



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

RAFAELA BRANDÃO DA SILVA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO UHE LAJEADO NO MUNICÍPIO
DE PORTO NACIONAL - TO**

**PORTO NACIONAL - TO
2021**

RAFAELA BRANDÃO DA SILVA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO UHE LAJEADO NO MUNICÍPIO
DE PORTO NACIONAL - TO**

Projeto de pesquisa submetida ao curso de Engenharia Civil Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Ricardo Balduino

**PORTO NACIONAL - TO
2021**

RAFAELA BRANDÃO DA SILVA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO UHE LAJEADO NO MUNICÍPIO
DE PORTO NACIONAL - TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em ____/____/____ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Dr. Ângelo Ricardo Balduino - Orientador

Especialista Carita Monielle Maia de Oliveira

Mestre Diogo Pedreira Lima

**PORTO NACIONAL
2021**

RESUMO

Hoje, um dos principais problemas que enfrentamos é a poluição dos recursos hídricos, o que provoca a perda da qualidade da água. O monitoramento de sua qualidade é fundamental para a obtenção de informações físicas, químicas, biológicas e ecológicas dos recursos hídricos por meio de amostragem. A água, vital para a manutenção da vida, é um recurso em constante crise, principalmente pela escassez causada pela poluição dos corpos hídricos e pelo aumento do consumo. Neste estudo de caso, a análise da qualidade da água será monitorada através do padrão de qualidade da água - IQA NSF, que está localizado no Lago da UHE Lajeado no Município de Porto Nacional - TO. A importância disso é que o local é um novo ponto para a quantidade de água disponível para uso público. A qualidade da água será avaliada por meio da Resolução CONAMA nº 357/2005 e dos limites permitidos pela NSF.

Palavras-chave: Recurso hídrico. Bacia Hidrográfica. Índice de Qualidade da água.

ABSTRACT

Today, one of the main problems we face is the pollution of water resources, which causes the loss of water quality. Monitoring its quality is essential to obtain physical, chemical, biological and ecological information on water resources through sampling. Water, vital for the maintenance of life, is a resource in constant crisis, mainly due to the scarcity caused by the pollution of water bodies and the increase in consumption. In this case study, the analysis of water quality will be monitored through the water quality standard - IQA NSF, which is located on the Lake of UHE Lajeado in the Municipality of Porto Nacional - TO. The importance of this is that the site is a new point for the amount of water available for public use. Water quality will be assessed through CONAMA Resolution No. 357/2005 and the limits allowed by NSF.

Keywords: Water resource. Hydrographic basin. Water Quality Index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema representativo da formação da bacia hidrográfica	14
Figura 2 - Fluxograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	19
Figura 3 - Mapa de localização do Condomínio Lake Side Club Residence	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores de pesos de cara parâmetro do IQA	20
Quadro 2 – Relação entre a temperatura e a vida aquática em lagos	21
Quadro 3 - Classificação da água em função do resultado do IQA-NSF	35

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas

CE - Condutividade Elétrica da Água

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CF - Coliformes Fecais

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

IQA - Índice de Qualidade das Águas

NSF - *National Sanitation Foundation*

NTU - Unidade de Turbidez

OECD - Governança de Recursos Hídricos

OD - Oxigênio Dissolvido

PH - Potencial hidrogeniônico

SDT - Sólidos Dissolvidos Totais

SEPLAN - Secretaria do Planejamento e Orçamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
2.1. OBJETIVO GERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1. BACIA HIDROGRÁFICA.....	14
3.2. PRECIPITAÇÃO	15
3.3. USO DIVERSIFICADO DA ÁGUA.....	15
3.4. DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO	17
3.5. MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA.....	18
3.6. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA NSF	19
3.6.1. Temperatura da Água	20
3.6.2. Oxigênio Dissolvido (OD)	21
3.6.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	23
3.6.4. Potencial Hidrogeniônico (pH)	24
3.6.5. Turbidez	24
3.6.6. Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	25
3.6.7. Nitrogênio Total	25
3.6.8. Fósforo Total	26
3.6.9. Coliformes Fecais	26
3.7. ABASTECIMENTO PÚBLICO	27
3.8. AGRICULTURA E PECUÁRIA.....	28
3.9. INDÚSTRIA.....	28
4. METODOLOGIA	30
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	30
4.2. METODOLOGIA DE CAMPO	31

4.3. COLETAS DA AMOSTRA DE ÁGUA.....	31
4.4. METODOLOGIA LABORATORIAL	32
4.4.1. Análise de Turbidez.....	32
4.4.2. Análise de pH.....	32
4.4.3. Análise de Temperatura	32
4.4.4. Análise de Coliformes Fecais.....	32
4.4.5. Análise de Sólidos Dissolvidos.....	33
4.4.6. Análise de Oxigênio Dissolvido	33
4.4.7. Análise de Fósforo Total.....	33
4.4.8. Análise de Nitrogênio Total	33
4.4.9. Análise de Demanda Bioquímica de Oxigênio	33
4.5. ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA NSF	34
5. CRONOGRAMA	36
6. RESULTADOS ESPERADOS	37
7. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos principais recursos naturais para a sobrevivência humana, pois sem recurso tão importante é difícil imaginar qualquer tipo de vida. A água é um recurso natural que envolve todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial até valores culturais e religiosos profundamente enraizados na sociedade. Apesar do grande número de bacias hidrográficas no mundo, o consumo humano de água é muito pequeno, mas o fator preocupante é que por falta de água alguns requisitos mínimos de qualidade não podem ser atendidos, devendo também ser considerada a disponibilidade local. Embora as políticas públicas sejam feitas para conscientizar as pessoas para que a água possa ser usada com sabedoria, a sociedade não se preocupa com as consequências futuras e acaba poluindo os recursos hídricos e desperdiçando água.

Com o passar dos anos, as pessoas aumentaram cada vez mais as atividades relacionadas com a água, o que, por sua vez, aumentou a quantidade e os tipos de resíduos despejados em corpos d'água, causando efeitos nocivos ao meio ambiente. Atualmente, pesquisas estão sendo realizadas para encontrar soluções que possibilitem o desenvolvimento de tecnologias limpas, que possam ajudar a melhorar a qualidade de vida humana e proteger os recursos naturais de todo o planeta. Existem grandes bacias hidrológicas no mundo, mas infelizmente a proporção de água potável para consumo humano é muito pequena. Isso não significa que tenha se tornado escassa, mas sim que existe uma escassez de água que não atende certas necessidades relacionadas à qualidade mais baixa, tendo em conta a sua disponibilidade local. Apesar de serem realizadas políticas públicas de conscientização, a sociedade não se atenta às consequências futuras e acaba desperdiçando e poluindo.

