XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
XVIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS RESERVATÓRIOS DA BACIA DO RIO PIRANHAS INSERIDA NO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

Anthony Epifanio Alves[1]; Érika Alves Tavares Marques[2]; Tiago José de Barros Portela; Ariane Silva Cardoso[4]; Eduardo Ferreira do Couto ; Maria do Carmo Martins Sobral[6]

RESUMO
O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) tem ampliado a disponibilidade hídrica no semiárido nordestino, beneficiando reservatórios estratégicos da Paraíba. Este estudo analisou a variabilidade temporal e espacial da qualidade da água nos reservatórios Engenheiro Ávidos, São Gonçalo e Coremas–Mãe d'Água, utilizando dados do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Limnologia (PBA 22) entre 2009 e 2024. Foram avaliados parâmetros físico-químicos, como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total e sólidos dissolvidos totais, em comparação aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005. Os resultados indicaram elevada variabilidade dos parâmetros, associada às condições climáticas do semiárido, ao uso do solo e à dinâmica hidrológica do PISF. Fósforo total, nitrogênio total, turbidez, sólidos dissolvidos totais, oxigênio dissolvido e DBO apresentaram valores acima dos limites legais em diferentes campanhas. As elevadas concentrações de DBO indicaram aporte significativo de matéria orgânica, reforçando a importância do monitoramento contínuo para subsidiar a gestão e a conservação dos recursos hídricos da região.

ABSTRACT
The São Francisco River Integration Project (PISF) has increased water availability in the semi-arid region of Northeastern Brazil, benefiting strategic reservoirs in Paraíba State. This study analyzed the temporal and spatial variability of water quality in the Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, and Coremas–Mãe d'Água reservoirs using data from the Water Quality and Limnology Monitoring Program (PBA 22) collected between 2009 and 2024. Physicochemical parameters, including temperature, dissolved oxygen, pH, turbidity, biochemical oxygen demand (BOD), total nitrogen, total phosphorus, and total dissolved solids, were evaluated according to the standards established by CONAMA Resolution No. 357/2005. The results indicated high variability among the analyzed parameters, associated with the climatic conditions of the semi-arid region, land use, and the hydrological dynamics resulting from the PISF. Total phosphorus, total nitrogen, turbidity, total dissolved solids, dissolved oxygen, and BOD exceeded legal limits in different monitoring campaigns. High BOD concentrations indicated significant organic matter inputs, highlighting the importance of continuous monitoring to support the management and conservation of water resources in the region.

Palavras-Chave –Recursos hídricos; Semiárido brasileiro; Monitoramento ambiental.

1 UFPE, Avenida da Arquitetura, s/n. – Cidade Universitária – CEP: 50740-550 – Recife (PE), Brazil. E-mail: anthony.epifanio@ufpe.br
2 UFPE, Avenida da Arquitetura, s/n. – Cidade Universitária – CEP: 50740-550 – Recife (PE), Brazil. E-mail: erikatmbio@gmail.com
3 UFPE, Avenida da Arquitetura, s/n. – Cidade Universitária – CEP: 50740-550 – Recife (PE), Brazil. E-mail: tiago.portela@ufpe.br
4 SEE- PE, Av. Afonso Olindense, 1513 - Várzea, Recife - PE, 50810-900- Recife (PE), Brazil. E-mail: arianecardoso8@gmail.com
5 UFPE, Avenida da Arquitetura, s/n. – Cidade Universitária – CEP: 50740-550 – Recife (PE), Brazil. E-mail: eduardo.fcouto@ufpe.br
6 UFPE, Avenida da Arquitetura, s/n. – Cidade Universitária – CEP: 50740-550 – Recife (PE), Brazil. E-mail: maria.msobral@ufpe.br

INTRODUÇÃO

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional (PISF) desempenha papel estratégico ao ampliar a oferta de água para áreas vulneráveis do semiárido. Na Paraíba, as águas do projeto passaram a beneficiar as sub-bacias Piancó e Piranhas, contribuindo, desde 2017, para o abastecimento de municípios afetados pela seca. Entretanto, a eficácia do projeto depende de fatores como a gestão do uso do solo e a manutenção da qualidade da água (Cardoso *et al*., 2021).

