



IV-865 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA LAGOA DE JACUMÃ: CÁLCULO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO.

Lana Machado Alves⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e Técnica em Controle Ambiental pelo IFRN.

Wesley de Andrade Silva⁽²⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

Jean Leite Tavares⁽³⁾

Graduado em Engenharia Civil (1998), Mestre em Engenharia Sanitária/Recursos Hídricos pela Universidade Federal da Paraíba (Campina Grande - 2000) e Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos (Fortaleza - 2014 - Conceito CAPES: 6). Professor Titular do IFRN Campus Natal Central.

Andre Luis Calado Araújo⁽⁴⁾

Graduado em Engenharia Civil (1990 - UFPA) e Estatística (2021 - UFRN), Mestre em Engenharia Sanitária (1993 - UFPB), PhD em Engenharia Civil (1999 - University of Leeds). Professor Titular do IFRN desde 1997, Campus Natal Central.

Endereço⁽¹⁾: Av. Sen. Salgado Filho, 1559 - Tirol - Natal- RN - CEP: 59015-000- Brasil - Tel: (84) 8638-1992 - e-mail: lana.a@escolar.ifrn.edu.br

RESUMO

A qualidade das águas é comprometida quando há uma grande quantidade de nutrientes disponíveis no corpo hídrico. A Lagoa de Jacumã fica localizada no município de Ceará Mirim/RN e seu uso é predominantemente para lazer. O presente trabalho tem como objetivo determinar o Índice de Estado Trófico - IET e a classe de balneabilidade da Lagoa de Jacumã. Foram coletadas amostras em quatro pontos distintos na lagoa para a determinação das concentrações de fósforo, clorofila A, e coliformes termotolerantes seguindo as metodologias padrão. Os resultados do monitoramento indicaram como IET resultante 49,68 na primeira semana, na segunda semana 54,05, e na terceira 54,24. Classificando a Lagoa como Oligotrófica, Mesotrófica e Mesotrófica, respectivamente. Com relação à balneabilidade a concentração de Coliformes foi abaixo de 100 NMP por 100mL.

PALAVRAS-CHAVE: Balneabilidade; IET; Eutrofização; Qualidade das Águas.

INTRODUÇÃO

Os rios, lagos e oceanos são ecossistemas aquáticos de extrema importância para a vida na Terra, pois fornece água que é um composto inorgânico essencial a todas as formas de vida (SANTOS, 2015). A qualidade da água deve estar garantida para os seus mais diversos usos possíveis, como consumo humano, lazer, irrigação, conservação da vida aquática local, dentre outros. A Agência Nacional de Águas - ANA monitora a qualidade das águas superficiais e subterrâneas no Brasil, com base nos dados fornecidos pelos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos.

Matos (2011) diz que as atividades humanas têm prejudicado a qualidade e a quantidade de água, sobretudo água superficial, que é receptora de todo tipo de poluente. Uma das formas de verificar a qualidade da água é através de índices ambientais que vieram como resultado da preocupação social com os aspectos ambientais (CETESB, 2020).

Segundo a CETESB (2020) o Índice de Estado Trófico (IET) avalia o grau de trofia dos corpos hídricos, com base no enriquecimento por nutrientes, e seus efeitos relacionados ao crescimento excessivo de algas. O cálculo do IET é baseado nas concentrações dos parâmetros fósforo total e Clorofila A.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



A qualidade das águas é comprometida quando há uma grande quantidade de nutrientes disponíveis no corpo hídrico, o que pode acelerar o processo de eutrofização. A problemática causada pelo uso exagerado e indiscriminado de agrotóxicos têm mostrado riscos alarmantes ao meio ambiente, que vão desde a degradação do solo à contaminação das águas subterrâneas e superficiais, pois é uma grande quantidade de elementos químicos lançado de forma muitas vezes excessiva (GILSON et al. 2020). Lançamento de esgotos domésticos e outros efluentes com elevadas cargas de nutrientes também contribuem para o processo de eutrofização.

