



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

LAYS GONÇALVES DE MIRANDA

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO AÇUDE JOSÉ RODRIGUES
LOCALIZADO NO DISTRITO DE GALANTE – PB**

**CAMPINA GRANDE - PB
2024**

LAYS GONÇALVES DE MIRANDA

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO AÇUDE JOSÉ RODRIGUES
LOCALIZADO NO DISTRITO DE GALANTE – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Sanitária e Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira

**CAMPINA GRANDE
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

M672m Miranda, Lays Goncalves de.

Monitoramento da qualidade de água do açude José Rodrigues localizado no Distrito de Galante – PB [manuscrito] / Lays Goncalves de Miranda. - 2024.

19 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia sanitária e ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT".

1. Recursos hídricos. 2. Qualidade da água. 3. Saúde pública. I. Título

21. ed. CDD 628.1

LAYS GONCALVES DE MIRANDA

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO AÇUDE JOSÉ RODRIGUES
LOCALIZADO NO DISTRITO DE GALANTE – PB

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Engenharia Sanitária e Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharela em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Aprovada em: 22/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado eletronicamente por:

- **Weruska Brasileiro Ferreira** (***.536.974-**), em **05/12/2024 08:59:19** com chave **5c2fcb18b30011ef83401a7cc27eb1f9**.
- **Ysa Helena Diniz Moraes de Luna** (***.366.244-**), em **05/12/2024 09:26:10** com chave **1c130c9eb30411ef81f106adb0a3afce**.
- **Carlos Antonio Pereira de Lima** (***.847.524-**), em **05/12/2024 14:42:18** com chave **462e68e4b33011ef8bf82618257239a1**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Folha de Aprovação do Projeto Final

Data da Emissão: 14/01/2025

Código de Autenticação: 3a0b8d



Ao meu querido e amado avô Epitácio
Fernandes de Melo (*in memoriam*) por acreditar
no meu potencial para com a área de exatas e
apoiar meus sonhos, DEDICO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1	Doenças de veiculação hídrica	7
2.2	Índice de Estado Trófico	7
3	METODOLOGIA.....	9
3.1	Área de estudo.....	9
3.2	Caracterização dos pontos de coleta de amostras	10
3.3	Análise das amostras	11
3.4	Determinação do índice de estado trófico (IET).....	12
3.5	Análises dos dados	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
	REFERÊNCIAS	17

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO AÇUDE JOSÉ RODRIGUES LOCALIZADO NO DISTRITO DE GALANTE – PB

MONITORING OF THE WATER QUALITY OF THE JOSÉ RODRIGUES DAM LOCATED IN THE DISTRICT OF GALANTE – PB

Lays Gonçalves de Miranda¹
Weruska Brasileiro Ferreira²

RESUMO

O monitoramento da qualidade da água é uma prática essencial para garantir a saúde pública, especialmente quando é utilizada para algum fim (irrigação, dessedentação animal, lazer, pesca, consumo humano). Dessa forma, este estudo avaliou a qualidade de água do Açude José Rodrigues, corpo hídrico doce de classe 2, localizado no Distrito de Galante, município de Campina Grande, Paraíba. Objetivou identificar as possíveis fontes contaminantes e associá-los a potenciais impactos na saúde da população. Diante disso, foi realizado o monitoramento da qualidade da água em três pontos ao longo do açude, os quais foram submetidas a análises físico-química e microbiológica (OD, pH, cor aparente, cor verdadeira, turbidez, condutividade elétrica, SDT, DQO, dureza, alcalinidade, fósforo total, fósforo reativo solúvel, clorofila-a e *Escherichia coli*), no período de dez semanas, nos meses de setembro a novembro de 2024. Os resultados demonstraram que o corpo hídrico apresenta alguns parâmetros desconformidade com os valores estabelecidos para a sua classe conforme o CONAMA 357/2005, tornando-o inadequado para consumo humano direto devido à presença de altos níveis de sais, elevada concentração de fósforo e a presença de contaminação microbiológica. Por seu turno, o açude José Rodrigues foi classificado como hipertrófico, devido a alta concentração de fósforo.

Palavras-Chave: monitoramento; qualidade de água; saúde pública; consumo humano; recursos hídricos, diagnóstico ambiental; índice de estado trófico.

ABSTRACT

Water quality monitoring is an essential practice to ensure public health, especially when water is used for specific purposes (irrigation, animal watering, recreation, fishing, or human consumption). This study evaluated the water quality of the José Rodrigues Reservoir, a Class 2 freshwater body located in the Galante District, Campina Grande, Paraíba, Brazil. The objective was to identify potential contaminant sources and associate them with possible health impacts on the population. To this end, water quality monitoring was conducted at three points along the reservoir, with physical-chemical and microbiological analyses performed (DO, pH, apparent color, true color, turbidity, electrical conductivity, TDS, COD, hardness, alkalinity, total phosphorus, soluble reactive phosphorus, chlorophyll-a, and *Escherichia coli*). Monitoring took place over ten weeks, from September to November 2024. The results showed that the water body exhibits some parameters non-compliant with the values established for its class according to CONAMA 357/2005, making it unsuitable for direct human consumption due to high salt levels, elevated phosphorus concentrations, and microbiological contamination.

¹ Graduanda do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). lays.miranda@aluno.uepb.edu.br.

² Profa. do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). weruska_brasileiro2020@servidor.uepb.edu.br.

Furthermore, the José Rodrigues Reservoir was classified as hypertrophic due to its high phosphorus concentration.

Keywords: monitoring; water quality; public health; human consumption; water resources; environmental diagnosis; trophic state index.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para subsistência humana, ademais a ação humana e fenômenos naturais implicam na sua qualidade. O estudo da qualidade da água é fundamental, tanto para se caracterizar as consequências de uma determinada atividade poluidora, quanto para se estabelecer os meios para que se satisfaça determinado uso da água (Von Sperling, 2014).

Os reservatórios superficiais são acometidos principalmente pelo fenômeno da eutrofização, resultante do aumento de nutrientes no meio, tendo como os principais indicativos as análises de fósforo e clorofila-a. As fontes hídricas superficiais é o meio que mais sofre com a degradação antrópica, uma vez que se pode utilizar para abastecimento ou esgotamento; estas atividades altera o quadro da biota e física do reservatório e assim compromete a sua qualidade.