A área de estudo está localizada em Porto Nacional - TO, banhada pelo Lago UHE Lajeado. Além do desenvolvimento do plantio de soja em larga escala e mecanizado, a população também tem crescido nos últimos anos. A cidade tem sofrido com o abuso dos recursos hídricos, resultando em impactos ambientais irreversíveis e danos à qualidade da água. Portanto, pode-se inferir que o Lago da UHE Lajeado mudou, e o principal problema que pode ser encontrado é a mudança na qualidade da água para a população de Porto Nacional. Acredita-se que o índice

de qualidade da água do Lago da UHE Lajeado tenha sido revisado devido ao estado atual dos eventos de sua bacia hidrológica. Neste caso, este estudo tenta determinar a qualidade da água analisando a água em um determinado ponto do Lago UHE Lajeado que servirá para captação, no município de Porto Nacional, Estado do Tocantins, o qual tem por principal finalidade o abastecimento público.

2. OBJETIVO

2.1.OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade da água do Lago UHE Lajeado no município de Porto Nacional.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar em laboratório as amostras coletadas do ponto que está sendo monitorado;
- Calcular o Índice de Qualidade da Água IQA, conforme a metodologia desenvolvida pela *National Sanitation Foundation* – SNF.
- Comparar os índices calculados com os padrões aceitáveis pela IQA SNF.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. BACIA HIDROGRÁFICA

Uma bacia hidrológica é uma área de água sedimentar naturalmente capturada, e sua confluência e escoamento convergem para um ponto de escoamento, ou seja, seu escoamento. A bacia hidrológica consiste basicamente em um conjunto de superfícies inclinadas e uma rede de drenagem formada por confluência, até que se forme um único leito se necessário (TUCCI, 2009).

Para aproximar bacias menores e produzir bacias hidrológicas maiores, novos termos derivados surgiram dessa forma, tais como: sub-bacia, microbacia e pequena bacia. O primeiro termo representa o conceito de estratificação, enquanto os outros dois termos estão relacionados ao tamanho da bacia (LIMA; SILVA, 2015).

Figura 1 - Esquema representativo da formação da bacia hidrográfica



Fonte: <https://amigopai.wordpress.com/2015/10/19/bacias-hidrograficas/>

O sistema segue a hierarquia dos rios, os níveis de água das diferentes microbacias partem do ponto mais alto e fluem para toda a bacia até encontrar um único ponto de concentração, formando o rio principal. O conjunto de hidrovias organizado nesta estrutura hierárquica é denominado rede fluvial. Essa rede é um aspecto da conceituação da bacia hidrológica, e outra característica é o relevo determinado pela topografia da bacia (UFSCAR, 2015).

Para Teodoro et al. (2007), o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica é o resultado de sua configuração geomorfológica, levando em consideração, entre outros, sua forma, relevo, superfície, geologia, rede de drenagem, solo e tipo de vegetação. Portanto, conclui-se que as propriedades físicas e bióticas do reservatório influenciam, inter alia, na infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, evapotranspiração e fluxos superficiais e subterrâneos no ciclo hidrológico.

3.2. PRECIPITAÇÃO

O sucesso ou fracasso das atividades humanas pode estar relacionado às características das condições de chuva em uma determinada área, o que torna o entendimento desses comportamentos imprescindível para o planejamento urbano, agrícola e ambiental (ANDRADE, 2011).

Segundo a pesquisa de Bertoni e Tucci (2013), eles mostram que a precipitação é entendida na hidrologia como toda a água do ambiente atmosférico que chega ao seu solo. Nevoeiro, chuva, granizo, orvalho, geada e neve são diferentes formas de precipitação. A diferença entre essas formas de precipitação é o estado da água.

Para Monteiro (2009), quando a água se torna escassa, também pode causar problemas de compactação do solo em espaços urbanizados, levando a danos em edificações e infraestrutura, abastecimento de água, saneamento e saúde pública.

De acordo com Sobrinho et al. (2014) A compreensão do comportamento da precipitação pode fornecer subsídios para a determinação do período crítico de prevalência na região, e pode fornecer informações que visam reduzir as consequências das chuvas e das flutuações da seca.

3.3. USO DIVERSIFICADO DA ÁGUA

Os economistas se interessam pela água há décadas. Ao olhar para as fontes de recursos naturais e riqueza, muitos economistas trabalham para medir a escassez e calcular os efeitos da exploração descontrolada das reservas disponíveis na

natureza. Atualmente, esses trabalhos e monografias têm surgido em centros de pesquisa e universidades, descrevendo a preocupante realidade (MARTINS, 2003).

A água é um recurso natural não renovável presente em inúmeras atividades, classificados em usos consuntivos e não consuntivos, onde os usos consuntivos são aqueles que retiram a água de sua fonte natural diminuindo sua disponibilidade, quantitativa ou qualitativa, espacial e temporal. As aplicações consuntivas são em abastecimento público, agricultura, irrigação e indústria. Já os usos não consuntivos são aqueles em que não há consumo ou modificação do volume da água de forma expressiva, como geração de energia, aquicultura, práticas esportivas, recreação e principalmente a fauna e a flora (SETTI, 2001).

De acordo com a Lei nº 9.433 / 97, a gestão dos recursos hídricos deve sempre estipular os múltiplos tipos de uso da água. Portanto, todos os setores usuários de água desfrutam de recursos hídricos iguais (ANA, 2015)

A quantidade total de recursos hídricos na terra permaneceu quase inalterada nos últimos milhões de anos. No entanto, durante esse tempo, as reservas em todas os principais reservatórios de água do planeta podem ter mudado, atingindo níveis sem precedentes (REBOUÇAS, 2008).

Um modo de consumo de água é a irrigação, pois na prática dessa atividade, apenas parte da água captada retorna ao manancial original por meio do escoamento, e a outra parte se perde no processo de evapotranspiração das plantas ou infiltração no solo. Para usos não consumíveis, tomando como exemplo a geração de energia hidrelétrica, a quantidade total que passa pela turbina é igual à quantidade total descarregada da turbina, ou seja, não haverá perda de volume do mecanismo (PASCHOAL, 2012).

