4158), 53–55.
doi:10.1126/science.186.4158.53

ROCHA, M. J. D.; LIMA NETO, I. E. (2021). *Modeling flow-related phosphorus inputs to tropical semiarid reservoirs*. Journal of Environmental Management, v. 295, p. 113123.

ROCHA, M. J. D.; LIMA NETO, I. E. (2022) *Internal phosphorus loading and its driving factors in the dry period of Brazilian semiarid reservoirs*. Journal of Environmental Management, v. 312, p. 114983, 2022.

SMITH, V. H.; SCHINDLER, D. W. (2009). *Eutrophication science: Where do we go from here?* Trends in Ecology & Evolution, v. 24, n. 4, p. 201-207.

WIEGAND, M. C.; NASCIMENTO, A. T. P.; COSTA, A. C.; LIMA NETO, I. E. (2021). *Trophic state changes of semi-arid reservoirs as a function of the hydro-climatic variability*. Journal of Arid Environments, v. 184, p. 104321.

Agradecimentos: à Cogerh; ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e à EMBRAPA.