

Artigo:

ANÁLISE SAZONAL DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DO RESERVATÓRIO MUNDAÚ, URUBURETAMA (CE)

Seasonal analysis of physical-chemical parameters and water quality index of the Mundaú Reservoir, Uruburetama, CE

Análisis estacional de los parámetros fisicoquímicos y del índice de calidad del agua (ICA) del embalse de Mundaú, Uruburetama (CE)

Francisco Bruno Monte Gomes¹,
Neyane Ferreira Cruz²,
Mayara Carantino Costa³,
Marcus Vinicius Freire Andrade⁴

RESUMO

O presente estudo avaliou a influência da sazonalidade sobre os parâmetros físico-químicos e o Índice de Qualidade da Água (IQA) do reservatório Mundaú, localizado no município de Uruburetama (CE), pertencente à Bacia do Litoral, no período de 2015 a 2021. Foram analisados parâmetros como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total e fósforo total, com base em dados de monitoramento disponibilizados pela COGERH. Os resultados demonstraram influência significativa da sazonalidade na dinâmica da qualidade da água. A DBO apresentou maiores concentrações no período chuvoso, indicando um aumento da matéria orgânica associado ao escoamento superficial. Turbidez e sólidos dissolvidos totais também apresentaram variações relacionadas às chuvas, porém permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. O oxigênio dissolvido apresentou relação inversa com a DBO e foi influenciado pela temperatura da água. Já os nutrientes nitrogenados e fosfatados indicaram possível interferência antrópica, sobretudo em períodos secos, com concentrações de fósforo acima do limite permitido para águas de Classe 2. Os valores de IQA variaram entre as classificações “Boa” e “Ótima”, com melhores resultados observados nos períodos de estiagem. Conclui-se que a sazonalidade exerce influência direta sobre os parâmetros analisados, reforçando a importância do monitoramento contínuo e da adoção de medidas de gestão ambiental na bacia hidrográfica.

Palavras-chave: nitrogênio, qualidade de água, reservatório

ABSTRACT

1 Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

E-mail: bruno06gomes@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5703-627X>

2 Graduada em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará, campus Sobral (IFCE).

E-mail: neyaneferreira15@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6490-914X>

3 Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

E-mail: mayara.carantino@ifce.edu.br <https://orcid.org/0000-0003-1448-9292>

4 Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP).

E-mail: marcus.andrade@ifce.edu.br <https://orcid.org/0000-0002-0791-9197>

This study evaluated how seasonality affects physicochemical parameters and the Water Quality Index (WQI) of the Mundaú reservoir in Uruburetama (CE), part of the Coastal Basin, from 2015 to 2021. Parameters analyzed were pH, temperature, dissolved oxygen, turbidity, total dissolved solids, electrical conductivity, biochemical oxygen demand (BOD), total nitrogen, and total phosphorus, using monitoring data from COGERH. Results showed seasonality significantly influenced water quality dynamics. BOD concentrations were higher during the rainy season, indicating increased organic matter from surface runoff. Turbidity and total dissolved solids also varied with rainfall but remained within the limits of CONAMA Resolution No. 357/2005. Dissolved oxygen was inversely related to BOD and affected by water temperature. Nitrogen and phosphate nutrients suggested possible anthropogenic interference, mainly during dry periods, with phosphorus exceeding Class 2 water limits. WQI values ranged from "Good" to "Excellent," with better results during droughts. Seasonality directly influenced the analyzed parameters, highlighting the need for continuous monitoring and environmental management measures.

Keywords: nitrogen, reservoir, water quality

RESUMEN

Este estudio evaluó la influencia de la estacionalidad en los parámetros físicoquímicos y el Índice de Calidad del Agua (ICA) del embalse de Mundaú, ubicado en el municipio de Uruburetama (CE), perteneciente a la Cuenca Costera, de 2015 a 2021. Se analizaron parámetros como pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno total y fósforo total utilizando datos de monitoreo proporcionados por COGERH. Los resultados demostraron una influencia significativa de la estacionalidad en la dinámica de la calidad del agua. La DBO mostró concentraciones más altas durante la temporada de lluvias, lo que indica un aumento en la materia orgánica asociada con la escorrentía superficial. La turbidez y los sólidos disueltos totales también variaron en relación con la precipitación, pero se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la Resolución N° 357/2005 de CONAMA. El oxígeno disuelto mostró una relación inversa con la DBO y fue influenciado por la temperatura del agua. Los nutrientes de nitrógeno y fosfato indicaron una posible interferencia antropogénica, especialmente durante los periodos secos, con concentraciones de fósforo superiores al límite permitido para aguas de Clase 2. Los valores del Índice de Calidad del Agua (ICA) variaron de "Bueno" a "Excelente", observándose mejores resultados durante los periodos de sequía. Se concluye que la estacionalidad ejerce una influencia directa sobre los parámetros analizados, lo que refuerza la importancia del monitoreo continuo y la adopción de medidas de gestión ambiental en la cuenca.

Palabra-Chaves: nitrógeno, embalse, calidad del agua

INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial para a manutenção da vida na terra, sua ausência traz consequências à biodiversidade, aos ciclos do planeta e ainda ao desenvolvimento econômico, social e cultural (Tundisi; Matsumura, 2011).

