

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

LEONARDO FREIRE BATISTA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAITITU NO MUNICÍPIO DE
LÁBREA - AM**

HUMAITÁ - AM
2022

LEONARDO FREIRE BATISTA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAITITU NO MUNICÍPIO DE
LÁBREA - AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Agricultura, Educação e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof.º Dr. Marcelo Dayron Rodrigues Soares.

HUMAITÁ - AM
2022

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B333a Batista, Leonardo Freire
Avaliação da qualidade da água do Rio Caititu no município de
Lábrea - AM / Leonardo Freire Batista . 2022
46 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Marcelo Dayron Rodrigues Soares
TCC de Graduação (Engenharia Ambiental) - Universidade
Federal do Amazonas.

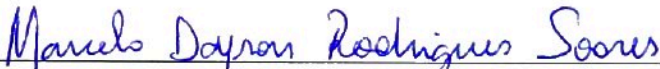
1. Antropicidade. 2. Índice de Qualidade da Água. 3. Legislação
Ambiental. 4. Recursos Hídricos. I. Soares, Marcelo Dayron
Rodrigues. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título


LEONARDO FREIRE BATISTA


**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAITITU NO MUNICÍPIO DE
LÁBREA - AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Agricultura, Educação e
Ambiente da Universidade Federal do
Amazonas, como requisito para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovado por:


Prof.º. Dr. Marcelo Dayron Rodrigues Soares
Orientador (IEAA/UFAM)


Prof.º. Dr. Benone Otávio Souza de Oliveira
Membro (IEAA/UFAM)


TAE Harumy Sales Noguchi
Membro (IEAA/UFAM)

Humaitá - AM, 20 de setembro de 2022

Aos meus familiares, de maneira especial à minha mãe (Claudete) e minha vó (Otília), por todo suporte e ensinamentos, sendo fundamentais para a concretização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder o dom da vida, por seu infinito amor e presença em minha vida. A ele, toda honra e toda glória;

À Universidade Federal do Amazonas - UFAM, pela oportunidade e contribuição ao longo da minha formação;

Agradeço aos meus familiares, por sempre me apoiarem e incentivaram na busca dos meus objetivos;

Agradeço a minha namorada Emanuelle Santos, por compartilhar a vida ao meu lado, me ouvindo, ajudando nos momentos mais difíceis, por todo amor e cuidado;

Ao meu orientador Pr. ° Dr. Marcelo Dayron pela confiança e ensinamentos, contribuindo para o meu crescimento acadêmico e não medindo esforços para a realização deste trabalho;

Aos meus amigos(as), pelos bons momentos e amizade;

A todo corpo docente, técnicos e serviços gerais da Universidade Federal do Amazonas;

Por fim, grato a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

*Dificuldades preparam pessoas comuns para
destinos extraordinários.*

C.S Lewis

RESUMO

A Região Norte do Brasil se destaca pela grande proporção de água disponível para seus variados usos. Embora a questão da disponibilidade da água na Região prevaleça em quantidade, fatores como o alto grau de urbanização, aliados à falta de saneamento básico, desenvolvimento industrial e o aumento da produção agrícola podem contribuir para que a qualidade dessas águas não esteja em condições adequadas para prover as necessidades dos seres vivos. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Caititu, no Município de Lábrea-AM, aplicando o cálculo do índice de qualidade da água (IQA), adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB. O processo metodológico consistiu na amostragem de 4 pontos ao longo do rio, realizadas no mês de junho de 2022, correspondendo ao período seco da região. Foram analisados os parâmetros físicos (Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos), químicos (Oxigênio Dissolvido, DBO, Fósforo Total, Nitrogênio Total, pH) e microbiológicos (Coliformes Termotolerantes), para a aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e comparação com os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/05. Para fins de caracterização também foram analisadas a Condutividade e Coliformes Totais. Os resultados alcançados mostram interferência para os parâmetros oxigênio dissolvido no ponto P3, com valor inferior ao estabelecido pela Resolução vigente e para o fósforo total, com valores superiores ao permitido em todos os pontos amostrais. Os valores dos IQA_S se mostraram condizentes aos índices analisados durante a pesquisa representando bem as águas do Rio Caititu, com faixa de classificação boa para todos os pontos. Esses índices refletem a capacidade de autodepuração de poluentes que exerce o Rio Caititu durante o período seco.

Palavras-chave: Antropicidade. Índice de Qualidade da Água. Legislação Ambiental. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The Northern Region of Brazil stands out for the large proportion of water available for its varied uses. Although the issue of water availability in the Region prevails in quantity, factors such as the high degree of urbanization, together with the lack of basic sanitation, industrial development and increased agricultural production may contribute to the quality of these waters not being adequately adequate to meet the needs of living beings. In view of the above, the present study aimed to evaluate the water quality of the Caititu River, in the municipality of Lábrea-AM, applying the calculation of the water quality index (AQI), adapted by the Environmental Company of the State of São Paulo-CETESB. The methodological process consisted of the sampling of 4 points along the river, carried out in June 2022, corresponding to the dry period of the region. The physical (Temperature, Turbidity, Total Dissolved Solids), chemical (Dissolved Oxygen, BOD, Total Phosphorus, Total Nitrogen, pH) and microbiological (Thermotolerant Coliforms) parameters were analyzed for the application of the Water Quality Index (AQI) and comparison with the limits recommended by CONAMA Resolution No. 357/05. Conductivity and Total Coliforms were also analyzed for characterization purposes. The results obtained show interference for the parameters dissolved oxygen in point P3, with a value lower than that established by the current Resolution and for the total phosphorus, with values higher than that allowed in all sample points. The values of the AQI_s were consistent with the indications analyzed during the research representing well the waters of the Caititu River, with a good classification range for all points. These indices reflect the self-purification capacity of pollutants that the Caititu River exerts during the dry period.

Keywords: Antropicity. Water Quality Index. Environmental Legislation. Water Resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área do Rio Caititu, Lábrea-AM	30
Figura 2 - Pontos de Amostragem	31
Figura 3 - Valores da Temperatura nos pontos amostrais	34
Figura 4 - Valores do pH nos pontos amostrais.....	34
Figura 5 - Valores da Turbidez nos pontos amostrais	35
Figura 6 - Valores dos Sólidos Totais nos pontos amostrais.....	35
Figura 7 - Valores da DBO para os pontos amostrais	36
Figura 8 - Valores de OD para pontos amostrais.....	36
Figura 9 - Valores de Nitrogênio Total nos pontos amostrais	37
Figura 10 - Valores do Fósforo Total nos pontos amostrais.....	37
Figura 11 - Valores de Coliformes Termotolerantes nos pontos amostrais	38
Figura 12 - Valores de Coliformes Totais nos pontos amostrais.....	38
Figura 13 - Valores dos IQAS para os pontos amostrais e valor do IQA geral.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e respectivos pesos.....	21
Tabela 2 - Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas nos estados brasileiros	22
Tabela 3 - Estatística descritiva dos parâmetros avaliados nas amostras de água, assim como os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.....	33

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APHA	American Public Health Association
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de meio ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IQA	Índice de Qualidade da Água
MS	Ministério da Saúde
SMEWW	Standard Methods for the Examination of Waterand Wastewater
NSF	National Sanitation Foundation
NT	Nitrogênio Total
OD	Oxigênio Dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
STD	Sólidos Totais Dissolvidos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Geral.....	16
2.2. Específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1. Água: Aspectos Gerais.....	17
3.2. Doenças de Veiculação Hídrica.....	18
3.3. Enquadramento da Água.....	19
3.4. Índice de Qualidade da Água (IQA).....	20
3.5. Qualidade da Água.....	23
3.6. Variáveis de Qualidade da Água	23
3.6.1. Coliformes Fecais.....	24
3.6.2. Condutividade Elétrica.....	24
3.6.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	25
3.6.4. Fósforo Total	25
3.6.5. Nitrogênio Total	25
3.6.6. Oxigênio Dissolvido (OD)	26
3.6.7. Potencial Hidrogeniônico (pH)	27
3.6.8. Sólidos Totais.....	27
3.6.9. Temperatura da água	28
3.6.10. Turbidez	28
4. METODOLOGIA	29
4.1. Caracterização da área de estudo	29
4.2. Definição dos pontos de amostragem	30
4.3. Análise e interpretação dos dados.....	32

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1. Temperatura e pH	33
5.2. Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos	34
5.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido.....	35
5.4. Nitrogênio Total e Fósforo Total	36
5.5. Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes	38
5.6. Índice de Qualidade da Água.....	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

Uma bacia está sujeita à diferentes processos, sendo eles dependentes das características da área no qual a mesma está inserida. A interação proveniente da flora, fauna, relevo, uso e ocupação do solo, e os fenômenos meteorológicos, condicionam a resposta hidrológica na bacia. Em ambientes acentuados pela ação antrópica, as estruturas físico-químicas dos ecossistemas naturais estão sujeitas a sofrerem transformações, resultando na alteração do ciclo hidrológico e conseqüentemente na oferta e qualidade dos recursos hídricos (ALVARENGA et al., 2012).