Os rios e reservatórios são sensíveis às alterações ambientais e refletem as características naturais e antrópicas de suas bacias de drenagem. Entre os principais fatores que afetam a qualidade da água destacam-se as atividades agrícolas, devido ao uso de fertilizantes e agroquímicos, e a urbanização, responsável pelo lançamento de matéria orgânica e outros contaminantes. Na Bacia Piancó-Piranhas-Açu, a agricultura irrigada constitui uma das principais atividades econômicas, juntamente com os usos voltados ao abastecimento humano, indústria, pecuária e aquicultura (Menezes *et al.*, 2016).

Localizada na região semiárida do Nordeste, a Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental é a maior. Seu principal curso d'água é formado pela confluência dos rios Piancó e Piranhas, seguindo em direção ao Rio Grande do Norte, onde recebe contribuições dos rios Espinharas e Seridó, passando a ser denominado rio Açu até sua foz no Oceano Atlântico (ANA, 2018).

Monitorar a flutuação dos parâmetros de qualidade da água ao longo do avanço das obras e tempo de operação do PISF por meio de análises físico-químicas são fundamentais para auxiliar na compreensão dos impactos sobre os recursos hídricos receptores. Essas informações subsidiam ações de planejamento, gestão e conservação das bacias hidrográficas.

As informações sobre os possíveis impactos ambientais nos recursos hídricos relacionados ao PISF ainda são limitadas, especialmente nas áreas que receberam águas de diferentes bacias. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade temporal e espacial da qualidade da água em diferentes reservatórios ao longo da bacia do rio Piranhas situados na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu e que são beneficiados pelas águas do PISF com o intuito auxiliar na detecção de locais problemáticos facilitando as intervenções necessárias para a solução de possíveis problemas ambientais.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e estudo de caso, tendo como área de análise os reservatórios Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Coremas e Mãe d'Água, localizados no Sertão

paraibano, na região do Alto Curso do Rio Piranhas e na sub-bacia do Rio Piancó, juntos esses reservatórios configuram-se como fontes importantes de recursos hídricos para a região e auxiliam na regularização da vazão da bacia Piranhas-Açu.

O Reservatório Engenheiro Ávidos, localizado em Cajazeiras, possui capacidade máxima de 255 milhões de m³ e desempenha papel importante no abastecimento hídrico, na irrigação do perímetro de São Gonçalo e na regularização do Rio Piranhas (ANA, 2018). O Reservatório São Gonçalo, situado em Sousa, tem capacidade de 44,6 milhões de m³ e abastece os municípios de Sousa, Marizópolis, Nazarezinho e o distrito de São Gonçalo e abastece o perímetro irrigado de São Gonçalo (ANA, 2018).

O sistema Coremas–Mãe d'Água, localizado no município de Coremas, constitui um dos maiores complexos hídricos do Brasil, com capacidade total de 1,358 bilhão de m³, distribuída entre os reservatórios Coremas (720 milhões de m³) e Mãe d'Água (638,7 milhões de m³). O sistema beneficia 112 municípios do Sertão paraibano e é utilizado para abastecimento público, irrigação, geração de energia, atividades econômicas e turismo (ANA, 2018).

A área de estudo apresenta clima semiárido quente e seco, com temperaturas entre 23 °C e 30 °C com precipitação média anual de aproximadamente 900 mm refletindo as características climáticas típicas do semiárido nordestino.