Os recursos hídricos são utilizados sob diversas formas, seja no uso doméstico, industrial ou agrícola. No entanto, seu uso inadequado provoca alterações na quantidade e na qualidade, comprometendo tais usos. A qualidade desta para os mais diversos fins é indispensável, principalmente no abastecimento humano, este por sua vez tem sofrido muitas restrições decorrentes dos impactos sofridos pelos rios por meio de ações naturais e antrópicas nas quais alteram a qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano (Souza, *et al.*, 2014). Além disso, traz ainda uma série de consequências para a saúde da população, tendo em vista que várias doenças podem ser ocasionadas por veiculação hídrica, como cólera, febre tifóide, hepatite A e outras.

Portanto, é de extrema importância que, além de conservá-la e distribuí-la em condições de qualidade e quantidade aceitáveis, se verifique sempre sua vulnerabilidade em relação à atividade

316

**ANÁLISE SAZONAL DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)
DO RESERVATÓRIO MUNDAÚ, URUBURETAMA (CE)**

humana, buscando sempre sua conservação e auxiliando no gerenciamento, tendo sempre a bacia hidrográfica como um todo. Assim como Tundisi *et al.* (2008) ressaltam, deve haver interação entre a disponibilidade/demanda dos recursos hídricos, a população da bacia hidrográfica e a atividade econômica e social.

Na busca de um melhor gerenciamento dos recursos hídricos, a Lei 9.433/1997 estabelece que os Planos de Recursos Hídricos sejam elaborados por bacia hidrográfica, por estado e país. Além disso, cita o enquadramento dos corpos hídricos de acordo com seus usos preponderantes, no qual possibilita que a água seja compatível com seus usos mais exigentes e ainda diminui os custos de combate à poluição. Neste estudo o corpo hídrico se encaixa na Classe 2 - águas destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins etc. e ainda à aquicultura e a atividade de pesca, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

Parâmetros ambientais também são fatores importantes no diagnóstico e na avaliação da qualidade das águas, visto que, através de análises, pode-se realizar o comparativo com valores máximos permitidos já estabelecidos por legislação, a exemplo da Resolução CONAMA nº 357/2005, já citada, na qual “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências”. Câmara *et al.* (2019) ressaltam ainda que as análises físico-químicas são fatores determinantes na avaliação da qualidade das águas, pois evidenciam suas propriedades e avaliam seu grau de pureza.

Através de tais análises, pode-se perceber as alterações sofridas tanto pela ação antrópica quanto pela sazonalidade; esta última influencia diretamente, podendo, de acordo com cada parâmetro, apresentar valores mais altos em períodos de cheia e baixos na seca, por exemplo.

Diante disso, a presente pesquisa buscou avaliar os efeitos da sazonalidade nos parâmetros físico-químicos (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, DBO, nitrogênio e fósforo) do reservatório Mundaú, localizado na cidade de Uruburetama, Ceará, pertencente à Bacia do Litoral, no período de 2015 a 2021, e avaliar ainda sua qualidade por meio do Índice de Qualidade Ambiental (IQA).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A cidade de Uruburetama está localizada a 109,6 km da capital do Estado do Ceará, na região litorânea, com uma área de aproximadamente 99,40 km², formada principalmente por argissolos e neossolos. Possui clima tropical quente semiárido, temperaturas médias de 26 a 28°C com período chuvoso de fevereiro a abril (IPECE, 2023).

A região hidrográfica do litoral está localizada a noroeste do estado do Ceará entre as latitudes 4°10'55"S - 2°48'45"S e longitudes 40°12'30"W - 39°07'55"W, com área de aproximadamente 8.571,90 km² correspondendo a 6% do território cearense. Suas redes de drenagem são compostas pelos rios Arataiaçu, Mundaú, Trairi, Aracati-Mirim e Zumbi, possuindo ainda uma faixa litorânea de escoamento difuso (FLED) (DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO LITORAL, 2022). Engloba total ou parcialmente os seguintes municípios contidos no quadro 1.

Quadro 1 — Municípios participantes da Bacia do Litoral e sua área de abrangência

Município	Área de Abrangência
Acaraú	59,03%
Amontada	100,00%
Irauçuba	70,44%
Itapipoca	100,00%
Itarema	100,00%
Marco	7,64%
Miraíma	100,00%
Morrinhos	42,21%
Paraipaba	22,86%
Santana do Acaraú	28,82%
Sobral	51,05%
Trairi	99,91%
Tururu	80,55%
Umirim	7,90%
Uruburetama	87,94%

Fonte: Diagnóstico da Região Hidrográfica do Litoral (2022).

É composta por 6 açudes públicos com capacidade de acumulação total de 191.778.00 m³, 4 de pequeno porte <10 milhões de m³ e 3 reservatórios planejados para as regiões do Trairi, Pajé e Cruxati com respectivamente 58.800.000, 50.000.000, 47.000.000 m³ (DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO LITORAL, 2022).