Furtado e Koning (2008), relatam que a qualidade de determinada água dependerá do ambiente onde foram geradas, percoladas ou estocadas. Aspectos físicos, químicos e microbiológicos necessitam serem avaliados, onde, a qualidade desejada dependerá do uso final da água. De modo geral, as águas atendem aos mais variados usos, sejam eles consuntivos (abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, etc.) ou não consuntivos (navegação, pesca, turismo, recreação, etc.). Cada um dos usos necessita de padrões de qualidade para serem utilizados.

A contaminação dos recursos hídricos, provém de diversas fontes, as quais se destacam os efluentes domésticos, os efluentes industriais e a carga difusa urbana e agrícola, comprometendo o uso desses recursos para os seus diversos fins. Desse modo, a avaliação e monitoramento da água se mostra fundamental no acompanhamento da evolução dos parâmetros físico-químicos, auxiliando na avaliação das condições do manancial e proporcionando informações para tomada de decisões relacionadas ao gerenciamento dos recursos hídricos (FIGUEIRÊDO, 2008).

Conforme os dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS (2020), a Região Norte se destaca por apresentar o menor índice de atendimento total de esgoto no Brasil, totalizando apenas 13,1%, seguida da Região Nordeste (30,3%), Sul (47,4%), Centro-Oeste (59,5%) e Sudeste (80,5%). Lábrea não difere de outras cidades brasileiras, sendo desprovida de serviços de esgotamento sanitário.

Tais fatos favorecem para que os dejetos das residências sejam dispostos de forma inadequada sobre o solo ou acondicionados em estruturas rudimentares, como valas e fossas artesanais, favorecendo a ocorrência de efluentes não tratados nos corpos hídricos e conseqüentemente somando para inúmeros problemas ao meio ambiente e exposição da população a doenças de veiculação hídrica (MEDEIROS et al., 2016).

Nesse contexto, insere-se a importância do estudo do Rio Caititu, estando inserido na bacia do Rio Purus no município de Lábrea-AM, onde o mesmo é utilizado pela comunidade para os variados usos como a navegação, recreação e lazer de acordo com a variabilidade da dinâmica do rio ao decorrer do ano, sujeitas a contraírem doenças transmitidas em contato com a água ou pela sua ingestão.

De acordo com as legislações ambientais, a determinação da qualidade da água é definida de acordo com seus usos preponderantes e estipula os padrões de qualidade na Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA de 2005. Os parâmetros são definidos em limites aceitáveis das substâncias presentes de acordo com o uso da água.

Contudo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Caititu, no município de Lábrea - AM no período seco, com os resultados de referências ditados pela Resolução CONAMA nº 357/2005, de forma a identificar quais parâmetros (físicos, químicos e microbiológicos) estão em conformidade com a legislação.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a qualidade da água do Rio Caititu, no município de Lábrea-AM.

2.2. Específicos

- Aplicar um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR);
- Analisar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água do Rio Caititu no período seco;
- Determinar o índice de qualidade da água (IQA);
- Realizar análises e diagnósticos com base na Resolução CONAMA nº 357/2005.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Água: Aspectos Gerais

A água constitui-se um elemento indispensável à sobrevivência de todos os organismos vivos, além disso, é extremamente importante para a manutenção do clima na Terra. A água pode apresentar qualidades variáveis, dependendo do local e das condições de sua origem. O suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos dos nutrientes no planeta (TUNDISI, 2003).

A superfície da terra comporta 97,5% de águas salgadas e 2,5% de água doce. No entanto, a maior parcela de água doce (68,9%) formam as calotas polares, as geleiras e as neves eternas que cobrem os cumes das montanhas mais altas da Terra. Os 29 % restantes constituem as águas subterrâneas doces. A umidade dos solos e as águas dos pântanos representam cerca de 0,9% do total, e a água doce dos rios e lagos cerca de 0,3%. Assim sendo é imprescindível que se observe a importância de cuidar e utilizar de forma consciente e sustentável os recursos hídricos (REBOUÇAS, 2006; FARIA, 2013).

As águas superficiais são, constantemente, renovadas e purificadas através de seu ciclo hidrológico, bem como do seu movimento, dinâmico, nos rios e lagos, que acabam diluindo e dispersando poluentes e contaminantes. Entretanto, este autoperpetuante está cada vez mais ameaçado em virtude da grande quantidade de carga poluidora que é lançada diariamente nesses ecossistemas (ARAÚJO, 2007).

O aumento da população e todos os fatores atrelados com este crescimento têm ocorrido em detrimento da degradação dos recursos hídricos por causa de seus usos múltiplos, destacando entre eles a agricultura, o abastecimento público, a pecuária, a indústria, a geração de energia, o saneamento básico, a recreação e o lazer (ZHANG et al., 2010; FAO, 2015 apud PIRATOBA et al., 2017).

A água doce em nosso planeta, além de representar apenas 1% do total de todo recurso hídrico, é distribuída de forma desigual na superfície terrestre. Só no Brasil, a concentração de água doce é de 11,6% (FARIA, 2013). A distribuição desses recursos no País e durante o ano não é uniforme, destacando-se os extremos excesso de água na Amazônia e as limitações de disponibilidade no Nordeste (FIGUEIRÊDO, 2008). Em assonância, Philippi Jr; Roméro e Bruna (2014), reiteram que 68,5% dos recursos hídricos estão localizados na região Norte, onde

habitam cerca de 7% da população brasileira; 6% estão na região Sudeste, com cerca de 43% da população do país. A região Nordeste, onde vivem 29% da população, há disponibilidade de apenas 3% dos recursos hídricos.

A água é um dos recursos naturais que no passado recente se imaginava praticamente ilimitados. Como resultado das melhorias dos padrões de vida em todo o mundo, o consumo de água vem aumentando rapidamente. Atualmente, é 50% maior que na década de 1950. O crescimento da demanda vem sendo atendido com a construção de barragens e desvios de rios, mas essas alternativas estão bem próximas do esgotamento. A urbanização é fator de interferência, pois afeta o armazenamento, a trajetória e a qualidade das águas (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA, 2014).

A qualidade da água representa atualmente o principal problema ambiental brasileiro. Dentro do conceito mais amplo de gestão de qualidade da água, o saneamento representa o setor que mais claramente está vinculado à agenda ambiental, sendo certamente o principal em termos de impactos sociais e ambientais (LIMA, 2006).

3.2. Doenças de Veiculação Hídrica

A qualidade da água – em particular, a qualidade microbiológica da água – por si só, tem grande influência sobre a saúde. Se não for adequada, poderá ocasionar surtos de doenças e, por conseguinte, sérias epidemias (KELLNER, 2014).

A água contaminada é aquela que contém impurezas, micróbios e outros similares. Além de causar doenças, algumas bem graves, o custo para o seu tratamento é alto, tornando ainda mais reduzida a oferta da água potável. O prejuízo com a contaminação das águas é imenso, quase incalculável e atinge diversos aspectos do cotidiano, como o social, ambiental e o econômico (FARIA, 2013).

As doenças provenientes da água microbiologicamente contaminada podem ser transmitidas de várias maneiras. Kellner (2014) menciona alguns exemplos a seguir.

- **Diretamente pela água:** Provocada pela ingestão de água contaminada com urinas ou fezes, humanas ou de animais, contendo bactérias ou vírus patogênico. Incluem cólera, febre tifoide, amebíase, leptospirose, giardíase, hepatite infecciosa e diarreias agudas.
- **Causadas pela falta de limpeza e de higiene com água:** provocadas por má higiene pessoal ou contato de água contaminada na pele ou nos olhos. Incluem escabiose,

pediculose (piolho), tracoma, conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose, tricuriase, enterobíase, ancilostomíases, ascaridíase.

- Causadas por parasitas encontrados em organismos que vivem na água ou por insetos vetores com ciclo de vida na água.

A água de um rio é considerada de boa qualidade quando apresenta menos de mil coliformes fecais e menos de dez microorganismos patogênicos por litro. Para ter a água em boas condições, deve-se evitar a contaminação por resíduos, sejam eles agrícolas (de natureza química ou orgânica), esgotos, resíduos industriais, lixo ou sedimentos vindos da erosão. (FARIA, 2013).

3.3. Enquadramento da Água

Em função do quadro de deterioração dos sistemas aquáticos, houve a necessidade de se criar medidas para assegurar a proteção e o uso sustentável dos mesmos. Neste sentido em 1997 a Lei Federal nº 9.433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água (SOUZA et al., 2014).

Entre os objetivos definidos na Política Nacional dos Recursos Hídricos está assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade necessária da água em padrões adequados aos respectivos usos (GLORIA; HORN; HILGEMANN, 2017).

