

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

JOÃO MARCOS MOTA NUNES

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA ENTRE LAGOS
ARTIFICIAIS E TRECHO DO RIO UBERABINHA**

**UBERLÂNDIA - MG
2023**

JOÃO MARCOS MOTA NUNES

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA ENTRE LAGOS
ARTIFICIAIS E TRECHO DO RIO UBERABINHA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do
curso de Graduação em Engenharia
Ambiental, para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador
Prof. Dra. Sueli Moura Bertolino

UBERLÂNDIA - MG
2023

JOÃO MARCOS MOTA NUNES

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA ENTRE LAGOS
ARTIFICIAIS E TRECHO DO RIO UBERABINHA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do
curso de Graduação em Engenharia
Ambiental, para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Uberlândia - MG, 19 de junho de 2023

Banca examinadora:

Prof^ª. Dr^ª Sueli Moura Bertolino
Universidade Federal de Uberlândia

Prof^ª. Dr^ª Milla Alves Baffi
Universidade Federal de Uberlândia

Prof^ª. Dr^ª Tatiane Pereira Santos Assis
Universidade Federal de Uberlândia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus, fonte de amor, paz e sabedoria. Ele que está comigo em todos os momentos, seja em tempos de paz ou tribulações, principalmente durante esta graduação, além de sempre permitir que eu consiga enfrentar cada desafio com muita coragem, humildade e confiança. Obrigado meu Senhor por tudo, sem Ti eu não conseguiria.

Dedico este trabalho também à Nossa Senhora, minha Mãe querida, que está sempre me intercedendo, amparando e protegendo, além de me ensinar tantas virtudes necessárias para realizar a graduação da melhor maneira possível.

Agradeço aos meus pais e a minha irmã, que estão sempre me ensinando e mostrando o caminho certo a seguir. Obrigado por me apoiar em todos os meus sonhos e planos durante a minha vida, principalmente durante estes anos de faculdade. Agradeço também a todos os meus familiares e amigos que estão comigo em diversos momentos importantes de minha vida. Eu tenho uma admiração muito grande por cada um de vocês.

Aos colegas, professores, técnicos e servidores que tive o prazer de conhecer na UFU, em especial a professora Sueli, que me auxiliou ao longo deste trabalho. Vocês me proporcionaram vários momentos únicos durante esses anos de graduação, por isso tenho um sentimento de profunda gratidão e respeito para cada um de vocês. Entrei na universidade para aprender lições de engenharia, mas o que recebi foi além, foram lições para a vida. Obrigado por tudo!

Aos meus demais amigos que conheci na universidade, especialmente do Ministério das Universidades Renovadas, que me mostraram o valor da amizade, paz e santidade.

Agradeço também a minha namorada por tantos momentos de incentivo, carinho e compreensão. Sem o seu apoio e da sua família, eu não conseguiria terminar da melhor forma possível este curso de graduação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“Orar e trabalhar”

São Bento

RESUMO

NUNES, João Marcos Mota. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água entre Lagos Artificiais e trecho do Rio Uberabinha**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

A água é um recurso vital para a vida humana e animal, bem como para agricultura e indústria. O poluição da água pode ter efeitos negativos na saúde das pessoas, na vida selvagem e no meio ambiente em geral, por isso, é necessário que se realize uma avaliação geral da qualidade do recurso hídrico, para identificar áreas onde a qualidade da água precisa ser melhorada. Uma propriedade da zona rural de Uberlândia possui dois lagos construídos situados em uma área próxima a um trecho do Rio Uberabinha, sendo este, o principal recurso hídrico para o abastecimento da cidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar de forma pontual, a condição da qualidade da água dos ambientes lênticos (lagos) e lóticos (trecho do rio), utilizando o Índice de Qualidade da Água. O estudo foi realizado a partir de uma coleta em cada ambiente, e em seguida analisado, por meio de experimentos químicos, físicos e microbiológicos. Para o Índice de Qualidade da Água, foram analisados novos parâmetros, tendo como base a resolução CONAMA nº 357 de 2005, foram eles: coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) fósforo, nitrogênio, pH, sólidos totais, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido. Os resultados do Índice de Qualidade da Água classificaram todos os meios como qualidade boa. Por ser um método que utiliza diversos parâmetros em uma fórmula, muitos índices importantes acabam sendo mascarados, que devem ser monitorados e analisados com maior cuidado. Por exemplo, apesar de serem classificados com “boa”, foi observado uma alta concentração de coliformes termotolerantes, fósforo, confirmando que ocorrem despejos de resíduos para o interior da lagoa e estes resíduos alteram a qualidade da água, sendo necessária uma conscientização dos proprietários e vizinhos do local sobre a importância de cuidar bem do recurso hídrico.

Palavras chave: Poluição Ambiental. Índice de Qualidade da Água. Recurso hídrico.

ABSTRACT

NUNES, João Marcos Mota. **Evaluation of the Water Quality Index between Artificial Lakes and stretch of the Uberabinha River.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Water is a vital resource for human and animal life, as well as for agriculture and industry. Water pollution can have negative effects on human health, wildlife, and the environment in general. Therefore, it is necessary to conduct a general assessment of water quality to identify areas where water quality needs to be improved. A rural property in Uberlândia has two artificial lakes located in an area near a section of the Uberabinha River, which is the main water resource for the city. The objective of this study was to evaluate the water quality of lentic (lakes) and lotic (river section) environments using the Water Quality Index. The study was conducted by collecting water samples from each environment and sending them to the University laboratory for chemical, physical, and microbiological analysis. Based on nine parameters analyzed for the Water Quality Index, including thermotolerant coliforms, DBO, phosphorus, nitrogen, pH, total solids, temperature, turbidity, and dissolved oxygen. Because it is a method that uses several parameters in a formula, many important indices end up being masked, which must be monitored and analyzed with greater care. For example, despite being classified as “good”, a high concentration of thermotolerant coliforms and phosphorus was observed, confirming that waste is dumped into the lagoon and these wastes alter the quality of the water, requiring awareness of the professionals, owners and neighbors of the place about the importance of taking good care of the water resource.