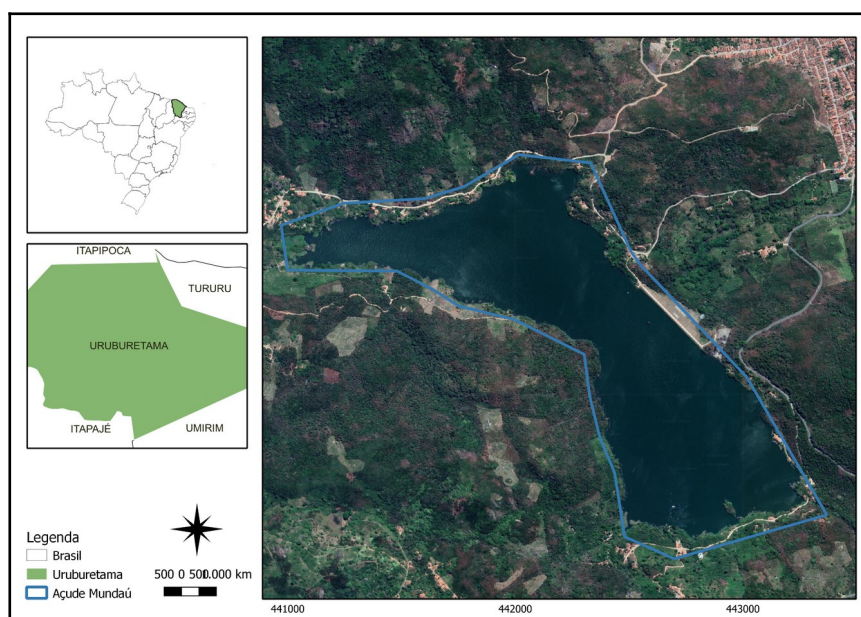
As variações climáticas dessa região estão diretamente associadas ao regime pluviométrico, quando próximo ao litoral há índices mais elevados e temperaturas mais estáveis, ou do relevo acidentado onde ocorrem precipitações orográficas que se somam a temperaturas mais baixas em virtude da altitude (DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO LITORAL, 2022). Quanto à hidrogeologia CPRM (1998), afirma haver três domínios, que são: rochas cristalinas, coberturas sedimentares e depósitos aluvionários.

A precipitação da região hidrográfica caracteriza-se pela sazonalidade, possui uma estação bem definida com início em dezembro e final em maio, ocorrendo principalmente nos períodos de fevereiro a abril (Moura-Fé, 2017).

As menores médias anuais ocorrem ao sul da região hidrográfica onde o clima é caracterizado por semiárido quente correspondendo a 600 mm/ano, próximo ao município de Irauçuba. As maiores ocorrem, em média, na região litorânea dos municípios de Itapipoca, Trairi, Amontada e Itarema com valores de 1.100 mm/ano (DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO LITORAL, 2022).

O açude Mundaú, localizado neste município e pertencente a bacia do litoral, foi construído em 1988 no qual barra o rio Mundaú, este por sua vez nasce na serra de Uruburetama, como também seu principal afluente, o rio Cruxati. A figura 1 mostra a localização da área de estudo.

Figura 1 — Área de Estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

OBTENÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA

Os valores atribuídos aos parâmetros foram obtidos através do monitoramento realizado pela COGERH, na qual realizou por volta de 4 análises por ano. Os dados foram solicitados oficialmente à Gerência da Bacia do Litoral.

Para efeito desta pesquisa foram considerados os dados no período de 2015 a 2021 a fim de observar a influência da sazonalidade nos parâmetros e calcular o Índice de Qualidade da Água.

Para o cálculo do IQA cada variável recebe um peso relativo entre 0 e 1 (Tabela 1), após a definição dos parâmetros e respectivos pesos uma curva de qualidade é traçada correlacionando sua concentração a uma nota entre 0 (pior nota) e 100 (melhor nota) (ANA, 2023).

Tabela 1 — Parâmetros de Qualidade de Água do IQA e seus respectivos pesos

Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e seus respectivos pesos	
Parâmetros de Qualidade da Água	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
Potencial Hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	0,10

Temperatura	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo Total	0,08

Fonte: ANA (2022).

O cálculo do IQA é feito através do produtório ponderado dos nove parâmetros, conforme a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

A = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

sendo n o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Neste estudo optou-se por utilizar o programa QualiGraf para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas. Esse foi desenvolvido em 2001 pelo Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME para fins internos e em 2002 foi posto à disposição do público. Em 2014 o programa passou por atualizações ampliando assim seu leque de ferramentas que são: balanço iônico, Classificação das águas pelos Sólidos Totais; Índice de Qualidade de Água – IQA; Diagrama de Piper; Análise de correlação entre os elementos e Estatísticas básicas e outras (FUNCEME, 2023).

321

*ANÁLISE SAZONAL DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)
DO RESERVATÓRIO MUNDAÚ, URUBURETAMA (CE)*

Após o cálculo, os valores do IQA podem ser classificados a partir de faixas entre ótima à péssima, conforme tabela 2 a seguir:

Tabela 2 — Faixas de IQA para o Ceará

Faixas de IQA para o Ceará	Avaliação da Qualidade da Água
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Razoável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte: ANA (2023)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Demanda Bioquímica de Oxigênio