A Lagoa de Jacumã é utilizada para lazer de contato primário, e é fonte de água para descer a duna em uma lona ou prancha até chegar à superfície da lagoa. Não é tão frequentada pelos banhistas como a praia de Jacumã, devido ao difícil acesso ao local.

O presente trabalho tem como objetivo calcular o Índice de Estado Trófico da Lagoa de Jacumã, e realizar a análise microbiológica para verificar a balneabilidade da lagoa.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Lagoa de Jacumã fica inserida em uma região com poucas residências em seu entorno. Localizada no município de Ceará Mirim - RN, zona metropolitana de Natal. A figura 1 destaca os pontos de coleta, e a tabela 2 as coordenadas geográficas.

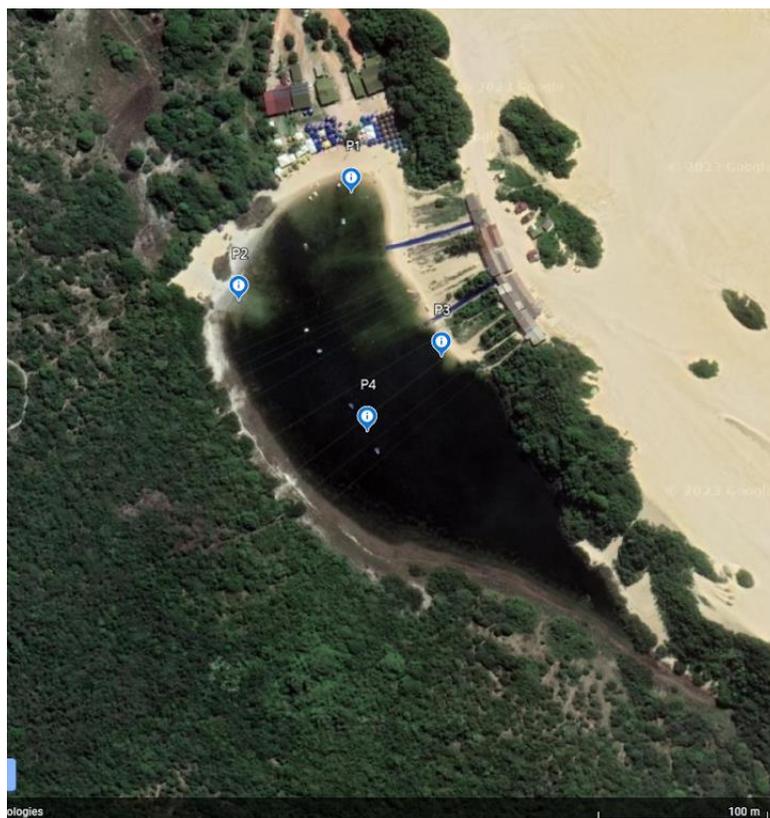


Figura 1: Imagem de satélite da Lagoa de Jacumã destacando os pontos de coleta de amostras.

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos de coleta.

Pontos	Coordenada S	Coordenada W
P1	5°35'12"	35°14'23"
P2	5°35'14"	35°14'25"
P3	5°35'15"	35°14'21"

P4	5°35'17"	35°14'23"
----	----------	-----------

A Figura 2 apresenta imagens da Lagoa de Jacumã (A - vista geral da Lagoa de Jacumã, B - a realização de uma coleta no Ponto 3). A primeira coleta foi realizada no dia 26 de junho de 2023, em torno das 6:00 da manhã.



Figura 2: Imagens da Lagoa de Jacumã.

COLETA

Para a coleta das amostras para a análise de fósforo deve-se utilizar um frasco de plástico descartável de 2 litros, ou no mínimo 200mL, e realizar uma limpeza básica de frascaria por amostra (ANA, 2011). A coleta superficial é feita entre 15 e 30 centímetros abaixo da lâmina d'água, após o momento da coleta deve-se desprezar uma pequena quantidade da amostra deixando um espaço vazio para facilitar a homogeneização da amostra antes do início da análise (ABNT 9898, 1987).