Keywords: Environmental Pollution. Index of Water Quality. Water resource.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa com indicação do local do estudo	20
Figura 2 - Mapa com indicação dos pontos de coleta na zona rural de Uberlândia-MG	21
Figura 3 - Lagoa do Ponto 1	22
Figura 4 - Escoamento superficial da área de estudo	22
Figura 5 - Captação da água da lagoa do ponto 1	23
Figura 6 - Fornecimento da água da lagoa do ponto 2	23
Figura 7 - Trecho do rio Uberabinha (Ponto 3)	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do IQA.....	25
Tabela 2 - Classificação do IQA.....	25
Tabela 3: Classes de Estado Trófico.....	28
Tabela 4: Resultados dos parâmetros em cada ambiente de estudo	29
Tabela 5: Índice de Qualidade da Água nos pontos coletados	30
Tabela 6: Classes de Estado Trófico de cada ambiente.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.2. AMBIENTES LÊNTICOS E LÓTICOS	14
3.2. PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA	15
3.2.1. Temperatura da água	16
3.2.2. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	16
3.2.3. Oxigênio dissolvido	16
3.2.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	17
3.2.5. Coliformes fecais	17
3.2.6. Nitrogênio total.....	18
3.2.7. Fósforo total.....	18
3.2.8. Sólidos totais.....	18
3.2.9. Turbidez.....	19
3.3. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA	19
4. METODOLOGIA	20
4.2. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA).....	24
4.3. COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	25
4.4. PARÂMETROS ANALISADOS	26
4.4.1. COLIFORMES TERMOTOLERANTES	26
4.4.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)	26
4.4.3. SÓLIDOS TOTAIS	26
4.4.4. NITROGÊNIO	27
4.4.5. FÓSFORO	27
4.4.5.1. CÁLCULO DO ESTADO TRÓFICO	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5.1. CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA	30
5.2. CÁLCULO DO ESTADO TRÓFICO DAS LAGOAS E DO RIO	31
6. CONCLUSÃO	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a existência da vida, sendo o Brasil, um país privilegiado no planeta em relação à disponibilidade de recursos hídricos, com 12% da água doce existente na Terra localizada em território brasileiro (ANA, 2009). Mesmo com toda a disponibilidade hídrica existente no país, é fato que os rios e lagos brasileiros vêm sendo comprometidos pela qualidade de água disponível para captação e uso pela população, através das fontes de poluição difusas e pontuais.

Enquanto as fontes pontuais são de identificação fácil e facilmente monitoradas, sendo possível responsabilizar o agente poluidor, as fontes difusas se espalham por inúmeros locais e são particularmente difíceis de serem determinadas, em função das características intermitentes de suas descargas e da abrangência sobre extensas áreas (BUNCE, 1994).

Um dos rios mais importantes de Minas Gerais, que abastece a cidade de Uberlândia, na qual é a segunda cidade mais populosa do estado (IBGE, 2020) é o rio Uberabinha. A bacia do mesmo é intensamente utilizada de forma antrópica, tanto na zona urbana quanto na zona rural, através das captações do sistema Sucupira no rio Uberabinha e a do sistema Bom Jardim no ribeirão Bom Jardim.

A cidade possui uma empresa que trabalha tanto na captação, quanto no tratamento de água, sendo o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), uma referência nacional em saneamento. Conforme os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) presentes no Ranking de Saneamento 2021, toda população de Uberlândia tem acesso à água potável; 99,61% dos habitantes com o acesso à coleta de esgoto e 83,6% do esgoto gerado na região é tratado (SNIS, 2021).

Neste contexto, o tema deste estudo foi a análise da qualidade de água de um trecho do rio Uberabinha e de dois lagos da mesma bacia hidrográfica, utilizando o Índice de Qualidade de Água (IQA), que incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público (CETESB, 2013).

A hipótese desta pesquisa é que o ambiente lótico possui melhores índices de qualidade de água, quando comparado à de um ambiente lêntico, por ser um ecossistema de água corrente, em que possibilita uma oxigenação da água com maior eficiência.

Tal tema foi inspirado na importância da análise da qualidade de água na vida das pessoas, e o seu acompanhamento é fundamental, uma vez que é pela poluição que são inseridas substâncias nocivas, tóxicas ou patogênicas que modificam as características físicas,

químicas e biológicas do meio ambiente aquático (CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Caracterizar e comparar a qualidade da água entre ambiente lótico e lântico da mesma bacia hidrográfica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estabelecer um Índice de Qualidade de Água para os ambientes lântico e lótico de um trecho da bacia do rio Uberabinha.
- Estudar os atributos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos da água.
- Avaliar o estado trófico nos ambientes lânticos estudados.
- Identificar fontes de poluição difusa e pontual nos ambientes.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água é um recurso essencial para a vida humana, sendo um elemento renovável abundante, que ocupa aproximadamente 70% da superfície do planeta. Porém, menos de 1% está disponível para consumo humano, se distribuindo em rios, lagos, mangues, dentre outros (ONU,1992).

Em 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou a Declaração Universal dos Direitos da Água, afirmando que a água é um dos direitos fundamentais do ser humano, além de ser um recurso natural que possui um valor econômico. Assim, segundo a Declaração, a água deve ser utilizada com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas disponíveis (ONU, 1992).

Recentemente, foi aprovada no Senado Federal Brasileiro, a proposta de emenda à constituição (PEC 6/21) que inclui na Constituição Federal de 1988, o acesso à água potável entre os direitos e garantias fundamentais para o ser humano, garantindo de forma jurídica o

acesso universal da água, especialmente nas áreas mais carentes da sociedade brasileira, em que não possui um saneamento básico adequado (BRASIL, 2021).

Segundo a Lei nº 9433/97, também conhecida como Lei das Águas, a água é um bem público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, mas que deve priorizar o consumo humano e de animais, em especial em situações de escassez. Além disso, deve ser gerida a fim de proporcionar usos múltiplos (abastecimento, energia, irrigação, indústria) e sustentáveis, por meio de uma gestão descentralizada, com participação tanto da sociedade civil quanto do governo. (BRASIL, 1997)

A Política Nacional de Meio Ambiente, através da Lei 6938/81 define poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, às condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente ou lancem matérias, ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Há diversas formas para a água se tornar imprópria para o consumo humano, porém é importante salientar a diferença entre a água estar poluída e contaminada, e tal diferença é fundamental para que a Lei seja devidamente compreendida. Para von Sperling (2005), poluição hídrica é o acréscimo de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo.