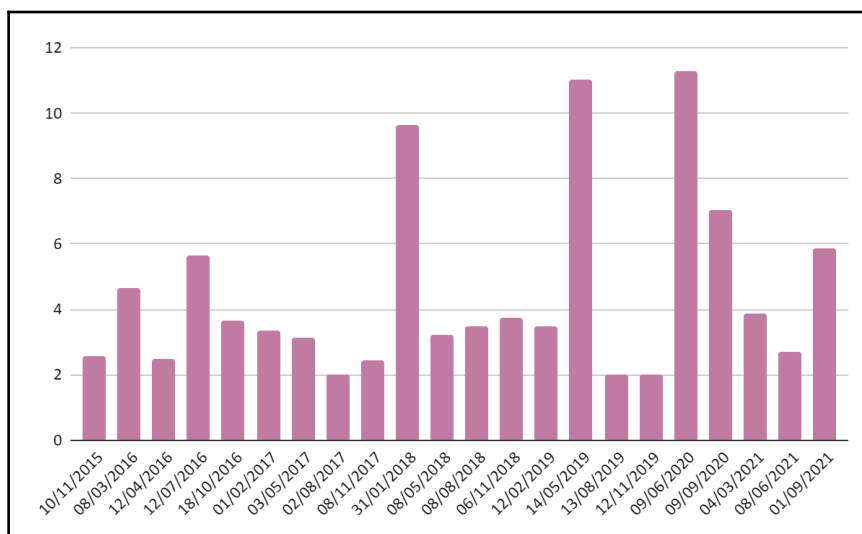
A DBO é um importante indicador na caracterização do grau de poluição de um corpo hídrico, pois, por meio dela, é possível conhecer a quantidade de oxigênio consumido para degradar a matéria orgânica presente no meio. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o valor máximo permitido de DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂. Neste estudo, observou-se, para o período chuvoso, máxima de 11,30 mg/L O₂ e mínima de 2,47 mg/L O₂; no período seco, máxima de 5,86 mg/L O₂ e mínima < 2,0 mg/L O₂. Nota-se que, em períodos chuvosos, os valores tendem a aumentar, como mostrado no Gráfico 1. Isso acontece devido ao arraste de materiais proporcionado pelas chuvas, e, mesmo com o aumento da vazão, não foi possível diminuir a concentração de DBO, indicando, assim, a presença de grande quantidade de matéria orgânica. Medeiros, Silva e Lins (2018), também encontraram valores de DBO maiores em período chuvoso quando comparados ao período seco.

Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos

Os sólidos são responsáveis por aumentar os níveis de turbidez nos ambientes aquáticos, principalmente em períodos chuvosos, por meio do carreamento de diversas partículas. Para o período chuvoso e seco os valores de turbidez apresentaram, respectivamente, máximo de 27,30 NTU, 25,60 NTU; mínimo de 1,49 NTU e 2,57 NTU, com média de 10,79 NTU. Para o mesmo período, os sólidos dissolvidos apresentaram valores máximos de 155,00 mg/L, 177,00 mg/L, mínimo de 87,00 mg/L e 92,00 mg/L. Ambos os parâmetros apresentaram conformidade com a

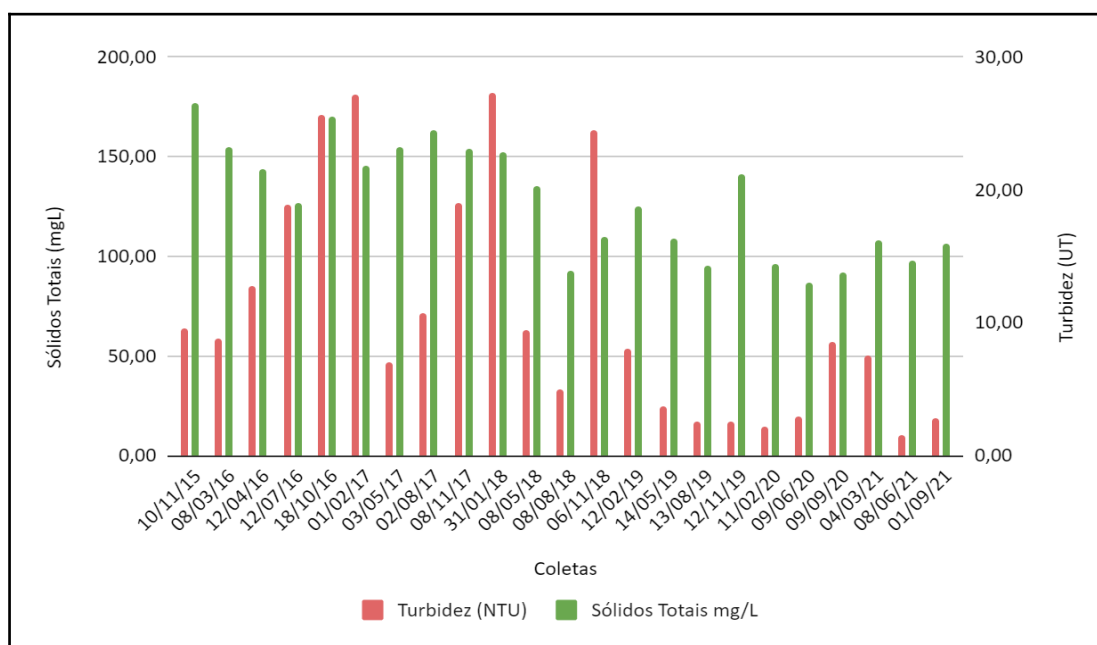
Resolução CONAMA nº 357/2005 na qual estabelece até 100 Unidades de Turbidez - UNT e 500 mg/l de sólidos dissolvidos totais. O gráfico 2 mostra as variações observadas nos parâmetros determinados.

Gráfico 1 — Variação da DBO



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Gráfico 2 — Variação da Turbidez e Sólidos Dissolvidos Totais



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Temperatura

Variações na temperatura dependem de fatores como a sazonalidade e o horário de coleta. Suas alterações advêm de fontes naturais ou antropogênicas e podem interferir na velocidade das reações químicas, atividades metabólicas e solubilidade de substâncias. Segundo a FUNASA (2014), ambientes aquáticos brasileiros apresentam temperaturas entre 20 e 30 °C. Para o período avaliado este apresentou valor máxima de 30,36 °C em fevereiro/2019 e mínima de 28,27 °C em Abril/2016; no período seco máxima de 28,57 °C em outubro/2016 e mínima de 25,65 °C em Agosto/2019 apresentando uma média de 28,72 °C.