A eutrofização é amplamente associada à contaminação por nutrientes provenientes de atividades humanas, como o uso de fertilizantes e o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento (Carvalho *et al.*, 2017). Esses fatores aumentam as concentrações de fósforo e nitrogênio, criando um ambiente favorável para a proliferação de algas e comprometendo a qualidade da água.

Os corpos hídricos próximos às áreas urbanas merecem atenção especial em virtude da poluição difusa e de lançamentos de águas residuais de forma concentrada, prejudicando os múltiplos usos da água (Amaral *et al.*, 2003; Viana; Freitas; Giatti, 2016; Forgiarini; Pachaly; Favaretto, 2018). Outrossim, a poluição é precursora de proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Por sua vez, a qualidade da água reflete de forma direta na saúde dos seus usuários. Historicamente, muitos são os casos de doenças por veiculação hídrica, ressaltando o caso de cólera ocorrido em Londres na década de 1850. O médico John Snow, considerado o pioneiro de estudos epidemiológicos, mapeou uma determinada área e constatou que ao redor de uma bomba d'água concentrava-se um número significativo de casos de cólera. Ou seja, o estudo foi fundamental para compreender-se que a água contaminada é um potencial disseminação e proliferação de doenças.

Atualmente a preocupação, está voltada para a qualidade da água para consumo humano, uma vez que o desenvolvimento das cidades e o aumento populacional acabaram influenciando diretamente no aumento da poluição e degradação dos recursos naturais (Glória; Horn; Hilgemann, 2017).

Nesta perspectiva, o açude José Rodrigues, localizado no Distrito de Galante pertencente à cidade de Campina Grande, Paraíba é um reservatório utilizado para algumas práticas como agricultura, aquicultura e turismo. No período de seca, é comum observar caminhões pipas abastecendo para transportar aos consumidores. No Brasil, o déficit de cobertura de sistemas de tratamento de água e esgoto na zona rural é grande, aproximadamente 67% da população capta água de fontes alternativas, que, geralmente, são inadequadas para consumo humano, e 66% lançam os dejetos em fossas rudimentares ou diretamente no solo ou nos cursos d'água (Carvalho *et al.*, 2017).

Ademais, entre 2008 e 2009, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) emitiu um relatório contendo a classificação do Açude José Rodrigues mediante o cálculo do índice de qualidade da água (IQA), apresentou valor igual a 75,99,

classificado como boa (AESAs, 2008). Esse índice permite classificar a água mediante determinação de parâmetros como: Oxigênio dissolvido; coliformes termotolerantes; pH; demanda bioquímica de oxigênio (DBO); temperatura da água; nitrogênio total; fósforo total; turbidez; resíduo total.

Embora o Açude José Rodrigues não seja usado para abastecimento direto de água potável, ele tem uma grande importância para o Distrito de Galante-PB, sendo essencial para atividades como irrigação, dessedentação animal e pesca. Mesmo assim, a qualidade da água não pode ser ignorada, já que ela influencia indiretamente a saúde das pessoas e o equilíbrio dos ecossistemas locais. A contaminação da água pode afetar alimentos irrigados e contribuir para a disseminação de doenças de origem hídrica. Como destacam Carvalho *et al.* (2017), mesmo quando a água não é consumida diretamente, a presença de indicadores microbiológicos como a *Escherichia coli* (*E. coli*) que serve como um alerta importante, aponta riscos tanto a saúde pública quanto para o meio ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo monitorar a qualidade de água e indicar o índice de estado trófico (IET) do Açude José Rodrigues, a fim de avaliar os impactos que este manancial pode proporcionar aos usuários desse recurso hídrico, uma vez que o corpo hídrico é uma alternativa para consumo das residências que o circundam.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Doenças de veiculação hídrica

De acordo com Carvalho *et al.* (2017), cerca de 60% das internações hospitalares no Brasil estão relacionadas a doenças de veiculação hídrica, geralmente associadas à falta de saneamento básico e à qualidade inadequada da água. Sendo assim, leva-se em consideração que não somente a água contaminada ingerida afetará a saúde humana, como também os usos para irrigação e atividades recreativas.

O alinhamento entre as questões ambientais e de saúde pública da população, item preconizado na Lei 11.445, de 05/01/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, é considerado um fator fundamental, uma vez que o acesso aos serviços de saneamento e a universalização dos níveis de atendimento são considerados itens materiais mínimos necessários à promoção da saúde e à qualidade de vida Brasil, 2007; Minayo, Hartz, Buss, 2000; Quevedo, Paganini, 2011.

Este cenário é relevante no entorno do Açude José Rodrigues, cujo a água *in natura* é utilizada para dessedentação animal, atividades rurais e recreativas. Mediante isso, parâmetros que destoam dos padrões previstos na Resolução CONAMA 357/2005 e na COAMA 430/011, oferecem risco a saúde e ao meio ambiente.

2.2 Índice de Estado Trófico

Os açudes são corpos hídricos superficiais, suscetíveis a ação do homem, logo sujeito a impactos. Percebe-se a ocorrência do fenômeno da eutrofização que é um processo de enriquecimento excessivo de nutrientes com valores altos de fósforo e nitrogênio no meio. Em decorrência disso, compromete a qualidade da água que pode ocorrer a perda da biodiversidade. A água da chuva pode influenciar tanto na diluição quanto no aumento da concentração de poluentes nos corpos hídricos, dependendo das características da bacia hidrográfica e de seu estado de preservação/ocupação (Silva *et al.*, 2018).

