



Avaliação da Qualidade da Água do Lago Preto como Subsídio de Abastecimento Público para a Cidade de Lábrea-AM

Kelem de Vasconcelos Alves¹, Marcelo Dayron Rodrigues Soares², Mariana Sabino de Souza³, Elisson de Souza Carneiro⁴, Harumy Sales Noguchi⁵, Ludimila Souza Oliveira⁶.

¹Graduanda em Engenharia Ambiental, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Humaitá- AM, Brasil. kelem.alves@ufam.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2602-8437>. ²Professor Dr. Adjunto, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Humaitá - AM, Brasil. msoares@ufam.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2669-9035>. ³Graduanda em Engenharia Ambiental, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Humaitá-AM, Brasil. mariana.souzah30@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2727-6847>. ⁴Graduando em Engenharia Ambiental, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Humaitá - AM, Brasil. elisson.carneiro@ufam.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6484-7613>. ⁵Técnica de Laboratório na Área de Saneamento, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas- UFAM. Humaitá- AM, Brasil. harumynoguchi@ufam.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3222-4880>. ⁶Bacharel em Engenharia Ambiental, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas- UFAM. Humaitá- AM, Brasil. ludimila.ufam@outlook.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6981-2419>.

Artigo recebido em 21/03/2024 e aceito em 02/06/2024

RESUMO

O consumo e a produção de alimentos são fortes setores de uso da água. A modificação na quantidade e qualidade, promovidos pelas ações irregulares de origem antrópica, afetam os corpos hídricos. A relevância do tema é nítida, mas pouco se tem feito para avaliar a alteração sofrida na qualidade da água para abastecimento humano, principalmente no Estado do Amazonas. Assim, este estudo objetivou avaliar as informações a respeito da qualidade da água do lago preto que é utilizado para abastecimento público de alguns bairros do município de Lábrea-AM. As coletas ocorreram feitas nos meses de outubro de 2017 e junho de 2018, e foram determinados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), potencial hidrogeniônico (pH), coliformes termotolerantes, temperatura, nitrogênio total, fósforo, resíduos totais e turbidez. Foi determinado o índice de qualidade da água (IQA) em diferentes períodos sazonais. Os valores dos IQAs foram determinados por ponderamento de nove variáveis. Por meio das avaliações, constatou-se que a DBO₅, no mês de outubro, apresentou valores acima do máximo permitido pela resolução CONAMA n° 357/2005, que é de 5 mg/L. Para as variáveis coliformes fecais e fósforo, também houve alteração, e isso compromete a qualidade de água fornecida para a população. O IQA determinado para o Lago Preto foi de 36, com isso, classifica-se como ruim, não estando adequada para consumo da população do município de Lábrea/AM. Palavras-chave: potabilidade, monitoramento, contaminação da água, doenças de veiculação hídrica.

Evaluation of Water Quality in Lago Preto as a Public Supply for a City of Lábrea – AM.

ABSTRACT

The food consumption and production are strong water use sectors. Changes in quantity and quality, promoted by irregular actions of human origin, affect water bodies. The relevance of the topic is clear, but little has been done to evaluate the change suffered in the quality of water for human supply, mainly in the State of Amazonas. Thus, this study aimed to evaluate information regarding the quality of water in the black lake, which is used for public supply in some neighborhoods in the municipality of Lábrea-AM. Collections were made in September 2017 and May 2018, and the following parameters were determined: dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD₅), hydrogen potential (pH), thermotolerant coliforms, temperature, total nitrogen, phosphorus, total residues and turbidity. The water quality index (WQI) was determined in different seasonal periods. The AQI values were determined by weighting nine variables. Through evaluations, it was found that BOD₅, in the month of September, presents values above the maximum allowed by CONAMA resolution n° 357/2005, which is 3 mg/L. Changes also occurred in fecal coliforms and phosphorus, and this compromises the quality of water supplied to the population. The IQA determined for Lago Preto is 36, therefore, it is classified as poor, not suitable for consumption by the population of the municipality of Lábrea/AM.

Key-Words: Potability, Monitoring, Water Contamination, waterborne diseases

Introdução

A água é essencial para diversas atividades, como beber, cozinhar, higiene pessoal e limpeza, sendo este um recurso natural de extrema importância para a sobrevivência. Logo, a qualidade da mesma é indispensável para garantir a saúde e o bem-estar das pessoas. Nesse contexto, as águas poluídas podem ser fontes de transmissão de diversas doenças, causadas por organismos patogênicos provenientes de fezes de humanos e animais (Santos, 2023).

A água para consumo humano deve ser monitorada regularmente para garantir sua qualidade e segurança, pois é essencial para proteger a saúde das pessoas que a consomem. Diante disto, Gois et al. (2019) relatam que para o uso da água, torna-se imprescindível controlar e exigir, por meio de regulamentos técnicos específicos, as condições adequadas para que esse recurso vital seja distribuído à população. Além das normas rígidas para o consumo de água potável, Fortes et al. (2020), enfatizam a importância da vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso, segundo estes autores, faz-se necessário investir nas estruturas de vigilância, aparato laboratorial e capital humano para que as ações básicas em vigilância possam vir a ser mais efetivas.

Foram realizados estudos recentes voltados para avaliações da qualidade dos corpos hídricos na mesorregião sul amazonense, por exemplo, no estudo da qualidade da água do rio Caititu no município de Lábrea/AM, Batista et al. (2023), relatam que a qualidade da água do referido rio, mesmo com a expansão urbana, o índice da qualidade foi classificado como “boa”. Neste mesmo município, e, em pesquisa sobre a qualidade da água para consumo humano, Rebouças et al. (2024) identificaram que alguns poços semi artesianos indicaram presença de coliformes.

Já Nascimento et al. (2024), avaliando a qualidade da água de duas fontes subterrâneas no município de Lábrea/AM, observaram que um dos poços estudados revelou a presença de coliformes, todavia, este estava interdito.

O monitoramento, a avaliação da qualidade e a gestão das águas no Estado do Amazonas deveriam ocorrer com a participação ativa da sociedade civil, uma vez que, é possível elencar as ações antrópicas nos corpos hídricos amazônicos, como: supressão das matas ciliares, habitações em áreas de proteção ambiental e o lançamento contínuo de esgoto doméstico. É notório que estes ambientes são insalubres, pois

não há esgotamento sanitário e serviços de saneamento básico, e os resíduos sólidos na maioria das vezes são descartados diretamente nos rios, propiciando a proliferação de doenças, dado que, tais circunstâncias devem ser tratadas também como saúde pública. É válido salientar que os estudos relacionados à qualidade da água dos corpos hídricos da região amazônica devem observar as particularidades locais.

Dentre as diversas legislações em vigência no Brasil com a temática da gestão de recursos hídricos, pode-se destacar: a Política Nacional dos Recursos Hídricos, definida pela Lei Federal nº 9.433 (1997) que prevê em seus objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados, da mesma forma que determina a participação da comunidade no tocante à gestão dos recursos hídricos. Além disso, a referida lei ainda reitera o combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

A portaria do Ministério da Saúde nº 888 (2021) regulamenta os padrões de potabilidade de água para consumo humano com o objetivo de não oferecer riscos à saúde, e salienta que compete à Secretaria de Vigilância em Saúde a articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios o controle da qualidade da água. Para o presente estudo, adotou-se como instrumento norteador a Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que preconiza os valores mínimos e máximos para os padrões de qualidade para as águas superficiais, tendo em vista que o Lago Preto complementa o abastecimento de água do município, e a determinação do índice de qualidade da água é imprescindível para as tomadas de decisões.

