



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

GUSTAVO FERNANDES CORRÊA

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

**PORTO NACIONAL - TO
2019**

GUSTAVO FERNANDES CORRÊA

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

Monografia 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. Me. Ângelo Ricardo Balduino

**PORTO NACIONAL - TO
2019**

GUSTAVO FERNANDES CORRÊA

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

Monografia submetida 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.

Monografia apresentada e defendida em ____/____/____ e aprovada pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Me. Ângelo Ricardo Balduino - Orientador

Prof. Me. Diogo Pedreira Lima

Eng. Civil Sabrina Corrêa Coelho

**PORTO NACIONAL
2019**

RESUMO

A água, fundamental para a manutenção da vida, é um recurso que passa por constante crise, sobretudo, quanto à escassez, fruto principalmente da ampliação do consumo e da poluição desenfreada dos corpos hídricos. Além de obter informações qualitativas e quantitativas sobre a qualidade do recurso hídrico, o monitoramento tem o propósito de obter informações biológicas, químicas, físicas e ecológicas, bem como, o enquadramento em classe. Nesta presente dissertação será realizado um estudo de caso que será feito um acompanhamento da qualidade de água, em um ponto do Lago UHE Lajeado no município de Porto Nacional – TO, sua importância se deve ao fato do local servir como um novo ponto de captação de água para o abastecimento da localidade, logo espera definir se o corpo hídrico contempla os padrões de qualidade da água – IQA NSF. A qualidade da água será avaliada por limites permissíveis estabelecidos pela resolução CONAMA nº357/2005 e NSF.

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

ABSTRACT

Water, fundamental for the maintenance of life, is a resource that is undergoing constant crisis, especially regarding scarcity, mainly due to the increase in consumption and unbridled pollution of water bodies. In addition to obtaining qualitative and quantitative information on the quality of water resources, monitoring aims to obtain biological, chemical, physical and ecological information, as well as class classification. In this dissertation will be made a case study that will be made a monitoring of water quality in a point of Lake Lajeado HPP in the city of Porto Nacional - TO, its importance is due to the fact that the site serves as a new capitation point of local water supply, it soon hopes to determine whether the water body meets the water quality standards - IQA NSF. Water quality will be assessed by permissible limits established by CONAMA Resolution No. 357/2005 and 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.....	34
Quadro 4 - Orçamento previsto para a elaboração do projeto	35
Quadro 5 - Cronograma previsto do projeto de agosto de 2019 a junho de 2020.....	36

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 ESPECIFICOS	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. BACIA HIDROGRÁFICA.....	14
2.2. PRECIPITAÇÃO	15
2.3. ÁREA DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	16
2.4. USO MULTIPLO DA ÁGUA	16
2.5. DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO	17
2.6. MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA.....	18
2.7. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA NSF	19
2.7.1. Temperatura da Água.....	20
2.7.2. Oxigênio Dissolvido (OD).....	21
2.7.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	23
2.7.4. Potencial Hidrogeniônico (pH)	23
2.7.5. Turbidez.....	24
2.7.6. Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	25
2.7.7. Nitrogênio Total	25
2.7.8. Fósforo Total.....	26
2.7.9. Coliformes Fecais.....	26
2.8. ÁGUA POTÁVEL	27
2.8.1. Abastecimento Público	27
2.8.2. Comercial	28
2.8.3. Agricultura e Pecuária.....	29

2.8.4. Indústria.....	29
3 METODOLOGIA	30
3.1.ÁREA DE ESTUDO	30
3.2.METODOLOGIA DE CAMPO	31
3.3.METODOLOGIA LABORATORIAL	31
3.3.1. Análise de Turbidez	32
3.3.2. Análise de Condutividade Elétrica	32
3.3.3. Análise de pH	32
3.3.4. Análise de Temperatura	32
3.3.5. Análise de Coliformes Fecais	32
3.3.6. Análise de Sólidos Dissolvidos	33
3.4.ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA NSF	33
4 ORÇAMENTO DA PESQUISA	35
5 CRONOGRAMA	36
6 RESULTADOS ESPERADOS	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

A água, recurso que nos últimos tempos passou a ser considerado finito, é indispensável para a manutenção da vida na Terra, sua falta provavelmente acarretaria na extinção dos seres vivos. Com o crescimento das sociedades, o uso da água passou a fazer parte de todos os aspectos da civilização humana, desde para o uso pessoal do dia-a-dia até as práticas de agricultura e pecuária, o que acarretou num aumento do seu uso, visto que o acesso se tornou bastante fácil.

Ao longo dos milênios a grande quantidade de água presente no planeta Terra continuou praticamente a mesma, entretanto a sua distribuição têm sido bastante afetada. Dentre essa grande disponibilidade de água, o Brasil é um país privilegiado em relação a outros países quando se trata de recursos hídricos, possuindo a maior reserva de água doce do planeta. A Amazônia, por exemplo, é uma região que detém a maior bacia fluvial do mundo.

Apesar de haver uma grande quantidade de água presente no planeta, a água potável está em menor proporção. Em lugares em que há abundância o seu uso não é feito de forma consciente e gera um grande desperdício. Enquanto que em locais em que o acesso é mais difícil, a distribuição é tão precária que os problemas relacionados à seca chegam a ser algo enraizado na sociedade que passa por isso.