Sendo assim, utiliza-se o Índice de Estado Trófico, o qual classifica a água em classes, para avaliar o grau de trofia do corpo hídrico e monitorar o risco de eutrofização. Segue a tabela

contendo as características das classes de estado trófico mediante resultado da seguinte Equação 1:

$$IET = 10 \times \left[6 - \left(1,77 - 0,42 \times \frac{\ln PT}{\ln 2} \right) \right] \quad (1)$$

Quadro 1 – Classe de estado trófico e suas características principais

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
= 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água.
47 < IET = 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET = 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET = 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET = 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
> 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

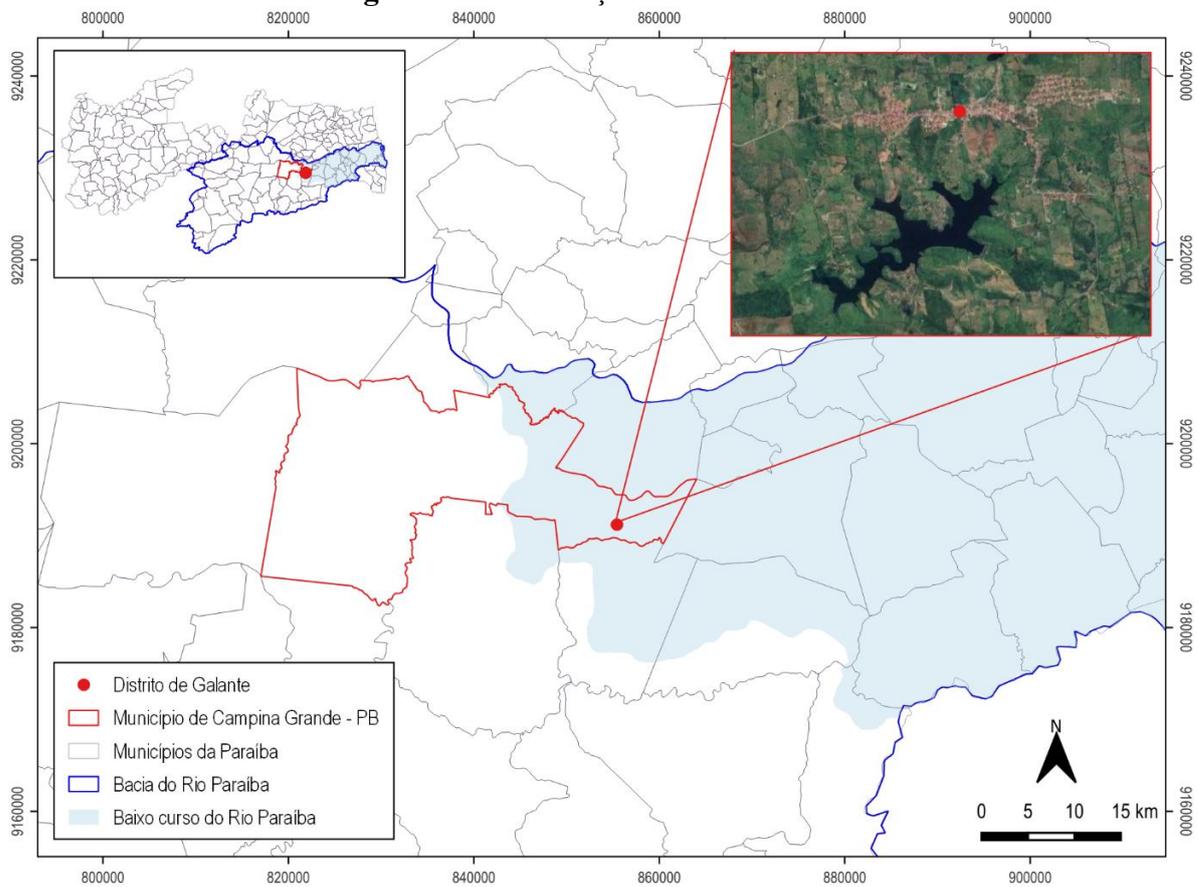
Fontes: CETESB (2007); Lamparelli (2004).

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

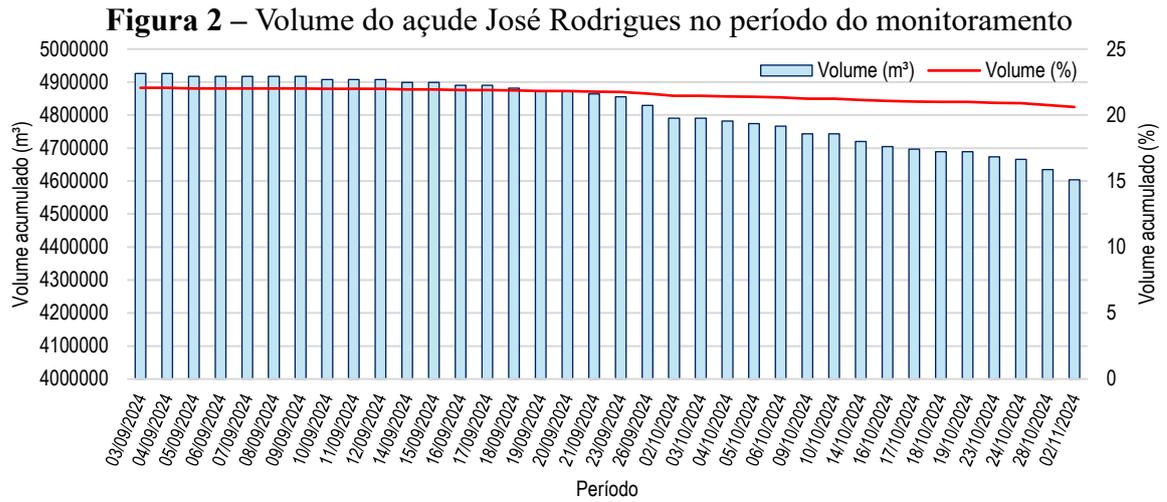
O reservatório de estudo é o açude José Rodrigues, localizado no Distrito de Galante, Campina Grande, Paraíba, no semiárido brasileiro (Figura 1). O açude está próximo da área mais adensada do Distrito de Galante, que apresenta uma população de aproximadamente 10 mil habitantes (IBGE, 2010). Por seu turno, o serviço de abastecimento do distrito é realizado pelo sistema de abastecimento e água de Campina Grande, por meio do manancial Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, Paraíba, alto curso da Bacia do Rio Paraíba.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

O açude está localizado na região do Baixo Curso do Rio Paraíba, com capacidade de acumulação de 22.332.348,00 m³, apresentado no decorrer da pesquisa um volume acumulado de aproximadamente 20% de sua capacidade máxima, como pode ser visto na Figura 2. Segundo banco de dados da Agência Executiva de Gestão das águas da Paraíba (AESAs), as outorgas de uso dos recursos hídricos desse reservatório estão apenas relacionadas a atividades de irrigação e aquicultura (AESAs, 2024). Além disso, esse corpo hídrico é enquadrado como Classe 2 conforme a Diretriz nº 205/1988 da SUDEMA (SUDEMA, 1988).