A água poluída é aquela que contém substâncias que modificam suas características físicas, químicas e biológicas, sejam elas ocasionadas por causas naturais ou provocadas pelo homem (BRAGA, 2005). Já a água contaminada é aquela que possuem riscos para a saúde causados por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitas), através de contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico, ou riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

Porém, em todos os casos, a água está imprópria para o consumo humano, e este fator é determinante para a qualidade e expectativa de vida das pessoas, o que constitui um sério risco à Saúde Pública. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) mostram que, em 2020, 16% dos brasileiros não são atendidos com abastecimento de água tratada, o que representa quase 35 milhões de brasileiros sem o acesso a este serviço básico (SNIS, 2020).

Em relação aos dados dos sistemas de esgoto no Brasil, em 2020, apenas 55% do país é atendido por esse serviço de saneamento básico, o que representa 114,6 milhões de pessoas atendidas. Em relação ao tratamento, apenas 50,8% do esgoto é tratado antes de ser liberado para os corpos d'água, e tal baixo número pode ter diversas consequências negativas ao meio ambiente, pois a matéria orgânica presente no esgoto é uma das principais causas da eutrofização (SNIS, 2020).

Uma das formas de avaliar os impactos causados pela interferência humana em sistemas aquáticos é a caracterização da qualidade da água, possibilitando seu manejo de forma correta e, até mesmo, a sua remediação (CORADI et al., 2009). A preocupação em abordar a qualidade das águas está no fato da influência antropogênica nos corpos hídricos, fortemente associada à urbanização, à expansão das atividades agropecuárias e das atividades industriais que promovem alterações sobre a água (HADDAD; MAGALHÃES JÚNIOR, 2010).

Conforme a legislação, a definição da qualidade da água faz referência ao tipo de uso ao qual se destina, 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 segundo o uso da água.

Para von Sperling (2005), o maior problema da poluição por esgotos domésticos é o consumo de oxigênio dissolvido. A alteração da qualidade da água em corpos d'água, proveniente de despejo de esgoto doméstico pode trazer uma série de problemas à população, tais como a proliferação de doenças de transmissão hídrica, proliferação de insetos, ocorrência de odores, entre outros.

Outro problema que está relacionado com a poluição hídrica é a eutrofização, sendo o processo de enriquecimento da água por nutrientes, especialmente, nitrogênio e/ou fósforo, levando ao aumento do crescimento, produção primária e biomassa de cianobactérias tóxicas, mudanças no equilíbrio de organismos, e degradação da qualidade da água.

As consequências de eutrofização são a degradação da saúde do ecossistema e/ou a prestação sustentável de produtos e serviços (FERREIRA et al., 2021). Além disso, a eutrofização pode ocasionar graves problemas à saúde humana, podendo levar até mesmo à morte de humanos e animais quando consumidos ou quando em contato com as pessoas. (TUNDISI, 2008).

Para Tucci (1997), as fontes de poluição podem ser classificadas como atmosféricas, pontuais, difusas e mista. Nos recursos hídricos, os poluentes podem ser inseridos de forma pontual ou difusa.

A fonte pontual refere-se àquela onde os poluentes são lançados em pontos específicos dos corpos d'água e de forma individualizada, suas emissões ocorrem de forma controlada, podendo-se identificar um padrão médio de lançamento. Geralmente, a quantidade e composição dos lançamentos não sofrem grandes variações ao longo do tempo (MIERZWA, 2001). Exemplos de fontes pontuais de poluição são as indústrias e estações de tratamento de esgotos.

Já a poluição difusa é aquela que atinge os corpos d'água de modo aleatório, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, seja em termos de quantidade, frequência ou composição. Por esse motivo, o seu controle é bastante difícil em comparação com a poluição pontual (MIERZWA, 2001). Exemplos de poluição difusa são os acidentes com produtos químicos ou combustíveis, os lançamentos das drenagens urbanas e o escoamento de água de chuva sobre campos agrícolas.

3.2. AMBIENTES LÊNTICOS E LÓTICOS

Segundo a ANA (Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico), os ambientes de água doce possuem duas divisões em relação ao fluxo hídrico presente em tais ecossistemas, sendo eles lântico e lótico. Os ambientes lânticos possuem água parada, o que constitui um importante distribuidor de biodiversidade por apresentar ecótonos bem definidos, ou seja, uma região entre dois ou mais biomas. Já os ambientes lóticos possuem água corrente, que influencia diretamente nas variáveis físico-químicas da água e as comunidades biológicas presentes.

As principais diferenças entre os ecossistemas lóticos (rios, riachos, etc.) e os lânticos (lagos, lagoas) são que em ecossistemas lóticos, o permanente movimento horizontal das correntes tende a ser um fator limitante e de controle ao contrário dos ecossistemas lânticos (TUNDISI E MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Os ambientes lânticos, por não apresentarem correntes horizontais, são sensíveis à poluição, e assim como o ambiente lótico, apresentam características bem definidas, possuindo 2 (duas) zonas em sua profundidade: zona fótica (na qual apresenta a zona de mistura) e zona afótica. A zona fótica é a camada superficial da água iluminada pela luz solar, sendo uma zona importante para a fotossíntese de diversos seres presente em tal ambiente, como o fitoplâncton, com relação direta com a transparência do corpo hídrico, pois quanto maior a transparência da água, maior é a profundidade que a luz penetra neste ambiente aquático.

Nesta zona, há uma camada conhecida como zona de mistura, que segundo o Artigo 4 da Resolução CONAMA 430/11, é a região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro (CONAMA, 2011).

Já a zona afótica, é uma região mais profunda do ecossistema aquático, na qual possuem pouca ou nenhuma luz, sendo uma zona habitada principalmente por seres heterótrofos. Por ser uma zona mais profunda, a temperatura da água é mais baixa do que comparada às zonas mais superficiais, sendo um fator determinante nas alterações da densidade, viscosidade, pressão, solubilidade e oxigênio, que por sua vez podem influenciar na fluabilidade, locomoção e respiração dos organismos. Tal diferença de temperatura entre as zonas é conhecida como termoclina.

Além da diferença de temperatura conforme a profundidade do corpo hídrico há também variações conforme a região do ambiente lântico, dividida entre zonas litorâneas e zona limnética, em que a região litorânea possuem águas mais quentes que aquelas mais centrais (limnética), um importante fator para as características do ambiente.