A população tem aumentado a utilização da água em suas atividades com o passar do tempo, isso acarretou no aumento da quantidade e variedade de resíduos lançados nos corpos hídricos, ocasionando mais impactos ambientais que prejudicam o meio ambiente.

A cidade de Porto Nacional – TO, onde se localiza a área de estudo, banhada pelo Lago UHE Lajeado, passou por um crescimento populacional nos últimos anos, além do avanço da agricultura extensiva e mecanizada da cultura da soja. O município tem sofrido o impacto do mau uso dos recursos hídricos, gerando impactos ambientais irreversíveis e comprometendo a qualidade da água.

Assim, pode-se inferir que o Lago UHE Lajeado tenha sofrido alterações, na qual a grande problemática que pode ser encontrada é a variação na qualidade da água que é disponibilizada à população de Porto Nacional.

Como Porto Nacional tem se tornado uma potência agrícola do Estado do Tocantins, algumas áreas, que eram ocupadas por matas nativas, principalmente as

matas ciliares, passaram a dar lugar para novos loteamentos e para lavouras. Acredita-se que, em virtude da atual situação de acontecimentos em sua Bacia Hidrográfica, o índice de qualidade da água do Lago UHE Lajeado tenha sido modificado.

Nesse contexto, o presente estudo busca determinar a qualidade da água em um 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 - TO.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir o ponto de monitoramento do recurso hídrico;
- Analisar, em laboratório, as amostras coletadas do ponto que está sendo monitorado;
- Calcular o Índice de Qualidade da Água IQA;
- Comparar os índices calculados com os padrões aceitáveis pela IQA NSF.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

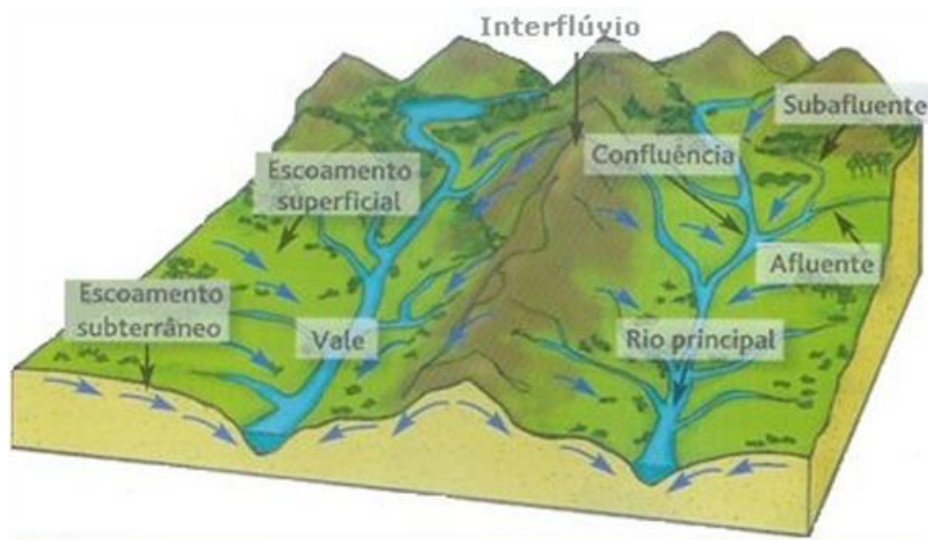
2.1. BACIA HIDROGRÁFICA

Ao longo dos anos várias definições a respeito do termo bacia hidrográficas foram sendo formadas, tais semelhanças baseadas na área de concentração de determinada rede de drenagem são grandes e bastante semelhantes (TEODORO *et al.*, 2007).

O termo bacia hidrográfica segundo Borsato e Martoni (2004), é determinada por um divisor de águas que delimita uma área, onde ocorre a separação das bacias adjacentes e servindo para a captação natural da água de precipitação através de superfícies das encostas. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída.

A figura 1 mostra o esquema de distribuição de micro bacias e formação de bacias em uma determinada região hidrográfica.

Figura 1 - Esquema representativo da formação da bacia hidrográfica



Fonte: SEED Paraná (2015).

Segundo Ranzini (2002) do ponto de vista hidrológico o escoamento de uma bacia, pode ser considerado como produto remanescente do ciclo hidrológico, o qual

é influenciado por três grandes grupos de fatores: clima, fisiografia, cobertura e uso do solo.

A qualidade da água pode passar por alterações significativas em sua qualidade quando diferentes compartimentos de uma bacia se movem e com qualquer modificação nas condições da bacia (ARCOVA; CICCIO, 1999).

Segundo a OECD (2015) os planos de recursos hídricos de todo o Brasil são mal coordenados e dificilmente colocados em prática. O fato de em muitas regiões do país o termo “abundância de água” ser má interpretado tem se tornado um problema, visto que com isso o nível de atenção sobre gerir os recursos hídricos diminui e a exploração para a agricultura, energia hidrelétrica e atividades industriais aumentam.