A não aplicação das legislações em vigência, a falta de planejamento urbano e planos diretores eficazes, que poderiam atuar como instrumentos norteadores na construção de uma sociedade consciente, torna as águas superficiais vulneráveis às ações antrópicas. Santos et al. (2023) em avaliação da qualidade da água em praias de Manaus, propõem que há necessidade da implantação de um programa contínuo de monitoramento de recursos hídricos locais em virtude do aumento da urbanização. Nessa mesma direção, Silva et al. (2024), retratam a importância da preservação e controle da qualidade em todo o nível da bacia hidrográfica para abastecimento humano.

De modo geral, é sabido que o avanço da zona urbana em algumas regiões da Amazônia Brasileira tem apresentado consequências quase

que irreversíveis aos rios/igarapés que cruzam as cidades. Os resultados encontrados por Souza-Filho et al. (2019) em levantamento dos aspectos físico-químicos das águas da microbacia do mindu em Manaus-Amazonas, mostraram resultados em que a maioria dos parâmetros analisados estão em desacordo com a legislação vigente, sob influência de aporte de efluentes domésticos e industriais, em alguns pontos estudados. Ainda sobre ações antrópicas sobre corpos hídricos, Morais et al. (2023) avaliaram a qualidade da água superficial em comunidades rurais no Estado de Goiás, e detectaram agrotóxicos com alto grau de toxicidade nos recursos hídricos em estudo. Por outro lado, Lopes et al. (2022) realizaram um diagnóstico da qualidade da água em alguns trechos do Rio Machado no Estado de Rondônia, e consideraram boa a qualidade da água para o trecho analisado em virtude da autodepuração do rio e das fontes pontuais de poluição estarem localizadas próximas a igarapés de menor porte.

Uma ferramenta de extrema importância para avaliar a qualidade da água de corpos hídricos, como rios e lagos, é o Índice de Qualidade de Água (IQA). Este índice, utiliza parâmetros como substâncias químicas, microrganismos e características físicas para um número entre 0 e 100. Quanto maior o número, melhor a qualidade de acordo com a ANA (2023). Tal ferramenta contribui, sobretudo, no diálogo com o público não técnico, pois facilita a compreensão dos resultados obtidos com as análises físico-químicas (Magalhães, 2023).

A determinação da qualidade da água de corpos hídricos superficiais pode ser utilizada como instrumentos avaliador, pois considera 9 (nove) parâmetros, e classifica o corpo hídrico: péssima, ruim, regular, boa e ótima. Diversos estudos foram realizados utilizando o IQA como informação básica da qualidade da água. Ribeiro et al. (2022) em estudo com a qualidade da água do rio Paraná realizou o monitoramento no período de agosto de 2019 a fevereiro de 2020, e a água do rio apresentou boa qualidade (índice de qualidade das águas ≥ 72), embora, 50% das amostras não atenderam à legislação vigente. Já Pratte-Santos et al. (2023) em estudo com a avaliação do efeito sazonal na qualidade das águas superficiais do rio Jucu, Espírito Santo, Sudeste do Brasil, relatam que os resultados revelaram que não se observou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso para IQA, no entanto, diversos parâmetros ficaram em desacordo com aos valores estabelecidos pela legislação.

O monitoramento, quando realizado em regiões descentralizadas, pode ser fator

problemático, caso que ocorre com Lábrea, no interior do Amazonas, pois o serviço de tratamento e distribuição das águas não atende a toda demanda, além de ser feita de forma mista, sendo água superficial e subterrânea.

O presente estudo buscou avaliar a qualidade da água do lago preto como subsídio de abastecimento público para a cidade de LÁBREA-AM, utilizando a resolução CONAMA nº 357/2005 e o Índice de Qualidade da Água (IQA), como base para verificar os resultados encontrados com os padrões estabelecidos.

Material e métodos

Caracterização da Área de estudo

A área de estudo é o Lago Preto (figura 1) localizado na bacia do Rio Purus, utilizado para abastecimento de água à população por meio de distribuição canalizada pelo serviço de saneamento do município de Lábrea na mesorregião no sul do Amazonas, a uma altitude média de 44 metros, se encontra nas coordenadas geográficas: latitude 7°15'36" sul e longitude 64°47'57" Oeste, com uma população de 45.448 (IBGE, 2022), pertencente ao clima tropical de monção (Am), segundo a classificação climática de Köppen-Geiger.

Procedimento de coleta e metodologia das análises das variáveis.

Para a obtenção dos parâmetros da qualidade da água, foram realizadas duas campanhas nos meses de outubro de 2017 e junho de 2018. Foi feito o mapeamento e o georreferenciamento dos pontos de coleta e reconhecimento do local.

Os procedimentos de coleta foram realizados conforme o manual prático de análise de água (FUNASA, 2013). Os pontos amostrais foram coletados em duas regiões diferentes, sendo uma na extremidade do lago e a outra no centro dele. As amostras foram coletadas em frascos esterilizados, identificados, e foram acondicionados em caixas térmicas a temperaturas de 4 °C. Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido e temperatura foram determinados *in loco*, e os demais parâmetros: Coliformes Termotolerantes (CT), Resíduos Totais Dissolvidos (RT), Turbidez, Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total (NT) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) foram determinados no

Laboratório de Saneamento, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Campus de Humaitá/AM da Universidade Federal do Amazonas (UFAM); e também no Laboratório de Análise de Água, Efluente, Solos e Derivados do

Petróleo (LAPEF), na cidade de Porto Velho/RO.

A metodologia utilizada para a determinação de cada variável estudada está descrita na Tabela 1.