Posteriormente identificar os frascos e, em seguida, acondicionar em caixa térmica com gelo para preservação e transporte das amostras. A partir do momento da coleta, as amostras devem ser analisadas em até 12 h e, caso a refrigeração seja menor que 10° C (sem congelamento), o prazo de validade das amostras pode durar até 48 h (ANA, 2011).

Brandão et al. (2011) indica que as amostras para determinação das concentrações de clorofila A devem ser coletadas na superfície, até 30cm de profundidade. O frasco não deve ser totalmente preenchido, a fim de facilitar a homogeneização da amostra antes da filtragem. Os recipientes utilizados para o armazenamento de amostras para a determinação da clorofila A devem ser de vidro neutro, devido à sensibilidade de algumas algas ao meio alcalino. Utilizar preferencialmente vidros escuros (frasco âmbar de 1L) com tampa rosqueada. No caso de se utilizar outro tipo de frasco de vidro neutro, este deve ser protegido por folha de papel alumínio, para que não haja penetração de luz, evitando o metabolismo fotossintético, bem como a degradação da molécula de clorofila.

ANÁLISE LABORATORIAL

A metodologia de análise foi realizada com base na APHA (2012) para as determinações de fósforo, clorofila A, e coliformes termotolerantes que são parâmetros necessários para a determinação do Índice de Estado Trófico (IET) da área de estudo em questão, e balneabilidade.

Na determinação de fósforo total das amostras, foi inicialmente preparada para ser digerida até sobrar uma quantidade de cerca de 0,5ml e após isso preparada ser lida no espectrofotômetro que para o fósforo tem um limite mínimo de detecção de 0,05mg/l.



Para a determinação de clorofila A, a amostra foi filtrada e centrifugada para posterior leitura no espectrofotômetro.

Para análise de Coliformes termotolerante as quatro amostras da lagoa foram misturadas, e realizada a análise por tubos múltiplos e o resultado em número mais provável (NMP).

CÁLCULO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

CETESB (2020) indica que o Índice do Estado Trófico é composto pelo Índice do Estado Trófico para a clorofila a – IET (CL) (Equação 1), e para o fósforo – IET (PT) (Equação 2), para em seguida ser obtido o IET combinado (Equação 3).

$$IET_{CL} = 10 \times \left(6 - \frac{0,92 - 0,34 \times \ln CL}{\ln 2} \right) \quad \text{equação (1)}$$

$$IET_{PT} = 10 \times \left(6 - \frac{1,77 - 0,42 \times \ln PT}{\ln 2} \right) \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

ln: logaritmo natural.

Como serão realizadas as análises em mais de 1 ponto, os valores do IET serão estimados com base nas concentrações médias obtidas nos pontos de coleta. O resultado dos valores mensais apresentados nas tabelas do IET será a média aritmética simples, com arredondamento da primeira casa decimal, dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila a, segundo a Equação 3 abaixo:

$$IET = \frac{IET_{PT} + IET_{CL}}{2} \quad \text{equação (3)}$$

Para a classificação do IET usa-se os valores da tabela 01, conforme manual da CETESB. Contudo, algumas cidades optaram por utilizar suas próprias faixas de variação dos valores para se relacionar com as classes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Esteves (1998), a eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades. Como decorrência deste processo, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico.

O Índice de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo do fitoplâncton. Os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A parte correspondente à clorofila-a, IET (CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento do fitoplâncton devido ao enriquecimento de nutrientes (IGAM, 2019).

Para a classificação deste índice em rios são adotados os estados de trofia apresentados na Tabela 2 (Fonte: Adaptada CETESB, 2020).

Tabela 2: Classes do Índice de Estado Trófico.