Por apresentarem uma corrente de água, os ambientes lóticos possuem baixa estratificação térmica e homogeneidade na tensão de oxigênio. Além disso, há movimentação das espécies e nutrientes, uma característica que pode diminuir a sensibilidade em relação à poluição, em comparação com os ambientes lânticos. Com a movimentação de água, há uma maior concentração de oxigênio dissolvido em tais ambientes, sendo um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos.

3.2. PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA

A qualidade da água é função das condições naturais e da interferência dos seres humanos (von SPERLING, 2005), e pode ser representada por diversos parâmetros, que representam as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*, visando avaliar a qualidade da água bruta e seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

O IQA é composto por vários parâmetros, sendo eles: temperatura d'água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

3.2.1. Temperatura da água

Segundo von Sperling (2005), a temperatura da água é um parâmetro físico, cuja importância se refere nas elevações da temperatura, em que, quando está elevada aumenta a taxa de reações químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura), diminui a solubilidade dos gases (ex: oxigênio dissolvido), além de aumentara taxa de transferências de gases (o que pode gerar um cheiro ruim, quando tais gases são liberados com maus odores).

3.2.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo von Sperling (2005), o potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio (H^+), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14. Por ser um parâmetro químico, é muito relevante no estudo da qualidade dos corpos hídricos, além de ser importante em diversas etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, controle da corrosividade, remoção da dureza).

Caso o pH esteja abaixo de 7,0, a água está em condições ácidas, o que pode indicar corrosividade e agressividade nas águas de abastecimento. Já o pH acima de 7,0, indica condições básicas do recurso hídrico, tendo possibilidade de incrustações nas águas de abastecimento, além de estar associado à proliferação de algas, caso seja em termos de corpos d'água.

Os valores de pH estando fora da neutralidade, ou seja, abaixo ou acima de 7,0, podem ocasionar consequências negativas ao meio ambiente e aos processos industriais, como afetar a vida aquática (ex: peixes) e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos.

3.2.3. Oxigênio dissolvido

Segundo von Sperling (2005), o oxigênio dissolvido (OD) 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 causar uma redução da sua concentração no meio.

Este uso do oxigênio dissolvido juntamente com a redução da concentração no meio, podem ocasionar diversas consequências negativas à fauna aquática, como a morte de peixes. Caso a concentração de OD seja totalmente consumida, têm-se as condições anaeróbicas no meio, com geração de maus odores.

O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, o que pode ocasionar o fenômeno da eutrofização, sendo um fator vital para os seres aquáticos aeróbios e fundamental o estudo deste parâmetro na qualidade dos corpos d'água.

3.2.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Segundo von Sperling (2005), é fundamental o estudo da matéria orgânica presente nos recursos hídricos, especialmente na demanda bioquímica de oxigênio, pois auxilia na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água.

A matéria orgânica é responsável pelo consumo dos microrganismos decompositores, o que está relacionado diretamente com o oxigênio dissolvido na água. Assim, a DBO retrata, de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água, sendo, portanto, uma indicação do potencial do consumo do OD.

3.2.5. Coliformes fecais

Segundo von Sperling (2005), o estudo dos coliformes fecais é fundamental para a análise da qualidade de água, pois quando há organismos indicadores de contaminação fecal, apesar de não serem patogênicos, dão uma satisfatória indicação de quando uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, a sua potencialidade para transmitir doenças.

Os coliformes fecais (CF) são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e outros animais. O teste para CF é feito a uma elevada temperatura, na qual o crescimento de bactérias de origem não fecal é suprimido. A bactéria mais conhecida deste grupo é a *Escherichia coli*, originando no intestino das pessoas através do consumo de água e alimentos contaminados. As infecções intestinais podem causar diarreia, que pode ser às vezes intensa ou com sangue, e dor abdominal.

3.2.6. Nitrogênio total

Segundo von Sperling (2005), dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este alterna se entre vários estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia, nitrito e nitrato. Tal parâmetro pode ter origem natural (proteínas, clorofila ou outros compostos nitrogenados) ou antropogênica (despejos domésticos, e industriais, excrementos de animais e fertilizantes).

3.2.7. Fósforo total

Segundo von Sperling (2005), o fósforo é um elemento essencial ao crescimento de algas e, em abundância, pode causar processo de eutrofização dos corpos d'água. Além disso, é um elemento indispensável também para o crescimento dos microrganismos que estabilizam a matéria orgânica.

O fósforo na água apresenta-se basicamente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fosfato orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico, sem a necessidade de conversão a formas mais simples. A sua presença na água ocorre em função da presença de sólidos em suspensão e dos sólidos dissolvidos. A sua origem natural é devido à dissolução de compostos do solo e à decomposição da matéria orgânica. A sua origem antropogênica ocorre devido aos despejos domésticos, industriais, detergentes, excrementos de animais e uso de fertilizantes.

3.2.8. Sólidos totais

Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. As operações de secagem, calcinação e filtração definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos, utilizando-se balança analítica ou de precisão (CETESB, 2009).

Sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na

água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos) (SAWYER et al. 1994).

3.2.9. Turbidez

Segundo von Sperling (2005), a turbidez demonstra o grau de interferência com a passagem de luz através da água, atribuindo uma aparência turva à mesma. Seus constituintes responsáveis são os sólidos em suspensão.

A turbidez apresenta origem natural, ou seja, partículas de rochas, de silte e argila, de algas e de outros microrganismos ou de origem antrópica como despejos domésticos, industriais e erosão. A sua origem natural não demonstra inconvenientes sanitários, exceto esteticamente. A sua origem antrópica pode estar relacionada à presença de compostos tóxicos e organismos patogênicos. Por diminuir a penetração de luz, prejudica a fotossíntese em corpos d'água.

3.3. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA

Segundo a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei nº 9433/97), o enquadramento é um recurso de gestão que visa garantir que a qualidade da água seja compatível com a sua demanda. Esta classificação possibilita um maior controle de poluentes e avalia a evolução da qualidade dos corpos d'água, garantindo que as características da água estejam de acordo com sua utilização. A água começa a ser classificada desde seu uso para consumo humano e animal, até o seu uso para navegação, paisagismo, resfriamento de máquinas e limpeza (BRASIL, 1997).