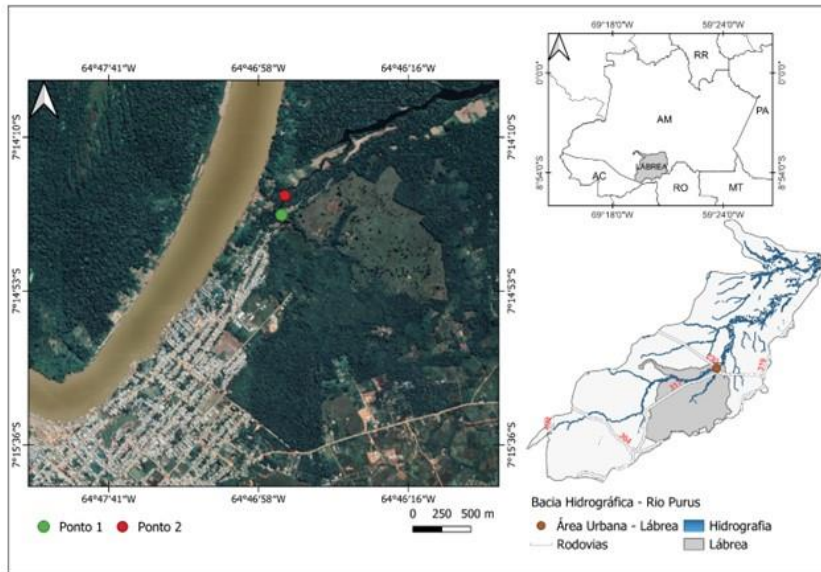


Figura 1. Localização da Área de Estudo e Pontos de Coleta

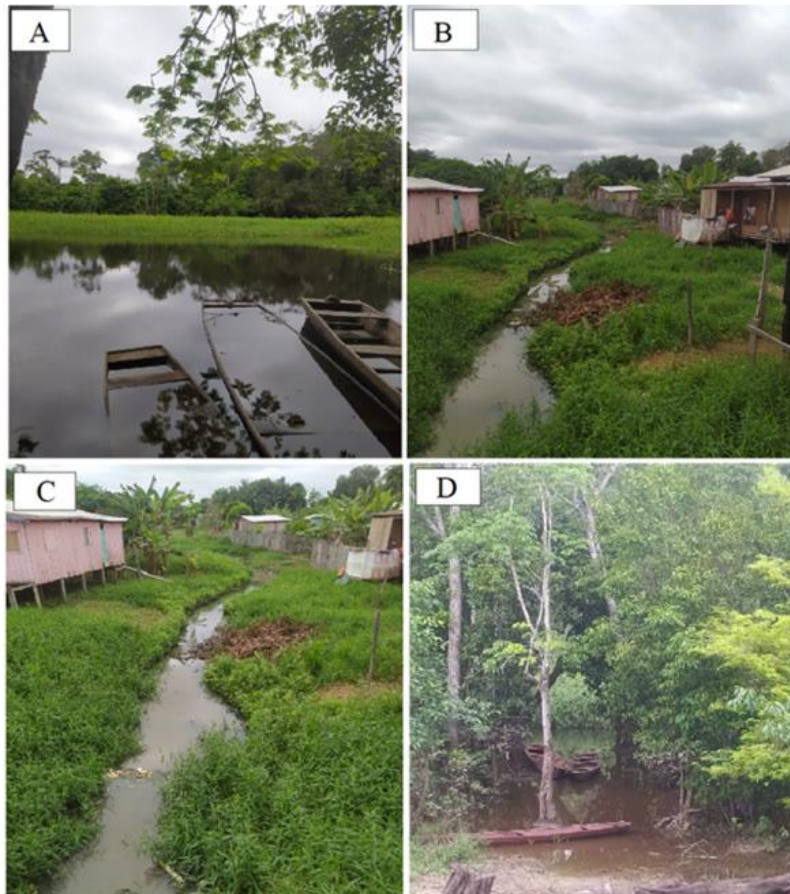


Figura 2. Registros fotográficos do lago preto – (A) e (D) área preservada e mata ciliar do corpo hídrico; (B) e (C)- domicílios nas áreas adjacentes ao lago.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos e microbiológico do Lago Preto do município de Lábrea - AM, com as suas respectivas metodologias.

Parâmetro	Metodologia	Referência normativa
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Oxímetro	APHA, 2005
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	Incubação 20° C, cinco dias	ABNT na NBR 12614/1992
Coliformes Termotolerantes	SMWW 23ª edição,2017	SMWW 23ª edição,2017,
Temperatura(°C)	Sonda multiparâmetro	APHA, 2005
Potencial Hidrogeniônico	Sonda multiparâmetro	APHA, 2005
Nitrogênio Total(mg/L)	SMWW 23ª edição,2017	ABNT, AWWA, WEF, APHA e ICR Microbial Laboratory Manual, U.S EPA, 1996.
Fósforo(mg/L)	SMWW 23ª edição,2017	ABNT, AWWA, WEF, APHA e ICR Microbial Laboratory Manual, U.S EPA, 1996.
Resíduos Totais	SMWW 23ª edição,2017	ABNT, AWWA, WEF, APHA e ICR Microbial Laboratory Manual, U.S EPA, 1996.
Turbidez (UNT)	SMWW 23ª edição,2017	ABNT, AWWA, WEF, APHA e ICR Microbial Laboratory Manual, U.S EPA, 1996.

Cálculo do índice de qualidade da água.

Para Lopes et al. (2022) o IQA é uma boa ferramenta que pode ser utilizada para a gestão das águas. Neste mesmo sentido, o IQA é um índice sensível à presença de esgoto na água bruta, CETESB (2021).

O cálculo do índice de qualidade da água (IQA) é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros (Coliformes Termotolerantes (CT), Resíduos Totais Dissolvidos (RT), Turbidez, Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total (NT), Oxigênio Dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) e Temperatura), segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde;

IQA – Índice de qualidade da água;

q_i = qualidade do parâmetro *i* obtido através da média de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro.

em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1. É necessário frisar a importância do peso (*w_i*) atribuído no cálculo de IQA, visto que ele interferirá no resultado final do índice e indicando a influência de tal parâmetro para a qualidade da água, são os seguintes:

- Oxigênio dissolvido 0,17
- Coliformes Termotolerantes 0,15
- Potencial hidrogeniônico 0,12
- Demanda bioquímica de oxigênio 0,10
- Temperatura 0,10
- Nitrogênio total 0,10
- Fósforo total 0,10
- Turbidez 0,08
- Sólidos Totais 0,08

Foi realizado o cálculo do IQA para cada ponto amostral e para as médias dos pontos amostrais. Os valores do IQA são classificados em faixas, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 2: Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas.

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Foram utilizados para efeito de classificação do corpo hídrico os itens da Resolução Conama 357/2005 o Capítulo I – das Definições, os artigos 2º. Incisos de I a V.

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5% ;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰.

Foram considerados os termos do Capítulo II desta Resolução que compete a classificação dos Corpos de Água, sendo que este corpo d'água se for classificado como águas doces, será utilizado a os termos do Capítulo III, das condições e padrões

da qualidade das águas, a seção II – das águas doces; e se for classificado como águas salinas, será usado para fins de comparação, a seção III deste capítulo; senão usa-se os termos da seção IV – das águas salobras. Esta classificação tem a finalidade de enquadrar o tipo e classe do corpo hídrico estudado.

Análise Estatística

Os dados foram tabulados e organizados em planilhas do software Excel, e, em seguida, dispostos nas fórmulas matemáticas disponibilizadas pela CETESB para a determinação dos IQAs. As figuras, os gráficos e os coeficientes de Pearson foram confeccionados por meio do software SigmaPlot versão 11.0.

Resultados e discussão

Os valores obtidos (tabela 3) para os parâmetros analisados em sua maioria, indicaram desconformidade com a resolução CONAMA nº 357/05, com destaque para: oxigênio dissolvido (mês de junho), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mês de outubro), pH e Fósforo (para ambas as coletas).

A resolução supramencionada, organiza as águas doces em classes 1, 2, 3, e 4, e o rio em estudo é classe 2. Pode-se observar a relação entre alguns parâmetros, como a DBO5 e o Nitrogênio Total, visto que, os valores aumentam e diminuem para ambos, isso ocorre também aos resíduos totais e turbidez

Tabela 3: Resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológico do Lago Preto do município de Lábrea - AM, assim como os limites estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005.

Parâmetros	outubro/17		junho/18		Resolução CONAMA N°357/05
	Ponto1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,8	7,8	1,88	1,88	≥ 5,00
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	6,17	8,83	2,15	2,17	Até 5,00
Coliformes Termotolerantes	4,0.10 ²	Ausente	3,6.10 ³	3,3.10 ³	Até 1000,00
Temperatura(°C)	23	23	23	23	-
Potencial Hidrogeniônico	5,65	5,54	3,93	3,94	6,00 a 9,00
Nitrogênio Total (mg/L)	10,05	13,83	3,26	3,17	-
Fósforo (mg/L)	1,27	1,97	4,05	3,98	Até 0,1
Resíduos Totais (mg/L)	29	21	16,5	17,6	-
Turbidez (UNT)	24,1	10,1	13,7	14,1	Até 100,00

Valores de referência estabelecidos conforme Conama 357 – Art. 15 - Classe II.