Os dados da qualidade da água foram obtidos das campanhas de monitoramento realizadas pelo Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Limnologia inseridos no Programa Básico Ambiental 22 (PBA-22), que é desenvolvido através da parceria entre o Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR) e o Grupo de Gestão Ambiental (GGA) do Programa de Pós - graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) através da condicionante no processo de obtenção da Licença Prévia – LP 200/2005, expedida pelo IBAMA. Para este estudo, foram selecionados os dados físico-químicos monitorados em seis(06) estações de um total de 86 do PBA 22 (Tabela 01), referentes a 30 campanhas semestrais entre 2009 e 2024.

Tabela 1 - Estações de amostragem e sua localização referente ao Programa de monitoramento da Qualidade da Água e Limnologia (PBA 22).

Ponto	Local	Corpo d'água	Bacia	X	Y
Q36	Rio Piranhas - montante do remanso do açude Eng. Ávidos	Lótico	Piranhas	556241	9214654
Q37	Açude Engenheiro Ávidos	Lêntico	Piranhas	560442	9227740
Q38	Açude Engenheiro Ávidos - jusante	Lêntico	Piranhas	560413	9228194
Q39	Rio Piranhas - remanso do açude São Gonçalo	Lótico	Piranhas	571025	9240488
Q40	Açude São Gonçalo - Eixo	Lêntico	Piranhas	576314	9243284
Q42	Açude Coremas - Mãe d'Água - eixo	Lêntico	Piranhas	609454	9214066

Os parâmetros analisados foram: temperatura, oxigênio dissolvido (OD), pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total e sólidos dissolvidos totais. +Os resultados foram comparados aos padrões da Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, que define os limites para águas de classe 2, conforme a classificação da área de estudo definida pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA, 1988), com base na Resolução CONAMA 20/1986.

Para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), proposto pela *National Sanitation Foundation*, foi utilizada a Equação 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q\, q_i^{wi} \qquad \text{Equação(1)}$$

Onde: qi representa a qualidade do i-ésimo parâmetro, que é um número entre 0 e 100 obtido na respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida; wi é o peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que a soma de wi...n é igual a 1. Os valores de IQA são divididos em classes que expressam a qualidade da água (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de qualidade de água em função do IQA_{NSF}.

Valor	Classificação
79 < IQA ≤ 100	Ótima
51 < IQA ≤ 79	Boa
36 < IQA ≤ 51	Aceitável
19 < IQA ≤ 36	Ruim
IQA ≤ 19	Péssima

Para validação dos dados foram aplicados testes estatísticos. Neste sentido, a hipótese de normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparar se houveram diferenças significativas entre o período estudado foi aplicado o teste H de Kruskal Wallis, com nível de 5% de significância.

RESULTADOS

Os reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo estão situados no curso principal do Rio Piranhas e recebem água do PISF para regularização da vazão ao longo do curso do rio bem como são essenciais para o abastecimento humano e desenvolvimento das atividades agrícolas da região. O açude Coremas-Mãe D'Água fornece água para diversos usos consuntivos e não consuntivos, como

abastecimento público, irrigação, geração de energia elétrica, entre outros. Pertence a bacia do rio Piranhas mais não recebe água do PISF sendo explorada para fins turísticos e econômicos (ANA, 2018).

O uso e ocupação solo tem influência sobre o ecossistema, que podem ser benéficos ou não. A maioria dos empreendimentos agrícolas utilizam fertilizantes que em sua maioria são ricos em nitrogênio e fósforo, onde o uso e manejo inadequado podem refletir sobre a qualidade dos corpos hídricos da região (Garcia et al, 2021). Um outro fator importante é a descarga de efluentes nos corpos hídricos, trabalhos recentes de Portela et al (2025) indicam o lançamento de efluentes ao longo desses corpos hídricos. Ao longo do sistema hídrico formado pela calha do rio e seus reservatórios de regularização, denominado sistema Curema-Açu, desenvolvem-se diversos usos como irrigação difusa, irrigação em perímetros públicos, abastecimento humano, dessedentação animal, lazer, produção energética e aquicultura. Em 2012, a maior parte da bacia era ocupada por caatinga aberta (58,1%), seguida de caatinga densa (18,2%). As áreas ocupadas por irrigação, que fazem uso mais intensivo da água, abrangiam cerca de 54.385 hectares, o que representa 1,3% da área da bacia (Tabela 3 e Figura 1). A agropecuária é a principal atividade econômica da região, onde se destaca a pequena agricultura de subsistência de feijão, milho consorciado e a pecuária extensiva (CBH, s.d).