Os usos prioritários da água da área deste estudo são a irrigação de hortaliças (lagoa 1 e 2), enquadrado na Classe 1, e recreação de contato primário (natação e mergulho – em todos os três ambientes), Classe 2 ou 3. Conforme CONAMA 274/2000, os corpos d'água são classificados da seguinte forma:

Classe 1: águas que podem ser destinadas a(o): abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas (rente ao solo) e sejam ingeridas cruas sem remoção de película; proteção das comunidades aquáticas em terras Indígenas.

Classe 2: águas que podem ser destinadas a(o): abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário

(natação, esqui aquático e mergulho), conforme; irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, parque e jardins e outros com os quais o público possa ter contato direto; aquicultura e à atividade de pesca.

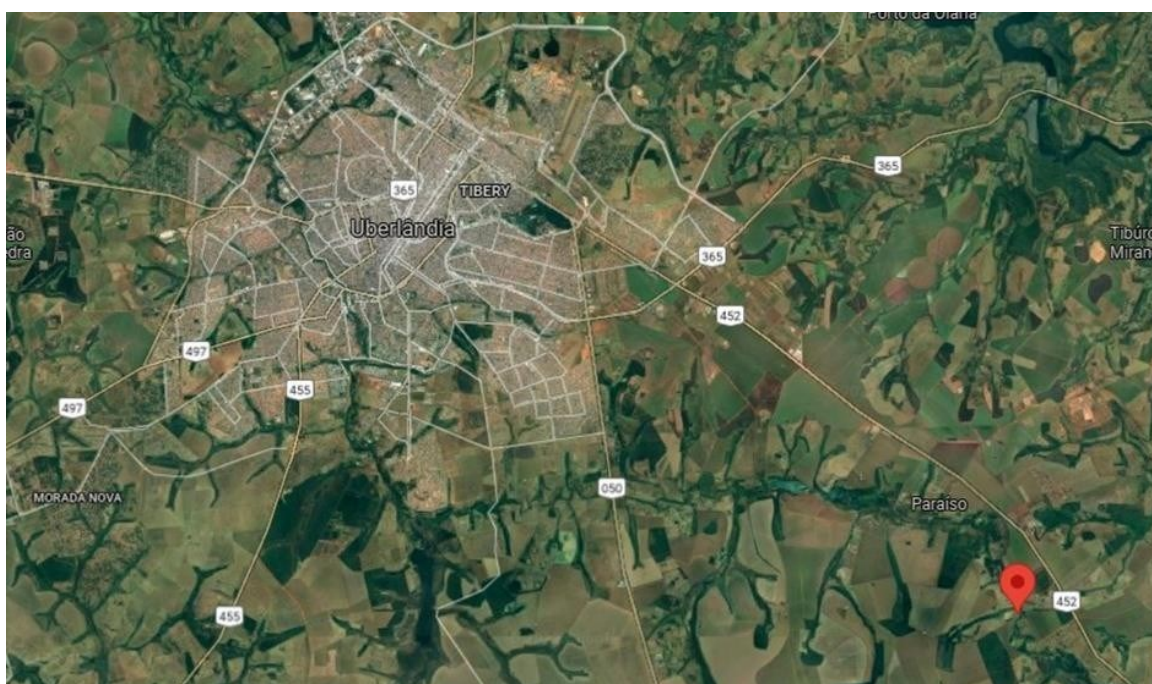
Classe 3: águas que podem ser destinadas a(o): abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário; dessedentação de animais.

4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na zona rural sudoeste do Município de Uberlândia-MG, em uma área compreendida próxima a um trecho do Rio Uberabinha, à montante da cidade mineira. Suas coordenadas geográficas são 19° 01' 22" Latitude Sul e 48° 05' 17" Latitude Oeste, distante 28,7 Km do centro da cidade (Figura 1).

Figura 1 - Mapa com indicação do local do estudo.



Fonte: Google Maps, 2022.

O município de Uberlândia localiza-se nas coordenadas geográficas 18°54'41" Latitude Sul e 48°15'41" Latitude Oeste, distante 555 km da capital, com uma área de 4 115,206 km²

(IBGE, 2022).

O rio Uberabinha é o principal manancial utilizado para o abastecimento de água em Uberlândia. Suas nascentes estão localizadas no município de Uberaba, a cerca de 96 km ao sul da cidade, próximo ao distrito de Tapuirama. A área total da bacia hidrográfica é de 2000 km², possuindo 49 afluentes, sendo os mais importantes os ribeirões Beija-Flor, Bom Jardim e Rio das Pedras (UBERLÂNDIA, 2023).

As lagoas utilizadas no estudo são açudes, ou seja, de origem artificial, construídas no ano de 2010 para paisagismo. Na Figura 2, são apresentadas as imagens por satélites do local, sendo o ponto 1, a lagoa maior, cuja área é de 900 m² (30m x 30x), profundidade de 3 metros, mas tendo uma área verde no centro, com um volume de 84,78m³, ou seja, o volume total de água neste ponto é de 2615,22 m³. Já no ponto 2, a área da lagoa é de 400 m² (20m x 20m), profundidade de 3 metros, com uma área verde de 141 m³, ou seja, o ponto 3 apresenta volume de 1059 m³ de água.

Figura 2 – Mapa com indicação dos pontos de coleta na zona rural de Uberlândia-MG.



Fonte: Google Maps, 2022.

O Ponto 1 (lagoa 1) possui uma área verde no centro, com sua captação de água realizada por umecanamento subterrâneo de escoamento superficial localizado na área rural, tendo a água obtida através da gravidade, como demonstrado nas Figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 – Lagoa do Ponto 1.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 4 – escoamento superficial da área de estudo



Fonte: Autor, 2021

Figura 5 – Captação da água da lagoa do ponto 1.



Fonte: Autor, 2021.

A lagoa do ponto 2 tem sua água captada por um encanamento subterrâneo da lagoa 1, como demonstrada na Figura 6.

Figura 6 – Fornecimento da água da lagoa do ponto 2.



Fonte: Autor, 2021

A lagoa 1 é utilizada como irrigação de pequenas plantações do imóvel do local, além de paisagismo. Já a lagoa 2, é utilizada apenas como paisagismo. Assim, não há uso da água para consumo humano ou despejo de esgoto. Já o trecho do Rio Uberabinha, não tem nenhum uso dos moradores, sendo uma área de Reserva Legal a montante da cidade de Uberlândia (Figura 7).