No Brasil, o órgão responsável pela classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamentos de efluentes, é o CONAMA, ligado ao Ministério do Meio Ambiente. A Resolução desse Conselho sobre Recursos Hídricos é a de nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

Nesse documento, as águas doces são classificadas em cinco classes: especial, 1, 2, 3 e 4. Dessas, somente a classe 4 não pode ser utilizada no abastecimento ou qualquer outro tipo de utilização humana nem com a maioria dos seres vivos, devido à sua baixa qualidade, cujos custos de tratamento inviabilizam o seu aproveitamento. As demais diferem entre si pelo tipo de tratamento a ser utilizado na desinfecção das mesmas, antes de sua distribuição à população (BRASIL, 2005).

No presente trabalho será seguida as normas estabelecidas segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, correspondente às águas de Classe II, no qual determina os níveis aceitáveis para cada parâmetro de qualidade. Para a classe citada anteriormente, as águas podem ser destinadas para aos seguintes usos:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

3.4. Índice de Qualidade da Água (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas - IQA foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* - NSF. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2005).

O IQA é uma ferramenta capaz de traduzir os parâmetros de qualidade de um dado corpo hídrico reunindo-os em um único índice, usado para classificar sua qualidade, que pode variar de boa a ruim. Tal ferramenta contribui, sobretudo, no diálogo com o público não técnico, pois facilita a compreensão dos resultados obtidos com as análises físico-químicas (FREITAS et al., 2011).

O IQA é composto por 9 parâmetros, sendo eles: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), nitrogênio total, fósforo total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A partir do atendimento a estes parâmetros é gerado um índice com valores variando de 0 a 100 (NEITZEL; LINDNER, 2013). Tais parâmetros apresentam pesos característicos (W_i) que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, conforme a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e respectivos pesos

PARÂMETROS	PESOS
Oxigênio dissolvido	w = 0,17
Coliformes fecais	w = 0,15
Potencial hidrogeniônico (pH)	w = 0,12
(DBO5,20)	w = 0,10
Temperatura	w = 0,10
Nitrogênio total	w = 0,10
Fósforo total	w = 0,10
Turbidez	w = 0,08
Resíduo total	w = 0,08

Fonte: ANA, (2005).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n Q_i^{w_i} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

IQA: Índice de qualidade da água, variando de 0 a 100;

Qi: Qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100;

Wi: Peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado da sua importância para conformação global de qualidade, um número entre 0 e 1.

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (TABELA 2).

Tabela 2 - Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas nos estados brasileiros

VALOR DO IQA (Estados: AL, MG, PR, RJ, RN, RS)	VALOR DO IQA (Estados: BA, ES, GO, MS, SP)	QUALIDADE DA ÁGUA
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: ANA, (2005).

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem principalmente, a contaminação dos recursos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos (PHILIPPI J.; ROMÉRO; BRUNA, 2014).

Na Amazônia, Damasceno et al. (2015), ao avaliar a qualidade da água do Rio Amazonas, na orla da cidade de Macapá-AP, obteve IQAs com classificação “boa” no período menos chuvoso e “ótima” no período chuvoso. Tais resultados de assemelham aos de Peixoto et al. (2014), onde, ao avaliarem as águas do Rio Beem, na cidade de Humaitá-AM, obtiveram IQAs com faixa de classificação “ótima” e “boa” para os períodos de cheia e vazante respectivamente. Resultados opostos aos supracitados foram observados por Soares et al., (2020), ao avaliarem o Lago Preto, no município de Lábrea-AM, com IQAs com faixas classificadas em “ruim” e “aceitável” no período seco, para os anos de 2019 e 2020 respectivamente.

Diversos estudos já vem sendo realizados para o monitorando as águas da Amazônia, Brasil e mundo, mas todos adaptando os valores dos pesos e outras alterações nos índices necessárias a cada utilização da água para os diversos fins como recreação, indústrias, agricultura e água para consumo, que é a de maior importância (SILVA, 2016).

O IQA apresenta-se como uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade de águas. Porém, cabe ressaltar que este índice deve ser adotado como uma complementação às informações geradas por cada parâmetro avaliado em consonância com os padrões de qualidade determinados pelas legislações específicas. Assim, o IQA tem um importante papel para averiguar eventuais deteriorações dos recursos hídricos ao longo de bacias hidrográficas (GLORIA; HORN; HILGEMANN, 2017).

3.5. Qualidade da Água

A qualidade da água é um conceito relativo que depende diretamente do uso a que se destina, seja este para balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática. Para cada um dos usos existe um padrão de qualidade especificado pela legislação. O crescimento demográfico e o desenvolvimento social e econômico aumentam a demanda por água e provocam alterações de ordem física, química e biológica nos ecossistemas aquáticos (SOUZA et al., 2014).

Para Miranda e Teixeira (2004), a gestão adequada dos sistemas urbanos de abastecimentos e esgotamento podem contribuir na redução dos impactos sobre o meio, bem como trazer resultados satisfatórios para o ambiente, a sociedade e a economia. Uma forma eficiente e importante de investigar a influência antrópica nos recursos hídricos superficiais é utilizando-se dos programas de monitoramento ambiental (SILVA; SOUZA, 2013).

O monitoramento ambiental é um instrumento de controle e avaliação, desde que realizado de forma sistemática. Serve para conhecer o estado e as tendências qualitativas e quantitativas dos recursos naturais e as influências exercidas pelas atividades humanas e por fatores naturais sobre o ambiente. Desta forma, subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, bem como auxilia na definição das políticas ambientais (ALVES, 2008).

A composição natural e a verificação de indícios de poluição ou contaminação das águas podem ser avaliadas por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Esta avaliação é fundamental para determinação da adequabilidade das águas em função do uso requerido (MAGALHÃES, 2006). Diante dos fatos, as atividades de monitoramento se mostram relevantes na gestão dos recursos naturais, colaborando na mitigação e/ou prevenção dos impactos introduzidos sobre os mesmos.

3.6. Variáveis de Qualidade da Água

A água em sua composição apresenta diversos componentes, sejam eles de origem natural ou introduzidos por atividade antrópica. Dessa forma, os parâmetros são imprescindíveis na caracterização da água, indicando se os valores encontrados constituem sua qualidade ou impureza.

Diante disso, as variáveis ambientais utilizadas para a caracterização da qualidade da água do Rio Caititu estão descritas a seguir:

3.6.1. Coliformes Fecais

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. Tais organismos dão uma satisfatória indicação de quando a água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, sua potencialidade para transmitir doenças (VON SPERLING, 2005).

São indicadores da presença de material fecal e, portanto, da possibilidade de ocorrência de microrganismos patogênicos na água. Os coliformes fecais, quando encontrados na água, confirmam o descarte de esgotos domésticos sem desinfecção (NEITZEL; LINDNER, 2013).

3.6.2. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions (FUNASA, 2014).

A condutividade representa uma medida indireta da concentração de poluentes e aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (PHILIPPI J.; ROMÉRO; BRUNA, 2014).

A condutividade é alterada na região amazônica conforme ocorre variação nos períodos de pulso (enchente e vazante). No período de cheia, o material sedimentar é transportado para a várzea, que responde a essa ação desenvolvendo uma alta diversidade biológica inclusa em uma imensa rede trófica. Esse processo é bem visível nos corpos de água branca ou barrenta, a exemplo dos rios Amazonas, Solimões, Madeira, Juruá, Purus etc., onde a carga de material em suspensão é alta, rica em elementos iônicos (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ e K^+) (SILVA, 2016).

3.6.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A quantidade de oxigênio dissolvido na água necessária para a decomposição da matéria orgânica é chamada de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Em outras palavras, é o oxigênio que vai ser respirado pelos decompositores aeróbios para a decomposição da matéria orgânica lançada na água (BRAGA, 2005). Esta demanda é referida convencionalmente a um período de cinco dias, já que a estabilização completa da matéria orgânica exige um tempo maior, e a uma temperatura de 20°C (FUNASA, 2014).

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio da água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (PHILIPPI J.; ROMÉRO; BRUNA, 2014).

3.6.4. Fósforo Total

O Nitrogênio e o fósforo no esgoto sanitário são provenientes dos próprios excrementos humanos, mas atualmente têm fontes importantes nos produtos de limpeza domésticos e ou industriais tais como detergentes e amaciantes de roupas. Nos efluentes industriais podem ser originados em proteínas, aminoácidos, ácidos fosfóricos e seus derivados (LANGE, 2012).

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas (ANA, 2005).

3.6.5. Nitrogênio Total

O nitrogênio é um constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos. As fontes de contaminação desse composto em corpos d'água são de origem natural ou antropogênica, sendo a última a mais importante, pois é constituída por despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (VON SPERLING, 2005).

O nitrogênio é um dos mais importantes nutrientes para o crescimento de algas e macrófitas (plantas aquáticas superiores), sendo facilmente assimilável nas formas de amônio

e nitrato. Em condições fortemente alcalinas, ocorre o predomínio da amônia livre (ou não ionizável), que é bastante tóxica a vários organismos aquáticos (FUNASA, 2014).