Valor IET	Classes
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófica
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófica
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófica

59 < IET ≤ 63	Eutrófica
63 < IET ≤ 67	Supereutrófica
IET > 67	Hipereutrófica

Existem três variáveis citadas para o cálculo do Índice do Estado Trófico: transparência, clorofila A e fósforo total. No entanto não se usa os valores de transparência já que muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispor desses dados. Dessa forma, não foi considerado o cálculo do índice de transparência em reservatórios e rios do Estado de São Paulo (CETESB, 2020).

A eutrofização é um processo em que o ecossistema aquático é enriquecido por nutrientes, causando o crescimento excessivo de algas e de plantas aquáticas e trazendo consequências como a diminuição do oxigênio dissolvido na água, alteração da qualidade da água, mudanças no pH, aumento na condutividade elétrica da água, diminuição da transparência da água, perda da biodiversidade, e aumento da incidência de cianobactérias (CEMIG, 2021; ESTEVES, 1998).

Para classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar e classificar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo do fitoplâncton usa-se o Índice de Estado Trófico (IET) (IGAM, 2018).

Os parâmetros de fósforo total e clorofila "a" representam, respectivamente, as características químicas e biológicas de um corpo aquático, medidos em amostras coletadas próximo à superfície da água (DUARTE, 1999). Buscou-se pegar amostras de diferentes pontos para verificar possíveis impactos de acordo com as atividades da região, sendo o ponto 1 e 2 mais próximo dos banhistas, o ponto 3 próximo da atividade de skibunda, e o ponto 4 com menor interação antrópica. Os resultados das análises estão apresentados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Resultados das análises.

1° coleta				
	P1	P2	P3	P4
Clorofila A (µg/L)	2,25	-	2,53	2,53
Fósforo (µg/L)	2,68			
Coliformes termotolerantes (NMP)	49			
2° coleta				
	P1	P2	P3	P4
Clorofila A (µg/L)	-	2,34	2,50	2,54
Fósforo (µg/L)	10	10	10	15
Coliformes termotolerantes (NMP)	23	23	33	7,8

pH	4,88	4,44	4,40	4,43
Condutividade	78,1	79,1	78,3	80,7
3° coleta				
	P1	P2	P3	P4
Clorofila A (µg/L)	2,15	-	2,43	2,40
Fósforo (µg/L)	15	10	10	15
Coliformes termotolerantes (NMP)	33	49	17	23

As coletas foram realizadas no dia 26 de junho de 2023, 07 e 10 de julho de 2023, respectivamente 1°, 2° e 3° coleta. No ponto 2 da 1° e 3° coleta não foi quantificado o valor da Clorofila “A” devido à turbidez da amostra na leitura, da mesma forma no ponto 1 na 2° coleta.

Na análise de Coliformes Termotolerantes a amostra foi composta, portanto apresenta apenas um resultado para a Lagoa na primeira coleta. Com os valores de coliformes termotolerantes não temos como classificar como própria para banho, pois precisa de resultados de 5 campanhas de coleta, no entanto está bem abaixo do limite que é de 1.000 NMP em 100mL. Abaixo de 250 NMP em 100mL, que é o que classifica um corpo hídrico como excelente para banho.

O pH é a medida de concentração do potencial hidrogeniônico, o qual determina caráter de acidez, alcalinidade ou neutralidade da água. Ocorre um equilíbrio natural na água através da concentração de dióxido de carbono e carbonato, sendo o primeiro resultante da respiração dos organismos aquáticos bem como da decomposição de matéria orgânica (LOURENÇO; MALTA; SOUZA, 1999). A Lagoa apresentou um pH baixo, tendo característica ácida.

Tabela 4: Resultados dos cálculos.