Os resultados para o oxigênio dissolvido mostraram-se consistentes nos dois pontos analisados, tanto durante o período de estiagem

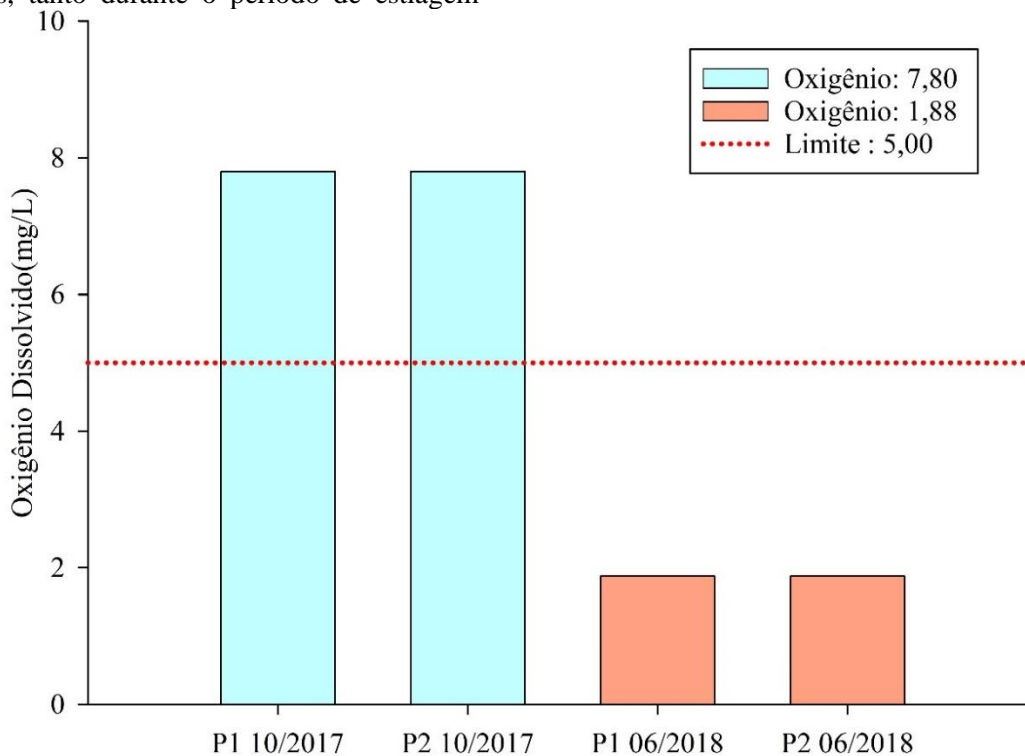


Figura 3. Valores de Oxigênio Dissolvido nos pontos amostrais.

Em relação às análises realizadas no mês de outubro/17 o oxigênio dissolvido se manteve dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, enquanto no mês de junho/18 o oxigênio dissolvido apresenta-se abaixo do estabelecido com uma taxa de 25% e não atendeu ao valor estabelecido pelo CONAMA, isso possivelmente deve-se à lançamento de esgotos domésticos ao longo do corpo hídrico o que acaba comprometendo a vida aquática e o abastecimento público, além disso, a avaliação das condições naturais da água e a detecção de impactos ambientais, como eutrofização e poluição por esgotos domésticos, são de fundamental importância para medir o nível de oxigênio dissolvido (OD). Visto que, águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de OD, pois este é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Comportamento como este também foi observado por Costa et al. (2021) em seu estudo no lago de Olarias, onde a taxa de concentração de OD apresentou-se baixa, isso pode indicar que o oxigênio está sendo consumido no próprio ambiente aquático através da intensa atividade bacteriana realizada para decompor a matéria orgânica.

quanto na época de cheias, conforme ilustrado na Figura 2.

A baixa concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) obtida na segunda campanha no lago preto pode vir a causar vários problemas para a população, incluindo a proliferação de bactérias anaeróbicas que produzem substâncias tóxicas e causam mau cheiro e sabor desagradável, pode também causar o aumentar a turbidez da água de distribuição pública.

O Oxigênio Dissolvido e a Demanda Bioquímica de Oxigênio são importantes indicadores da contribuição de esgoto sanitário em corpos hídricos, e para esses parâmetros será mantido os padrões da resolução do CONAMA 357/05. Esses parâmetros apresentam uma correlação negativa, um aumento na DBO geralmente resulta em uma diminuição nos níveis de OD, o que pode afetar negativamente a vida aquática e a qualidade daquela água.

A DBO₅ apresentou valores diferentes nos dois pontos variando entre 6,17 mg/L e 8,83 mg/L na primeira campanha com valores bem acima do máximo estabelecido que é 5 mg/L, conforme a tabela 1. A DBO₅ elevada ocorre devido principalmente a decomposição de matéria orgânica, pois existe uma grande quantidade de plantas aquáticas visíveis no período de seca. Na segunda campanha os resultados obtidos de DBO₅ variaram entre 2,15 mg/L e 2,17 mg/L para os pontos 1 e 2, respectivamente.

Observa-se que no período chuvoso os valores de DBO_5 foram mais elevados na concentração da matéria orgânica e maior dispersão dos dados quando comparados com o período seco; isso pode ser atribuído principalmente devido aos processos de decomposição da matéria orgânica, que no período de cheia o volume de plantas diminui

consequentemente a decomposição também muda fazendo com que os valores diminuam significativamente.

A figura 3 apresenta os valores referentes aos Coliformes Termotolerantes aferidos no Lago Preto, nos meses de outubro de 2017 e de junho de 2018.

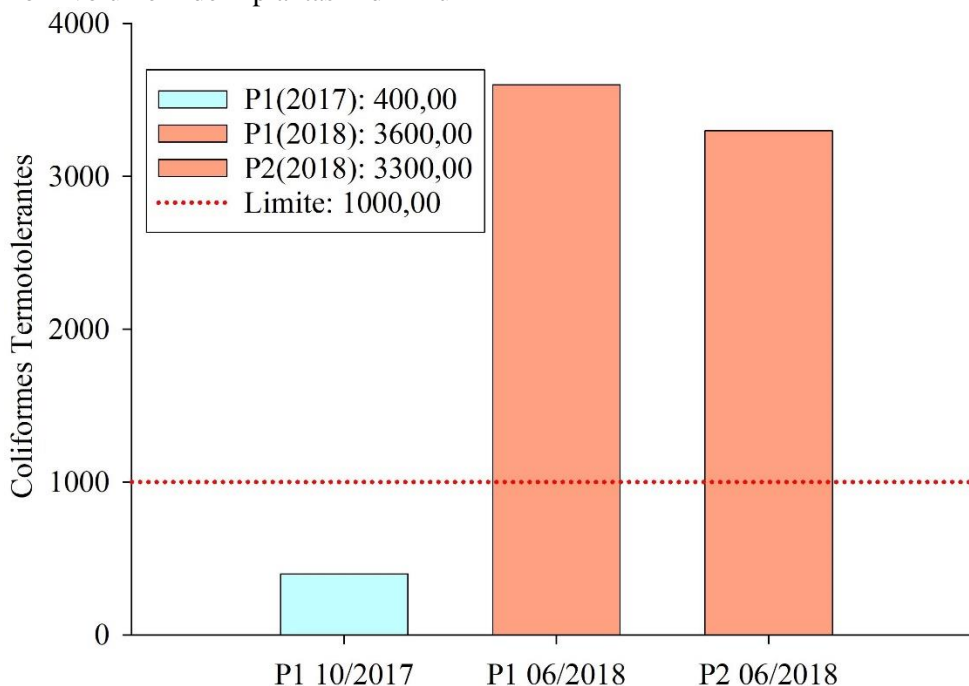


Figura 4. Valores de Coliformes Termotolerantes nos pontos amostrais.

No mês de outubro de 2017 o ponto 1 apresentou uma taxa de $4,0 \times 10^2$ NMP e para o ponto 2 apresentou ausência. Em contrapartida na segunda campanha foi identificada a presença de coliformes para os dois pontos amostrais. No mês de junho de 2018 o ponto 1 apresentou em termos de coliformes termotolerantes $3,6 \times 10^3$ NMP, enquanto no ponto 2 de $3,3 \times 10^3$ NMP mostrando-se bem acima dos valores estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05. Além do lago ser utilizado como meio de destinação final de esgoto doméstico, o poder de autodepuração das águas no período de estiagem é menor, corroborando com os resultados encontrados. Observa-se que no período de chuvas os valores ficaram de acordo com o estabelecido na Resolução mencionada acima.

A quantidade elevada de coliformes termotolerantes encontrada em suas margens na campanha de junho de 2018 pode ser elucidada pelo despejo de esgotamento sanitário provocado pela população que assiste no entorno do corpo hídrico (Soares et al., 2019).

