



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

WESLEY REIS ARAUJO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO
DE PORTO NACIONAL - TO**

**PORTO NACIONAL - TO
2021**

WESLEY REIS ARAUJO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO
DE PORTO NACIONAL - TO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido 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

WESLEY REIS ARAUJO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO
DE PORTO NACIONAL - TO**

Trabalho de Conclusão de Curso 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.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido, apresentado, defendido e aprovado em ____/____/____ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Ricardo Balduino

Examinador: Prof. Me. Diogo Pedreira Lima

Examinadora: Prof^a. Cárta Monielle Maia de Oliveira

PORTO NACIONAL
2021

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso a Deus, à minha família, aos meus amigos, colegas, professores e ao meu Orientador pelo incentivo, apoio, companheirismo e amizade ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que durante toda a minha vida, me deu a força para continuar e me amparou nos momentos difíceis, não permitindo que eu desistisse dos desafios, a ele que sempre esteve presente nas minhas angústias e vitórias não deixando jamais de ser meu amparo.

Ao meu orientador Dr. Ângelo Ricardo Balduino, pelo suporte diante de um momento tão difícil de pandemia, sempre à disposição, com correções e incentivos se tornou para mim um exemplo e incentivador.

A minha esposa Valdirene Reis dos Santos e as minhas filhas Wisllainy Reis A. Santos e Rafaella Reis A. Santos, por sempre me darem apoio e carinho para seguir em frente.

A minha mãe Maria José Reis da Rocha e aos meus irmãos pelo apoio e incentivo nas horas difíceis.

Em especial aos meus avós (pais) Amanda Reis da Rocha (*in memoriam*) e Tertuliano Batista da Rocha pela educação e dedicação.

À minha cunhada Adriene Reis dos S. Menezes, por ter me inscrito sem meu conhecimento no vestibular e pela paciência nos ensinamentos.

Aos meus sobrinhos Fernando B. da Rocha Jorge e Armando B. da Rocha Jorge pelo incentivo, ensinamentos e pelas intermináveis noites de estudos.

A todos os professores que colaboram para meu crescimento pessoal e intelectual.

Meus agradecimentos a todos os meus familiares, amigos e companheiros que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes na minha vida.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A água é fonte de vida e um elemento da natureza indispensável à sobrevivência humana. Ao longo dos séculos os recursos hídricos disponíveis têm passado por constante processo de crises, principalmente, quando se trata da poluição das águas que atinge os recursos hídricos e afeta sua eficácia quanto ao consumo. O monitoramento da qualidade da água oferece informações qualitativas da água bem como o enquadramento em classes com base nos parâmetros adotados na Resolução CONAMA nº 357/2005 e no cálculo IQA NSF - *National Sanitation Foundation*. Este estudo visa obter informações sobre a qualidade do recurso hídrico disponível no Ribeirão São João no município de Porto Nacional – Tocantins que tem aplicação em múltiplos usos como: abastecimento público, pesca, lazer, dentre outros. O uso da água por ser uma demanda para o ser humano requer qualidade suficiente para que não gere situações graves como doenças, por exemplo. Nesse estudo serão adotados procedimentos de verificação da qualidade de água por meio da coleta de amostras para análises, as quais tem por objetivo verificar parâmetros como temperatura, oxigênio, pH, nitrogênio total, fósforo total, coliformes fecais, sólidos totais e turbidez entre os meses de agosto e setembro de 2021 empregando para a análise o cálculo do índice de qualidade da água, IQA – NSF (APHA, 2005) e os parâmetros estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente. A importância do estudo se dá pelas águas do ribeirão ser o principal recurso hidrológico do município e por ser a bacia hidrologia de captação de água para abastecimento público local.

Palavras-chave: Recurso Hídrico. Monitoramento. Qualidade da Água.