Segundo a ANA (2005), os nitratos são prejudiciais aos seres humanos, onde, sua alta concentração causa a metahemoglobinemia infantil, doença letal para as crianças.

Pelo fato dos compostos de nitrogênio serem nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática (ANA, 2005).

3.6.6. Oxigênio Dissolvido (OD)

Trata-se de um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água (FUNASA, 2014).

O oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da concentração do mesmo no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se a condição anaeróbia, com geração de maus odores. É o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2005).

Segundo Braga (2005), o oxigênio dissolvido no meio aquático pode ser originado pela atividade fotossintética dos organismos autótrofos (produção endógena) ou pela reaeração (produção exógena), consistindo na passagem do oxigênio atmosférico para o interior do meio aquático por meio da interface ar-água.

Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática (PHILIPPI J.; ROMÉRO; BRUNA, 2014).

3.6.7. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é uma característica importante a ser controlada em um manancial, visto que influencia nos processos biológicos que ocorrem no meio aquático, bem como na toxicidade de alguns compostos neles presentes (NAIME; FAGUNDES, 2005).

Na região amazônica, a variação do pH, assim como de nutrientes especialmente Carbono, Nitrogênio e Fósforo, está diretamente associada ao pulso de inundação dos grandes rios que compõem a malha hídrica (SILVA, 2016).

De acordo com Von Sperling (2014), os valores de pH de um corpo d'água podem sofrer variações naturalmente, em decorrência da dissolução de rochas, absorção de gases na atmosfera, oxidação da matéria orgânica ou pela fotossíntese. Também podem ser alterados por meio de ações antropogênicas por despejos domésticos e/ou industriais.

3.6.8. Sólidos Totais

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura preestabelecida durante um tempo fixado (PHILIPPI J.; ROMÉRO; BRUNA, 2014).

Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Por esta razão, os sólidos são analisados separadamente, antes de se apresentar os vários parâmetros de qualidade da água. Simplificadamente, os sólidos podem ser classificados de acordo com as suas características físicas, em sólidos em suspensão, coloidais ou dissolvidos, ou pelas suas características químicas, em sólidos orgânicos ou inorgânicos, os quais juntos formam os sólidos totais (VON SPERLING, 2005).

Águas com alto teor de sólidos suspensos podem prejudicar as características físicas tornando-a imprópria para usos como o de recreação. Além disso, os altos valores de sólidos dissolvidos afetam a potabilidade podendo induzir reações fisiológicas desfavoráveis no consumo do mesmo em baixas concentrações (MEDEIROS et al., 2006).

3.6.9. Temperatura da água

A variação da temperatura da água influencia em algumas propriedades físicas da água, como densidade, viscosidade e oxigênio dissolvido, com reflexos para a vida aquática (LIRA, 2008).

A temperatura possui duas origens, quando relacionada como parâmetro de caracterização das águas. A primeira é a origem natural, e está relacionada à transferência de calor por radiação, condução entre a atmosfera e o solo, enquanto a origem antropogênica está relacionada com águas de torres de resfriamento e despejos industriais (ALVES, 2006).

Segundo a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2014), a temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias.

A Região onde está inserida a cidade de Lábrea apresenta apenas duas estações ao longo do ano: Chuvosa (Inverno), correspondendo entre os meses de novembro e março, período com temperatura mais baixa; Seca (Verão), entre os meses de maio e setembro (SILVA et al., 2008). Com essas características, as temperaturas dos rios apresentam temperaturas médias anuais entre 22 e 28 °C (SILVA, 2016).

3.6.10. Turbidez

A turvação da água se dá pela presença de material em suspensão e que interfere na passagem de luz pela mesma. Pode ocorrer devido a partículas de rocha, argila, algas e bactéria, que são insolúveis e não se depositam no fundo do corpo hídrico, ou ainda devido a esgotos domésticos e processos de erosão (NEITZEL; LINDNER, 2013).

A turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a população de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional da água (PHILIPPI J.; ROMÉRO; BRUNA, 2014).

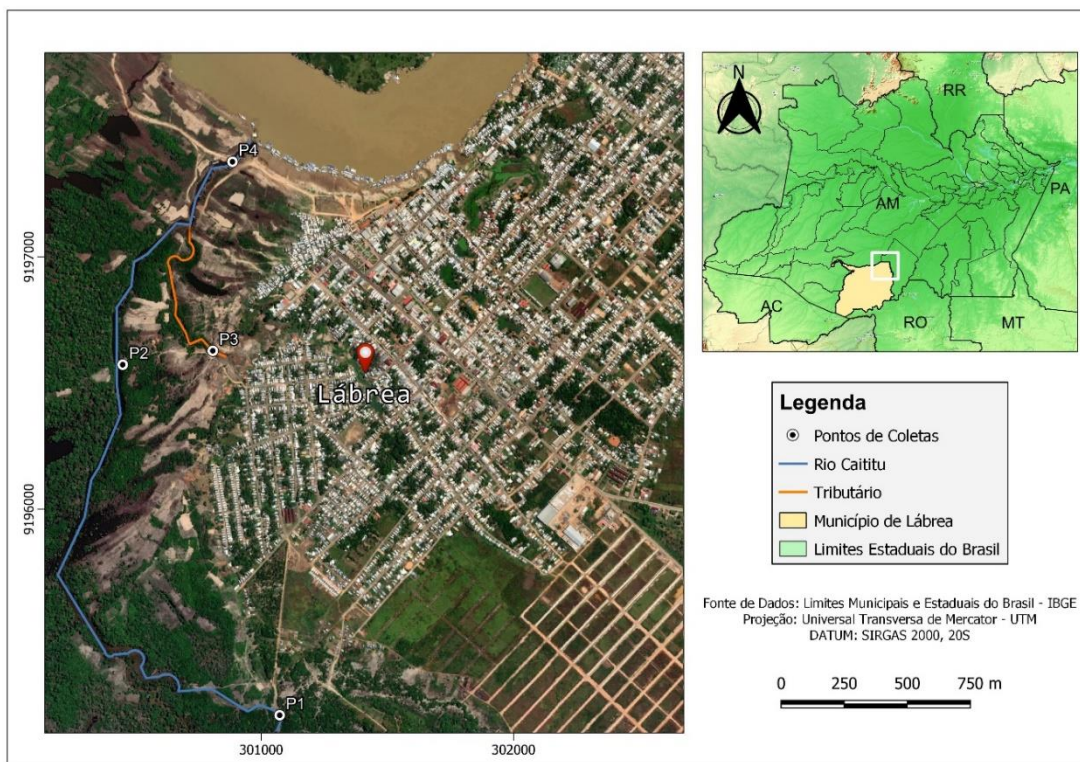
4. METODOLOGIA

Foi realizada uma visita de campo, sendo esta fundamental para aplicação de um protocolo de avaliação rápida (PAR), adaptada segundo (BIZZO, MENEZES e ANDRADE, 2014); observações relevantes com o intuito de identificar as interações dos sistemas adjacentes ao rio, uso e ocupação do solo das áreas em seu entorno e coleta de amostras para análise física, química e microbiológica da água do Rio Caititu para a definição do IQA.

4.1. Caracterização da área de estudo

O Rio Caititu está localizado à esquerda da zona urbana do município de Lábrea-AM, correspondendo ao Médio Purus (FIGURA 1). Esta Região apresenta clima tropical de monção (Am), segundo a classificação climática de Köppen-Geiger. O período compreendido entre novembro e março são os de maiores atividades convectivas (período chuvoso), sendo que o período de estiagem (seco) sucede entre os meses de maio e setembro. Os meses de abril e outubro são considerados de transição entre uma estação e outra (SILVA et al., 2008). De acordo com Franca e Mendonça (2016), a precipitação total anual é de aproximadamente 2.374 mm/ano. A utilização do Rio Caititu pela comunidade local, se dar de forma não-consultiva, sendo as principais atividades a navegação, pesca e lazer, variando de acordo com a viabilidade da dinâmica do rio sazonalmente.

Figura 1 - Área do Rio Caititu, Lábrea-AM



Fonte: O autor (2022).

4.2. Definição dos pontos de amostragem

Para a coleta das amostras foram selecionados quatro locais específicos distribuídos ao longo do Rio Caititu, conforme destacado na Figura 1. Os pontos foram selecionados e georreferenciados como, P1 ($7^{\circ}16'38.80''S$; $64^{\circ}48'6.62''O$), P2 ($7^{\circ}15'53.51''S$; $64^{\circ}48'26.71''O$), P3 ($7^{\circ}15'51.77''S$; $64^{\circ}48'15.07''O$) e P4 ($7^{\circ}15'27.40''S$; $64^{\circ}48'12.43''O$). Para a escolha dos pontos foram considerados aspectos relacionados à logística, acessibilidade ao local de coleta e características da área, ordenados no sentido nascente-foz.