Embora o Brasil encontra-se com 12% do volume de água doce do mundo, a escassez devido às condições climáticas tem levantado um questionamento sobre a gestão de recursos hídricos. A desigualdade é preocupante, pois enquanto no Nordeste o clima predominantemente é o semiárido, encontra-se na região amazônica abundância de água. Essa distribuição desigual é comum em países de grandes dimensões como o Brasil, porém representa hoje e no futuro um grande desafio para a gestão dos recursos hídricos (OECD, 2015).

2.2. PRECIPITAÇÃO

Carvalho e Silva (2006) compreendem que precipitação é o vapor de água na atmosfera que forma na superfície terrestre sob qualquer forma: chuva, granizo, neblina, neve, orvalho ou geada. As precipitações constituem o mais importante componente do ciclo hidrológico, formando o elo entre a água da atmosfera e a água do solo, principalmente a respeito do escoamento superficial.

A irregularidade da precipitação pode gerar situações mais críticas em espaço urbano tanto se for concentrada e intensa quanto se for escassa. O sucesso ou fracasso das atividades humanas pode estar relacionado com as características do regime de chuva de uma determinada região, fazendo com que o conhecimento desses comportamentos seja de vital importância para planejamentos urbanos, agrícolas e ambientais (ANDRADE, 2011).

Para Monteiro (2009) quando se torna escassa, a água, provoca também, nos espaços urbanizados, problemas ao nível da compactação do solo geradora de

rupturas nos edifícios e infraestruturas, do abastecimento de água e do saneamento, da saúde pública, etc.

2.3. ÁREA DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo Lima (2008) uma das principais grandezas que caracterizam um escoamento superficial é a área de uma bacia hidrográfica que é área geográfica coletora de água de chuva. A área, por sua vez, é uma grandeza bidimensional que define o tamanho da superfície, tais como da própria bacia hidrográfica, ou da área florestada dentro do reservatório. A área da bacia hidrográfica é muito importante para a determinação exata do volume de chuva na bacia, do volume do escoamento superficial, da declividade média da bacia, bem como de seus efeitos sobre processos hidrológicos tais como intensidade de chuva, erosão do solo, trocas de calor, regime de vazão etc.

Essa área pode ser encontrada com o uso de um planímetro ou eletronicamente (cálculo computacional), quando se dispõe do mapa digitalizado. Quando utilizado o planímetro, que embora seja mais trabalhoso pode-se utilizar o método das quadrilhas, fazendo equivalência entre o mapa topográfico e as quadriculas sobrepostas nele, onde multiplica-se o número de quadriculas pela área de cada quadrícula, obtendo assim a área da bacia hidrográfica. A área das bacias distingue-se geralmente em duas medidas, para as maiores em quilômetros quadrados ($1 \text{ km}^2 = 106 \text{ m}^2$), e para as menores em hectares ($1 \text{ ha} = 104 \text{ m}^2$ e $1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha}$) (DIAS, 2011).

2.4. USO MULTIPLO DA ÁGUA

Essencial à vida, a água constitui um elemento necessário para praticamente todas as atividades humanas, sendo ainda, componente da paisagem e do meio ambiente. Por ser um recurso fundamental, deve ser conservado e protegido. Sua finalidade presta-se para múltiplos usos, seja para, abastecimento doméstico e industrial, geração de energia elétrica, irrigação de cultivos agrícolas, recreação, navegação, pesca, aquicultura, piscicultura e ainda para assimilação e afastamento de esgotos (SETTI *et al*, 2001).

Nos últimos milhões de anos a quantidade total de água na Terra permaneceu praticamente constante. Contudo, o volume contido em cada uma das grandes reservas de água na Terra pode ter variado durante esse tempo, em níveis nunca imaginados (REBOUÇAS, 2008).

A crise da água é, sobretudo de distribuição, conhecimento e recursos, e não de escassez absoluta. Assim, a maior parte das decisões relativas aos recursos hídricos implicam problemas de acesso e privação (SELBORNE, 2001).

Braga *et al.* (2008) afirma que, “apesar da gestão de recursos hídricos ser habituado à União e aos Estados, os serviços de abastecimento de água e saneamento são de responsabilidade dos municípios.”

No setor de abastecimento de água e saneamento, tanto no Brasil, quanto no resto do mundo, o uso mais intenso de água é a irrigação para produção de alimentos. No Brasil, cerca de 70% do consumo de água são destinados a essa finalidade, enquanto que o abastecimento urbano representa 11% (BRAGA *et al.*, 2008).

2.5. DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO

A água potável é de vital importância para a sobrevivência dos organismos vivos e também para manter em perfeito estado de funcionamento os ecossistemas, comunidades e economias. Entretanto, o crescimento populacional tem colocado em risco a qualidade dos recursos hídricos mundiais, pois as atividades industriais e agrícolas também aumenta. A baixa qualidade da água ameaça a saúde humana e dos ecossistemas, além de reduzir a disponibilidade de água potável e de recursos hídricos viável para outros propósitos, limita a produtividade econômica e diminui as oportunidades de desenvolvimento (ANA, 2013).

A falta de gestão na expansão urbana, seguido do conhecimento parcial dos gestores sobre a utilização dos rios urbanos para as cidades, são fatores que ocasionam a esses corpos hídricos condições de insalubridade e de natureza opostas às suas funções ecológicas (ROSSI *et al.*, 2012).