ABSTRACT

Water is a source of life and an element of nature that is indispensable for human survival. Over the centuries, the available water resources have undergone a constant crisis process, especially when it comes to water pollution that affects water resources and affects their efficiency in terms of consumption. The monitoring of water quality offers qualitative information on water as well as classification into classes based on the parameters adopted in CONAMA Resolution nº. 357/2005 and in the calculation IQA NSF - National Sanitation Foundation. This study aims to obtain information on the quality of the water resource available in Ribeirão São João in the municipality of Porto Nacional - Tocantins, which has applications in multiple uses such as: public supply, fishing, leisure, among others. The use of water is a demand for human beings requires sufficient quality so that it does not generate serious situations such as diseases, for example. In this study, water quality verification procedures will be adopted by collecting samples for analysis, which aims to verify parameters such as temperature, oxygen, pH, total nitrogen, total phosphorus, fecal coliforms, total solids and turbidity between months from August and September 2021 using the calculation of the water quality index, IQA - NSF (APHA, 2005) and the parameters established by the Conselho Nacional de Meio Ambiente for the analysis. The important, this study, is because the waters of the stream are the main hydrological resource in the municipality and because it is the hydrological basin for capturing water for local public supply.

Keywords: Water Resource. Monitoring. Water Quality.

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1 - Bacia Hidrográfica conforme Lei 9.433/97	16
FIGURA 2 – Esquema representativo da formação da Bacia Hidrográfica	17
FIGURA 3 – Principais Regiões Hidrográficas conforme a Resolução 32/2003.....	17
FIGURA 4 - Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João no Município de Porto Nacional – Tocantins.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Valores dos parâmetro do IQA	29
TABELA 2 - Parâmetros e técnicas utilizadas.....	33
TABELA 3 - Classificação da água em função do resultado IQA - NSF.....	34
TABELA 4 - Orcamento previsto para elaboração e execução do Projeto de Pesquisa.....	36
TABELA 5 - Cronograma previsto para elaboração e execução do Projeto de Pesquisa.....	37

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Oxigênio Dissolvido – Lei de Henry.....	24
Equação 2: Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA).....	33
Equação 3: Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA).....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

- AEGs – Áreas Estratégicas de Gestão
ANA - Agência Nacional de Águas
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CF - Coliformes Fecais
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
IQA - Índice de Qualidade da Água
NSF - *National Sanitation Foundation*
UNT - Unidades Nefelométrica de Turbidez
OECD - Governança de Recursos Hídricos no Brasil
OD - Oxigênio Dissolvido
pH - Potencial hidrogeniônico
SDT - Sólidos Dissolvidos Totais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS	16
3.1.1 Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João.....	18
3.2 PRECIPITAÇÃO	18
3.2.1 Pluviometria.....	19
3.3 USO MULTIPLO DA ÁGUA	20
3.4 DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO	21
3.5 MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA.....	22
3.5.1 Temperatura da Água	23
3.5.2 Oxigênio Dissolvido (OD).....	24
3.5.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	24
3.5.4 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	25
3.5.5 Turbidez.....	26
3.5.6 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	26
3.5.7 Nitrogênio Total	27
3.5.8 Fósforo Total	27
3.5.9 Coliformes Fecais (CF).....	28
3.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA NSF.....	28
4. METODOLOGIA	30
4.1 ÁREA DE ESTUDO	30
4.2 ANÁLISES DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....	31
4.3 PLANO PARA COLETA DE DADOS	32
4.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA – NSF)	33
5. RESULTADOS ESPERADOS	35
6. ORÇAMENTO.....	36
7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	37
8. REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à sobrevivência humana, desde os primórdios todas as espécies terrestres dependem dela para seu desenvolvimento seja ele econômico, social, cultural ou biológico. Ao longo dos séculos com o crescimento das sociedades gerou-se uma escassez desse recurso natural, em especial, em decorrência do uso desordenado e da poluição a que as águas salgadas e doces são submetidas.

O aumento populacional trouxe consigo ações que requerem o maior uso da água, desde as atividades mais comuns como a higiene pessoal às práticas de agricultura e pecuária. Esse aumento de consumo está atrelado ao aumento de resíduos que são depositados, diariamente, nos recursos hídricos e que acarretam impactos ao meio ambiente.

Cerca de 70% (setenta por cento) do nosso planeta é banhado por água. Desse total, segundo dados do Sistema de Autoavaliação do Sistema Hídrico (SAVEH), menos de 3% são compostos por água doce, das quais 2,5% estão presas em geleiras. Dos 0,5% de águas doces restantes no mundo, a maior parte está em aquíferos subterrâneos, o que dificulta o acesso humano, e somente 0,04% da água está disponível na superfície em forma de rios, lagos, mangues, etc.