Oxigênio Dissolvido

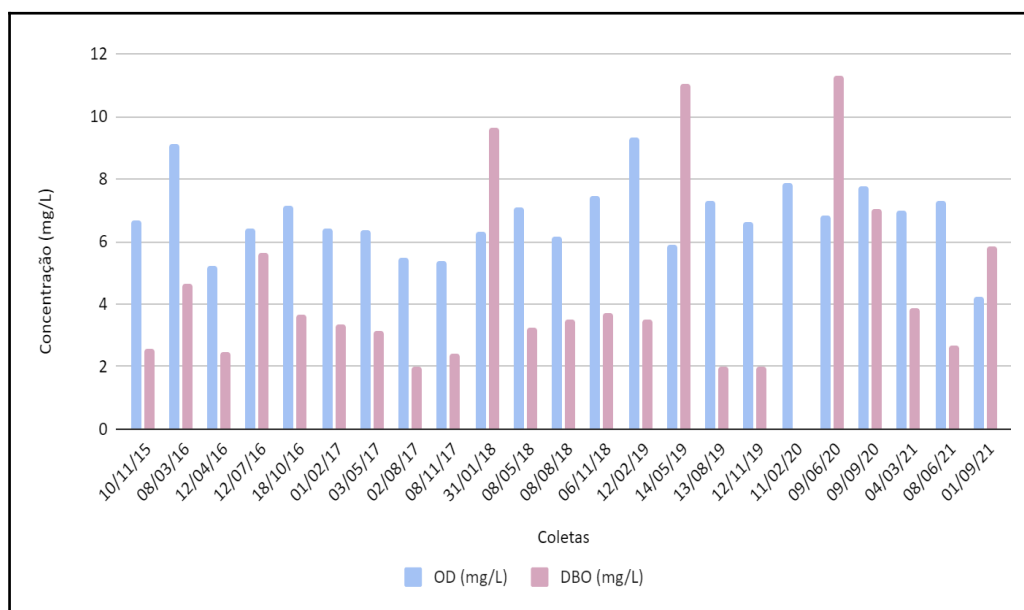
Já as concentrações de oxigênio dissolvido (OD) apresentaram em períodos de cheia valores máximo e mínimo, respectivamente, de 9,31 mg/L O₂ em Fevereiro/2019 e 5,2 mg/L O₂ em Abril/2016; no período de seca, máximo de 7,79 mg/L O₂ em Setembro/2020, mínimo de 4,21 mg/L O₂ em setembro/2021, com média de 6,76 mg/L O₂. Nota-se que, em setembro/2021, o valor obtido foi menor que o valor máximo permitido (não inferior a 5 mg/L O₂) estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Esta queda de valor pode estar relacionada ao aumento de matéria orgânica disponível, que, para ser degradada, consome o oxigênio disponível, que, para este período, apresentou DBO de 5,86 mg/L O₂ um pouco acima do permitido pela legislação citada, como mostrado no gráfico 3.

Fatores como a temperatura também podem causar alterações neste parâmetro, visto que, em baixas temperaturas, ele tende a ficar retido e mais concentrado e, ao elevar-se, o gás desprende-se do meio aquático (Amorim, 2017). Assim como ocorreu nos períodos de abril/2016 e setembro/2020, nos quais apresentaram temperaturas de 28,27 °C e 28,40 °C e OD de 5,2 mg/L O₂ e 4,21 mg/L O₂, conforme se observa no gráfico 4.

pH

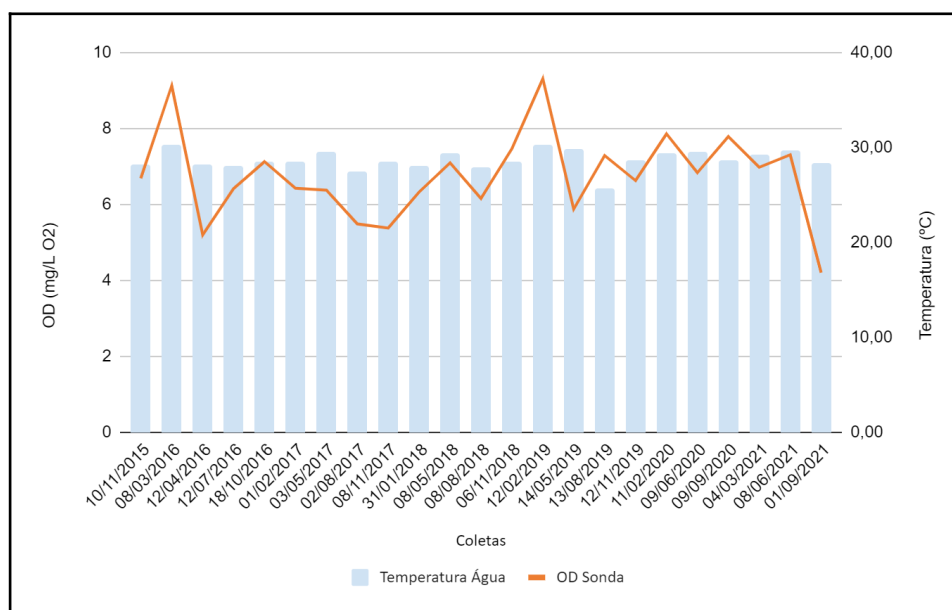
Alterações nos valores de pH podem ter origem natural ou antrópica, valores <7 (condição ácida) podem estar associados ao consumo de matéria orgânica, visto que nesse processo ocorre a formação de ácidos, e valores >7 (condição alcalina) estão associados ao aumento de compostos dissolvidos no corpo hídrico.