Os pontos escolhidos possuem as seguintes características:

- P1 - situado à montante do Rio Caititu, sendo perceptível em sua localidade a presença de mata ciliar;
- P2 - situado à uma distância de aproximadamente de 1,52 km do ponto P1, também é perceptível a presença de mata ciliar em sua localidade;
- P3 - local mais próximo da área urbana, passível de alterações antrópicas, possuindo limitada cobertura vegetal e indícios de erosão;
- P4 - situado próximo à confluência entre Rio Caititu e Rio Purus.

O procedimento de amostragem foi realizado no mês de junho de 2022, abrangendo o período seco da região. A coleta da água foi efetuada ao centro da seção transversal do rio à aproximadamente 5 cm de profundidade, utilizando os métodos de coleta e conservação. A amostragem foi executada conforme o manual prático de análise de água (FUNASA, 2009).

Para a definição do IQA, os parâmetros analisados foram: Coliformes Termotolerantes (CT), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Turbidez, Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total (NT), Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Temperatura. Para fins de caracterização também foram analisadas a Condutividade Elétrica e Coliformes Totais. Os locais de amostragem estão ilustrados na Figura 2.

Figura 2 - Pontos de Amostragem



Fonte: O autor (2022).

Em campo foram medidos o oxigênio dissolvido e temperatura utilizando um oxímetro portátil da marca HANNA, modelo HI 98193, assim como as medidas de pH e condutividade utilizando um medidor multiparâmetro da marca AKSO. As amostras de água coletadas para a determinação dos demais parâmetros foram armazenadas em frascos de vidro devidamente

esterilizados e identificados por nome, data e horário da coleta, acondicionadas em uma caixa de isopor refrigerada e encaminhadas para o laboratório de análise de água, petróleo e efluentes (LAPEF), na cidade de Porto Velho - RO. As metodologias para avaliação dos parâmetros adotadas pelo laboratório, foram baseadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - SMEWW (APHA, 2017).

4.3. Análise e interpretação dos dados

Para a sistematização dos resultados utilizou-se métodos de estatística descritiva, sendo os mesmos desenvolvidos em planilhas de *Excel* para todos os parâmetros examinados no estudo em questão. Foram elaborados gráficos e tabelas para facilitar a visualização e interpretação dos resultados obtidos.

Os cálculos para determinação do IQA foram realizados com o auxílio do *software Excel*, a partir das fórmulas fornecidas pela CETESB (2010).

O valor final do IQA é interpretado por meio de faixas de classificação, sofrendo variação entre estados brasileiros. Na tabela de classificação (TABELA 2) proposta pela Agência Nacional de Águas - ANA (2005), o Estado do Amazonas não apresenta faixa definida. Dessa forma, para leitura dos dados da região foram aproveitados índices e pesos utilizados pelos Estados da: BA, ES, GO, MS e SP.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As estatísticas dos parâmetros abordados no estudo, assim como os limites propostos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 305/2005 em relação as águas de classe 2, apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Estatística descritiva dos parâmetros avaliados nas amostras de água, assim como os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005

Parâmetros	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	CONAMA n° 357/2005
Coliformes Termotolerantes (Fecais) (NMP/100mL)	10,50	10,00	20,00	4,86	Até 1000
Coliformes Totais (NMP/100mL)	67,50	13,00	250,00	112,09	-
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	12,26	9,19	164,96	76,88	Até 500
Turbidez (UNT)	11,47	5,61	27,20	9,95	Até 100
Fósforo Total (mg/L) / Ambiente Lótico	2,17	1,52	3,86	1,04	Até 0,1
Nitrogênio Total (mg/L)	0,46	0,40	0,48	0,04	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,43	4,49	5,78	0,62	≥ 5,00
pH	6,51	6,36	7,03	0,30	6,00 a 9,00
DBO 5 (mg/L)	1,76	1,60	1,90	0,13	Até 5,00
Temperatura (°C)	27,57	26,30	28,70	1,19	-

Fonte: O autor (2022).

5.1. Temperatura e pH

A Figura 3 e 4 apresentam respectivamente os valores referentes à temperatura e pH das águas do Rio Caititu, na campanha amostral do mês de junho.

Pode-se verificar que os maiores valores da temperatura correspondem aos pontos P3, com valor o de 28,70 °C e P4 de valor igual à 28,30 °C. Vale salientar que as elevações de temperaturas podem influenciar nas taxas das reações químicas e biológicas, diminuir a solubilidade dos gases e aumentar as taxas de transferências dos mesmos, gerando mau cheiro, em caso de liberação de gases (SILVA, 2016).

Figura 3 - Valores da Temperatura nos pontos amostrais

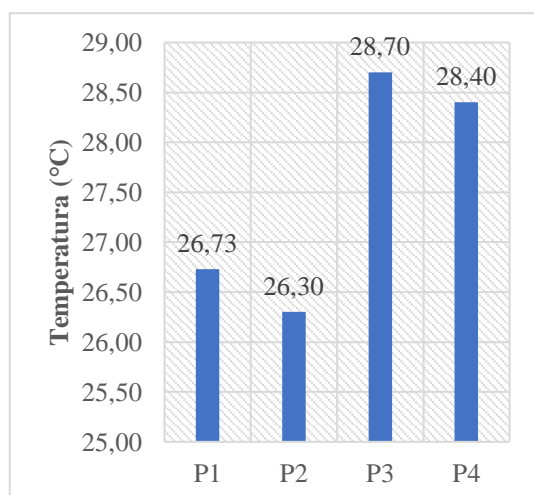
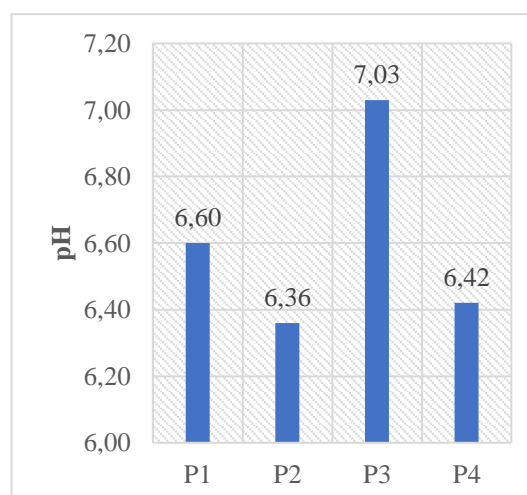


Figura 4 - Valores do pH nos pontos amostrais



Tais resultados podem se justificar em razão da localidade e horário de amostragem, visto que nos pontos (P1, P2), as coletas foram realizadas entre às 09:20 e 10:33 horas, enquanto que nos pontos (P3, P4) foram das 11:10 às 12:20 horas. Dessa forma, a incidência de calor sobre a superfície d'água e a ausência de mata ciliar podem ter contribuído para tais eventualidades, visto que os pontos (P3 e P4) abrangem maiores áreas de campos abertos.

Observa-se que o maior valor de pH se encontra no ponto P3, pertencente ao tributário do Rio Caititu com valor igual a 7,03. Os demais pontos obtiveram valores próximos, apresentando pH de caráter levemente ácido, com média acima de 6 e amplitude de 0,18 entre eles. Segundo Silva et al. (2008), é comum que os rios amazônicos apresentem pH ligeiramente ácidos, sem causar danos ao meio aquático. Neste seguimento, vale ressaltar que os resultados do potencial hidrogeniônico de todos os pontos, estão dentro da faixa de valores preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

5.2. Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos

A Figura 5 apresenta os valores referentes à Turbidez. Conforme pode ser observado o ponto P3 obteve o valor mais elevado, correspondendo a 27,30 UNT. Nos demais pontos os valores variaram entre 5,61 UNT a 15,90 UNT. Por conseguinte, todos os valores da campanha estão em conformidade aos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, apresentando valores inferiores à 100 UNT. Como referência, Soares et al. (2020), avaliando a qualidade da água em Lábrea-AM, encontraram durante o período de estiagem níveis de turbidez de 19,42

UNT, valores próximos ao do estudo em questão. Segundo Santi et al. (2012), a alteração da turbidez em determinado corpo d'água vai estar atrelada aos sólidos em suspensão no meio, dificultando a penetração do feixe de luz.