Tabela 3 - Padrões de uso e ocupação do solo na bacia em 2012.

Padrões de uso e ocupação	km²	%
Caatinga Densa	7.951	18,2%
Caatinga Aberta	25.364	58,1%
Solo Exposto	7.523	17,2%
Irrigação	544	1,3%
Agricultura	1.328	3,0%
Dunas	75	0,2%
Aquicultura / Salinas	120	0,3%
Petróleo	14	0,03%
Água	587	1,3%
Área Urbana	177	0,4%
Total	**43.680**	**100**

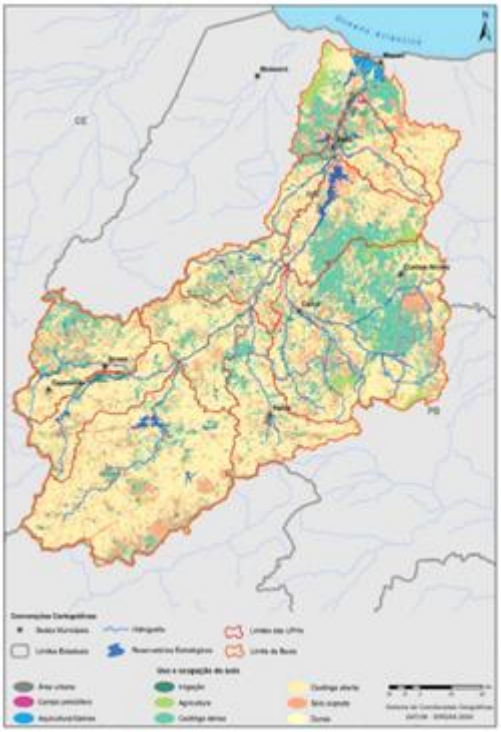


Figura 1 - Uso e ocupação do solo no entorno dos pontos de coleta. Fonte: ANA, 2018.

Fonte: ANA, 2018.

Os aspectos qualitativos de um corpo hídrico são reflexo do uso e ocupação da bacia de drenagem, que podem ser analisados por meio de parâmetros da qualidade da água (Esteves, 2011; Tundisi; Tundisi, 2008). A Figura 2 apresenta os gráficos de boxplots gerados a partir do período amostral dos parâmetros de qualidade de água. A oscilação observada de alguns parâmetros sugere a variabilidade no comportamento, podendo estar associado, principalmente, aos usos do solo em cada uma das bacias analisadas ou a dinâmica de vazões ou diluições geradas Apartir da operação do PISF.

Entre os parâmetros físico-químicos avaliados, fósforo total, nitrogênio total, sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) apresentaram valores que excederam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos d'água de Classe 2 (BRASIL, 2005).

Os valores de SDT ultrapassaram o limite permitido na estação Q36 durante as campanhas 13, 15, 17, 21, 23 e 27. Essa estação está localizada em um trecho lótico do rio Piranhas, característica que pode influenciar a dinâmica de transporte de materiais dissolvidos. Em relação à turbidez, foram observados valores acima dos padrões legais na estação Q36 durante as campanhas 21, 23, 26, 28 e 29; na estação Q37, na campanha 19; na estação Q39, nas campanhas 22, 29 e 30; e na estação Q42, na campanha 16.