Nos setores de abastecimento de água e saneamento no Brasil e em outras partes do mundo, a água mais concentrada é a irrigação para a produção de alimentos. No Brasil, cerca de 70% do consumo de água é utilizado para essa finalidade, enquanto o abastecimento urbano de água responde por 11% (BRAGA *et al.*, 2008).

3.4. DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO

Embora muitos recursos hídricos estejam distribuídos por todo o território, 97,5% da água encontra-se no oceano, ou seja, é composta por água salgada, apenas 2,5% é formada por água doce, dos quais apenas 0,007% é água doce adequada para consumo humano. E atividades importantes para a saúde humana e animal, como alimentação, higiene, limpeza, etc. Dentre essas atividades, embora não requeiram alta potabilidade, destacam-se na produção de energia, pecuária, agricultura e algumas outras atividades, representam risco para os mananciais por serem atividades antrópicas e podem causar poluição. Devido ao abuso de produtos tóxicos comumente usados na agricultura (FILIZOLA et al., 2002).

Watson (1998 *apud* Furriela, 2001) relata que a água é o recurso básico que sustenta todas as formas de vida na terra, mas atualmente cerca de um quinto da população não tem acesso a água potável.

O acelerado processo de urbanização agravou a poluição de rios e riachos. Nesse processo, o solo da área hidrológica foi ocupado de forma desordenada, e o lançamento de encanamentos "naturais" de esgoto sanitário e a produção de diversos resíduos sólidos levaram ao assoreamento, as florestas nas margens do rio foram derrubadas, resultando na diminuição do escoamento das enchentes (ROSSI *et al.*, 2012).

Segundo ANA (2012), a principal causa da degradação da água é a agricultura, pois as lavouras agrícolas utilizam agrotóxicos. O impacto da deterioração da qualidade da água no meio ambiente, na sociedade e na economia reflete-se na perda de biodiversidade, no aumento das doenças transmitidas pela água e no aumento dos custos de tratamento do abastecimento de água doméstico e industrial, tendo perda de produtividade agrícola e pecuária, na redução da pesca e a perda de valores turísticos, culturais e paisagísticos.

3.5. MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA

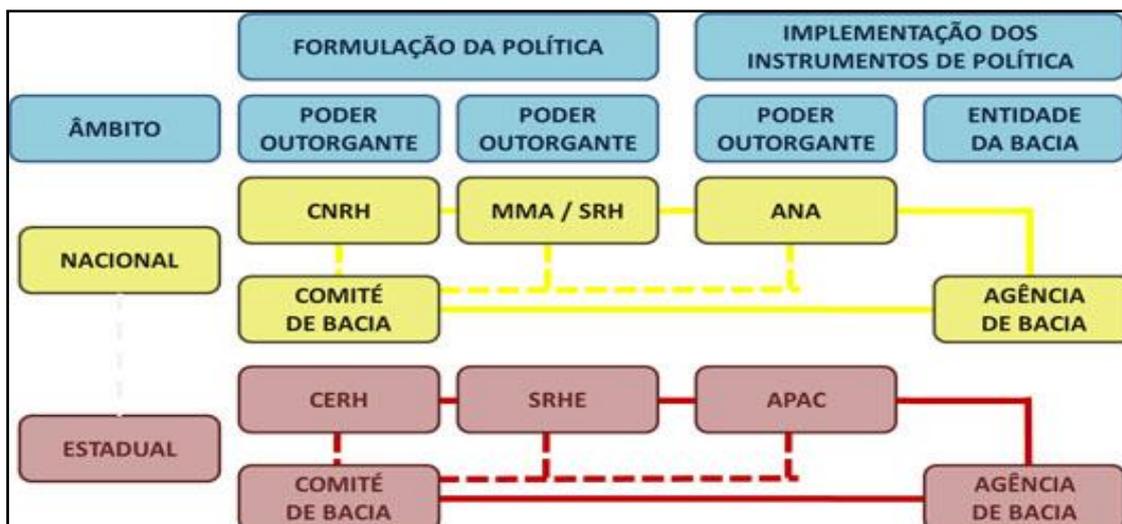
O monitoramento consiste em operações realizadas em conjunto, destinadas a monitorar atributos específicos de um sistema para um determinado alvo (ANA, 2015).

O monitoramento de recursos hídricos geralmente está relacionado a análises qualitativas e quantitativas, no monitoramento, as alterações nas características físicas, químicas e biológicas ocasionados por diversos atos causados por atividades antrópicas ou fenômenos naturais permitem caracterizar e avaliar a qualidade. Garantir o uso correto dessas fontes, e ainda tomar medidas para promover a prevenção e controle da poluição (IGAM, 2015).

O monitoramento e diagnóstico qualitativo dos recursos hídricos, bem como pesquisas baseadas nas mudanças temporais e espaciais, com o auxílio dos parâmetros e métodos a serem analisados, podem ajudar muito na identificação correta das fontes de degradação das águas. A identificação de tais métodos e parâmetros no contexto e no âmbito das características e peculiaridades de cada região é indispensável e decisiva (RODRIGUÊS; PISSARA; CAMPOS, 2007).

Em muitos países com problemas ambientais, ou mais especificamente, riscos de poluição da água, foi introduzida a prática de monitoramento contínuo ou em tempo real da qualidade da água em rios, lagos e reservatórios. Este método de monitoramento pode melhorar significativamente a eficiência do sistema de monitoramento, reduzindo assim os perigos para a saúde ou riscos ambientais do uso da água nos casos mais comuns. Esse tipo de monitoramento consiste em fixar o sensor responsável por medir os parâmetros de qualidade no local, e então enviar automaticamente os dados para a base com o provedor que recebe os dados através da estação de telemetria, de forma a realizar a visualização instantânea (AGSOLVE, 2015)

Figura 2 - Fluxograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos



Fonte: Adaptado MMA (2015).

3.6. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA NSF

O IQA foi adotado na década de 70, depois de sua criação em 1970 nos Estados Unidos pela *National Sanitation Fundation - NSF*. Ao longo dos anos, outros estados brasileiros também adotaram o IQA, que é o principal indicador de qualidade da água utilizado atualmente no país. Seu objetivo principal é avaliar a qualidade da água bruta tratada, tendo como alvo o abastecimento da população. É composto por nove parâmetros, que são definidos de acordo com a sua importância na definição da qualidade da água (ANA, 2015).