Gráfico 3 — Variação do Oxigênio Dissolvido em relação a DBO



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

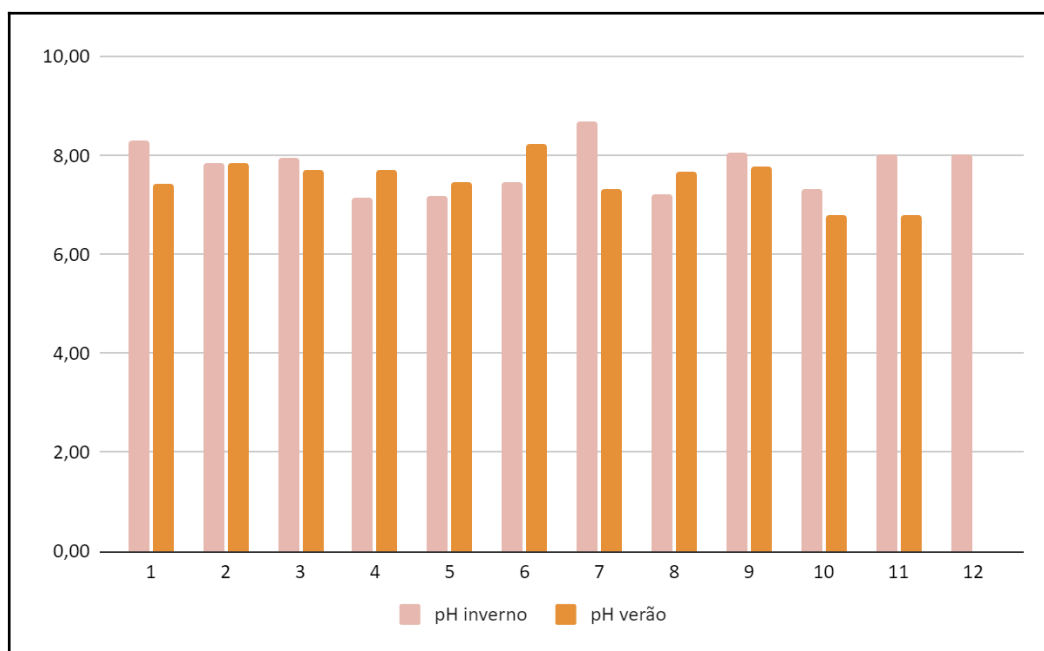
Gráfico 4 — Variação do Oxigênio Dissolvido em relação a Temperatura



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O pH apresentou média total de 7,7. No período de seca, máximo de 8,70 e mínimo de 7,16; e no período de cheia, máximo de 8,24 e mínimo de 6,79 (gráfico 5). Valores esses próximos aos encontrados por Silva (2017), que, para o período de cheia, variaram entre 6,2 e 8,76, sem valores em desconformidade.

Gráfico 5 — Variação do pH



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Condutividade Elétrica

Na legislação brasileira não há limites máximos para a condutividade elétrica, no entanto oscilações nos valores podem indicar contaminação no meio aquático por efluentes industriais ou assoreamento acelerado de rios por destruição da mata ciliar (Lôndero e Garcia, 2010). Baixas precipitações atrelados a evaporação podem favorecer o aporte de condutividade elétrica tendo em risco a salinização do meio assim como nos valores apresentados por Silva (2017), registrando 3420 $\mu\text{S}/\text{cm}$ valor estes resultantes da grande concentração de sais presentes no meio e baixo volume do reservatório. Mas na presente pesquisa, os valores encontrados em períodos de cheia foram máximos de 230 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mínimos de 152 $\mu\text{S}/\text{cm}$; no período seco, máximos de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mínimos de 149 $\mu\text{S}/\text{cm}$, apresentando média total de 178,49 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Nitrogênio Total e Fósforo

Para o parâmetro nitrogênio total, no período chuvoso houve máximas e mínimas de 1,41 mg N/L, 0,46 mg N/L, respectivamente. E no período seco máximas e mínima, respectivamente, de 2,19 mg N/L e 0,28 mg N/L.