Figura 5 - Valores da Turbidez nos pontos amostrais

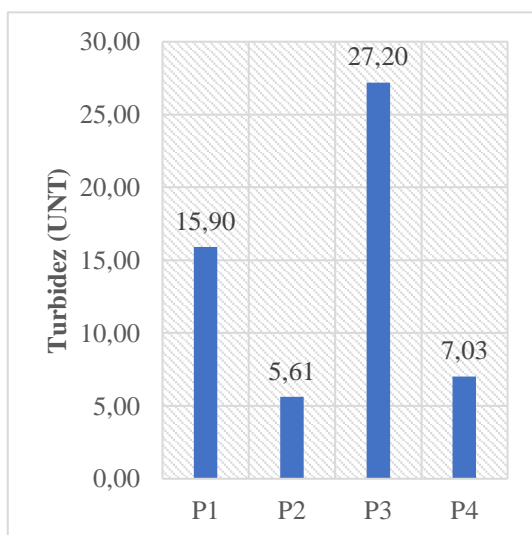
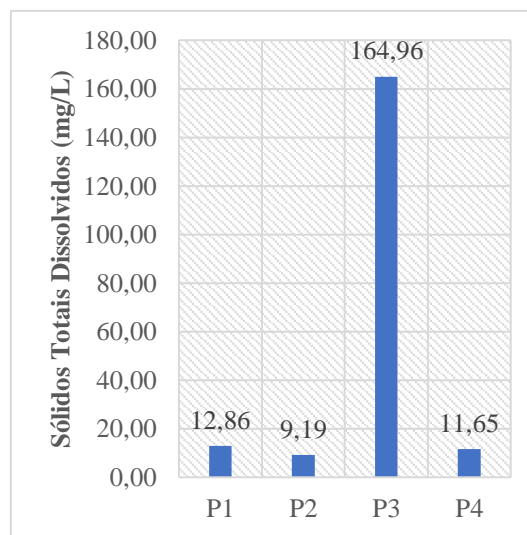


Figura 6 - Valores dos Sólidos Totais nos pontos amostrais



De acordo com a Figura 6 os valores para Sólidos Totais Dissolvidos estão compreendidos entre 9,19 a 164,96 mg/L. Embora os resultados se enquadrem aos valores recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/05 na qual, estipula valores ≤ 500 mg/L, nota-se o valor mais elevado para o ponto P3 em relação aos demais pontos. Diante deste cenário é possível que tais resultados se justifiquem em razão da ausência da mata ciliar na localidade, deixando o solo vulnerável para eventuais perturbações. Tais fatores também podem ser decorrente do lançamento de efluentes, oriundos das residências adjacentes ao ponto P3, sendo o mesmo limítrofe da área urbana.

5.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido

Os valores de DBO₅ (FIGURA 7), para o Rio Caititu apresentaram pouca variabilidade entre os pontos amostrados, estando numa faixa média de 1,76 mg/L. Em virtude disso os resultados encontrados estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, estimado em até 5 mg/L.

Em relação ao OD (oxigênio dissolvido), a Figura 8 apresenta valores variando de 4,49 a 5,78 mg/L. Com exceção do ponto P3, que resultou em um valor inferior ao permitido pela

Resolução CONAMA nº 357/2005, os demais pontos obtiveram valores satisfatórios com concentrações maiores que 5 mg/L para corpos de água de classe II. Observa-se entre os dois parâmetros uma correlação inversa, indicando um consumo do OD no processo de decomposição da matéria orgânica e o aumento nos valores de DBO₅. Silva et al. (2008) reiteram que o OD dentre as variáveis se destaca por apresentar variações diárias, devido ao direto envolvimento do mesmo com a fotossíntese e a respiração e/ou decomposição.

Figura 7 - Valores da DBO para os pontos amostrais

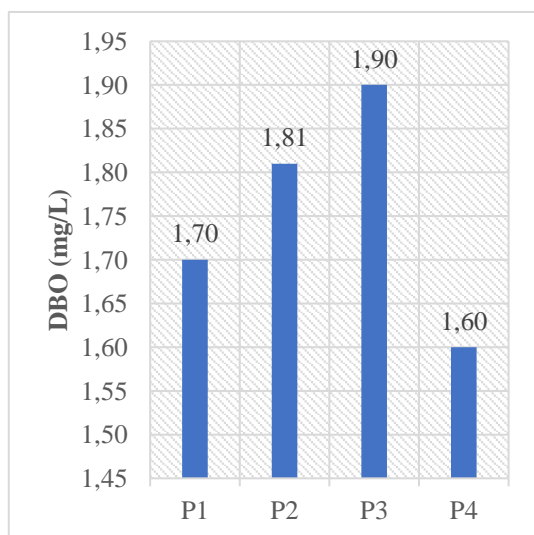
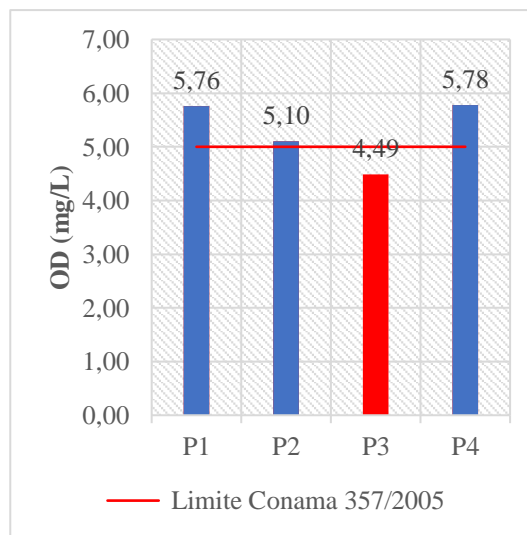


Figura 8 - Valores de OD para pontos amostrais



5.4. Nitrogênio Total e Fósforo Total

Os valores encontrados para Nitrogênio Total (FIGURA 9), indicam pouca variabilidade entre os pontos, com uma dispersão de 0,04. Os pontos P3 e P4, obtiveram os maiores resultados, com o valor de 0,48 mg/L para ambos; já os pontos P1 e P2 alcançaram valores entre de 0,44 e 0,40 mg/L respectivamente. Para Siqueira et al. (2012), a Resolução CONAMA vigente não apresenta limites definidos para nitrogênio total, todavia, quando este parâmetro for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente o § 3º do artigo 10º para águas de classe 1 e 2 determina, que para ambientes lóticos o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar de 2,18 mg/L.

Figura 9 - Valores de Nitrogênio Total nos pontos amostrais

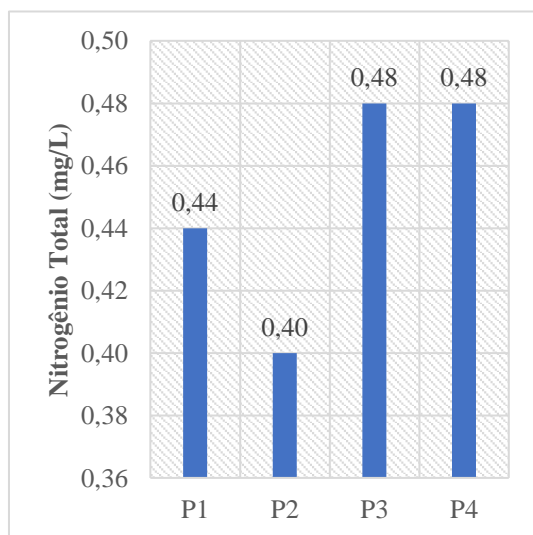
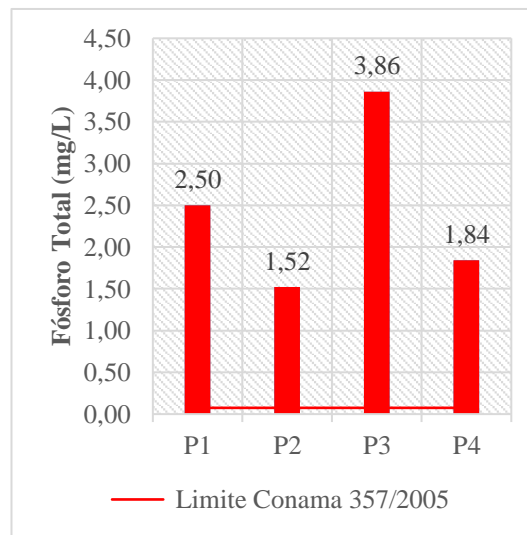


Figura 10 - Valores do Fósforo Total nos pontos amostrais



A Figura 10 apresenta valores referentes ao Fósforo Total, com concentrações variando entre 1,52 e 3,86 mg/L. Verifica-se valores superiores ao limite prescrito pela Resolução CONAMA nº 357/2005 em todos os pontos amostrais, que restringe concentrações em até 0,1 mg/L para ambientes lóticos. Damasceno et al. (2015) reiteram que o fósforo presente nos corpos d'água podem ter procedências naturais ou antrópicas, sendo as principais fontes de fósforo as drenagens pluviais e esgotos. No mesmo sentido Galavoti (2018), reforça que o excesso de fósforo nos corpos hídricos acontece majoritariamente em virtude dos esgotos sanitários, efluentes industriais e drenagens pluviais agrícolas e urbanas.

Diante dos fatos levantados, possivelmente os valores elevados para o fósforo total nos pontos P1 e P2 sejam resultantes de processos naturais (decomposição das rochas, decomposição de materiais orgânicos), em consequência da presença de matas ciliares nas localidades. Ao analisar espacialmente o percurso dos pontos amostrais é notório o aumento do valor de fósforo ao se aproximar da área urbana, com destaque ao ponto P3, estando subordinado ao despejo de esgotos domésticos das residências próximas, podendo influenciar de forma significativa nas concentrações de fósforo.