No contexto da avaliação IQA, foram selecionados 9 parâmetros de avaliação, a saber: temperatura da água, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), potencial de íon hidrogênio (pH), turbidez, condutividade da água (CE), sólidos dissolvidos totais (SDT), nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais (CF), apresentam determinados pesos (w_i) de acordo com sua importância para a conformação geral da qualidade da água e fixos.

Quadro 1 – Valores de pesos de cara parâmetro do IQA

PARÂMETROS	UNIDADE	PESO (wi)
CF	NMP/100ml	0,15
Ph	-	0,12
DBO	Mg/L	0,10
Nitrogênio total	Mgn/L	0,10
Fosfato total	MgPO ₄ /L	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos totais	Mg/L	0,08
OD	%saturação	0,17

Fonte: Yisa *et al.* (2012).

3.6.1. Temperatura da Água

Mudanças de temperatura em cursos de água podem ocorrer naturalmente por meio de radiação, condução, convecção e transferência de calor de fontes artificiais (como resíduos industriais) (VON SPERLING, 2005).

Um aumento na temperatura causará um aumento na velocidade das reações químicas e bioquímicas e promoverá a dissolução de certos gases (como O₂, CO₂, N₂ e CH₄), e um aumento na temperatura também causará um aumento no gás. A necessidade de decomposição de oxigênio e matéria orgânica. Além disso, a temperatura pode afetar diversos processos nos corpos d'água, que podem ser físicos, químicos e biológicos, pois afeta a concentração de diversas variáveis (PERCEBON; BITTENCOUR; ROSA FILHO, 2005).

O Quadro 2 apresenta uma demonstração da relação entre temperatura e organismos aquáticos em certos ambientes (ESTEVES, 1998).

Quadro 2 – Relação entre a temperatura e a vida aquática em lagos

TEMPERATURA	NÍVEL	VIDA AQUÁTICA
< 14°C	Baixo	Poucas plantas, truta, poucas doenças.
De 15 a 20°C	Médio	Algumas plantas, besouros d'água, algumas doenças.
De 21 a 27°C	Alto	Muitas plantas, carpa, bagre, muitas doenças de peixes.
> 27°C	Muito alto	A temperatura começa a reduzir a vida aquática.

Fonte: Esteves (1998).

Segundo ANA (2015), a temperatura é um dos parâmetros mais importantes, pois afeta diretamente os processos físicos e químicos realizados no manancial. Nesse ambiente, os organismos existentes experimentarão os limites superior e inferior das mudanças de temperatura ao longo do dia e da estação. À medida que a temperatura oscila entre 0 e 30 ° C, a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem e, à medida que a temperatura aumenta, a solubilidade da condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. A alta temperatura geralmente é o resultado da inativação ou morte térmica causada pelo lançamento de águas residuais industriais em alta temperatura.

3.6.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é o principal elemento do metabolismo dos microrganismos aeróbios, que habitam a água natural ou reatores usados para o tratamento biológico de esgoto. Na água, o oxigênio é essencial para todos os organismos presentes no meio ambiente, por exemplo, peixes que não resistem a concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 4,0 mg / L. Em outras palavras, é avaliar a correlação de parâmetros extremos (IQA) do índice de qualidade da água. (OLIVEIRA *et al*, 2010).

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é um parâmetro extremamente importante, pois a respiração é essencial para a maioria dos organismos que vivem em ambientes aquáticos. Geralmente, quando a água recebe

grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, como no esgoto doméstico, certos resíduos industriais, grãos de destilaria e outros, o oxigênio dissolvido será reduzido ou desaparecerá. Quando a concentração de oxigênio dissolvido na água cai abaixo do limite aceitável, isso afetará seriamente a saúde dos ecossistemas aquáticos e também impedirá o uso da água para diferentes fins (JANZEN *et al.*, 2008).

A determinação deste parâmetro em um corpo d'água depende de muitos fatores, como temperatura, salinidade, turbulência, pressão atmosférica, atividade fotossintética de algas e plantas aquáticas. Além disso, o OD muda de acordo com a estação. Este parâmetro é muito importante porque é essencial para a manutenção dos organismos aeróbios e do equilíbrio ambiental geral (VIEIRA, 2015).

Devido à diferença na pressão parcial, o oxigênio da atmosfera é dissolvido na água natural. Esse mecanismo é expresso pela lei de Henry, que define a variação da concentração de saturação do gás na água com a temperatura:

Equação 1:
 $CSAT = \alpha \cdot p_{gás}$

Onde α é uma constante que varia inversamente proporcional à temperatura e $p_{gás}$ é a pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido (CETESB, 2009).

O CONAMA (BRASIL, 2005) estabelece a classificação das águas conforme a Resolução 357/2005, que diz que as águas doces podem ser classificadas em:

I - Classe especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e, à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274 (BRASIL, 2000), à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e, à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274 (BRASIL, 2010), 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.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário, e à dessedentação de animais.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas: à navegação e à harmonia paisagística.

A presente dissertação está classificada como águas de Classe 2, na qual a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), estabelece que a concentração de oxigênio dissolvido deve ser não inferior a 5 mg/L O₂.

3.6.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para Von Sperling (2005), a expressão da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é um dos parâmetros mais importantes para identificar o grau de poluição em um corpo d'água, pois expressa indiretamente o conteúdo de matéria orgânica e indica o potencial de oxigênio dissolvido.

“A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) refere-se à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por meio da decomposição de microrganismos aeróbios em uma forma inorgânica estável” (ANA, 2015).

A interferência bacteriana é necessária para amostragem de água e oxidação a uma temperatura de 20°C durante um período de 5 dias. Por meio de uma série de métodos de mensuração do teor de oxigênio, pode-se compreender o teor de matéria orgânica do corpo d'água, que são acondicionadas em frascos lacrados para troca gasosa (VON SPERLING, 2005).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o índice permitido para este parâmetro de água Grau 2 não deve exceder 5 mg/L O₂ (BRASIL, 2005).

O alto valor de DBO na água se deve à diminuição do valor do oxigênio dissolvido na água, que interfere diretamente no equilíbrio dos organismos aquáticos. Normalmente, o alto valor deste parâmetro em corpos d'água é causado pelo lançamento de carga orgânica (principalmente esgoto doméstico) (CETESB, 2009).