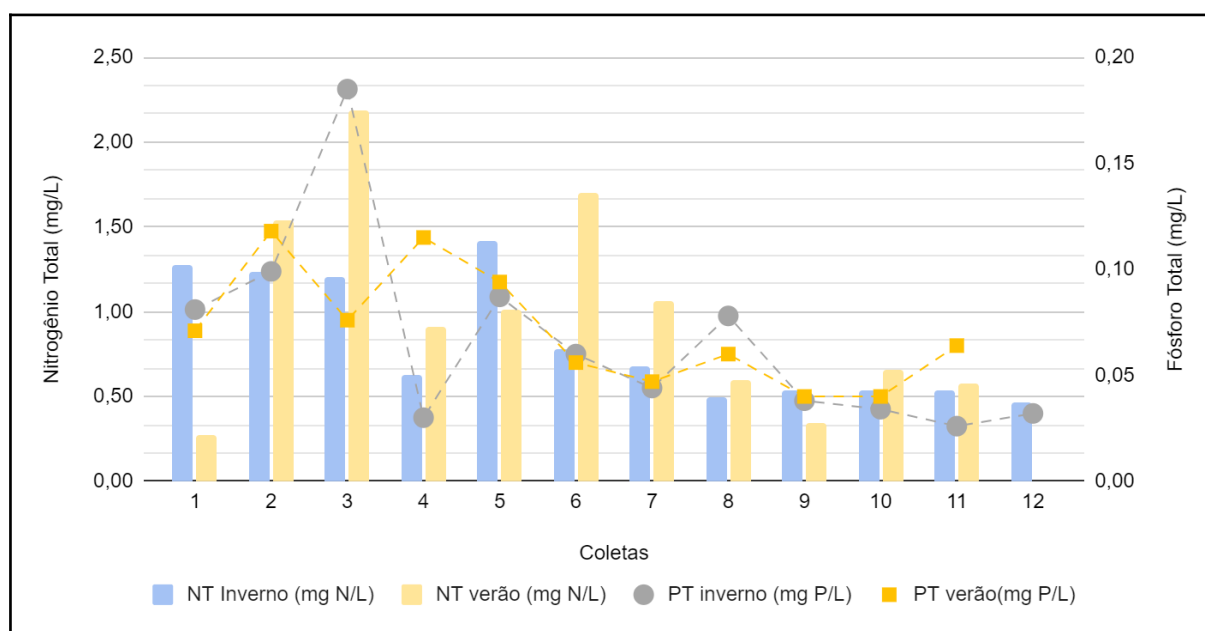
O fósforo apresentou, no período chuvoso, máxima de 0,185 mg P/L e mínima de 0,026 mg P/L; no período seco, máximo de 0,118 mg P/L e mínimo de 0,040 mg P/L. Conforme a portaria nº

357 do CONAMA, águas de classe 2 devem apresentar, para o fósforo, valor máximo permitido de 0,030 mg/L, diante disso pode-se perceber que alguns valores tanto do inverno quanto verão estão em desconformidade com o exigido.

Segundo Palácio *et al.* (2009), nitrato e fósforo aumentam no período chuvoso devido ao transporte de nutrientes ao longo da bacia hidrográfica. E ainda segundo a ANA (2023), o escoamento superficial constitui a principal fonte de poluição difusa no corpo hídrico. Vasco *et al.* (2011) comprovaram tais afirmações em sua pesquisa, na qual os maiores valores foram encontrados em períodos de cheia, decorrentes principalmente do deflúvio superficial.

No entanto, através do gráfico 6 pode-se perceber que os resultados aqui apresentados mostram que valores mais elevados predominaram no período de seca, indicando assim a presença de interferência antrópica.

Gráfico 6 — Variação Fósforo Total em relação ao Inverno e Verão



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

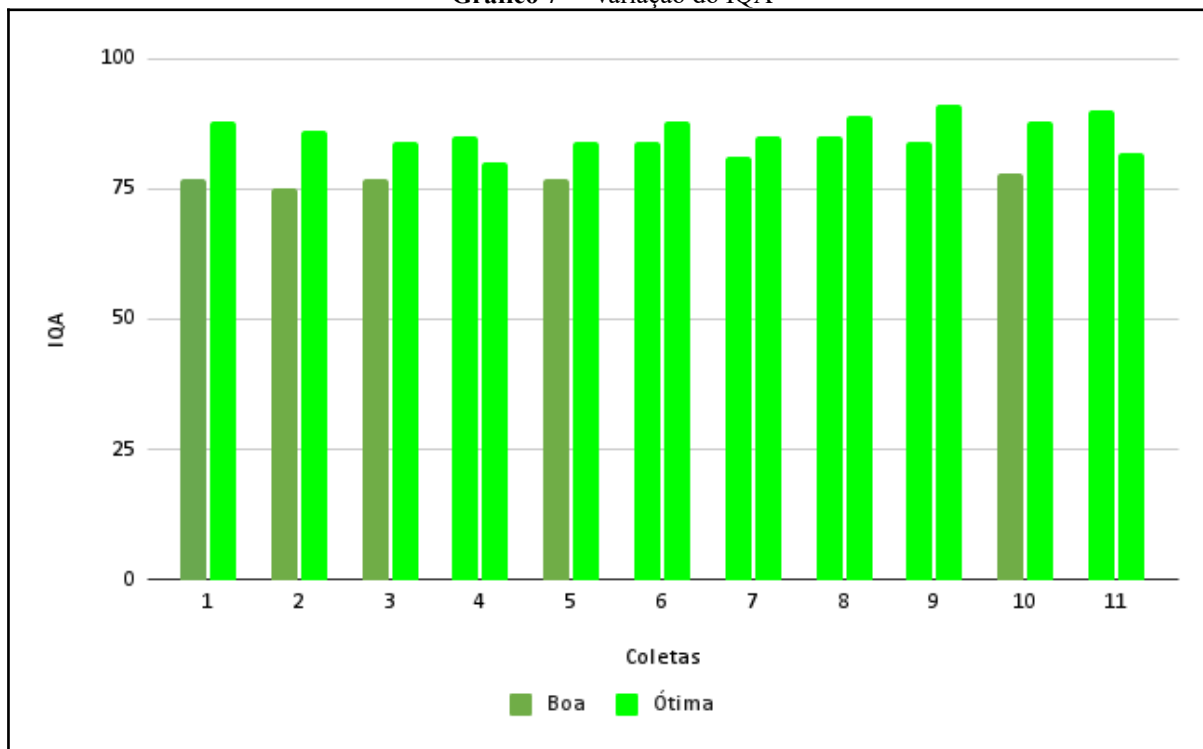
Índice de Qualidade da Água (IQA)

Os valores do IQA evidenciam a influência da sazonalidade nos dados. Em geral os valores calculados ficaram nas faixas entre “Boa” e “Ótima”. Os valores mais elevados foram encontrados no período de verão com máximo de 91, por outro lado os valores menores foram encontrados em

períodos de inverno em meses, geralmente, de maior precipitação (janeiro, fevereiro, março e abril). O gráfico 6 mostra as variações do IQA.