Os coliformes termotolerantes quando encontrados nas águas trazem um grande risco para a saúde humana devido propagação de doenças de

veiculação hídrica, tornando-se uma grande problemática na área de estudo, pois o Lago Preto é utilizado para abastecer algumas regiões da cidade de Lábrea/AM. O trabalho de Macedo et al. (2018) relata que, os locais que não possuem acesso ao abastecimento de água devidamente tratada, assim como a forma de armazenamento, representam um fator de risco a doenças.

Os valores de Nitrogênio Total (figura 4) no mês de outubro nos dois pontos de coleta demonstram-se elevados, no ponto 1 foi de 10,05 e no Ponto 2 de 13,13, indicando contaminação severa possivelmente de esgotos domésticos devido aos domicílios nas áreas adjacentes ao lago. O Nitrogênio Total para o mês de junho no ponto 1 foi 3,26 e no ponto 2 de 3,17 demonstrando que os valores também ultrapassam o limite permitido pelo a Resolução CONAMA 357/2005.

A sazonalidade exerceu um impacto significativo na concentração de nitrogênio total, demonstrando um aumento notável durante a transição do período chuvoso para o seco, assim pode-se notar que durante o período de maior precipitação o nível de nitrogênio na água aumenta, a presença de nitrogênio acima do limite legal representa um risco significativo de eutrofização,

que pode levar ao crescimento excessivo de algas e depleção de oxigênio dissolvido, afetando negativamente a vida aquática.

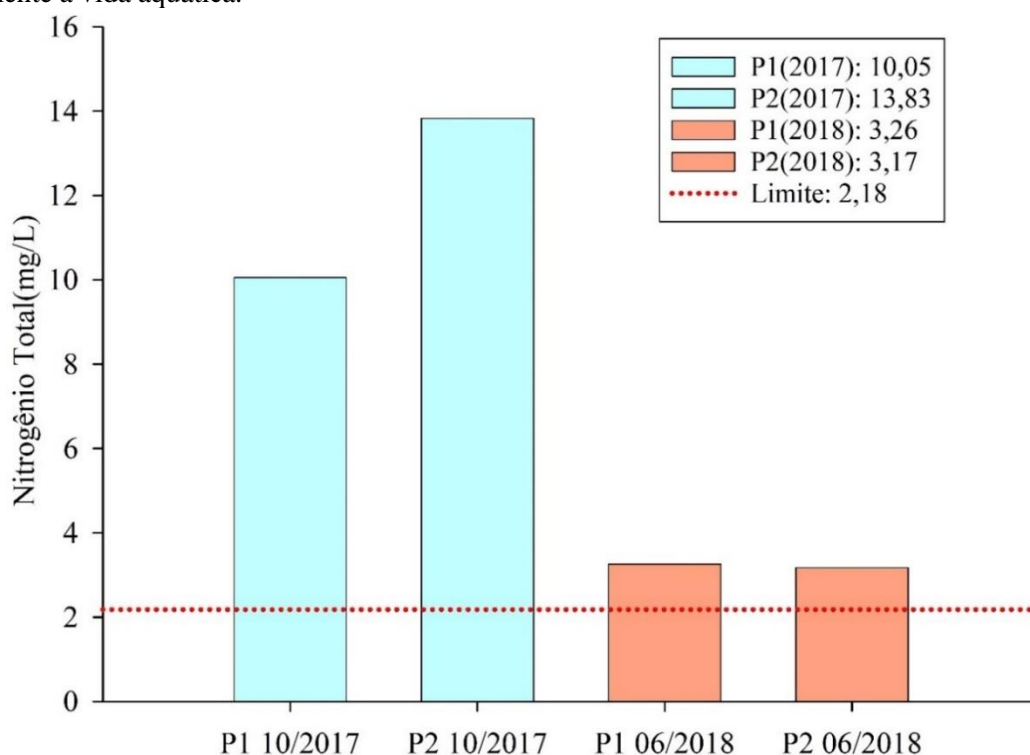


Figura 5. Valores de Nitrogênio Total nos pontos amostrais.

Pelo ponto de vista de Taques et al. (2022) não há um limite definido para nitrogênio total na Resolução CONAMA vigente, muito embora o § 3º do artigo 10º para águas doces de classes 1 e 2, leia-se que quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor do nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 2,18 mg L⁻¹ para ambientes lóticos, na vazão de referência.

Os valores encontrados para o Fósforo Total (figura 5) foram altos se comparados com o limite vigente, o ponto 1 para o mês de junho obteve 4,05 mg/L e o ponto 2, 3,98 mg/L.

Para Soares et al. (2019) é provável que o alto teor de fósforo total seja de origem antropogênica ocorrendo devido aos despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e uso de fertilizantes.

A figura 5 apresenta a correlação de Pearson das variáveis (A) DBO₅/N e (B) Resíduos Totais/ Turbidez. Os valores do coeficiente de determinação (R²) revelaram valores próximos de 1, indicando uma correlação entre as variáveis linear positiva, visto que, à medida que aumentam os valores de uma das variáveis os valores da outra também. De modo geral, nota-se que a correlação linear positiva de ambas as avaliações, indicam que, quanto maior for a concentração da DBO₅ na água, será também do Nitrogênio; o mesmo efeito é observado para Resíduos Totais e Turbidez.

A figura 6 apresenta os valores das variáveis Fósforo e Turbidez.

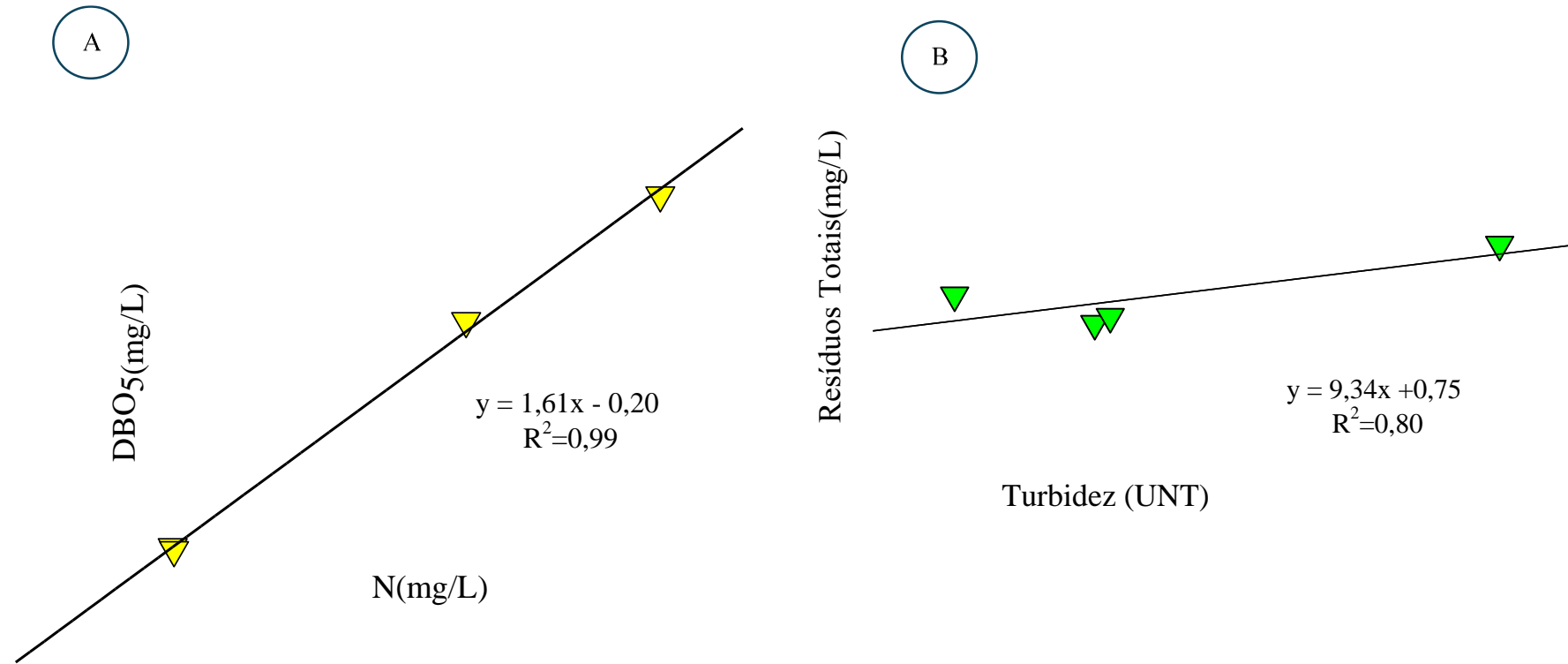


Figura 6. Correlação de Pearson das variáveis – (A) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)/Nitrogênio (N) e (B) Resíduos Totais/Turbidez.