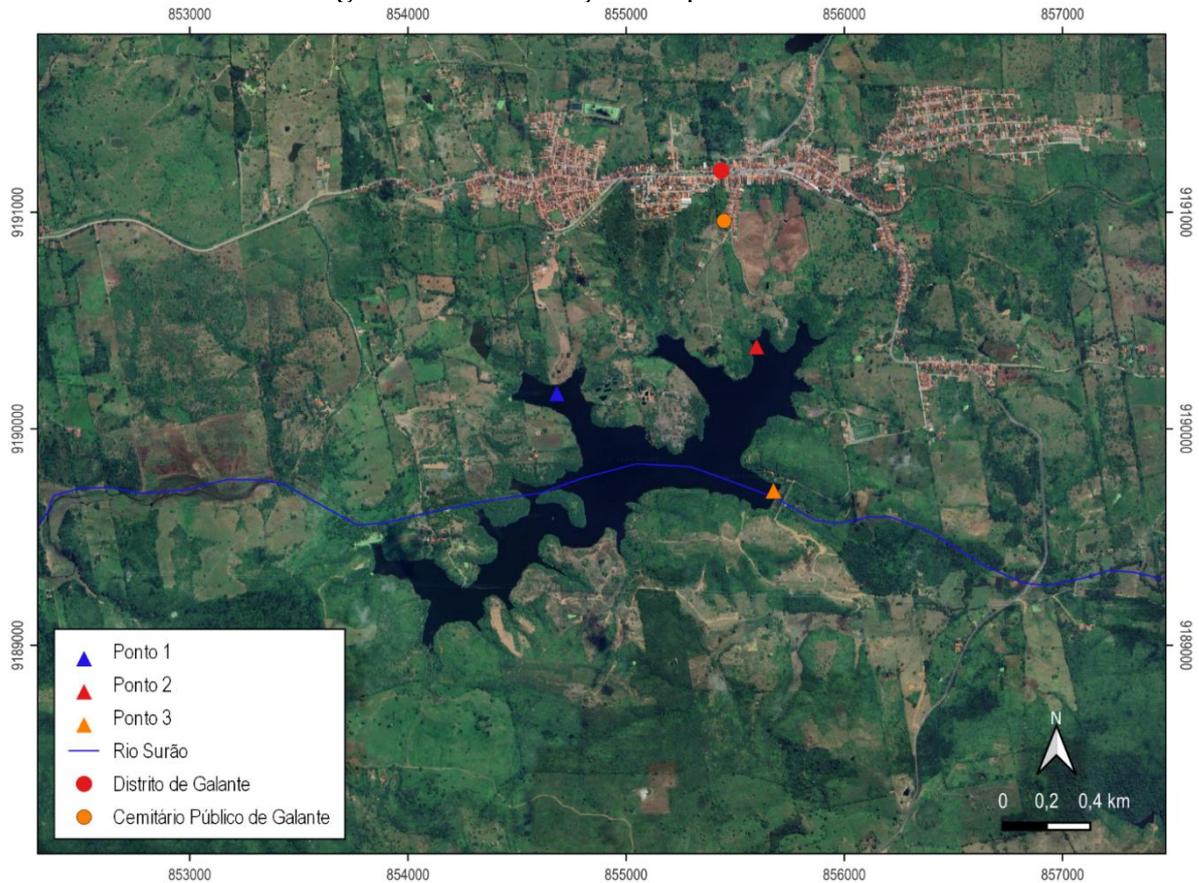


Fonte: AESA, 2024.

3.2 Caracterização dos pontos de coleta de amostras

As coletas de amostras de água foram realizadas em três pontos de monitoramento (Figura 3), realizadas semanalmente, durante o período de 03 de setembro a 05 de novembro de 2024, totalizando dez coletas.

Figura 3 – Identificação dos pontos de coleta



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

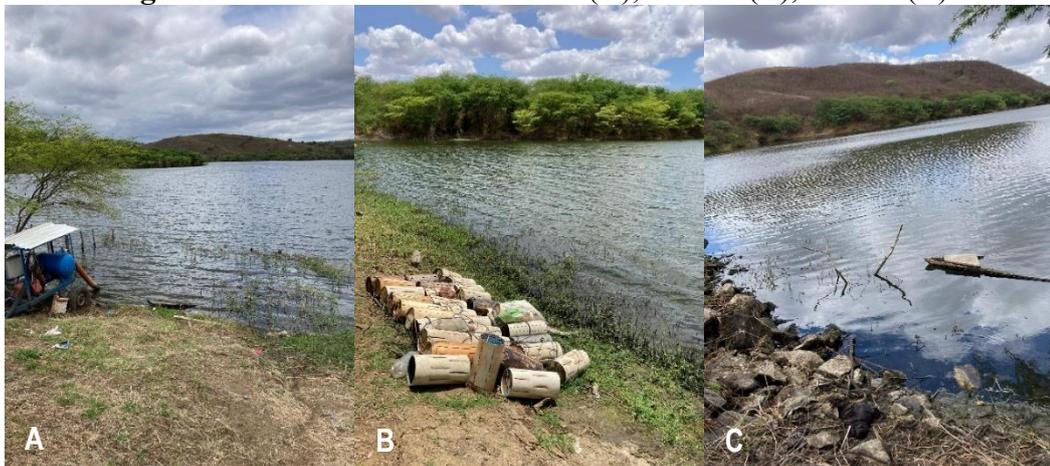
Os pontos de coleta foram definidos em relação a facilidade de acesso, proximidade do adensamento populacional do Distrito, bem como em função da morfometria do reservatório. O Quadro 2 e a Figura 4 apresentam a descrição e ilustração, respectivamente, dos pontos monitorados.