A poluição e contaminação dos rios e córregos têm se agravado com o processo de urbanização acelerada, no qual ocorre a ocupação desordenada do solo das bacias hidrográficas, onde ocorre o lançamento de esgotos sanitários “in natura” e de resíduos sólidos diversos, ocasionando no assoreamento dos rios, com

a retirada das matas ciliares e consequentemente levando à redução do escoamento para as vazões de enchente (ROSSI *et al.*, 2012).

Conforme Romero e Andrade (2005), apesar da Legislação Ambiental brasileira ser bastante rígida com a utilização de normas ou critérios de disciplina, o processo de urbanização não é justificava para tais erros. A inaplicabilidade do cumprimento da legislação vigente está na forma precária da fiscalização dos agentes públicos, pelo descaso e por ser inviável utilizar ações diante de situações sócio incontrolláveis.

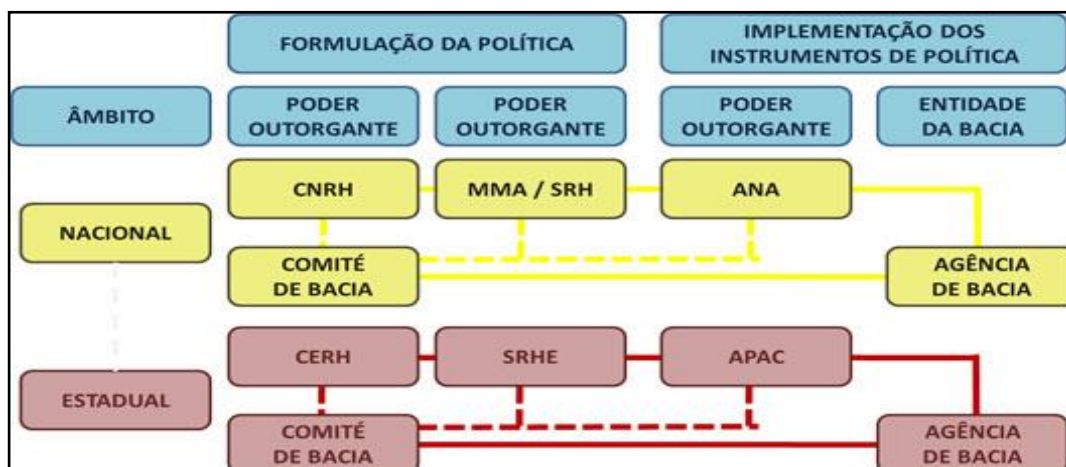
2.6. MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA

ANA (2015) afirma que, “O monitoramento é o conjunto de práticas que visam o acompanhamento de determinadas características de um sistema, sempre associado a um objetivo”.

A realização do monitoramento e diagnósticos quali-quantitativos dos recursos hídricos, bem como a realização dos estudos com base em uma variação temporal e espacial, com o auxílio de parâmetros e métodos a serem analisados podem auxiliar enormemente na identificação correta das fontes degradadoras da área de estudo e nos impactos causados ao meio ambiente. Realizar a identificação de tais métodos e parâmetros dentro do contexto e das características e particularidades de cada região é de caráter essencial e determinante (RODRIGUÊS; PISSARA; CAMPOS, 2007).

A fim de criar incentivos como forma de assegurar água de boa qualidade a atuais e futuras gerações, foram criados alguns programas de gestão de recursos hídricos. Na figura 2 é descrito um fluxograma formado pelas entidades constituintes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

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



Fonte: MMA (2015).

2.7. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA NSF

O IQA foi adotado na década de 70, depois de sua criação nos Estados Unidos pela *National Sanitation Foundation* - NSF. No decorrer das décadas alguns Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2015).

A utilização do termo qualidade da água é feita de maneira subjetiva, visto que, não está se referindo a pureza da água, mas às características físicas, químicas e biológicas. Nesse contexto de avaliação do IQA foram selecionados 9 parâmetros avaliadores, sendo eles: Temperatura da Água, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez, Condutividade Elétrica da Água (CE), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes Fecais (CF), onde apresentam os determinados pesos (w_i), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, conforme o Quadro 1 (ANA, 2015).

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).

2.7.1. Temperatura da Água

Um aumento na temperatura pode provocar aumentos na velocidade de reações químicas e bioquímicas, bem como, facilitar a solubilização de alguns gases, tais como o O₂, CO₂, N₂ e CH₄ e, ainda, o aumento da temperatura causa um consequente aumento da demanda de oxigênio e da decomposição da matéria orgânica. Além disso, a temperatura é capaz de influenciar vários processos em um corpo de água, podendo ser tanto processos físicos, quanto químicos e biológicos, visto que pode afetar as concentrações de diversas variáveis (PERCEBON; BITTENCOUR; ROSA FILHO, 2005).

Segundo ANA (2015) a temperatura é um dos parâmetros de maior importância, pois ela afeta diretamente os processos físicos e químicos realizados nas fontes de águas. Nesse meio os organismos existentes chegam a limites de variância superior e inferior de temperatura, pois estas sofrem alterações ao longo do dia e nas mudanças das estações do ano.

O Quadro 2 traz um demonstrativo da relação entre a temperatura e a vida aquática em alguns 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).