Em corpos hídricos superficiais, apesar do fósforo e o nitrogênio serem nutrientes de grande importância à cadeia alimentar, quando descarregados em altas concentrações e associado às boas condições de luminosidade provocam o enriquecimento do meio (eutrofização), podendo levar à alteração de diversos parâmetros da água, além do comprometimento das condições mínimas para o lazer (BARRETO et al., 2013).

5.5. Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes, definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 como sendo bactérias gram-negativas e em forma de bacilos, que podem estar presentes em fezes humanas e de outros animais homeotérmicos, ocorrendo ainda em solos, plantas ou matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal, são um importante parâmetro para determinação da qualidade da água de um sistema (SIQUEIRA et al., 2012).

As Figuras 11 e 12 mostram os valores referentes aos coliformes termotolerantes e coliformes totais, respectivamente. Os resultados obtidos durante a campanha amostral para o Rio Caititu, variaram entre 10 a 20 NMP/100 ml, para coliformes termotolerantes. Considerando os valores ditados pela Resolução vigente, no que se restringe limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml, conclui-se que todos os pontos analisados se encontram no limite permissível. Vale salientar que a Resolução vigente estabelece necessidade de amostragem em frequência bimestral.

Figura 11 - Valores de Coliformes Termotolerantes nos pontos amostrais

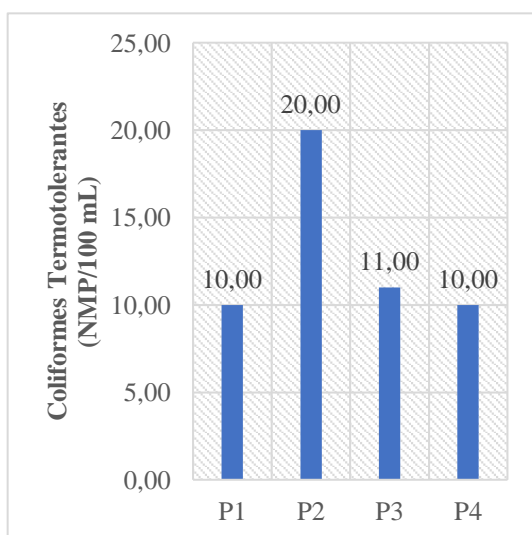
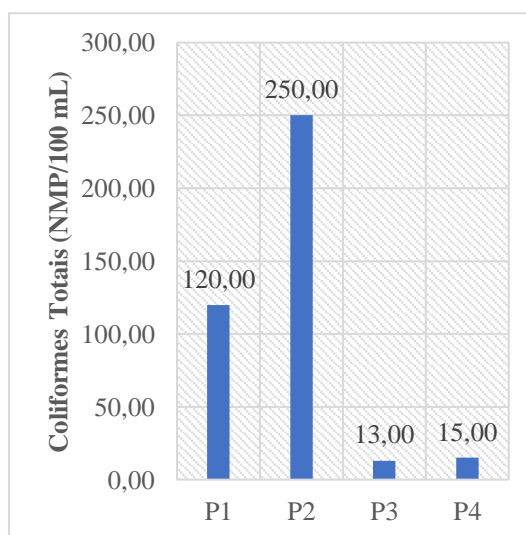


Figura 12 - Valores de Coliformes Totais nos pontos amostrais



Tais resultados podem estar relacionados ao baixo índice pluviométrico, considerando que as campanhas de amostragem foram realizadas no período de estiagem. Medeiros et al. (2016) retratam em sua pesquisa maior carregamento de sedimentos para o leito dos rios no período chuvoso, resultando no aumento da turbidez e coliformes nos corpos hídricos.

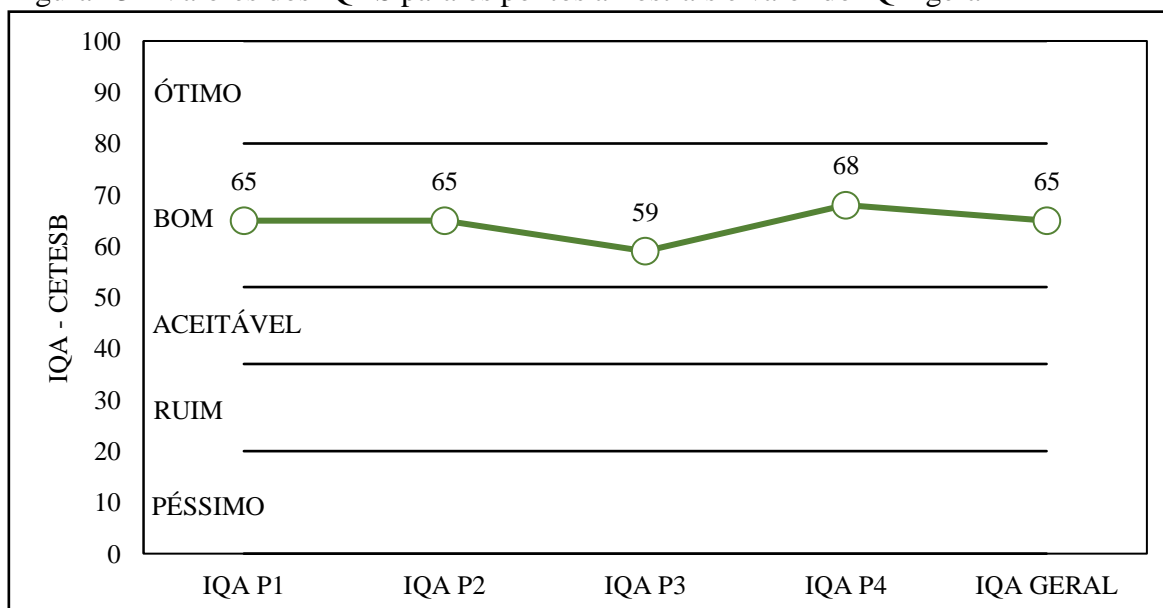
5.6. Índice de Qualidade da Água

Para o cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA, considerou-se o modelo aperfeiçoado pela CETESB. Foi realizado o cálculo do IQA para cada ponto amostral e para as médias dos pontos amostrais. A Figura 13 apresenta os valores dos IQAs obtidos na pesquisa com variação de 59 a 68 onde, segundo a faixa de classificação todos os pontos (P1, P2, P3 e P4) resultaram na categoria considerada “Boa” (TABELA 2).

O valor de IQA de menor expressão corresponde ao ponto P3 com valor igual a 59, confirmando o fato da localidade está submetida à maiores perturbações, de acordo com os resultados dos parâmetros analisados. A classe de qualidade no determinado ponto, pode ter sido influenciada pelo OD onde, o mesmo possui peso significativo no cálculo do IQA e apresentou o menor valor em relação aos demais pontos, assim como as elevadas concentrações de sólidos dissolvidos, fósforo total e turbidez.

Dentre os pontos, o ponto P4 situado mais a jusante do rio se destacou por apresentar melhor índice de qualidade sendo igual a 68. Este local, que está situado próximo a foz apresenta vantagem ao receber águas mais diluídas com escoamento mais rápido, em consequência ao aumento do volume de água.

Figura 13 - Valores dos IQAS para os pontos amostrais e valor do IQA geral



Fonte: O autor (2022).

O IQA Geral corresponde à média aritmética de todos os índices, para cada ponto de amostragem. Para o Rio Caititu, a faixa de classificação correspondente para o IQA Geral se enquadrado na categoria “Boa”. Os resultados para o IQA do presente trabalho são similares ao

obtido por Peixoto et al. (2014), que estudaram a qualidade da água do Rio Beem no município de Humaitá - AM, apresentando índice de qualidade considerada “Boa” no período seco, com faixa de classificação entre 52-72.

É notório que os IQAs obtidos condizem com os indícios analisados durante a pesquisa, refletindo as interferências que cada ponto vem sofrendo por origem natural e/ou antrópica. Embora os resultados tenham sido satisfatórios em relação a qualidade da água do Rio Caititu, não descarta o fato do corpo hídrico ser passível à novas interferências. Vários fatores podem estar atrelados aos resultados alcançados, entre eles podemos citar a sazonalidade, sendo que na estação seca a dinâmica do rio não favorece atividades como a recreação e navegação, diminuindo a pressão antrópica no meio. Outro fator pode estar relacionado à níveis pluviométricos baixos implicando em menores teores de poluentes carregados pela chuva em direção ao rio.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Rio Caititu revelou pouca assimetria em relação a Resolução Conama nº 357/2005. Destaca-se como ponto negativo os parâmetros Fósforo Total, onde, o mesmo ultrapassou os limites preconizados pela resolução em todos os pontos amostrais (P1, P2, P3 e P4) e o Oxigênio Dissolvido com valores inferiores no ponto P3.