3.6.4. Potencial Hidrogeniônico (pH)

De acordo com a descrição de Brasil (2014), além de afetar a solubilidade das substâncias ou definir a toxicidade potencial de vários elementos, o pH também interfere na distribuição das formas livres e ionizadas de vários compostos. Mudanças no pH podem ser devidas a causas naturais, dissolução de rochas, fotossíntese ou lixo doméstico e industrial feito pelo homem.

Segundo Vieira (2015), além dos processos relacionados ao abastecimento e tratamento de águas residuais, o pH também pode afetar diversos processos químicos e biológicos nos corpos d'água. Pode ser afetado por diversos fatores, como sólidos e gases dissolvidos, dureza, alcalinidade, temperatura e fatores biológicos.

O valor do pH está entre 0 e 14 (de ácido a muito alcalino). Por ser um fator que interfere no metabolismo das espécies, o CONAMA adotou a Resolução nº 357/2005 para definir o limite para água da categoria 2. Este valor deve manter entre 6 a 9 (ANA, 2015).

3.6.5. Turbidez

Turbidez é a dificuldade de um feixe de luz passar uma certa quantidade de água, geralmente devido à presença de sólidos em suspensão, sejam partículas inorgânicas (areia, silte, argila) ou detritos orgânicos (como algas e bactérias, geralmente plâncton). Esse parâmetro está diretamente relacionado à sua clareza, ou seja, quanto maior a turbidez, mais escuro é o corpo d'água.

Esse índice de qualidade pode estar relacionado a diversos motivos, como a erosão do solo, o lançamento de efluentes em corpos d'água e até mesmo a presença de animais e plantas, que perturbam os sedimentos no fundo do rio (ANA, 2015).

A erosão das margens do rio devido ao uso indevido do solo é um exemplo de fenômeno em que a turbidez da água aumenta e a dosagem de coagulante nas estações de tratamento de água precisa ser alterada (CETESB, 2009).

Com base na análise realizada, os resultados podem ser comparados com o valor máximo permitido, conforme determinado pela resolução 357/05 do CONAMA, onde o valor de turbidez é baseado no uso da água, onde o valor permitido para água tratada está na saída da estação de tratamento de água existe 1 NTU e 5 NTU em qualquer ponto da rede de distribuição.

Segundo Brasil (2005), o valor de água Nível 2 recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 deve ser inferior a 100 NTU (unidade de turbidez). A alteração da turbidez nas águas superficiais é muito importante por sua relação com o teor de oxigênio dissolvido, pois os sólidos em suspensão dificultam a penetração da radiação solar, levando à redução da fotossíntese.

3.6.6. Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os sólidos totais dissolvidos na água correspondem a todas as substâncias que permanecem como resíduos após evaporação e secagem à temperatura de 103 a 105°C por um tempo determinado (SILVA, 1997).

Para a Resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005), o valor máximo permitido para água de categoria 2 é 500 mg.L⁻¹.

3.6.7. Nitrogênio Total

Compostos de nitrogênio são nutrientes em processos biológicos, mas quando são liberados em grandes quantidades junto com outros nutrientes (como fósforo) no ambiente aquático, eles levarão a um processo chamado de eutrofização. O crescimento de algas é descontrolado, o que pode levar a uso público de água, perda de abastecimento, bem como entretenimento e outras atividades (ANA, 2015).

O nitrogênio é o elemento mais importante na vida dos organismos, pois é um componente das moléculas de proteínas e, portanto, também um componente do protoplasma. Juntamente com o fósforo, é considerado uma das mais importantes restrições à vida dos organismos de água doce (BOLLMANN; CARNEIRO; PERGORINI, 2005).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, o nitrogênio total máximo da água Tipo 2 varia de acordo com o potencial de hidrogênio (pH). Para $\text{PH} \leq 7,5$ o valor máximo permitido é de 3,7 mg/L, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ o limite máximo permitido é de 2 mg/L, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ o valor máximo permitido é de 1 mg/L, já para valores de pH maiores que 8,5 o valor máximo permitido é de 0,5 mg/L.

3.6.8. Fósforo Total

Von Sperling (2007) apontou que o fósforo é o principal valor limite da produtividade primária dos ecossistemas aquáticos, e é apontado como o principal motivo da eutrofização artificial desses sistemas. Eles estão ordenando cada vez mais as principais fontes de fósforo nas águas: descarga de chuva em áreas com florestas e florestas; descarga de chuva em áreas agrícolas; descarga de chuva em áreas urbanas; esgotos.

A Resolução 357/2005 do CONAMA para águas com ambientes lênticos de classe 2, estabelece limite máximo de 0,030 mg. L⁻¹ e para ambientes lóticos 0,1 mg. L⁻¹. A fonte do intenso interesse ecológico no fósforo decorre da sua grande importância no metabolismo da biosfera (BRASIL, 2005).

3.6.9. Coliformes Fecais

Para Michelina et al. (2006) os coliformes fecais são definidos como um grupo de bactérias presentes nas fezes de humanos e animais, geralmente encontrados no solo ou em fontes de água, podendo ser detectados por testes laboratoriais. Quando presentes na água, tornando-os impróprios para o consumo humano.

De acordo com a Resolução nº 375 de 17 de março de 2005, o CONAMA afirmou que os coliformes fecais ou resistentes ao calor atualmente referidos são:

As bactérias Gram-negativas existem na forma de bacilos oxidase-negativos e são caracterizadas pela atividade β -galactosidase. Podem crescer a uma temperatura de 44°- 45°C em meio contendo surfactantes e lactose fermentada, e produzir ácidos, gases e aldeídos. Além de estarem presentes nas fezes humanas e animais aquecidos, também existem no solo, plantas ou outros substratos ambientais que não estão contaminados por fezes.

O valor da Resolução CONAMA 357/2005 para águas da Categoria 2 deve ser inferior a 1000 número mais provável (NMP) / 100 ml, enquanto para a Resolução CONAMA 274/2000, esses valores devem ser inferiores a 2000 NMP / 100 ml.

3.7. ABASTECIMENTO PÚBLICO

Segundo SEMA (2015), o abastecimento público é para atividades limitadas, independentemente se essas atividades são para necessidades alimentares, higiene pessoal ou doméstica. Utilizado para limpeza de ruas, extinção de incêndio, irrigação de jardins públicos, piscinas, fontes ornamentais e outros usos públicos.