Quadro 2 – Caracterização dos pontos de coleta

Ponto de coleta	Descrição	Coordenadas
Ponto 1	Trata-se de uma propriedade privada, possui atividades aquicultura, irrigação, equinocultura e bovinocultura.	7°18'52.89"S 35°47'17.59"O
Ponto 2	Possui residência próxima ao corpo hídrico, apresenta atividade de caprinocultura e, a montante, está localizado o cemitério do Distrito.	7°18'45.64"S 35°46'47.84"O
Ponto 3	Localizado no barramento do açude, há duas residências próximas sendo estas ponto de apoio para pescadores.	7°19'7.26"S 35°46'45.16"O

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Figura 4 – Pontos de coleta: Ponto 1(A), Ponto 2(B), Ponto 3(C)



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

As amostras de água foram coletadas na camada superficial, 30 cm abaixo da lâmina de água, acondicionadas em frascos de polietileno previamente lavados e estéreis e mantidas acondicionadas sob refrigeração, em isopor com gelo durante seu transporte. Em seguida as amostras foram encaminhadas para caracterização físico-química e microbiológica no Laboratório de Referência em Tecnologias de Águas (LARTECA), vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado na Central de Laboratórios Multiusuários (LABMULTI), Campus I, Campina Grande, Paraíba.

3.3 Análise das amostras

A caracterização das amostras se deu por meio dos parâmetros físico-químicos e microbiológico: oxigênio dissolvido (OD), pH, turbidez, cor aparente, cor verdadeira, demanda química do oxigênio (DQO), fósforo total, fósforo reativo solúvel, dureza, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais (SDT), condutividade elétrica e *E. coli*, seguindo as recomendações do *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2012). A clorofila-a foi determinada utilizando a metodologia descrita por Wintermans e De Mots, (1965). O Quadro 3 lista as metodologias de análise utilizadas.

Quadro 3 – Descrição dos parâmetros analisados e seus respectivos métodos

Parâmetro	Unidade	Método/Equipamento
OD	mg/L	Sonda APERA – SX716
pH	-	pHmetro TECNOPON – mPA 210
<i>E. coli</i>	NMP/100mL	Substrato cromogênico - IDEXX Quanti-Tray
Turbidez	UNT	Nefelométrico- Turbidímetro Policontrol – AP2000
Cor aparente	uH	Colorímetro Policontrol – Aquacolor cor
Cor verdadeira	uH	Colorímetro Policontrol – Aquacolor cor
DQO	mg/L	Refluxação fechada
Fósforo total	mg/L	Método de digestão e ácido ascórbico
Fósforo reativo solúvel	mg/L	Método do ácido ascórbico
Dureza	mg/L	Titulometria - EDTA
Alcalinidade	mg/L	Titulometria Ácido-base
SDT	mg/L	Sonda Multiparâmetros Hanna – HI 9829
Condutividade elétrica	μS/cm	Sonda Multiparâmetros Hanna – HI 9829
Clorofila-a	μg/L	Método espectrofotométrico

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

3.4 Determinação do índice de estado trófico (IET)

O nível de trofia do reservatório foi avaliado pelo IET proposto por Lamparelli (2004). O método considera a concentração de fósforo total, como descrito na Equação 1 Nas quais, PT corresponde ao fósforo total em mg/L e ln o logaritmo natural.

$$IET = 10 \times \left[6 - \left(1,77 - 0,42 \times \frac{\ln PT}{\ln 2} \right) \right] \quad (1)$$

As inferências sobre o nível de trofia foram realizadas conforme o IET determinado e comparado com as faixas de classificação estabelecido por Lamparelli (2004): Ultraoligotrófico ($IET \leq 47$); Oligotrófico ($47 < IET \leq 52$); Mesotrófico ($52 < IET \leq 59$); Eutrófico ($59 < IET \leq 63$); Supereutrófico ($63 < IET \leq 67$); Hipereutrófico ($IET > 67$).

3.5 Análises dos dados

Os resultados dos parâmetros para os diferentes pontos foram analisados por meio de estatística descritiva, a fim de verificar a tendência central, a amplitude e a dispersão, sendo observado por meio de gráficos do tipo *boxplot*. Os gráficos *boxplots* também foram utilizados para a identificação de outliers que eram retirados e, posteriormente, verificado a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk.

Para testar diferenças significativas entre os pontos de monitoramento para os diferentes parâmetros de qualidade, foi utilizado a ANOVA one-way (paramétrico) e o teste de Kruskal-Wallis (não paramétrico), seguido pelo teste de comparações múltiplas de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas considerando um nível de significância de 5% utilizando o software Past 4.03.

Os resultados das análises de qualidade da água serão confrontados com os padrões definidos pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 e 430/2011. Essa comparação permitirá verificar a adequação do açude às exigências legais, além de identificar possíveis inconformidades que indiquem processos de degradação ambiental. Ademais, os dados obtidos serão utilizados como base para o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET), instrumento que quantifica o grau de trofia do corpo hídrico, contribuindo para a avaliação do estado de eutrofização e seus impactos na qualidade da água.