A temperatura da água em oceanos, lagos e reservatórios são um dos principais parâmetros que controlam a qualidade d'água. O oxigênio dissolvido, o ciclo de nutrientes, a produtividade biológica e a pesca podem ser severamente afetados por mudanças na temperatura da água (ANTONPOULOS; GIANNIOU, 2003).

2.7.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio (O_2), é um gás de grande importância biológica e na água participa de inúmeras reações químicas nos ecossistemas aquáticos. Todos os organismos heterotróficos dependem de uma forma ou outra do oxigênio para manter os processos metabólicos de produção e energia e de reprodução. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas ocorrem pelo consumo e decomposição de matéria orgânica (oxidação), para a atmosfera, pela respiração de organismos aquáticos e pela oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e manganês (ESTEVEZ, 2011).

Nas águas o oxigênio faz-se de grande importância para todos os seres vivos presentes no meio, como exemplo, o peixe que não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 4,0 mg/L., ou seja, é um parâmetro de extrema relevância para avaliação do índice de qualidade das águas (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A determinação deste parâmetro nos corpos de água depende de muitos fatores, tais como a temperatura, a salinidade, a turbulência, a pressão atmosférica, as atividades fotossintéticas das algas e vegetais aquáticos, dentre outros. Além disso, o OD varia de acordo com a sazonalidade. Esse parâmetro é muito importante, visto que ele é indispensável para a manutenção dos organismos aeróbios e para o equilíbrio ambiental como um todo (VIEIRA, 2015).

O mecanismo do qual o oxigênio dissolvido na água é regido pela Lei de Henry, que caracteriza a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura:

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

Onde α é uma constante inversamente proporcional à temperatura e $p_{gás}$ é a pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido.

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.

2.7.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

“A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável” (ANA, 2015).

A determinação da DBO realiza-se a partir da diferença na concentração de oxigênio dissolvido em amostra de água em período de 5 dias e temperatura de 20°C e a oxidação requer a interferências de bactérias. Ela permite conhecer a quantidade de matéria orgânica presente em um corpo de água através de uma série de medições de oxigênio em uma amostra contida em frasco vedado a trocas gasosas (VON SPERLING, 2005).

Pela Resolução 357/2005 do CONAMA, o índice permitido para este parâmetro, águas de Classe 2, tem que ser até 5 mg/L O₂ (BRASIL, 2005).

A presença de altos valores de DBO decorre na diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, interferindo diretamente no equilíbrio da vida aquática. Geralmente os altos valores deste parâmetro num corpo d'água são provocados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos (CETESB, 2009).

2.7.4. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH (potencial hidrogeniônico) representa a concentração de íons hidrogênio H⁺ (em escala antilogarítmica) na água e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático (VON SPERLING, 2005).

Segundo Vieira (2015) o pH é capaz de influenciar muitos processos químicos e biológicos nos corpos de água, além de processo associados ao abastecimento e tratamento de águas residuárias. Ele pode sofrer influência de vários fatores, tais como sólidos e gases dissolvidos, dureza e alcalinidade, temperatura e os fatores bióticos.

O pH varia entre 0 e 14 (muito ácido a muito alcalino), por esse ser um fator que interfere no metabolismo das espécies o CONAMA estipulou limites para águas de Classe 2, por meio da resolução 357/2005 onde os valores devem permanecer de 6 a 9 (ANA, 2015).

Carvalho *et al.* (2000) afirmam que, com o aumento das chuvas, o pH tende a aumentar e se aproximar da neutralidade, pois ocorre maior diluição dos compostos dissolvidos e um escoamento mais rápido provocado pelo aumento no volume de água que faz com que a acidez da água diminua.

2.7.5. Turbidez

A turbidez é a medida da capacidade da água em dispersar a radiação solar pela presença de partículas em suspensão, que podem ou não apresentar cor própria. É expressa, entre outras unidades, por NTU (unidade nefelométrica de turbidez). Em geral, a turbidez provém da carga de sólidos erodida na área de drenagem dos tributários do reservatório, bem como pela erosão laminar observada na bacia hidrográfica como um todo. As algas, comportando-se na água como partículas em suspensão, também influenciam no parâmetro da turbidez. Nos eventos de floração, este parâmetro pode atingir valores elevados (BOLLMANN; CARNEIRO; PERGORINI, 2005; SILVA *et al.*, 2008).

A partir das análises realizadas é possível comparar os resultados com os valores máximos permissíveis, conforme fixa a Resolução 357/05 CONAMA, onde os valores de turbidez são em função do uso das águas, em que o valor permitido para água tratada é de 1 NTU na saída das estações de tratamento de água e 5 NTU em qualquer ponto da rede de distribuição.

Segundo Brasil (2005) o valor recomendado das águas de Classe 2 pela Resolução 357/2005 do CONAMA deve ser inferior a 100 NTU (Unidades de Turbidez). A variação de turbidez nas águas superficiais é importante para sua relação com o teor de oxigênio dissolvido em função dos sólidos suspensos

dificultarem a penetração da radiação solar, provocando uma diminuição na atividade fotossintética.