Figura 7 – Trecho do rio Uberabinha (Ponto 3).



Fonte: Autor, 2021.

4.2. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)

A metodologia para o cálculo do IQA considera duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Neste trabalho, adotou-se o IQA multiplicativo, calculado pela seguinte equação:

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

Fórmula 1 – Índice de Qualidade de Água.

Onde:

IQA: Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

qi: qualidade do parâmetro *i* obtido através da curva média específica de qualidade, entre 0 e 100;

wi: peso atribuído ao parâmetro *i*, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

A cada parâmetro foi atribuído um peso (w_i) conforme apresentado na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Classificação do IQA conforme o peso do parâmetro.

Parâmetros de qualidade da água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido (% OD)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Nitrogênio total (mg/L)	0,10
Fósforo total (mg/L)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Fonte: IGAM.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100.

Tabela 2 – Classificação do IQA.

CLASSES	VALOR DO IQA
ÓTIMA	$79 < \text{IQA} \leq 100$
BOA	$51 < \text{IQA} \leq 79$
REGULAR	$36 < \text{IQA} \leq 51$
RUIM	$19 < \text{IQA} \leq 36$
PÉSSIMA	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB.

4.3. COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As coletas foram realizadas no dia 04 de julho de 2022 no período da manhã, onde foram coletadas amostras de água dos 3 ambientes, e analisados diversos parâmetros para a avaliação da qualidade das águas e os demais objetivos deste trabalho já citados. As metodologias para análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram realizadas segundo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017).

Para a realização da análise dos parâmetros físicos e químicos, as amostras foram coletadas em frascos de vidro com capacidade de 1 litro. Para a análise dos parâmetros biológicos, foram utilizados tubos falcon novos de 45 mL, ou seja, devidamente autoclavados e próprios para estudo. Todos os frascos foram armazenados em uma caixa de isopor refrigerada e guardados com identificação própria.

4.4. PARÂMETROS ANALISADOS

As análises de pH, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido foram realizadas no dia da coleta, através do multiparâmetro portátil HANNA *instruments* modelo HI 9898. Os parâmetros de nitrogênio total, sólidos totais, fósforo total e DBO foram obtidos no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) e os coliformes termotolerantes no Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMIC) da Universidade Federal de Uberlândia.

4.4.1. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

As análises bacteriológicas da água foram realizadas através da técnica do número mais provável (NMP), mais conhecida como método padrão de tubos múltiplos para detecção de microrganismos do tipo coliforme fecal, executado em três etapas: teste presuntivo, teste confirmativo e teste completo, conforme a Portaria MS Nº 888 de 4 de maio de 2021.

Foram utilizadas três alíquotas de 10 mL (diluição 1x), três alíquotas de 1 mL (diluição de 10x) e três alíquotas de 0,1mL (diluição de 100x). Após os experimentos, observou-se a presença ou ausência de coliformes em cada tubo, e em seguida, através de uma tabela determinou-se o NMP de coliformes presentes na amostra, sendo determinada através da turbidez e produção de gás em cada tubo.

4.4.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Para a determinação da DBO, foi utilizado o método de Winkler (ou método iodométrico), em que consiste na incubação da amostra de cada ambiente em frascos especialmente utilizados para a DBO, à temperatura de 20 ± 1 °C no escuro por um período de cinco dias. No início e ao final do quinto dia, mediu-se a concentração de oxigênio dissolvido (OD) presente na amostra e obteve-se por diferença, a demanda requerida pelos microrganismos para a oxidação da matéria orgânica presente na amostra.

4.4.3. SÓLIDOS TOTAIS

Neste experimento, foi utilizado o método gravimétrico, em que consiste no uso de cápsulas de porcelana taradas previamente. Foi adicionado 25 mL de cada amostra em cada cápsula, sendo pesadas numa balança própria e, logo em seguida transferidas para a estufa, a 105 °C. Após 3 dias, as cápsulas foram retiradas, mantidos num dessecador e pesadas posteriormente para a obtenção dos sólidos totais das amostras.

4.4.4. NITROGÊNIO

A quantificação do nitrogênio total foi feita por meio do método titulométrico, na semana seguinte da coleta das amostras de água. Inicialmente, foi realizado o processo da digestão, sendo transferido a amostra e o branco para um balão Kjeldahl e adicionar 50 mL da solução de digestão. Levou-se a mistura à ebulição até que o volume fosse reduzido a 25 mL. Após o resfriamento, conectou-se o balão ao destilador. Adicionou-se 50 mL de solução de tiosulfato de sódio ($\text{NaOH}/\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ao copo dosador e 50 mL de ácido bórico/indicador em um erlenmeyer de 250 mL conectando-o ao condensador.

Foi aberto a torneira do copo dosador, ligando o aquecimento, e enxaguando o copo dosador com uma pequena alíquota de água destilada e seguida, fechou-se a torneira. Destilou-se 250 mL e titulou o conteúdo do erlenmeyer utilizando-se de uma solução de H_2SO_4 0,02N até que a solução verde do erlenmeyer torne-se violeta.

4.4.5. FÓSFORO

Para a determinação do fósforo, foi utilizada o método colorimétrico, utilizando o espectrofotômetro a 690 nm, através do uso de 50,0 mL de amostra, depois se adicionou 1 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado e 5 mL de ácido nítrico (HNO_3) concentrado. Em seguida, levou à ebulição em chapa de aquecimento (em capela de exaustão) até o desprendimento de fumaças brancas. Após o resfriamento, adicionou-se aproximadamente 20 mL de água destilada e uma gota de fenolftaleína.

Na sequência, adicionou-se NaOH 6N, gota a gota, até o aparecimento de uma coloração rósea. Descorou a solução com gotas de solução de ácido forte, e transferiu-se a solução para um balão volumétrico de 100 mL adicionando água destilada até um volume de aproximadamente 80 mL. Adicionou-se em cada balão 4 mL de solução de molibdato de amônio ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$) e 0,5 mL de cloreto estânico (SnCl_2) agitando vigorosamente após cada adição.

Na finalização do experimento, foi realizado uma leitura em espectrofotômetro e comparado com a curva de calibração já registrada no aparelho previamente.