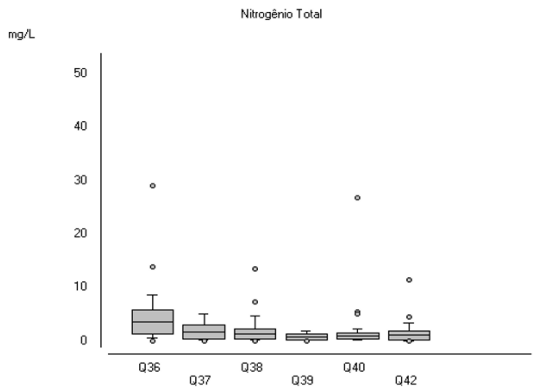
A DBO apresentou concentrações superiores ao limite de 5 mg L^{-1} de O_2 em todas as estações ao longo do período de monitoramento. Destaca-se a estação Q36, que registrou valor máximo de 289,30 mg L^{-1} de O_2 e permaneceu fora do padrão legal em todas as campanhas, com exceção da 1ª e da 7ª campanha.A região semiárida do Nordeste brasileiro caracteriza-se por apresentar elevada variabilidade espacial e temporal das precipitações. Nesse contexto, a seca desempenha papel determinante na qualidade da água, uma vez que pode aumentar o tempo de residência da água nos reservatórios e reduzir as taxas de renovação hídrica (Praxedes et al., 2023). Com a operação do PISF, os reservatórios contemplados passaram a apresentar uma nova dinâmica hidrológica, o que pode ter influenciado a qualidade da água ao longo do tempo.

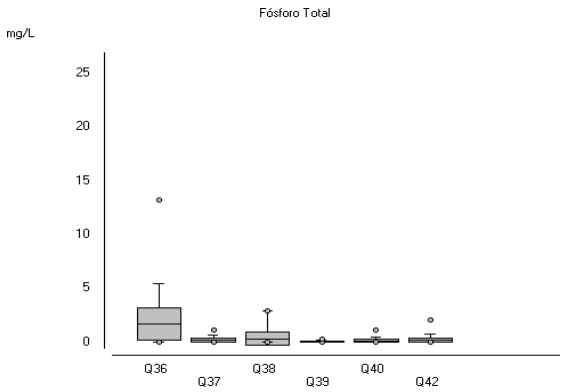
Quanto ao oxigênio dissolvido, parâmetro essencial para a manutenção da vida aquática, a maioria dos valores observados atendeu ao padrão mínimo de 5,0 mg L^{-1} estabelecido para corpos d'água de Classe 2. Entretanto, a estação Q39 apresentou concentrações i nferiores ao limite legal nas campanhas 25, 26, 27 e 30.

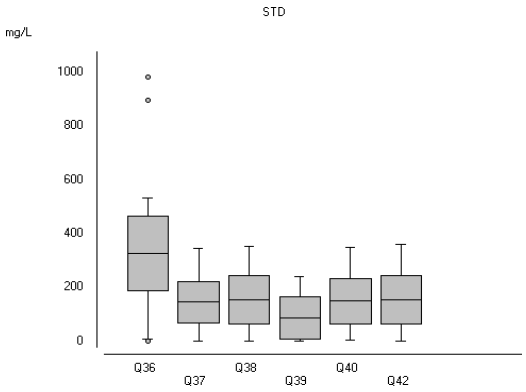
O pH apresentou comportamento predominantemente alcalino, excedendo o limite máximo permitido nas estações Q36, durante as campanhas 13, 17 e 23, e Q37, nas campanhas 18, 19 e 23. Em contrapartida, nas estações Q39 e Q40, foram registrados valores ácidos na 7ª campanha, inferiores ao limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Nas demais estações e campanhas, os valores oscilaram dentro da faixa permitida pela legislação.