Em relação ao IQA, os resultados obtidos apontam que as águas do Rio Caititu possuem faixa de classificação “boa”. Fatores determinantes ao ocorrido podem estar associados ao uso e exploração do rio e baixa pluviosidade considerando o período amostral (seco) da pesquisa. Apesar do Rio Caititu está sujeito à influência antrópica, é possível observar trechos em bom estado de conservação, com presença da mata ciliar.

Os valores de IQAs foram condizentes aos índices analisados durante a pesquisa representando as águas do Rio Caititu. Esses índices refletem a capacidade de autodepuração de poluentes que exerce o Rio Caititu durante o período seco.

Considerando que o estudo aconteceu durante o período seco da Região, é recomendável que novos estudos abrangem também o período chuvoso, para a melhor avaliação da água do Rio Caititu.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Brasília: ANA, 2012. 264p. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf. Acesso em: 20 ago. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil/Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2005. 176p. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf. Acesso em: 20 ago. 2022.

ALVARENGA, L. A. et al. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 228-240, 31 dez. 2012. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.987>. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/987>. Acesso em: 26 ago. 2022.

ALVES, Eliane Cristina; SILVA, César Flores da; COSSICH, Eneida Sala; TAVARES, Célia Regina Granhen; SOUZA FILHO, Edvard Elias de; CARNIEL, Ademir. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum. Technology**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 39-48, 8 maio 2008. Universidade Estadual de Maringa. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v30i1.3199>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/3199/1929>. Acesso em: 27 ago. 2022.

ALVES, E. C. Monitoramento da qualidade da água da bacia do rio Pirapó. Dissertação (Mestrado) - UEM, Maringá, PR. 2006.

ALVES, Igor Charles Castor et al. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazonica**, [S.l.], v. 42, n. 1, p. 115-124, mar. 2012. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/42-1/PDF/v42n1a14.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2022.

ANDRIETTI, G. et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, 2016. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1769>.

APHA - American Public Health Association; American Water Work Association -AWWA; Water Pollution Control Federation – WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23^a ed. Denver, 2017.

ARAÚJO, V.S; SANTOS, J. P.; ARAÚJO, A. L. C. Monitoramento das águas do Rio Mossoró/RN, no período de abril/2005 a julho/2006. **Holus**. A. 3, maio de 2007.

BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S. Eutrofização em rios brasileiros. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, v. 9, n.16, p. 2165-2179, jul. 2013.

BIZZO, Myrella Rodrigues de Oliveira; MENEZES, Juliana; ANDRADE, Sandra Fernandes de. PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais - Cadegeo**, [S.L.], v. 04, n. 01, p. 05-13, maio 2014. Disponível em: <http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/20/19>. Acesso em: 14 jul. 2022.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 28 jul. 2022.

BRASIL. Resolução nº 274 de 29 de novembro 2000. Dispõe sobre a balneabilidade dos corpos hídricos e a classificação das águas, doces, salobras e salinas. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 18 jun. 2000.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 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, Caderno pedagógico, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 103-119, 2017. ISSN 1983-0882 117 e dá outras providências. Disponível em: Acesso em: 10 jul. 2022.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - **Índice de Qualidade da água (IQA)**. 2010. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 25 jul. 2022.

DAMASCENO, Maria da Conceição Silva et al. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 499-509, 3 jul. 2015. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1606>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/kqVJh5Wj4wMmgv6vfp8jKHf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 ago. 2022.

FARIA, Ana Maria Jara Botton. **Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Curitiba: Ministério da Educação, 2013. 148 p.

FIGUEIRÊDO, Adriana de Carvalho. Avaliação e Diagnóstico da Qualidade da Água do Açude de Apipucos, Recife - PE. 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

FRANCA, Rafael Rodrigues da; MENDONÇA, Francisco de Assis. A pluviosidade na Amazônia meridional: variabilidade e teleconexões extra-regionais. **Confins**, [S.L.], n. 29, 11 dez. 2016. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/confins.11580>.

FREITAS, E. V. C.; BARRETO, F. M. S.; NUNES, A. B. A.; ALENCAR, M. F. Índice de qualidade da água bruta do Açude Gavião – Município de Pacatuba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26., 2011, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: ABES, 2011.

FUNASA. Ministério da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde.** Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

FUNASA. Ministério da Saúde. **Manual prático de análise de água.** 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

FURTADO, Dermeval Araújo; KONIG, Annemarie. **Gestão Integrada de Recursos Hídricos.** Campina Grande: Gráfica Agenda, 2008. 115 p.

GALAVOTI, Ricardo Camillo. **Uso e Gestão da Água em Edificações - Aproveitamento Pluvial e Reuso de Águas Residuais: Pesquisas e Suas Aplicações.** São Carlos: Rima, 2018. 277 p.

GLORIA, Lucivania Pereira; HORN, Bruna Carolina; HILGEMANN, Maurício. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS ATRAVÉS DA FERRAMENTA DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 103-119, jun. 2017. Disponível em: <http://univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/1421/1169>. Acesso em: 16 ago. 2022.

KELLNER, Erich. **Introdução aos sistemas de saneamento.** São Carlos: UFSCar, 2014. 297p.

LANGE, Catia Rosana. **Sistemas de tratamento de efluentes líquidos.** Indaial: Uniasselvi, 2012. 189p.

LIMA, E.C.R. **Qualidade de água da Baía de Guanabara e saneamento: uma abordagem sistêmica: 2006, 183f.** Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro., Rio de Janeiro.

LIRA, J.B.M.L. **Avaliação preliminar das concentrações de metais pesados nos sedimentos da Lagoa do Araçã, Recife - Pernambuco, Brasil.** 2008. 79f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife.

MAGALHÃES, V.S. **Hidroquímica e qualidade das águas superficiais e subterrâneas em áreas sob influência de lavras pegmatíticas nas bacias dos córregos Água Santa e Palmeiras, Município de Coronel Murta (MG).** 2006. 109f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MEDEIROS, Samylle Ruana Marinho de et al. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 11, n. 3, p. 711, 23 jun. 2016. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1833>. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/1833>. Acesso em: 28 jul. 2020.

MIRANDA, A.B.; TEIXEIRA, B.A.N. **Indicadores para monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimentos de água e esgotamento sanitário.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 269-279, out./dez. 2004.

NAIME, R.; FAGUNDES, R.S. Controle da qualidade da água do arroio Portão, RS. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 32, n1, p. 27-35, 2005.

NEITZEL, Jonatan; LINDNER, Alexandra. **Saneamento Ambiental.** Indaial: Uniasselvi, 2013. 245 p.

PEIXOTO, K. L. G. et al. Avaliação das Características Quali-Quantitativa das Águas do Rio Beem, Município de Humaitá-Amazonas. **ES Engineering and Science**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 53-65, 2014. DOI: 10.18607/ES201422065. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/2065>. Acesso em: 30 ago. 2022.

PIRATOBA, A. R. A. et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 12, n. 3, p. 435, 2 maio 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/1939>. Acesso em: 17 ago. 2022.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; KONIG, Annemarie; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental.** 2. ed. Barueri: Manole, 2014. 1245 p.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B., TUNDISI, J. G. (Coord). **Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação.** 3. ed., São Paulo: Escrituras ed., 2006.

SANTI, G. M et al. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. **Ecología Aplicada**, v. 11, n. 1, p. 23-31, 2012.

SANTOS, R. C. et al. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Eng Sanit Ambient**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 33-46, fev. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/JgKmvc4WxjFV5m95DbtsR6L/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SILVA, Alriberto Gemano; SOUZA, Luiz di. EFEITOS ANTROPICOS E SAZONAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DO CARMO. **Holos**, [S.L.], v. 5, p. 122, 14 nov. 2013. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2013.1197>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1197>. Acesso em: 27 ago. 2022.

SILVA, Ana Elisa Pereira et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 733-742, dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672008000400017>. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/38-4/PDF/v38n4a17.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2022.

SILVA, Joelkuison Alves da. APLICAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA O CÁLCULO DO IQA (ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA) EM ZONA URBANA DE MANAUS. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

SIQUEIRA, Gilmar W. et al. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará - Brasil). **Acta Amazonica**, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 413-422, set. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672012000300014>. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/42-3/PDF/v42n3a14.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2022.

SNIS, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento -. Esgotamento Sanitário. 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>. Acesso em: 27 ago. 2022.

SOARES, Marcelo Dayron Rodrigues et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE LÁBREA/AM: LAGO PRETO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 11., 2020, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: Ibeas, 2020. p. 8-18. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/VIII-018.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2022.

SOUZA, Juliana Rosa de et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 8, n. 1, abr. 2014. ISSN 1982-5528. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>. Acesso em: 30 ago. 2022.

TUNDISI, J.G. 2003. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Editora Rima, São Paulo. 247 pp.

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias. 3ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, Belo Horizonte, MG. **2005**.