4.4.5.1. CÁLCULO DO ESTADO TRÓFICO

Para calcular o estado trófico das lagoas e do trecho do rio, foi necessário utilizar os valores de fósforo obtidos nos experimentos anteriores. Tal cálculo tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água

quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas, o que pode gerar uma eutrofização no recurso hídrico. Nesse cálculo, os resultados do índice calculados a partir dos valores de fósforo, são relacionados com o potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo (Tabela 3).

No rio, o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET), a partir dos valores de fósforo total, é feito pela fórmula, segundo LAMPARELLI (2004).

$$\text{IET} = 10 \cdot (6 - ((0,42 - 0,36 \cdot (\ln \cdot \text{PT}) / \ln 2)) - 20);$$

Nas lagoas, o cálculo do IET a partir dos valores de fósforo é feito pela fórmula:

$$\text{IET} = 10 \cdot (6 - (1,77 - 0,42 \cdot (\ln \cdot \text{PT}) / \ln 2));$$

Obs: Lembrando que o fósforo total (PT) é expresso em µg/L, nas duas fórmulas apresentadas acima.

Tabela 3: Classes de Estado Trófico.

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

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

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os experimentos realizados nos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), foram obtidos resultados das análises de cada parâmetro (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados dos parâmetros em cada ambiente de estudo.

Parâmetro	Lagoa 1	Lagoa 2	Rio	Classe 1 (VMP)
pH	6,91	7,15	6,42	6 a 9
Temperatura (°C)	19,09	21,34	20,37	
Turbidez (UNT)	2,1	2,6	2,3	≤40
Oxigênio Dissolvido (mgL ⁻¹)	7,33	6,74	7,28	≥ 6
Sólidos Totais (mgL ⁻¹)	140	68	88	-
Nitrogênio Total (mgL ⁻¹)	0,224	0,336	0,224	6,7 NH3
Fósforo Total (mgL ⁻¹)	0,18	0,39	0,38	0,020
DBO (O ₂ mgL ⁻¹)	1,8	5,3	1,6	≤ 3
Coliformes Termotolerantes (NMP)	1100	1100	1100	≤ 200

VMP – Valor Máximo Permitido segundo a Resolução N°357/2005.

Conforme os parâmetros analisados na Tabela 3 é possível analisar cada ambiente segundo a resolução CONAMA 357/2005. A presença dos coliformes termotolerantes demonstra que ocorre a poluição fecal proveniente de fezes de animais de sangue quente e/ou humanos, principalmente, nos despejos domésticos produzidos e despejados em cada ambiente.

A concentração de fósforo encontrada em todas as coletas estão acima do limite permitido pela resolução CONAMA 357, porém a concentração de nitrogênio está abaixo do limite permitido. Lembrando que o fósforo e o nitrogênio são um dos principais nutrientes para os processos biológicos, pois quando presentes em altas concentrações podem ocasionar o fenômeno de eutrofização, que consiste no excesso destes nutrientes, podendo causar um aumento excessivo de algas na água (BRASIL – ANA, 2013).

As concentrações de OD em todos os ambientes foram superiores a 6mg/L O₂, dentro do limite estabelecido pela Classe 1. O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que organismos como os peixes precisam de oxigênio para respirar (BRASIL – ANA, 2013). As concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do valor máximo permitido indicam que a água pode estar poluída por efluentes, pois o OD é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica, e juntamente com outros fatores, pode ocasionar a mortandade de peixes e redução da biodiversidade dos corpos hídricos (BRASIL – ANA, 2013).

Os valores médios de pH encontrado nas coletas, ficaram entre 6,5 e 8,5, se enquadrando no padrão de classificação de Classe 1. O pH afeta o metabolismo de várias espécies

aquáticas (BRASIL – ANA, 2013). Alterações nos valores de pH podem aumentar o efeito de substâncias químicas tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

Os sólidos totais e a turbidez estão dentro do padrão da Classe 1, pois estes estão virtualmente presentes na média de todas as coletas. A alta concentração de sólidos e de turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e das algas, esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes.

Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2013). A turbidez dificulta a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver.

5.1. CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

A partir dos dados levantados nas coletas realizadas nos ambientes de estudo, foram analisados nove parâmetros necessários para o cálculo do IQA. É importante lembrar que os resultados das análises do IQA refletem as condições de cada ambiente no exato momento da coleta, dessa forma podem apresentar resultados variados ao longo do dia e do ano, e assim, apresentar resultados diferenciados.

Tabela 5: Índice de Qualidade da Água nos pontos coletados

	Valor IQA	Nível de Qualidade
Lagoa 1	69	BOA
Lagoa 2	67	BOA
Rio	69	BOA

BOA	$51 < \text{IQA} \leq 79$
-----	---------------------------

Conforme os resultados obtidos pelo IQA (Tabela 5), todos os ambientes possuem um índice de qualidade de água classificado como “Boa” ($51 < \text{IQA} \leq 79$). A lagoa 1 possui um valor de 72, a lagoa 2 de 67 e o trecho do rio Uberabinha de 69. Tais dados não refletem uma qualidade média ao longo do ano, ou ao longo de uma estação do ano, e sim um resultado pontual na determinada coleta.

Cunha e colaboradores (2013) observaram que o valor isolado do IQA não é suficiente para uma boa análise da qualidade de água já que, as oscilações das variáveis do IQA compensam umas às outras mantendo o índice relativamente estável em um patamar, esta relativa estabilidade mascara flutuações importantes no ambiente, que devem ser monitoradas e analisadas com maior cuidado.

5.2. CÁLCULO DO ESTADO TRÓFICO DAS LAGOAS E DO RIO

Após a realização dos cálculos dos locais estudados, foi possível obter dados do Índice de Estado Trófico (IET), e a partir disso, conhecer as características de cada ambiente, conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Classes de Estado Trófico de cada ambiente.

	IET	Classe do Estado Trófico
Rio	44,79	Ultraoligotrófico
Lagoa 1	60,91	Eutrófico
Lagoa 2	64,93	Supereutrófico

A partir de tais dados, nota-se que os lagos têm alta produtividade em relação às condições naturais, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de florações de algas. Já o rio, possui produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.

Os resultados de IET altos nas lagoas se devem principalmente pelo lançamento de nutrientes em tais ambientes. Os proprietários as utilizam como entretenimento e paisagismo, e devido à presença de animais domésticos no local, é possível que os mesmos tenham utilizado tais locais para despejo de material fecal, elevando a quantidade de material orgânico e coliformes fecais em tais ambientes.