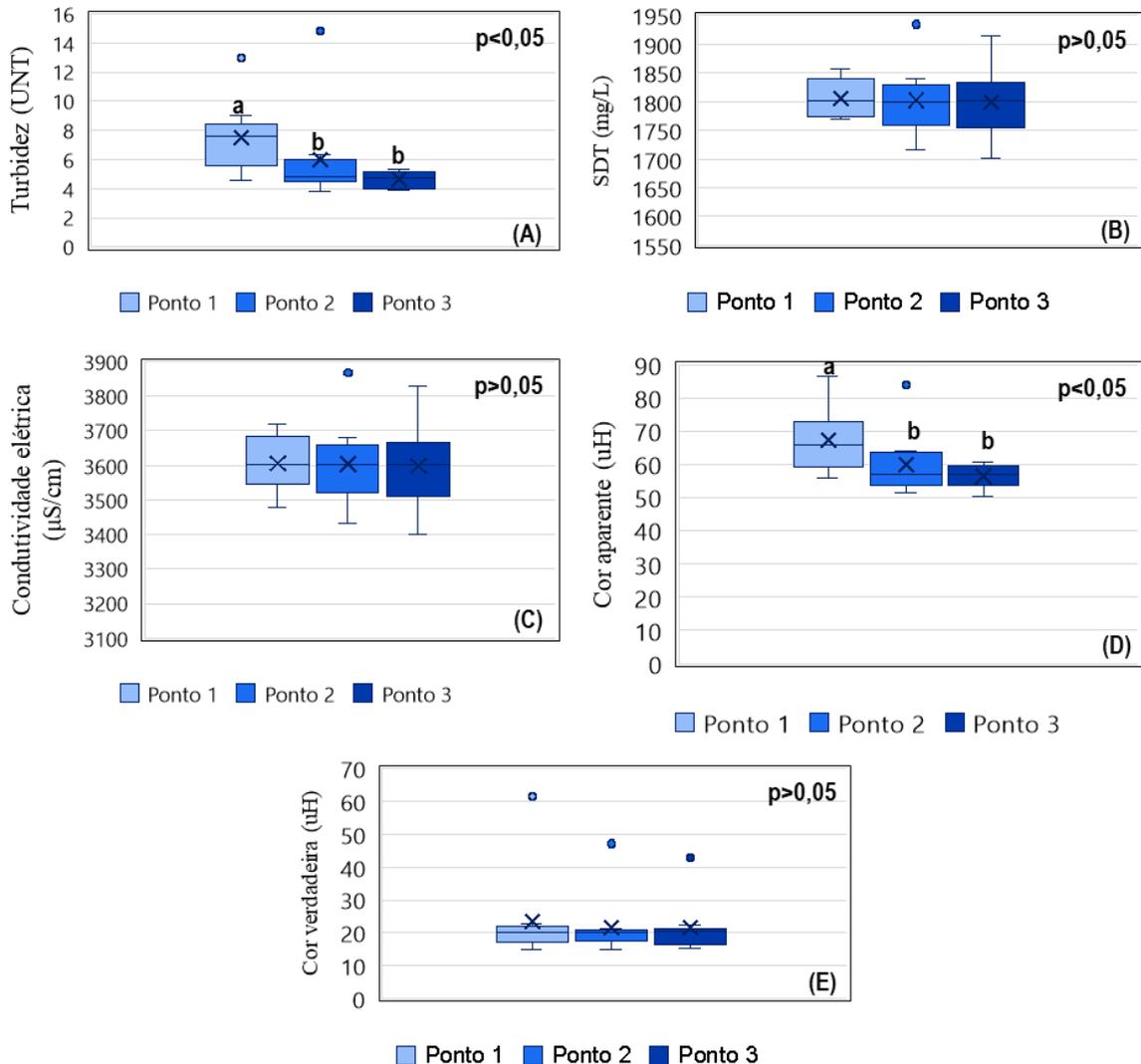
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 5 ilustra a variabilidade dos parâmetros turbidez, SDT, condutividade elétrica, cor aparente e cor verdadeira. Foi observado diferenças significativas entre o Ponto 1 com os demais ($p < 0,05$) para os parâmetros turbidez (Figura 5A) e cor aparente (Figura 5D), sendo estes parâmetros relacionados a sólidos em suspensão, refletindo possível influência de descarga pontual, não sendo observado diferença significativa entre os pontos monitorados para os parâmetros SDT, condutividade elétrica e cor verdadeira ($p > 0,05$).

De acordo com os dados obtidos, a turbidez apresentou valores inferiores a 15 UNT, respeitando o limite máximo estabelecido na resolução CONAMA nº357/2005 para um corpo hídrico classe 2. Estudo realizado por Vasconcelos *et al.* (2012), constatou valores de turbidez 24,07 NTU no mesmo reservatório no ano de 2012, quando ocorreu uma das maiores secas da Paraíba, na qual nos períodos de seca há a diminuição do nível e concentração das substâncias.

Em relação a cor verdadeira (Figura 5E), associada a partículas dissolvidas, e em comparação com a cor aparente, pode-se inferir que a água apresenta um maior teor de sólidos em suspensão devido aos baixos valores de cor verdadeira quando comparada com a cor aparente. No entanto, não se verificou diferença estatisticamente significativa entre os pontos ($p > 0,05$).

Figura 5 – Variabilidade dos dados de turbidez (A), SDT (B), condutividade elétrica (C), cor aparente (D) e cor verdadeira (E) durante o período monitorado



Mesma letra não difere significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

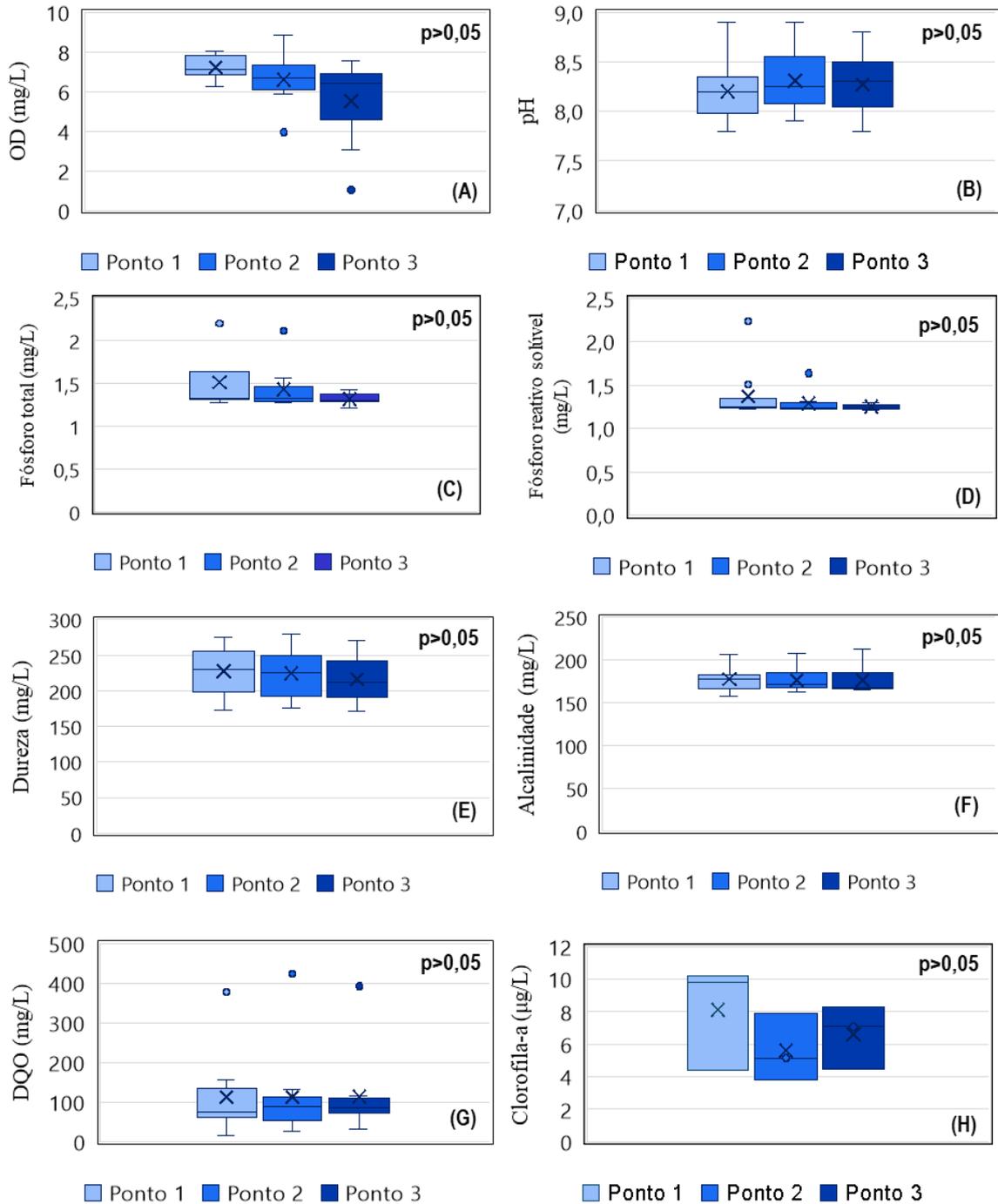
Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A condutividade elétrica (Figura 5C) indica a capacidade da água de transmitir a corrente elétrica devido a presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, a exemplo dos íons de ferro e manganês, além de K^+ , Cl^- , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} (Libânio, 2008). Não se observou diferença significativa entre os pontos, com valores médios de 3600 $\mu S/cm$, demonstrando assim, valores altos e indicam .