SEMA (2015) afirmou: “A água é uma necessidade humana básica. A poluição da água e a sua escassez prejudicam a saúde humana e a qualidade de vida”.

A legislação prioriza o reconhecimento do setor de abastecimento de água (BRASIL, 1997), que dispõe:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

De acordo com o CONAMA 357/05 o Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP) são calculados nos pontos de amostragem dos rios e reservatórios que servem de abastecimento ao público, sendo o IAP o produto da ponderação dos IQA, que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas. Ainda

conforme a resolução acima citada o índice será analisado de acordo com três variáveis: IQA – grupo de variáveis básicas (Temperatura da Água, PH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Resíduo Total e Turbidez); e ISTO – apresenta variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas (Potencial de Formação de Trihalometanos-PFTHM, Número de Células de Cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel); e por último o Grupo de variáveis que afetam a qualidade organoléptica (Ferro Dissolvido, Manganês, Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido e Zinco).

3.8. AGRICULTURA E PECUÁRIA

Como um método alternativo para a demanda insuficiente de chuvas na agricultura, a irrigação tornou-se um método alternativo para manter a umidade necessária nas plantações, mas este método requer um grande consumo de água. Além de outras atividades desenvolvidas na agricultura e pecuária, também precisam de água, como no manuseio de animais, instalações de limpeza, máquinas e instrumentos (MMA, 2015).

De acordo com dados da Administração Nacional de Abastecimento de Água (2019), a agricultura é responsável pelo maior consumo de água no mundo. O Brasil possui o maior rebanho do mundo, por isso há uma grande demanda por água para alimentação e ambiente de moradia.

3.9. INDÚSTRIA

O setor industrial brasileiro está crescendo, o que significa que o Brasil possui um grande e diversificado parque industrial que pode produzir bens de consumo de ponta (como alimentos e roupas). Por outro lado, a água também tem sido amplamente utilizada no campo industrial, e seus usos são muito diversos, dependendo do tipo de produto ou serviço e processos relacionados (ANA, 2019).

Na indústria, desde o processo de mistura da água nos produtos, até o processo de limpeza de materiais, equipamentos e dispositivos, utiliza-se a água, que ainda é necessária nos sistemas de geração de vapor e refrigeração (MMA, 2015).

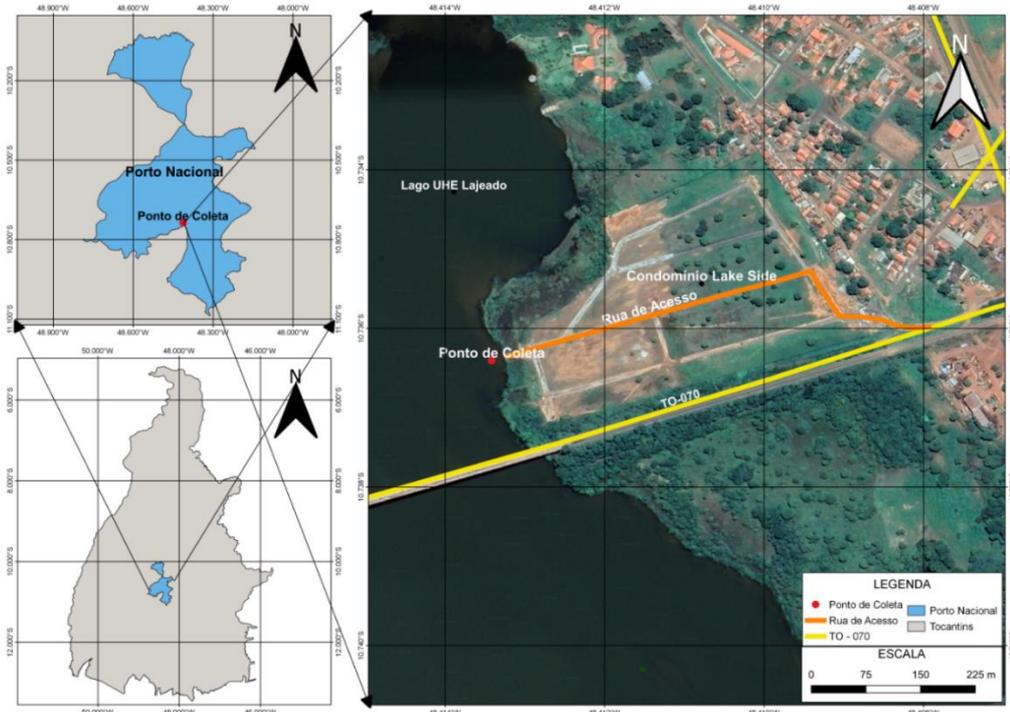
4. METODOLOGIA

Este trabalho será baseado em um estudo de caso que irá investigar a locomotiva, descrever o uso e ocupação de um determinado ponto do lago que foi caracterizado, auxiliar no diagnóstico da situação atual e analisar o lago. A água é analisada por meio de inspeção química e inspeção microbiológica, com o objetivo de calcular o IQA do Lago UHE Lajeado no Município de Porto Nacional com base nos parâmetros da *National Sanitation Fundation e Standard Methods* (APHA, 2005).

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O ponto que será estudado está localizado na bacia hidrográfica do Rio Tocantins na margem do Lago UHE Lajeado no condomínio *Lake Side Club Residence*, setor Alto da Colina, do município de Porto Nacional, entre os paralelos 10°44'10" e 10°44'14" de latitude sul e entre os meridianos 48°24'33" e 48°24'49" de longitude oeste. A Figura 4 apresenta a localização do condomínio através da utilização do GPS map. 60CSx (Garmin).

Figura 3 - Mapa de localização do Condomínio Lake Side Club Residence



Fonte: Corrêa (2020).

4.2. METODOLOGIA DE CAMPO

Os métodos de amostragem que serão utilizados *in locu* serão realizados de acordo com as especificações técnicas da NBR 9897 (plano de amostragem para tratamento de efluentes líquidos e receptores) e NBR 9898 (tecnologia de preservação e amostragem de efluentes líquidos). Após a hidrologia adequada, o mapeamento e a análise climática terem sido realizados, será possível determinar inicialmente os pontos de amostragem.

Ao determinar o índice de qualidade da água IQA NSF, os atributos de qualidade da água monitorados usados para calcular e ajustar o índice serão:

- Temperatura (°C);
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- Potencial Hidrogeniônico (pH);
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- Fósforo Total;
- Sólidos Dissolvidos Totais (SDT);
- Nitrogênio Total;
- Turbidez;
- Coliformes fecais.