Já o trecho do rio, se mostrou de classe ultraoligotrófico. Isto ocorre devido à provável carga orgânica baixa presente neste corpo hídrico, consequência principalmente, da baixa antropização na região. É importante ressaltar que a baixa quantidade de nutrientes no corpo hídrico é um fator fundamental para estes valores de IET, conforme Silva et al. (2014).

Tais relações têm um embasamento científico por meio de estudos de qualidade de água em diversos locais do país. Como, por exemplo, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) realizou uma análise da qualidade da água em corpos d'água urbanos das cidades de Corumbá e Ladário e no rio Paraguai, na qual os resultados apontaram uma alta concentração de fósforo e coliformes fecais, mesmo atendendo aos padrões estabelecidos na legislação do CONAMA. Ou seja, tais ambientes estudados estão sofrendo impacto em sua qualidade, através da entrada de material orgânico, proveniente de conteúdo fecal.(OLIVEIRA, et al. 2002).

Novamente, é importante destacar que as coletas foram realizadas no período seco, de

forma pontual, ou seja, tal estudo não informa necessariamente como é a qualidade de água ao longo do ano, ocorrendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras em que pode ser mais limitado, segundo estudos da CETESB (2007).

6. CONCLUSÃO

A partir deste estudo foi possível verificar que apesar de ser um ambiente lótico, o rio não obteve um IQA melhor que os demais ambientes lênticos, sendo que todos os ambientes possuíram um índice bom para a qualidade da água. Isto pode ter ocorrido devido à água provenientes das lagoas virem de encanamentos, o que aumenta o fluxo de água de tais locais, melhorando a quantidade de oxigênio dissolvido, tornando tais ambientes com melhor qualidade da água.

Mesmo o IQA dos ambientes serem classificados como “boa”, ocorreram altas concentrações encontradas de fósforo e coliformes termotolerantes nos três pontos de coleta, indicando a contaminação dos corpos hídricos, por lançamento de esgotos domésticos de propriedades próximas ao local estudado no rio, e/ou por dejetos dos animais domésticos. Porém, quando foi realizada o cálculo do índice de estado trófico, foi possível perceber que o rio apresentou uma classe que representa um ambiente limpo, devido o corpo hídrico ter um cálculo diferente de estado trófico, quando comparado às lagoas, que foram classificadas como eutrófico (lagoa 1) e supereutrófico (lagoa 2), indicando alta produtividade em relação às condições naturais.

Devem ser estabelecidas medidas mitigadoras com o intuito de reduzir o avanço da poluição hídrica. Uma das ações que podem ser realizadas é trabalhar a educação ambiental das pessoas da propriedade em estudo, e de propriedades vizinhas. Como, por exemplo, ensinar aos moradores os riscos e os problemas ambientais causados pelo lançamento de esgoto doméstico, dejetos de animais domésticos e a falta de limpeza da água dos locais.

Devido o rio ser a montante da cidade de Uberlândia, é importante que a prefeitura da cidade mineira tome medidas de tratamento do esgoto das propriedades próximas ao rio, pois apesar de ter um tratamento da água para os habitantes da zona urbana, é necessário que a água do rio da zona rural possua melhor qualidade de água, para não ocorrer o processo de eutrofização, o que geraria um grave problema ambiental para os animais e peixes de tal recurso hídrico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Jaqueline Colvara de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos. 2013. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).** Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BRAGA, B; HESPANHOL, B.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Agência Nacional Das Águas. Portal da Qualidade das águas.** Disponível em <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/introdu%C3%A7%C3%A3o.aspx>>. Acesso em: 10 fev 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/34iagnó/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.** Disponível em <<http://www.snis.gov.br/34iagnósticos/agua-e-esgotos>>. Acesso em: 10 jan 2022.

BRASIL. **Uberlândia (MG) | Cidades e Estados | IBGE.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/uberlandia>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BUNCE, N. **Environmental Chemistry.** 2. ed. Winnipeg: Wuerz Publishing Ltd, 1994.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veisde-Qualidade-das-%C3%81guas#dbo>. Acesso em: 15 jan 2022.

CORADI, P.C.; FIA, R.; PEREIRA- RAMIREZ, O. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS.** Ambi-Água, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009. Disponível em: <www.ambiagua.net/seer/index.php/ambi-

agua/article/download/.../331>. Acesso em: 12 abr. 2013.

FERREIRA, P. M. L.; QUEIROZ, M. M. F.; COSTA, F. F.; MEDEIROS, M. C.; GARRIDO, F. W. A.. **Determinação do Índice De Estado Trófico para fósforo das águas do Rio Piancó Piranhas Açú no Município de Pombal/PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.9, n.4, p.95-101, 2014.

HADDAD, E. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. (2010) **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais. Geosul**, v. 25, n. 49, p. 79- 102

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d' água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: Tese de Doutorado em Ecologia Aplicada. Universidade de São Paulo, 2004**

MENDES, Gabriel Cordeiro. **Avaliação Espacial dos metais-traço no sedimento estudo de caso no rio Alegria. Medianeira – Paraná 2018. 2018 90 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Paraná. Medianeira, 2018.**

MIERZWA, F. **A poluição das águas. 2001. Disponível em: < <http://www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2218/material/Mierzwa/Aula4-OMeioAquaticoII.pdf>** >. Acesso em: 13 jan. 2022.

OLIVEIRA, M. D. de; CALHEIROS, D. F.; SANTOS, M. B. F.; COSTA, M. S.; BARBOSA, D. S. **Qualidade da água em corpos d'água urbanos das cidades de Corumbá e Ladário eno Rio Paraguai, MS – Embrapa, 2002.**

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos da Água, 1992.** Disponível em: http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1483371864_ONU-Declara%C3%A7%C3%A3o%20Universal%20dos%20Direitos%20da%20%C3%81g. Acesso em: 12 jun. 2023.

SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry for environmental engineering**. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 1994

SILVA, G. S. et al. **Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís (MA)**. Eng. Sanit. Ambient. Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 245-250, set. 2014.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1997.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

UBERLÂNDIA. Rio Uberabinha - Portal da Prefeitura de Uberlândia. Disponível em: <<https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/meio-ambiente/rio-uberabinha/>>. Acesso em: 12 jun. 2023.