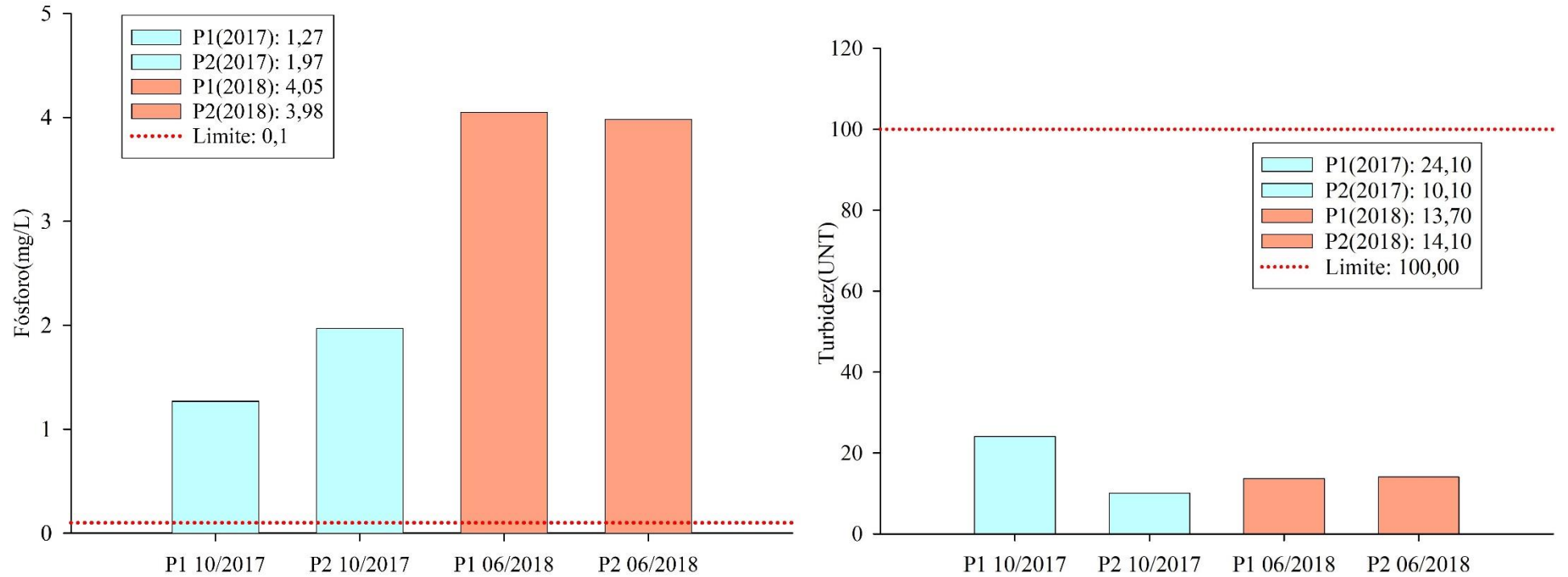


Figura 7. Variação dos valores das variáveis – (C) Fósforo e (D) Turbidez.

Para P1 e P2 o fósforo no mês de outubro, apresentaram concentrações variando entre 1,27 mg/L e 1,97 mg/L sendo valores superiores ao limite estabelecido na resolução vigente.

Para o mês de junho de 2018, foram apresentados valores elevados nas concentrações de fósforo, tanto para o ponto 1, que obteve o valor de 4,05ml/L quanto para ponto 2 que obteve o valor de 3,9ml/L.

Observa-se no que mês de outubro que houve uma redução nas concentrações de fósforo, essa redução pode ser relacionada ao período chuvoso da região, que ocasiona a diluição desse nutriente devido a maior quantidade de água nos corpos hídricos, o que explica as maiores concentrações de fósforo que estão no período de junho de 2018, durante o período seco da região que é afetada pela menor disponibilidade de água, o que contribui para o aumento das concentrações de fósforo observadas nesse período.

Entretanto, nenhuma das concentrações nos diferentes pontos e épocas atende ao limite estabelecido pela resolução vigente. Na região do Lago Preto, em Lábrea-AM, o aumento do fósforo total decorre das descargas de esgotos domésticos, de atividades agrícolas e da lixiviação do solo. Este parâmetro tem sua importância, pois indica o potencial grau de desenvolvimento vegetal e

microbiológico no corpo hídrico, o que aponta que o lago está mais suscetível ao processo de eutrofização, tal fenômeno é capaz de comprometer o fornecimento do abastecimento de água na região.

No estudo desenvolvido por Lourenço et al. (2022), foram encontrados níveis de fósforo que excedem os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 257/05. Esses níveis elevados podem ser reflexo das atividades agrícolas e das áreas urbanas, que contribuem para a instauração de diferentes atividades antrópicas, aumentando assim os níveis de fósforo.

Os parâmetros de turbidez (figura 6) e temperatura não apresentaram anormalidades estando dentro dos valores aceitáveis de acordo com a Res. CONAMA 357/2005(Até 100 NTU).

O ponto 1 do período de seca(junho) demonstrou o valor mais elevado, já o ponto 2 obteve o menor valor, já para o período de cheia(setembro) os valores se mantiveram próximos. Segundo Gomes et al. (2023) o alto valor de turbidez pode ser atenuado pela derrubada de matas ciliares, o que causa acúmulo de sedimentos e material particulado no rio. A vazão também influencia na turbidez quanto maior o fluxo d'água maior a turbidez, assim é comum ter essa alta no período de cheias.

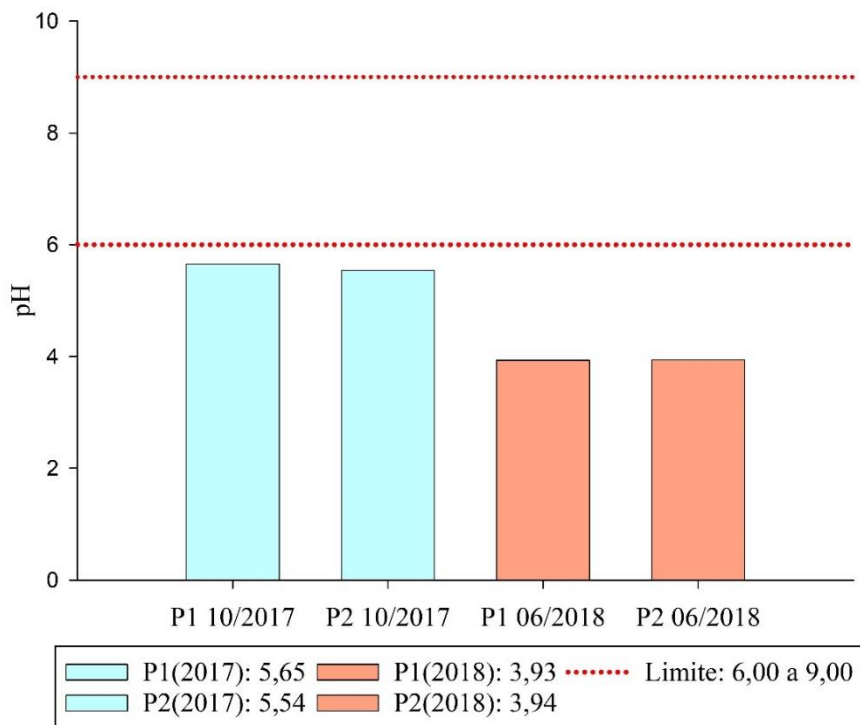


Figura 8. Valores para pH nos pontos amostrais

Para o pH (Figura 7) os valores se mantiveram abaixo do estabelecido pela Resolução 357/05 nas duas campanhas, variando entre 3,93 e 5,65.