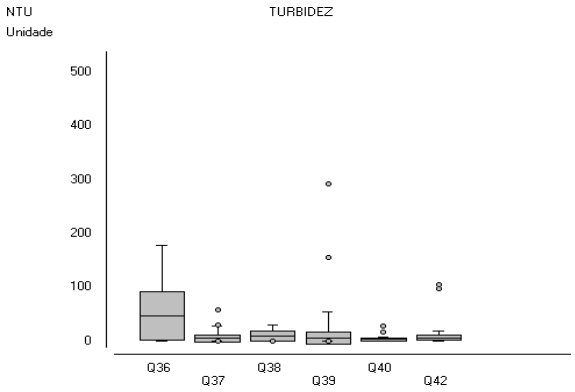
A temperatura da água variou entre 23,18 °C e 33,50 °C, ambos os extremos registrados na estação Q39. Além disso, a temperatura média permaneceu acima de 28 °C em todas as estações amostrais, refletindo as características climáticas da região semiárida estudada.

Durante o monitoramento a equipe de campo constatou a ocorrência de descarga de esgoto no ponto Q36, pesca artesanal e banhistas no ponto Q37, banhistas e sítio no ponto Q38, atividade agrícola, pesca artesanal e pecuária próximas ao ponto Q39, residências, irrigação, pesca artesanal no ponto Q40 e captação de água clandestina, linha de transmissão, residências, banhistas e pesca artesanal no ponto Q42, que se refletiram nos parâmetros ambientais monitorados. As cidades inseridas na Bacia do Piancó-Piranhas-Açu enfrentam déficits históricos de saneamento básico, recebendo assim a descarga de grande parte dos efluentes e resíduos industriais produzidos, esgotos domésticos e em alguns casos até sanitários devido à ausência de saneamento básico nos municípios ribeirinhos (AESA et al., 2007). A região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta elevada variabilidade de precipitação, e os períodos de seca influenciam diretamente a qualidade da água ao aumentar o tempo de residência e reduzir a renovação hídrica dos reservatórios (Praxedes et al., 2023).