4.3. COLETAS DA AMOSTRA DE ÁGUA

A coleta das amostras de água para análise serão feitas semanalmente durante o período de seis semanas, no período da manhã, entre os meses de setembro a outubro de 2021, utilizando recipientes de 100ml para as microbiológicas e de 2000ml para as físico-químicas, em seguida serão etiquetado e acondicionada em caixas térmicas contendo gelo e levadas para serem processadas no laboratório do IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, em Porto Nacional.

No total para o ponto em análise serão coletadas 6 amostras de água (microbiológica e físico-químicas).

4.4.METODOLOGIA LABORATORIAL

As análises serão realizadas no laboratório do IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, utilizando os respectivos materiais e métodos de aplicação (APHA, 2005).

4.4.1. Análise de Turbidez

A análise de turbidez será feita da seguinte forma: calibrar o equipamento com as soluções de 0,02 e 110 NTU e colocar 20 mL da amostra na cubeta do turbidímetro para fazer a leitura da turbidez, onde irão analisar *in locu*.

4.4.2. Análise de pH

Para análise de pH, será utilizado um medidor de pH calibrado com os tampões de pH 4 e 7. Coloque a amostra no copo e insira o eletrodo para ler o valor de pH, onde as mesmas serão analisadas *in locu*.

4.4.3. Análise de Temperatura

Para realizar a análise de temperatura, um termômetro digital será introduzido diretamente na vazão de água do rio e coletado na vazão para medir a temperatura da água, serão analisadas *in locu*

4.4.4. Análise de Coliformes Fecais

Para a realização da análise da quantidade de coliformes fecais presentes na água será adicionado o reagente (Colilert) à amostra e levado ao incubador por 24 horas a uma temperatura de 35°C, em seguida será despejado no Quanti-Tray/2000 (contagem de 1 a 2.419 por 100 ml), onde será realizada a leitura do resultado, sendo elas:

- Cavidades amarelas = coliformes totais
- Cavidades amarelas/fluorescentes = coliformes fecais/ E. coli

Os resultados de coliformes totais e coliformes fecais serão obtidos simultaneamente, consultando as tabelas apropriadas de Hoskins para se determinar o NMP de Coliformes totais e Coliformes Fecais.

4.4.5. Análise de Sólidos Dissolvidos

As análises de sólidos dissolvidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total e fósforo total serão realizadas no LAPEQ - Laboratório de Pesquisa em Química Ambiental, também serão realizadas conforme *Standard Methods* (APHA, 2005).

4.4.6. Análise de Oxigênio Dissolvido

Para análise de oxigênio dissolvido, será utilizado um tipo de frasco V, com volume mínimo de 300 mL, com preservação de 2 mL sol. sulfato manganoso e 2 mL sol. álcali iodeto-azida, com o prazo de análise em até 8 horas, sendo analisadas *in locu*.

4.4.7. Análise de Fósforo Total

Para análise de Fósforo total, será utilizado um tipo de frasco V, com volume mínimo de 200 mL, com preservação de H₂ SO₄ até pH < 2. Refrigerar a 4°C, com o prazo de análise em até 28 dias.

4.4.8. Análise de Nitrogênio Total

Para análise de Nitrogênio total, será utilizado um tipo de frasco P, V. Com volume mínimo de 1000 mL, com preservação H₂ SO₄ conc. até pH < 2. Refrigerar a 4°C, com o prazo de análise em até 7 dias.

4.4.9. Análise de Demanda Bioquímica de Oxigênio

Para análise de demanda bioquímica de oxigênio, será utilizado um tipo de frasco P, V. Com volume mínimo de 2000 mL, refrigerar a 4°C, com o prazo de análise em até 7 dias.

4.5. ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA NSF

Segundo Heller e Pádua (2010), o IQA será calculado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondentes aos parâmetros conforme a fórmula a seguir:

Equação 2:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{wi}$$

Onde:

IQA - Índice de Qualidade da Água (varia de 0 a 100);

qi - qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade específica para cada parâmetro, em função da sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro ou subnível, um número entre 0 e 1 (Quadro 2), atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

n - número de parâmetros (n = 9)

O número “n” sempre vai ser igual a nove, pois, na falta da medida de algum dos parâmetros que formam o IQA, seu cálculo é inviabilizado.

Equação 3:

$$\sum_{i=1}^n Wi = 1$$

Em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo de IQA.

Se não houver valor para nenhuma dessas 9 variáveis, o cálculo do IQA não será viável. De acordo com o Quadro 3, a qualidade da água bruta representada pelo IQA pode ser determinada pelo cálculo realizado e a escala varia de 0 a 100.

Quadro 3 - Classificação da água em função do resultado do IQA-NSF

NÍVEL DE QUALIDADE	FAIXA
EXCELENTE	$90 < \text{IQA} \leq 100$
BOM	$70 < \text{IQA} \leq 90$
MÉDIO	$50 < \text{IQA} \leq 70$
RUIM	$25 < \text{IQA} \leq 50$
MUITO RUIM	$\text{IQA} \leq 25$

Fonte: Yisa *et al.* (2012).

De acordo com o valor ponderado, determina-se a categoria por meio da avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água, e o resultado é adequado para uma categoria, de boa a ruim.

5. CRONOGRAMA

Quadro 4 - Cronograma previsto do projeto

ATIVIDADE	2021/1				2021/2				
	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Escolha do tema e do orientador		Executado							
Encontros com o orientador		Executado	Executado	Executado	À executar	À executar	À executar	À executar	
Revisão Bibliográfica		Executado	Executado	Executado					
Metodologia			Executado	Executado					
Defesa do Projeto				Executado					
Análise dos Dados					À executar	À executar	À executar		
Comparação dos Resultados						À executar			
Conclusão							À executar		
Redação Final								À executar	

Fonte: Autoria própria (2021)

Legenda:

 Executado

 À executar

6. RESULTADOS ESPERADOS

Após a coleta e análise das amostras de água, espera-se determinar se a água utilizada para o abastecimento antropogênico do corpo hídrico atende ao padrão de qualidade da água NSQ IQA, de forma a obter informações qualitativas e quantitativas sobre os parâmetros relevantes.

7. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2019. 75 p

AGSOLVE, Sonda multiparametrica para qualidade da água, Disponível em: http://www.agsolve.com.br/produto_detalhe.php?cod=1082 Acesso em: 12 de abril de 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). Cuidando das Águas: Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos - 2ª Edição. Brasília – DF, 2013.

ANA - Agência Nacional de Águas, Portal da Qualidade das Águas. Indicadores De Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 10/04/2021

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2012. 264 <www.ana.gov.br/SalaImprensa/PanoramadaQualidadedasAguas.asp>. Acesso em: 19 de abril de 2021.

ANDRADE, Fabiano Soares. Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do Estado do Pará. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, Pará, v. 8, n. 4, p.138-145, dez. 2011

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 th edition. Washington D. C. American Public Health Association, 2005

BOLLMANN, Harry Alberto; CARNEIRO, C.; PERGORINI, E. S. Qualidade da Água e Dinâmica de Nutrientes. In: ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados. Curitiba: Gráfica Capital, LTDA, 2005. 500p. cap. 7, p. 213-270.

BRAGA, B. P. F.; FLECHA, R.; SENA D. S.; KELMAN, J. Pacto federativo e gestão de água. Estudos Avançados 22, 2008. Disponível em <<http://www.periodicos.usp.br/eav/article/view/10291/11936>>, acessado em 17 de abril de 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETA's. – Brasília: Funasa, 2014. 112p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Resolução CONAMA 274/2000 de 29 de novembro de 2000. **Qualidade da água**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/> >, acessado em 15 de abril de 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/> >, acessado em 15 de abril de 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997** - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 1997.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem, 2009.

CORRÊA, Gustavo Fernandes; BALDUÍNO, Ângelo Ricardo. Water quality assessment of lake uhe lajeado in the municipality of Porto Nacional/TO. **Nature And Conservation**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 52-65, 25 maio 2020. Companhia Brasileira de Produção Científica. <https://sustenere.co/index.php/nature/issue/view/193>

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução 357, 2005.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro. Editora Inter ciência, 1998. p. 602.

FILIZOLA, H. F. et al. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região Guaíra. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 659-667, 2002.

FURRIELA, Rachel Biderman. **Educação para o Consumo Sustentável. Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente** - Programa Conheça a Educação do Cibec/Inep- MEC/SEF/COEA, 2001.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para o consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2010. 418 p.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

JANZEN, J.G; Schulz, H. E.; Lamon, A. W. Measurements of dissolved oxygen concentration at water surface. Eng. San. Ambient. Vol 13, n 3, p. 278-283. 2008.

LIMA, Ernane Cortez; SILVA, Edson Vicente da. **ESTUDOS GEOSISTÊMICOS APLICADOS À BACIAS HIDROGRÁFICAS**. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia. **REVISTA EQUADOR (UFPI)**, v. 4, n. 4, p. 3-20, 2015.

MARTINS, A. O planeta está sedento. Folha Universal. 16 nov. 2003. p.2A.

MICHELINA, A. de F.; BRONHROA, T. M.; DARÉB, F.; PONSANOC, E. H. G. Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público da região de Araçatuba, SP. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo - SP, v. 20, n. 147, 2006.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais - SEMAD Unidade de Coordenação Estadual - UCEMG / PNMA II, Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II Subcomponente, **Monitoramento da Qualidade da Água**, Minas Gerais, junho, 2015.

MONTEIRO, A. As cidades e a precipitação uma relação demasiado briguenta. *Revista Brasileira de Climatologia*, p.7-25, 2009.

OLIVEIRA, G. H. et al. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego bom jardim, Brasilândia/MS. **Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino**. v.1, n. 01, 2010. Campo Mourão, PR.

PASCHOAL, R. S. **Usos da água e necessidades de tratamento para consumo humano**. UFJF, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2012.

PERCEBON, Claudete Massuchin; BITTENCOUR, André Virmond Lima; ROSA FILHO, Ernani F. da. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, Blumenau, v. 1, n. 58, p.7-19,2005. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/4904>>. Acesso em: 22 abril de 2021.

REBOUÇAS, A. *Uso inteligente da água*. Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda. São Paulo – SP, 209p, 2004

RODRIGUES, Flavia Mazzer; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; CAMPOS, Sérgio. Monitoramento hidrológico de uma bacia hidrográfica com diferentes usos do solo na região de Taquaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 2, n. 14, p.158-169, jun. 2009. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3408>>. Acesso em: 8 de abril de 2021.

ROSSI, W.; BRANCO, L. C.; LACERDA, J. A.; GOMES, A. C.; WAGNER, E. M. S. Fontes de Poluição e o Controle da Degradação Ambiental dos Rios Urbanos em Salvador. *Revista Interdisciplinar de Gestão Social*. v.1, n.1, p.61-74, jan./abr. 2012.

SEMA - Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Abastecimento Público**. Paraná. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=81>>. Acesso em: 13 out. 2015.

SETTI, A. A. *Introdução ao gerenciamento dos recursos hídricos*. 2. Ed., Brasília, 2001.

SILVA, A.G. *Turismo e Impactos Sócio - ambientais no Litoral Sul de João Pessoa*, Pb. 6º Encontro de Geógrafos da América Latina. Argentina, 1997

SOBRINHO, S. P. Determinação dos parâmetros da distribuição gama e média pluviométrica decendial para estações do estado de Mato Grosso. **Rev. bras. meteorol.** vol.29 n.2 São Paulo, 2014.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. Editora Segrac. Belo Horizonte, 2005.

TEODORO, V. L. I. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, 2007.

Tucci, C. E. M. Existe crise da água no Brasil? Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/EXISTE-CRISE-DA-AGUA.pdf>>. Acesso em 08 de abril de 2021.

UFSCAR, Bacias Hidrográficas. Disponível em: <http://www.ufscar.br/aprender/aprender/2010/06/bacias-hidrograficas>. Acesso em 05/04/2021

VIEIRA, Beatriz Moyses. **Avaliação da qualidade das águas e de sua compatibilidade com os usos em microbacias hidrográficas rurais com déficit hídrico quantitativo**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10313/1/tese_9261_Dissertacao_Beatriz_IMPRESS%c3%83OFINAL.pdf>. Acesso em 11 abril de 2021

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1, 3 ed. Belo Horizonte: UFMG. 2005. 452p.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 2007.

YISA, J.; JIMOH, T. O.; OYIBO, O. M. **Underground Water Assessment using Water Quality Index**. Leonardo Journal of Sciences, July-December, 33-42, 2012.