Na primeira campanha realizada em outubro de 2017 valores foram de 5,65 para o ponto 1 e 5,54 para o ponto 2, indicando uma acidez moderada na amostra.

Já para a segunda campanha que ocorreu em Junho de 2018, os valores de pH encontrados mudaram, onde no ponto 1 obteve-se pH de 3,93 e no ponto 2 de 3,94, observa-se uma alta acidez comparada com os valores encontrados na primeira campanha.

Essa variação encontrada nos valores de pH pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles o período sazonal da coleta das amostras, onde na primeira campanha ocorreu no período de chuvoso e a segunda campanha no período de estiagem.

Também se observa que neste lago são despejados esgotos domésticos, o que acaba influenciando nos níveis do pH, pois devido a introdução da carga orgânica há um maior consumo de oxigênio para a decomposição da mesma.

Devido ao consumo do oxigênio dissolvido, aumenta a concentração de íons H^+ , aumentando assim a acidez do lago (Lucena, 2023). Logo, observa-se uma relação direta dos níveis de pH e oxigênio dissolvido, corroborando com os resultados encontrados nas campanhas.

A partir de todos os dados das variáveis formulou-se o IQA (figura 8), que traz a informação em termos comparativos da qualidade da água.

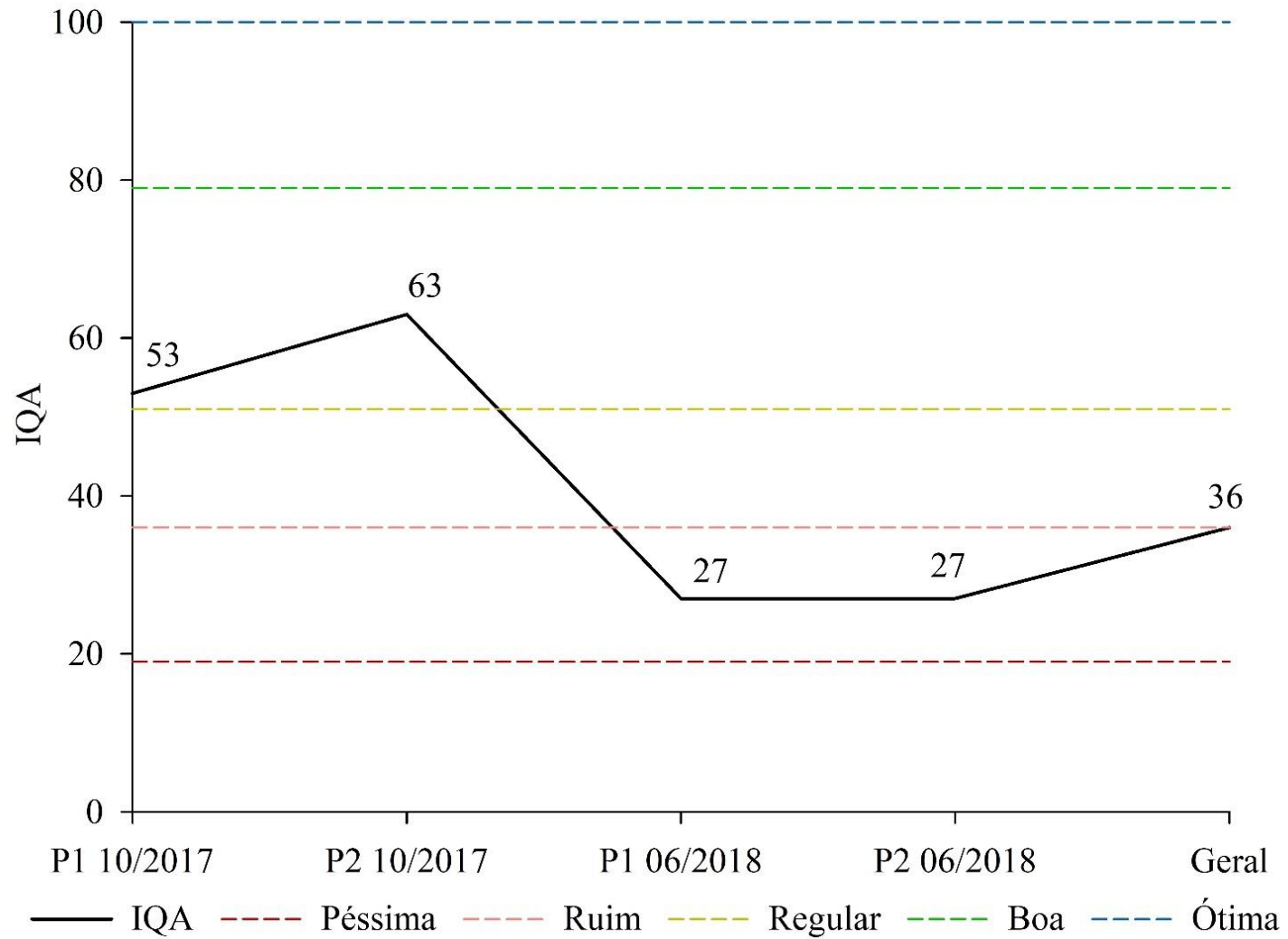


Figura 9. Valores do IQA para os pontos amostrais e valor do IQA geral.

Os pontos analisados na campanha de outubro de 2017, apresentaram os valores de IQA de 53 e 63, para os pontos 1 e 2, destacando-se pela categoria de qualidade “Boa”.

O menor valor de IQA está associado aos pontos P1 e P2 de junho de 2018, ambos com o valor de 27, demonstrando que a qualidade da água do Lago Preto sofre influências negativas conforme a estação do ano. Segundo Batista et al. (2023), o OD tem grande influência no valor do IQA, pois possui um peso significativo no seu cálculo. Na área de estudo os valores de OD para o período supracitado foram baixos (1,88 mg/L) apresentando o menor valor em relação aos demais pontos, assim como as elevadas concentrações de sólidos dissolvidos e fósforo total. Também destacamos que nesta campanha os valores de pH apresentaram características ácidas.

O IQA geral correspondente a média aritmética de todos os índices, para cada ponto de amostragem, para o Lago Preto em Lábrea-AM, foi de 36, ou seja, de acordo com a faixa de classificação da CEETESB, se enquadrou na categoria “Ruim”. Os resultados apresentados são similares aos obtidos por (Soares et al., 2019) para a mesma localidade, onde o IQA para o ano de 2019 foi de 29,94 e 2020 de 39,56, classificados como ruim e regular, respectivamente. Os baixos Índices de Qualidade da Água do Lago Preto mencionados anteriormente provavelmente são consequência do despejo direto e sem tratamento dos esgotos domésticos provenientes da cidade.

Conclusão

A qualidade da água do Lago Preto, em Lábrea/AM, está classificada pela faixa de classificação da CEETESB como “Ruim”, conforme revelam os resultados obtidos, indicando uma condição desfavorável para os padrões estabelecidos pela referida classificação.