2.7.6. Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Todas as impurezas da água, com exceção de gases dissolvidos, contribuem para a concentração de sólidos nos corpos de água e podem ser chamadas de resíduos, visto que, após evaporação de uma amostra e secagem à estufa, essas matérias permanecem. As partículas de menores dimensões, capazes de passar por um papel de filtro especificado correspondem aos sólidos dissolvidos totais (VIEIRA, 2015).

Para a Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005) o valor máximo permitido para águas de Classe 2 é de 500 mg.L⁻¹.

2.7.7. Nitrogênio Total

A presença de quantidade suficiente do nitrogênio em reações biológicas é de vital importância para a ocorrência da mesma. O nitrogênio está presente no ambiente de diferentes formas, sendo, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico. A água que contém altas concentrações de nitrogênio orgânico e amoniacal e pequenas concentrações de nitritos e nitratos não pode ser considerada segura, pois indica que o local teve contaminação recente (ANA, 2015).

A eutrofização é o principal problema relacionado com altas concentrações de nitrogênio. Esse elemento quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um crescimento exagerado de algas, causando interferências aos usos desejáveis da água (VON SPERLING, 2005).

O nitrogênio é um elemento de importância fundamental à vida dos organismos, uma vez que é parte integrante da molécula de proteína, e consequentemente, do protoplasma. Ao lado do fósforo, é considerado um dos mais importantes e limitantes à vida dos organismos de água doce (BOLLMANN; CARNEIRO; PERGORINI, 2005).

O valor máximo do nitrogênio total para águas de Classe 2, de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA, varia de acordo o potencial hidrogeniônico (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.

2.7.8. Fósforo Total

Para Vieira (2015) o fósforo é um nutriente fundamental para a manutenção da vida dos organismos vivos e, na água ele se encontra na forma de fosfato, tanto na sua forma dissolvida, quanto como material particulado. Fontes naturais de fosfato são o intemperismo químico das rochas, bem como a decomposição da matéria orgânica. Esgotos são grandes contribuintes para o aumento da concentração de fósforo nas águas, fato que, em caso de alta concentração de esgotos no corpo hídrico, pode levar o ambiente à eutrofização, já que o fósforo é nutriente limitante para o crescimento das algas.

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

2.7.9. Coliformes Fecais

Os coliformes fecais são um grupo de bactérias que quando presentes tornam a água imprópria para consumo humano. Encontra-se nas fezes dos seres humanos e animais, e é encontrado no solo ou em corpos d'água que através de exame laboratoriais podem ser detectados (GIRARDI, 2012).

Segundo a resolução nº 375 de 17 de março de 2005, CONAMA, diz que os coliformes fecais ou termotolerantes como são referidos atualmente, são:

Bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de $44^\circ - 45^\circ\text{C}$, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

A resolução 357/2005 do CONAMA define para águas de Classe 2 que o valor deve ser inferior a 1000 Número Mais Provável (NMP)/100 ml, já para a resolução 274/2000 do CONAMA esses valores devem ser inferiores a 2000 NMP/100 ml.

2.8. ÁGUA POTÁVEL

Gestão ambiental e preservação da natureza são as palavras mais ditas atualmente quando se trata do grande problema da água potável, que continua diminuindo ano após ano. Ensinar a humanidade a olhar para trás e aprender com o exemplo de seus próprios erros cometidos, tem se tornado um dos maiores desafios para se evitar o problema da escassez da água potável no futuro (DETONI; DONDONI, 2008).

Dias (2011) descreve a água, como sendo um recurso fundamental à vida humana, tanto na área da biologia, quanto na área social. Sua abundância ou escassez podem ser fatores determinantes dos hábitos de consumo de uma comunidade, por ser amplamente utilizada em diversas atividades, como: a agricultura, a pecuária, a indústria e os serviços em geral.

Tucci (2009) afirma que, “no último século, a demanda total de água aumentou seis vezes, enquanto que a população cresceu somente três vezes”.

2.8.1. Abastecimento Público

Segundo Pontes e Schramm (2004) o acesso a água em quantidade suficiente e qualidade adequada para que possa atender às necessidades básicas, são atribuições que o Estado tem enquanto protetor da saúde pública. Para enfrentar problemas de acesso a água potável, primeiramente deve-se ter uma análise de forma geral, de forma que possa garantir, a cada indivíduo, o acesso a sistemas públicos de abastecimento de água. E logo após, resolver os problemas da infraestrutura de distribuição, não desfavorecendo aqueles indivíduos que não dispõem de condições para o armazenamento e manejo adequados da água em seus domicílios.

O setor de abastecimento de água tem reconhecimento prioritário pela legislação, (BRASIL,1997), que afirma que:

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 e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), 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).

2.8.2. Comercial

Heller e Pádua (2010) afirmam que, o consumo de água para finalidade comercial, atendem demandas por hotéis, bares, restaurantes, escolas, hospitais, postos de gasolina, oficina mecânica, etc.

2.8.3. Agricultura e Pecuária

A água exerce suma importância para a manutenção da vida. Seu uso vai muito além do consumo, sendo muito importante para a produção de alimentos.

A intensificação da atividade da agricultura irrigada no país ocorreu a partir das décadas de 1970 e 1980 e deve-se ao fato em especial da expansão da agricultura para regiões com clima desfavorável, estímulos governamentais de desenvolvimento regional e benefícios observados na prática com boa disponibilidade de financiamentos (ANA, 2019).