Resultado semelhante pôde ser observados para os SDT (Figura 5B), visto que a condutividade elétrica é proporcional aos SDT, por ser dependente da quantidade de matéria ionizável total presente na água (Ritcher, 2009). Ressalta-se que as concentrações observadas de SDT encontrava-se acima de 500 mg/L, sendo este o limite máximo para a classe do corpo hídrico, tornando-a imprópria para consumo humano como também para irrigação devido a elevada concentração de sais.

A Figura 6 ilustra a variabilidade dos parâmetros OD, pH, fósforo total e reativo solúvel, dureza, alcalinidade e DQO durante o período monitorado, não sendo observado diferença significativa entre os pontos para todos os parâmetros ($p > 0,05$).

Figura 6 – Variabilidade dos dados de OD (A), pH (B), fósforo total (C) e fósforo reativo solúvel (D), dureza (E), alcalinidade (F), DQO (G) e clorofila-a (H) durante o período monitorado



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Com relação ao OD (Figura 6A), os valores mensurados no período permaneceram, em média, acima de 5 mg/L, concentração mínima estabelecida para um corpo hídrico de Classe 2 (Brasil, 2005). De acordo com Von Sperling (2014) os valores de OD não devem ser inferiores a 5 mg/L pois indica poluição do corpo hídrico e algumas espécies de peixe não sobrevivem neste ambiente.

O pH (Figura 6B) apresentou variação valores entre 7,8 e 8,9, estando em conformidade com a faixa recomendada pela legislação (6,0 a 9,0) (Brasil, 2005). Os valores de dureza (Figura 6E) permaneceram em média de 230 mg/L, estando classificada como “água dura” (Von Sperling, 2014) e a alcalinidade (Figura 6F) apresentou baixa variabilidade ao longo do período monitorado. A resolução CONAMA 357/2005 não indica padrões de dureza e alcalinidade para os corpos hídricos.

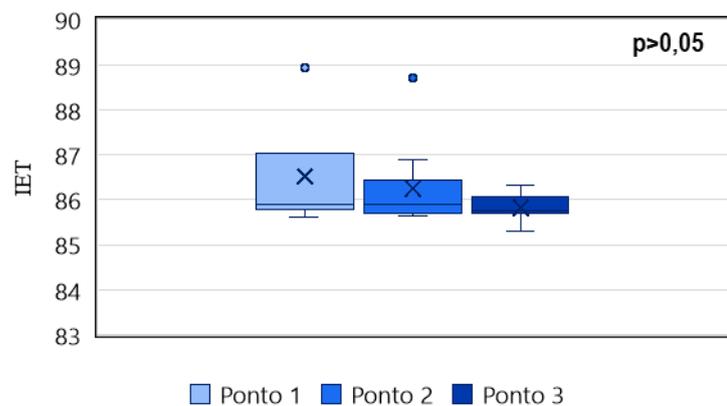
No que diz respeito a DQO (Figura 6G) não possui valor estabelecido na legislação brasileira para classificação de corpos de água. Nas presentes análises, percebeu-se baixas variações nos valores de DQO nos pontos estudados, com valores em torno de 100 mg/L. No entanto, não foi observado diferenças significativas entre os pontos ($p \geq 0,05$).

Os dados de fósforo total, reativo solúvel e clorofila-a, que estão diretamente relacionados com a eutrofização de corpos hídricos, podem ser visualizados na Figuras 6C, 6D e 6H, respectivamente, não sendo observado diferença significativa entre os pontos para todos os parâmetros ($p > 0,05$).

Para corpos hídricos de água doce Classe 2, as concentrações de fósforo total e clorofila-a não devem exceder concentrações de 0,030 mg/L e 30 mg/L, respectivamente. Para o reservatório José Rodrigues, verificou-se valores superiores ao estabelecido pelo CONAMA n°430/2005, em relação ao fosforo total, com concentrações acima de 1,0 mg/L.

A partir dos dados de monitoramento de fósforo total, a Figura 7 ilustra os resultados do grau de trofia para os diferentes pontos de monitoramento por meio do IET proposto por Lamparelli (2004).