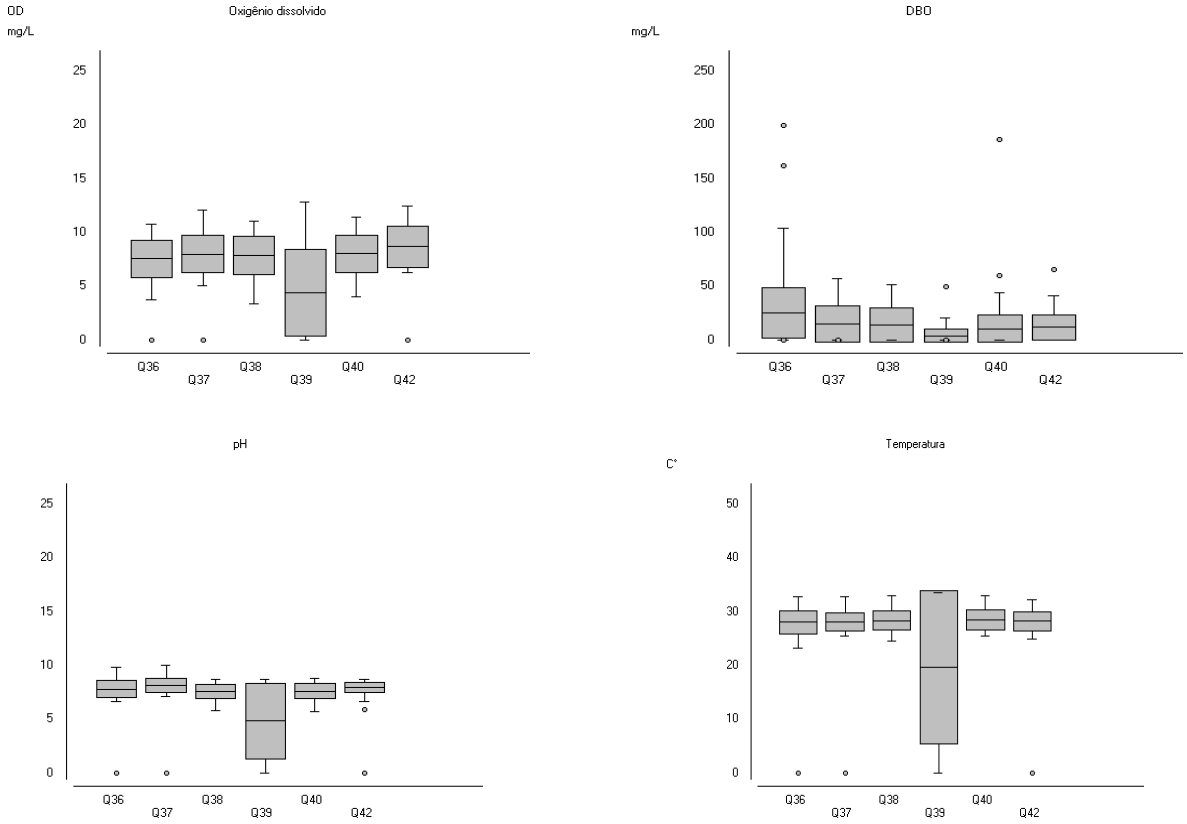


Figura 2 – Variação do nitrogênio total, fósforo total, sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH e temperatura (C°) analisados nas estações amostrais dos reservatórios Engenheiro Ávidos, São Gonçalo e Coremas Mãe d'agua.

O IQA da bacia do rio Piranhas variou de Ótima à Ruim durante o período de estudo. A classe Boa foi a que predominou na maior parte do tempo representando 52,69% das amostras, em seguida a classe Aceitável com 11,83%, a classe Ruim com 6,45% e a classe Ótima com 5,38% (Figura 3). Não houve registro de IQA Péssima em nenhum dos pontos monitorados. Os pontos Q36, Q37 e Q39 apresentaram IQA Ruim sendo influenciados pelas atividades antrópicas desenvolvidas na Bacia do Rio Piranhas. O PISF melhorou a qualidade da água e garantiu a disponibilidade hídrica. O IQA durante os períodos seco e chuvoso variou de Ruim à Ótimo.

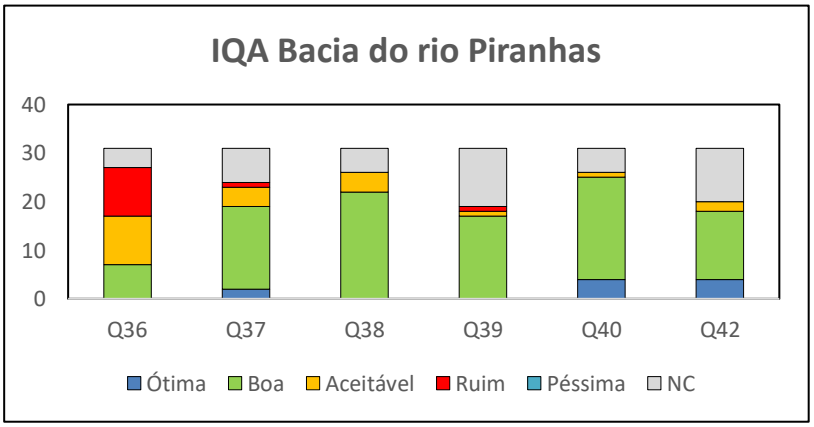


Figura 3 – Variação do IQA analisados nas estações amostrais dos reservatórios Engenheiro Ávidos, São Gonçalo e Coremas Mãe d'agua

Em reservatórios do semiárido, a elevada evaporação e as altas temperaturas favorecem o acúmulo de fósforo, a redução do nitrogênio por desnitrificação e o aumento do crescimento fitoplanctônico, intensificando processos de eutrofização (Esteves, 2011). A disponibilidade de nitrogênio e fósforo é um dos principais fatores que controlam a qualidade da água e a dinâmica ecológica desses ecossistemas (Rocha et al., 2019). Parâmetros como turbidez, sólidos dissolvidos, salinidade, condutividade elétrica, pH e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) são importantes indicadores da qualidade da água. O pH influencia a disponibilidade de nutrientes e a toxicidade de metais, enquanto a DBO reflete a carga orgânica proveniente de efluentes e atividades aquícolas (Esteves, 2011; Tundisi, 2008). Além disso, a estratificação térmica pode reduzir a circulação de nutrientes e oxigênio na coluna d'água, afetando a qualidade ambiental dos reservatórios (Souza et al., 2016). Dessa forma, o monitoramento contínuo é fundamental para subsidiar ações de gestão e conservação dos recursos hídricos do semiárido.