Segundo a Agência Nacional das Águas (2019) A agropecuária é responsável pelos maiores usos consuntivos da água, em escala global. O Brasil possui alguns dos maiores rebanhos do mundo, com isso a demanda de água para o uso na dessedentação, criação e ambiência de animais são elevadas.

2.8.4. Indústria

O setor industrial do Brasil passa por um crescimento, isso faz com que o Brasil possua um enorme e variado parque industrial que produz desde bens de consumo (como alimentos e roupas) a tecnologia de ponta. A água por sua vez tem grande aplicação no setor industrial, sendo sua utilização bastante diversificada, dependendo do tipo de produto ou serviço e processos associados (ANA, 2019).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em estudo de caso sobre o uso e ocupação de um ponto do lago, prestando auxílio no diagnóstico da situação atual e realizando a análise da água através de exames físico-químicos e microbiológicos, no Lago UHE Lajeado no município de Porto Nacional, segundo os parâmetros da *National Sanitation Foundation e Standard Methods* (APHA, 2007).

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O ponto que será estudado está localizado na bacia hidrográfica do Rio Tocantins na margem direita 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.

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



Fonte: Google Earth (2019).

3.2. METODOLOGIA DE CAMPO

O método que será utilizado em campo para coleta da amostragem será feito seguindo as especificações técnica da NBR 9897 que trata o planejamento da amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, onde as coletas das amostras de água para análise acontecerá semanalmente durante o período de seis semanas, entre os meses de março a abril de 2020, utilizando recipientes de 100ml para as microbiológicas e de 2000ml para as físico-químicas e também da NBR 9898 para a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, sendo que logo após feita a coleta, as amostras serão etiquetados e acondicionadas 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 e LAPEQ – Laboratório de pesquisas em Química, Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Palmas - TO.

A coleta e a preservação das amostras serão feitas com uso de técnicas adequadas, sem que os resultados reflitam nas condições do momento em que a coleta foi realizada. Devem ser tomados cuidados com a estocagem, manutenção e transporte do material da coleta.

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

3.3. METODOLOGIA LABORATORIAL

Através da determinação do índice de qualidade da água, IQA NSF, os atributos de qualidade de água monitorados utilizados para cálculo e adaptação do 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.

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.

3.3.1. 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.

3.3.2. Análise de Condutividade Elétrica

A análise de condutividade elétrica será realizada com a utilização de um condutivímetro calibrado no padrão de 145,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Coloca-se a amostra no béquer e introduz o eletrodo para se fazer a leitura da condutividade elétrica.

3.3.3. Análise de pH

A análise de pH será realizada com a utilização do pHmetro calibrado com os tampões de pH 4 e 7. Após, a amostra será colocada no béquer e será inserido o eletrodo para se fazer a leitura do pH.

3.3.4. Análise de Temperatura

A análise de temperatura será introduzido o termômetro digital diretamente no trecho do ribeirão onde será realizada a coleta para medir a temperatura da água.

3.3.5. Análise de Coliformes Fecais

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 a Tabelas apropriadas de Hoskins para se determinar o NMP de Coliformes totais e Coliformes Fecais.

3.3.6. 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, 2007).

3.4. 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 formula a seguir:

Equação 2:

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

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:

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

Em que:

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

O cálculo do IQA será inviabilizado no caso de não se dispor do valor de alguma das nove variáveis. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme o Quadro 3.

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

NÍVEL DE QUALIDADE	FAIXA
EXCELENTE	90 < IQA ≤ 100
BOM	70 < IQA ≤ 90
MÉDIO	50 < IQA ≤ 70
RUIM	25 < IQA ≤ 50
MUITO RUIM	IQA ≤ 25

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

A categoria avaliada através dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água foi estabelecida conforme os valores de ponderação, onde o resultado enquadra-se em uma categoria, podendo ser de excelente a muito ruim.

A comparação será realizada com os índices de padrões aceitáveis pela legislação e literatura técnica da Resolução 357/05 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

4 ORÇAMENTO DA PESQUISA

Quadro 4 - Orçamento previsto para a elaboração do projeto

MATERIAL:	CUSTO UNITÁRIO:	VALOR TOTAL:
Recipiente de 100ml – 25un	R\$ 27,58	R\$ 27,58
Recipiente de 200ml – 25un	R\$ 7,78	R\$ 7,78
Gelo – 3kg	R\$ 6,00	R\$ 21,00
Gasolina - litro	R\$ 4,60	R\$ 13,80
Custo da Análise de cada amostra no IFTO	R\$ 330,00	R\$ 1980,00
	TOTAL:	R\$ 2.050,16

Fonte: Autoria própria (2019)

5 CRONOGRAMA

Quadro 5 - Cronograma previsto do projeto de agosto de 2019 a junho de 2020

ATIVIDADE	2019/2				2020/1				
	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
Escolha do tema e do orientador	X								
Encontros com o orientador		X	X	X	X	X	X	X	X
Revisão Bibliográfica		X	X	X	X	X	X	X	
Metodologia		X	X						
Elaboração do projeto		X	X	X		X	X	X	
Defesa do Projeto				X					
Coleta de amostras					X	X			
Análise das amostras						X	X		
Comparação dos Resultados							X		
Conclusão								X	
Redação Final									X

Fonte: Autoria própria (2019)

6 RESULTADOS ESPERADOS

A partir da obtenção de informações quantitativas e qualitativas dos parâmetros, espera-se definir se a água que será captada no corpo hídrico contempla os padrões de qualidade da água – IQA NSF, para atender à necessidade de abastecimento da localidade.