O valor agregado detém um valor de IQA igual a 36, possivelmente isso é um indicativo de alterações em virtude do lançamento de efluentes no corpo receptor, fato que é demonstrado pelas análises de oxigênio dissolvido, fósforo, coliformes termotolerantes e demanda bioquímica de oxigênio.

Os valores de pH encontrados em ambas as campanhas se mantiveram consistentemente abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente, indicando baixa alcalinidade. Isso pode afetar negativamente a saúde dos ecossistemas aquáticos e comprometer a potabilidade da água para consumo humano.

Para melhorar a qualidade desta água e garantir seu uso para abastecimento público em Lábrea, AM, é necessário implementar um abrangente programa de gestão e tratamento de efluentes. Isso inclui a instalação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) para tratamento adequado dos esgotos domésticos antes de serem despejados no lago Preto, além da criação de um sistema de monitoramento constante da qualidade da água. Além disso, é fundamental revisar e atualizar a legislação local para garantir a conformidade com as normas ambientais, como a resolução CONAMA nº 357/2005 e garantir uma água potável a população.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM, pela disponibilização da infraestrutura do laboratório e transporte.

Referências

- ANA. Agência Nacional de Águas, (2023). Portal da Qualidade das Águas. Brasília.
- Batista, L. F., Soares, M. D. R., Silva, A. E. dos S., Noguchi, H. S., & Souza, Z. M. de. (2023). Avaliação da qualidade da água do Rio Caititu no município de Lábrea, AM. *Gaia Scientia*, 17(1), 57–71. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2023v17n1.65262>
- Brasil. Congresso Nacional, (1997). Lei no 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.
- Brasil, Ministério da Saúde, (2021). Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021. Brasília.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (2021). Índices de Qualidade das Águas, Critérios de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos e Indicador de Controle de Fontes. In Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (p. 29).
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília.
- Costa, K. A., Col, A. D., Ventura, A. C. T., Gummy, M. N., Weinert, P. L., & Scheffer, E. W. de O. (2021). Influence of anthropogenic activities on water quality in urban lakes: a case study. *Brazilian Journal of Development*, 7(2), 19889–19907. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-569>
- Fortes, A. C. C., Barrocas, P. R. G., & Kligerman, D. C. (2020). A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. *Saúde em Debate*, 43, 20–34.

- <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S302>
FUNASA. Fundação Nacional de Saúde, (2013) Manual prático de análise de água. Brasília.
- Gois, A. F. R. de, Santiago, E. C. A., & Meireles, V. K. A. (2019). Disponibilidade De Água Tratada no Município De Boca Do Acre/Amazonas. ISSN 1678-0701.
- Gomes, W. C., Passinho, J. N., Martins, A. S., Silva, D. F. da, Rabelo, F. M. da S., Silva, M. R. C. S. R. C., Silva, L. S. e, Lima, N. S., & Rodrigues, L. H. de S. (2023). Avaliação Sazonal Da Água E Sedimento Superficial Da Sub-bacia Rio Das Bicas Em São Luís No Estado Do Maranhão, Brasil. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, 11(3), 2788–2798. <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v11.e3.a2023.pp2788-2798>
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística, (2022). Censo Brasileiro de 2022. Lábrea.
- Lopes, V. M., Filho, J. V. D., & Hurtado, F. B. (2022). Diagnóstico da qualidade e o estado trófico da água superficial em trecho do rio Machado—Rondônia, Amazônia Ocidental. *Gaia Scientia*, 16(3), 61–83. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2022v16n3.64047>
- Lourenço, R. W., Sales, J. C. A., Arantes, L. T., Silva, C. V., & Silva, D. C. da C. e. (2022). Reflexos Ambientais do Desenvolvimento e Expansão das Atividades Humanas sobre a Qualidade da Água. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 15(1), 175–198. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.1.p176-198>
- Lucena, C. Y. D. S. (2023). Ambientes lênticos urbanos no semiárido brasileiro: uma análise dos impactos das alterações do uso e ocupação do solo e propostas de mitigação. UFPB - Campus I - João Pessoa
- Macedo, T. de L., Rempel, C., & Maciel, M. J. (2018). Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari-RS. *Tecnológica*, 22(1), 58-65. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v22i1.10447>
- Magalhães, W. C. (2023). Correlações entre os parâmetros físico-químicos de um corpo hídrico superficial localizado no semiárido cearense: A estatística multivariada como ferramenta. UFC- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Morais, L. S. de, Chagas, I. C. de G., Silva, D. P. da, Scalize, P. S. (2023). Qualidade da água superficial em comunidades rurais do estado de Goiás durante a estação seca e sua relação com o uso e a ocupação do solo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 28, e20220215, 1-10. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220220215PT>
- Nascimento, F. R. do, Soares, M. D. R., Lima, E. L. F., Noguchi, F. S., Silva, D. A. P. da, Rebouças, R. da S. O., Souza, Z. M. de, (2024). Avaliação da qualidade da água para consumo humano de duas fontes subterrâneas de abastecimento no município de Lábrea/AM. *Revista Observatório de La Economia Latinoamericana*. v. 22, n.4, 01-21. doi.org/10.55905/oelv22n4-133
- Paula, A., & Lino, J. H. (2021). Investigation of the presence of coliforms in water samples in Mandaguaçu, Paraná. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(6), 25216–25224. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n6-130>
- Pratte-Santos, R., Terra, V. R., & Azevedo Junior, R. R. (2023). Avaliação do efeito sazonal na qualidade das águas superficiais do rio Jucu, Espírito Santo, Sudeste do Brasil. *Sociedade & Natureza*, 30, 127–143. <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-7>
- Rebouças, R. da S. de O., Soares, M. D. R., Noguchi, H. S., Souza, M. S. de, Nascimento, F. R. do, Alves, K. de V., Pantoja, L. P., & Souza, Z. M. de. (2024). Water quality for human consumption in semi artesian wells in the city of Lábrea/AM. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 17(1), 5302–5321. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-316>
- Ribeiro, N. U. F., Bega, J. M. M., Zambrano, K. T., Américo-Pinheiro, J. H. P., & Carvalho, S. L. D. (2022). Qualidade da água do rio Paraná em região de balneabilidade: Discussão sobre os impactos potenciais do lançamento de efluentes provenientes de tratamento secundário. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 27(3), 445–455. <https://doi.org/10.1590/s1413-415220210126>
- Santos, M. S. dos, Lima, A. A. de., Vital, A. R. T., & Nobre Arcos, A. (2023). Avaliação da qualidade da água da praia da lua no rio negro, Manaus – Amazonas. *REVISTA GEONORTE*, v. 14, n. 44, 185-202. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.V.14.N.44.185.202>
- Santos, A. S. dos. (2023). Água destinada ao consumo humano: O estudo de uma problemática socioambiental articulada aos conteúdos de solução e concentração. Itabaina-SE.
- Silva, J. A. de A., Lemos, M. de S., Silva, N. C., Dantasa, K. G. F., Filho, H. A. D (2024). Avaliação multivariada da qualidade das águas superficiais e água final de abastecimento público de Belém, Para, Brasil. *Quimica Nova*,

47(6), e-20240013, 1-9,
<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20240013>

Soares, M. D. R., Oliveira, L. S., & Gonçalves, P. H. R. (2019). Avaliação da Qualidade da Água para Abastecimento Público no Município de Lábrea/Am: Lago Preto.

Souza-Filho, E. A. de, Hortêncio-Batista, I., & Albuquerque, C. C. de. (2019). Levantamento de aspectos físico-químicos das águas da

microbacia do mindu em Manaus-Amazonas. *Revista Geográfica de América Central*, 63, 295–321. <https://doi.org/10.15359/rgac.63-2.13>

Taques, R. C. V., Moriggi, T., Giloni-Lima, P. C., & Lima, V. A. (2022). Qualidade da água superficial em trechos de influência da instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica no Paraná, Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 19, e9. <https://doi.org/10.21168/rega.v19e9>