Figura 7 – Variabilidade do IET durante o período monitorado

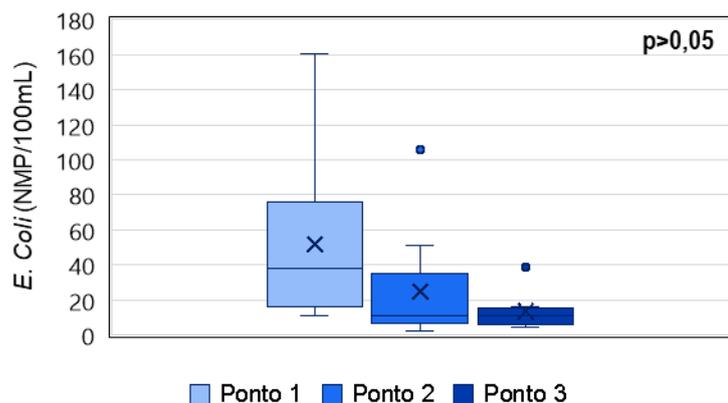


Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os resultados revelam que, durante o período monitorado, o IET para os diferentes pontos apresentou um valor médio de 85, e segundo Lamparelli (2004), o açude José Rodrigues é classificado como hipertrófico. Diante disso, pode-se inferir que o corpo hídrico recebe altas concentrações de carga orgânica e nutrientes, com destaque para o Ponto 1 em decorrência das atividades que circundam.

Em relação a *E. coli* (Figura 7), indicador de contaminação fecal, os resultados demonstram uma maior variabilidade dos dados no Ponto 1, no entanto não foi observado diferença significativa entre os pontos para este parâmetro ($p > 0,05$). A presença de *E. coli* pode estar associada a localização do açude em relação ao adensamento populacional próximo, que devido a baixa cobertura do serviço de saneamento.

Figura 8 – Variabilidade dos dados de *E. coli* durante o período monitorado



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do monitoramento da qualidade da água do Açude José Rodrigues revelaram condições preocupantes, especialmente no que se refere à eutrofização e contaminação microbiológica.

Os resultados revelam que o Açude apresenta elevada concentração de nutrientes, que pode ser atribuída ao escoamento de resíduos agrícolas e esgoto não tratado das áreas adjacentes. A presença de *E. coli* sugere contaminação fecal, que pode estar relacionada ao escoamento superficial durante períodos chuvosos e à proximidade do cemitério e áreas urbanas. Além disso, o corpo hídrico indicou possuir elevadas concentrações de sais, com os valores de condutividade e SDT.

Dentre os parâmetros analisados, os níveis de fósforo total se destacaram como indicadores críticos de poluição, contribuindo significativamente para o processo de eutrofização. A classificação do açude como hipertrófico é um alerta para a necessidade de ações imediatas de gestão e controle ambiental, visando reduzir o aporte de nutrientes e proteger a saúde da população que utiliza esta fonte para atividades diárias, como a agricultura e o consumo de água por caminhões-pipa.

Portanto, é essencial a implementação de políticas de saneamento e gestão dos recursos hídricos no distrito de Galante. Sugere-se a adoção de práticas como o tratamento adequado de esgoto, uso controlado de fertilizantes e monitoramento contínuo da qualidade da água. Além disso, a conscientização da população sobre o impacto das suas atividades na qualidade do açude é fundamental para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e a proteção da saúde pública.

REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento de Volume do Açude**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=9657>. Acesso em: 04 nov. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). (2017). **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil 2017**. Brasília: ANA. Disponível em: <https://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). Standard methods for the examination of water and wastewater 23. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2017.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. 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. Diário Oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <<https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em: 13 nov. 2024.

CARVALHO, A. P. M., SILVA, J. N., SANTOS, V. S., & FERRAZ, R. R. (2017). **Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE**. Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística, 7(1), 35-51.

CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de Qualidade das Águas**. São Paulo. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/agua/>>. Acesso em: 11 de novembro de 2024.

CUNHA, D. G. F., CALIJURI, M. C. (2007) **Variação do estado trófico de um rio tropical em curto período de tempo**. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, 15. São Carlos.

FORGIARINI, F. R., PACHALY, R. L., & FAVARETTO, J. (2018). **Análises espaciais de doenças diarreicas e sua relação com o monitoramento ambiental**. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 23(05), 963-972.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama de Campina Grande - PB**. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama.>> Acesso em: 28 out. 2024.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LIMA, Berthyer Peixoto; MAMEDE, George Leite; LIMA NETO, Iran Eduardo. **Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida**. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 23, p. 125-135, 2018.

Minayo MCS, Hartz ZMA, Buss PM. **Qualidade de vida e saúde: um debate necessário**. *Cienc Saude Colet* 2000; 5(1):7-18.

QUEVEDO, Claudia Maria Gomes de; PAGANINI, Wanderley da Silva. **Impactos das atividades humanas sobre a dinâmica do fósforo no meio ambiente e seus reflexos na saúde pública**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, p. 3539-3539, 2011.

SILVA, Daniel Clemente Vieira Rêgo da *et al*. **Avaliação da eficiência de um índice de estado trófico na determinação da qualidade da água de reservatórios para abastecimento público**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, p. 627-635, 2018.

SILVA, S; OLIVEIRA, R. **Manual de Análises Físico-Químico de Águas de Abastecimento e Residuárias**. Campina Grande – PB, 2001.

SUDEMA - SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Diretriz nº 205, de 03 de março de 1988**. Enquadramento dos corpos d'águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Paraíba, 1988.

TORQUATO, Amanda Laurentino *et al.* **Estimativa do assoreamento e avaliação da qualidade das águas do Açude Velho na cidade de Campina Grande/PB**. 2017.

VASCONCELOS, Janiele França de; FARIAS, Maria José Rodrigues de; MOURA, Gustavo Correia de; SILVA, Sandra Maria. **Qualidade de água de reservatórios e a emissão de carbono para atmosfera: estudo de caso em três reservatórios localizados em Campina Grande-PB**. Campina Grande, 2012.

VIANA, R.L.; FREITAS, C.M. de; GIATTI, L.L. (2016) **Saúde ambiental e desenvolvimento na Amazônia legal: indicadores socioeconômicos, ambientais e sanitários, desafios e perspectivas**. Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 233-246.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade de águas e ao tratamento de esgotos**. UFMG. Vol 1. 2014.