REFERÊNCIAS

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

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: 17/10/2019.

ANDRADE Liza Maria Souza de; ROMERO, Marta Adriana Bustos. A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS AMBIENTALMENTE PROTEGIDAS NAS CIDADES. In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional –ANPUR. V. 11 (2005). Salvador – Bahia - Brasil. Disponível em: < <http://unuhostedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/view/2751>>. Acesso em: 9 Out. 2019.

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.

ANTONOUPOULOS, V. Z.; GIANNIOU, S. K. Simulation of water temperature and dissolved oxygen distribution in lake vegoritis, greece. **Ecological Modelling**, v. 160, p. 39–53, 2003.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 th edition. Washington D. C. American Public Health Association, 2007.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n.56, p.125-134, 1999.

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.

BORSATO, Fabiano Hugo; MARTONI, Astrid Meira. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum, Human and Social Sciences*. 2004; Maringá, v. 26, n.2, p. 273-285, 2004.

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 outubro de 2019.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 2.914. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Disponível em <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf>, acessado em 12 de dezembro de 2011.

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 18 de outubro de 2019.

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 18 de outubro de 2019.

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.

CARVALHO, Adriana Rosa; SCHLITTLER, Flávio Henrique Mingante; TORNISIELO, Valdemar Luiz. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, São Carlos - Sp, p.618-622, 23 maio 2000. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/publicacoes/quimicanova/qnol/2000/vol23n5/08.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2019.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Hidrologia. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. 115 p. Disponível em <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>>, acesso em 2 de nov. de 2019.

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.

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

DETONI, Terezinha Lucia; DONDONI, Paulo Cezar. A Escassez da água: um olhar global sobre a sustentabilidade e a consciência acadêmica. **Rev. Ciênc. Admin.**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p.191-204, dez. 2008. Disponível em: <<https://periodicos.unifor.br/rca/article/viewFile/20/pdf>>. Acesso em: 22 out. 2019.

DIAS, Felipe de Almeida; GOMES, Luiz Airton; ALKMIM, Jacqueline Kayser de. Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 23, p.127-147, abr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/ v23n1/11.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2019.

DIAS, R. B. Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água 2011. Inclusão Social, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 56-66, 2011.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 1998. p. 602.

ESTEVEES, Francisco de Assis. Fundamentos de limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

GIRARDI, Ana Paula. **Avaliação da qualidade bacteriológica da água das instituições de ensino do município de São Miguel do OESTE/SC**. 2012. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mba Gestão Ambiental, Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc, São Miguel do Oeste - Sc, 2012. Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/01/Ana-Paula-Girardi.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019.

GOOGLE EARTH (Estados Unidos) (Comp.). **Software baixável**. 2001. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 3 nov. 2019.

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

LIMA, Walter de Paula. **Hidrologia Florestal Aplicada Ao Manejo De Bacias Hidrográficas**. 2008. 253 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2008. Disponível em: <<https://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019.

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.

OCDE. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris. 2015. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/governance/governanca-dos-recursos-hidricos-no-brasil_9789264238169-pt>. Acesso em: 7 nov. 2019.

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 out. 2019.

PONTES, C. A. A.; SCHRAMM, F. R. I. Bioética da proteção e papel do Estado: problemas morais no acesso desigual à água potável. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p. 1319- 1327, 2004.

RANZINI, Maurício. **Modelagem hidrológica de uma microbacia florestada da Serra do Mar, SP, com o modelo TOPMODEL : simulação do comportamento hidrológico em função do corte raso**. 2002. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-29092015-090451/publico/Tese_Ranzini_Mauricio.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

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

RHEINGANS, R.; DREIBELBIS, R.; FREEMAN, M. C. Beyond the millennium development goals: public health challenges in water and sanitation. *Global Public Health*, Chapel Hill, v. 1, n. 1, p. 31-48, 2006.

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 out. 2019.

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.

SEED (Paraná). Secretária da Educação. **Hidrografia: Bacia Hidrográfica**. 2015. Disponível em: <<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=641&evento=7>>. Acesso em: 06 de novembro de 2019.

SELBORNE, L. A ética do uso da água doce: um levantamento. Unesco. Brasília, 80p, 2001.

SETTI, Arnaldo Augusto et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Aneel, 2000. 207 p.

SILVA, Ana Elisa Pereira *et al.* Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, Amazonas, v. 38, n. 4, p.733-742, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v38n4/v38n4a17.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2019.

SPERLING, M. Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3º Ed. DESA. UFMG, Belo Horizonte, 2005. p. 243.

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/EXISTECRISEDA Agua.pdf](http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/EXISTECRISEDA%20Agua.pdf)>. Acesso em 19 de outubro de 2019.

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 out. 2019.

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