CONCLUSÃO

O monitoramento da Bacia do Rio Piranhas constatou alterações na qualidade de água provocadas pelas atividades antrópicas desenvolvidas na bacia. Com a operação do PISF, alterações na dinâmica hidrológica desses ambientes podem ter impactado suas características limnológicas. Entre os parâmetros físico-químicos avaliados, fósforo total, nitrogênio total, sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) apresentaram valores que excederam os limites estabelecidos pela Legislação. O IQA da bacia do rio Piranhas variou de Ótima à Ruim durante o período de estudo. O PISF melhorou a qualidade da água e garantiu a disponibilidade hídrica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FACEPE Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pelo apoio financeiro ao primeiro autor. Este subprojeto se encontra vinculado ao projeto de pesquisa universal Governança Adaptativa e Segurança Hídrica em Bacias Hidrográficas no Contexto da Emergência Climática no Nordeste do Brasil (Nº de processo 408231/2023-8).

REFERÊNCIAS

a) Livro

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. Ed. Oficina de Textos, 1ª ed., São Paulo, 632 p., 2008.

b) artigo

AESA et al. Levantamento Ambiental do Rio Piranhas-Açu Atividades Poluidoras ou Potencialmente Poluidoras. Set. 2007. Acesso em: https://www.aesa.pb.gov.br/assets/uploads/2024/09/doc_PA_08.pdf . Acesso em: 04.06.2026.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu: resumo executivo / Agência Nacional de Águas.** Brasília: ANA, 2018. 168p.

CARDOSO, A. S; MELO, A. dos S. R. de; MARQUES, A. E. T; CASÉ, M.; OLIVEIRA, C. R. de; SOBRAL, M. C. M. **Índice da sustentabilidade na Região do Submédio São Francisco, Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, V. 8, p. 1089-1108, 2021.

MENEZES, João Paulo Cunha; BITTENCOURT, Ricardo Parreira; FARIAS, Matheus de Sá; BELLO, Italoema Pinheiro; FIA, Ronaldo; DE OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho. **Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 519-534, jul./set. 2016.

Garcia, J. M., Silva, J, C., & Longo, R. M. **Relação entre uso e ocupação do solo e potenciais serviços ambientais em microbacia hidrográfica urbana.** Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS, , 10(1), 1-26, e17012. 2021. https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.17012.

Portela TJB, Sobral MCM, Mello Junior AV, Alves AE. **Avaliação das captações irregulares e lançamentos de águas residuais não tratadas no Rio Piranhas, Paraíba.** Revista de Departamento de Águas e Esgotos, v. 73, p. 01-13, 2025.

PRAXEDES, CF, LOPES, FB, ANDRADE, EM de., SILVA, TT da., BECKER, H. Avaliação de nitrogênio e fósforo em reservatórios superficiais da região semiárida do Brasil utilizando balanço de massa . **Revista Ciência Agronômica** , 54 , 2023. https://doi.org/10.5935/1806-6690.20230057

ROCHA, S.M.D; MESQUITA J.B.F; LIMA NETO, I.E.; Análise e modelagem das relações entre nutrientes e fitoplâncton em reservatórios do Ceará. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 54, p. 134-147, 2019.

SOUZA, F. F. C.; RIBEIRO, C. B.M.; FRAGOSO JÚNIOR, C. R.; OTENIO, M.H. Modelagem do regime térmico de um reservatório tropical de abastecimento público, Juiz de Fora, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Juiz de Fora, v. 11, n. 1, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br. Acesso em: 22 nov. 2024.