Valor médio		IET		Classificação
1° coleta				
Clorofila A (µg/L)	2,44	IET (CL)	51,10	Oligotrófica
Fósforo (µg/L)	2,68	IET (PT)	48,27	
IET		49,68		
2° coleta				
Clorofila A (µg/L)	2,46	IET (CL)	51,14	Mesotrófica
Fósforo (µg/L)	11,25	IET (PT)	56,97	
IET		54,05		

3° coleta				
Clorofila A (µg/L)	2,33	IET (CL)	50,87	Mesotrófica
Fósforo (µg/L)	12,5	IET (PT)	57,60	
IET			54,24	

Na primeira coleta a Lagoa se classificou como Oligotrófica, no entanto nas duas outras coletas ficou Mesotrófica. Podemos observar que os valores de Fósforo aumentaram na 2° e 3° coleta, sendo significativo para mudança de classificação da Lagoa.

Duarte (1999) cita que o IET não somente classifica um corpo aquático, como também serve de verificação sobre as relações entre os vários parâmetros de um ecossistema aquático. O autor elucida que o número gerado é apenas um índice que não define o estado de trofia, em outras palavras, a clorofila "a" e o fósforo não são parâmetros de base para definição do estado trófico, mas apenas indicadores de um conceito mais abrangente.

Assim podemos destacar a eutrofização, que é ocasionada pelo aumento na concentração de nutrientes em um corpo de água, de forma natural ou artificial. Leva ao crescimento e proliferação massivos de plâncton e subsequente redução na concentração de oxigênio dissolvido na água. Como consequência, há um crescimento elevado e desordenado dos organismos no meio aquático (plâncton, principalmente) e redução na concentração de oxigênio dissolvido, podendo levar à mortalidade de diversos organismos aquáticos (MORO, et al. 2013).

O monitoramento da qualidade da Lagoa de Jacumã se faz necessário para evitar a eutrofização desta. Bem como atenção para o aumento da concentração de fósforo de forma antrópica.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que com base nos valores da tabela 4, onde são tabelados os valores de referência para classificar IET, o resultado apresentado na equação 3 resultou na classificação para uma lagoa inicialmente Oligotrófica seguida de duas semanas Mesotrófica, em que os níveis de nutrientes em uma lagoa com essa classificação são baixos, mas requer atenção.

Com base nos resultados apresentados, a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água da Lagoa de Jacumã e a implementação de medidas preventivas para mitigar a eutrofização e seus impactos negativos na saúde pública é necessário para que se possa prevenir a eutrofização desse ecossistema aquático. Além disso, é importante realizar estudos mais abrangentes para compreender melhor os fatores que influenciam a qualidade da água e desenvolver estratégias eficazes de gestão ambiental para proteger esse recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 9898. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
2. ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. 2011.
3. APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th Washington D C: American Public Health Associations, 2012.
4. BRANDÃO, C. J. et al. (Org.). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 325 p.
5. CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Macrófitas Aquáticas. Caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos / Cemig. Fotos iStock. Belo Horizonte. Cemig 2021 96p.: il. fot. ISBN 978-85-87929-85-3. 1 ed. 2021.
6. CETESB. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo - Apêndice D. 2020.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



7. DUARTE, Marco Antônio Calazans. Utilização dos índices do estado trófico (iet) e de qualidade da água (iqa) na caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremoz e Jiqui- RN. Campina Grande, 1999. 156f.
8. ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2ª edição. Interciência: Rio de Janeiro – RJ. 1998.
9. GILSON, I. K; VIEIRA, M. G; STEINKI, G; CABRERA, L. C. Predição teórica da contaminação por agrotóxicos nos recursos hídricos de Realeza, Paraná. 2020.
10. IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2018: resumo executivo anual / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: IGAM, 2019. 327 p.
11. LOURENÇO, J. N. P; MALTA, J. C. O; SOUZA, F. N. A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura. 1999.
12. MATOS, A. T. de. Poluição ambiental Impactos no Meio Físico. 2011. Editora UFV. 1º reimpressão.
13. MORO, G. V; TORATI, L. S; LUI, D. B; MATOS, F. T. Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. 2013.
14. MITCHELL, D. S. Aquatic Vegetation and its use and control. Unesco, Paris, 1974. 135p.
15. SANTOS, Juliana. Os ecossistemas aquáticos. 2015.