Além da turbidez e sólidos totais, parâmetros como coliformes fecais, fósforo total, oxigênio dissolvido e DBO também contribuíram na alteração dos dados. Para o período de março e abril de 2016 obteve-se valores de coliformes de 12,10 e 38,30 NMP/100mL respectivamente, este último apresentando oxigênio dissolvido de apenas 5,2 mg/L O₂. Em fevereiro/2017 o fósforo apresentou resultado de 0,185 mg P/L, ou seja, acima do recomendado por legislação e para coliformes 7,50 NMP/100 mL. Em janeiro/2018 apresentou 24,10 NMP/100 mL; 9,63 mg/L O₂ para DBO estando acima do valor máximo permitido. Oxigênio dissolvido correspondendo a 6,33 mg/L O₂ e o maior valor de turbidez do período analisado nesta pesquisa, 27,30 NTU.

Gráfico 7 —Variação do IQA



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

CONCLUSÃO

A análise das águas, seus parâmetros e variações são de extrema importância no estudo qualitativo, tendo em vista que, para que haja um bom desenvolvimento econômico e social, estas devem estar em qualidade aceitável para seu uso. Portanto, faz-se necessário o estudo dos parâmetros e fatores que possam interferir para que esta seja oferecida de acordo com o aceitável.

Neste estudo pode-se observar o quanto a sazonalidade influencia na mudança dos parâmetros físico-químicos. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) tende a ter valores maiores em períodos de cheia, aumento este provocado pelo arraste de materiais no qual mesmo com o aumento da vazão o processo de diluição não conseguiu êxito. No entanto, além do aumento de sedimentos, o corpo hídrico pode ter recebido contribuições por esgoto ou outras formas visto que os valores de nitrogênio e fósforo apresentaram valores mais elevados em períodos de seca.

Turbidez e sólidos dissolvidos totais também tendem a sofrer variações em períodos de cheia decorrente do processo de escoamento superficial, no entanto apresentaram valores coerentes com o máximo estabelecido por legislação. Os valores de oxigênio dissolvido demonstraram variações de acordo com a DBO disponível e temperatura da água, apresentando apenas um valor abaixo do permitido, decorrente da temperatura elevada, DBO um pouco acima do recomendado e pH ácidos. Este último por sua vez apresentou apenas um valor ácido em setembro/2021 e os demais, características alcalinas. Quanto à condutividade elétrica, deve-se ter atenção quanto à evaporação, pois esta pode influenciar na salinização do meio.

O Índice de Qualidade Ambiental, calculado a partir de parâmetros definidos, apresentou qualidade entre as faixas “Bom” e “Ótimo”, portanto adequado.

O monitoramento de qualidade das águas é de fundamental importância para que haja um bom desenvolvimento econômico, ambiental e social. Mas, além disso, preservar matas ciliares, realizar o tratamento adequado de esgotos, realizar um bom gerenciamento de resíduos e buscar alternativas menos agressivas ao meio ambiente para uso na agricultura são ações que podem evitar a poluição e a contaminação decorrentes de ações antrópicas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Diranneide Gomes; CAVALCANTE, Paulo Roberto Saraiva; SOARES, Leonardo Silva; AMORIM, Patrycia Elen Costa. Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 2, p. 251-259, 2017.

CÂMARA, J. C. S. *et al.* **Indicadores Físico-Químicos da Água de um Poço Artesiano Localizado na Zona Urbana na cidade de Remígio-PB.** Anais VI JOIN / Brasil - Portugal, Campina Grande: Realize Editora, 2019.

MEDEIROS, Waneska Maria Vasconcelos; SILVA, Carlos Ernando; LINS, Ruceline Paiva Melo. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. *Revista Ambiente & Água [online]*, Taubaté, v.13, n. 2, p. 1-17, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2054>>. Acesso em 23. ago. 2023.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. Planalto, cuesta, glint: a Geomorfologia da Ibiapaba Setentrional (região noroeste do Ceará, Brasil) (Planalto, cuesta, glint: the Geomorphology of the Northern Ibiapaba (northwestern region of Ceará, Brazil)). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 10, n. 6, p. 1846-1858, jul. 2017. ISSN 1984-2295.

PALACIO, H. A. Q. *et al.* Similaridade da qualidade das águas superficiais da Bacia do Curu, Ceará. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.39, n.9, p.2494-2500, dez, 2009.

SILVA, Euclides Miranda. **Avaliação da qualidade de água através de parâmetros físico-química da água bruta e pós-tratamento do açude de Sumé**. 2017. 51f. (Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia), Curso de Engenharia de Biosistemas, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – Paraíba – Brasil, 2017.

SOUZA, Juliana Rosa de. *et al.* **A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza**, v. 8, n. 1, p. 26-45, abr. 2014.

TUNDISI, J. G. *et al.* **Recursos Hídricos no Futuro: problemas e soluções**. Estudos Avançados, [S. l.], v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDISI, José Galizia.; MATSUMURA, Takako. **Recursos hídricos no Século XXII**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 1-328, 2011.

VASCO, Anderson Nascimento *et al.* Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, SP, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.