Desse quantitativo de água doce, a Governança de Recursos Hídricos no Brasil (OECD, 2015) ressalta que cerca de 12% estão em terras brasileiras. Neste quesito o Brasil pode ser considerado privilegiado pela quantidade deste recurso disponível, pois possui a maior reserva de água doce do mundo, o Aquífero Guarani, e, ainda, a maior bacia hidrográfica do mundo a Bacia do Rio Amazonas.

Nessa perspectiva, a grande quantidade de água presente no Brasil poderia ser vista como inesgotável, contudo, um grande problema que afeta essa abundância é o uso de forma desenfreada, que gera desperdício, e acarreta no aumento da quantidade de resíduos lançados nos corpos hídricos de maneira que prejudica sua potabilidade.

Neste estudo, em especial, será feito a averiguação da qualidade da água disponível no Ribeirão São João na cidade de Porto Nacional – TO. A cidade conta com crescente número de habitantes advindo pela possibilidade de emprego devido ao avanço na agricultura que foi alavancada pela expansão da plantação de soja e milho na região central do Estado. Ainda, os recursos hídricos disponíveis têm

sofrido os impactos dessa expansão econômica, uma vez que seus resíduos acabam afetando as águas e comprometendo a qualidade da água. Em decorrência da expansão agrícola a cidade de Porto Nacional, áreas de matas nativas e ciliares tem dado espaço a novos loteamentos e, principalmente, as lavouras.

Nessa perspectiva, pretende-se analisar a qualidade da água em um ponto do Ribeirão São João no município de Porto Nacional - Tocantins, que tem por finalidade a captação para abastecimento público. O monitoramento da qualidade da água será feito por meio da coleta de amostras para análises, as quais tem por objetivo verificar parâmetros como temperatura, oxigênio, pH, nitrogênio total, fósforo total, coliformes fecais, sólidos totais e turbidez entre os meses de agosto e setembro de 2021 com base nos parâmetros adotados na Resolução CONAMA nº 357/2005 e no cálculo IQA NSF - *National Sanitation Foundation*.

2. OBJETIVOS

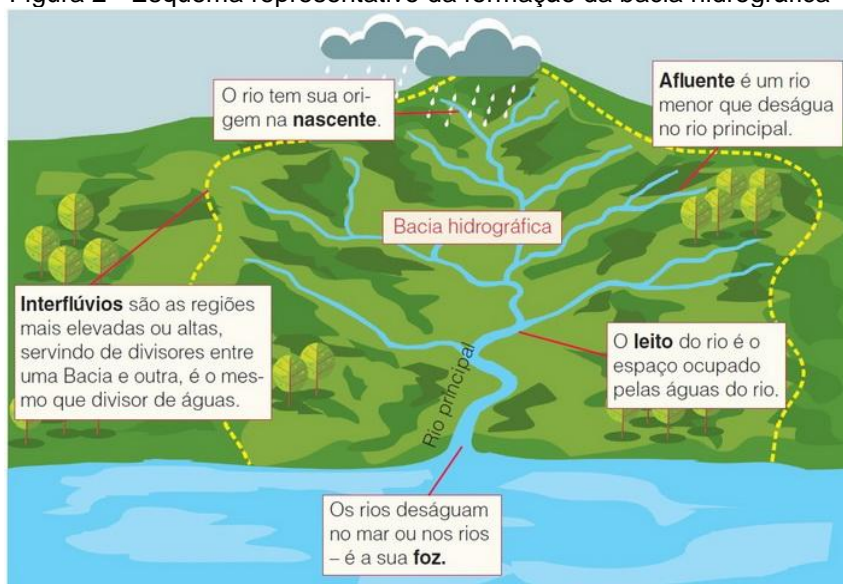
2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade da água do Ribeirão São João no município de Porto Nacional – TO, com base no IQA NSF e parâmetros da Resolução CONAMA nº 357/2005.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar em laboratório as amostras coletadas do ponto que será monitorado;
- Calcular o Índice de Qualidade da Água IQA, conforme a metodologia desenvolvida pela *National Sanitation Foundation* – NSF;
- Comparar os índices calculados com os padrões aceitáveis pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 e a literatura técnica.

Figura 2 - Esquema representativo da formação da bacia hidrográfica



Fonte: SEED Paraná (2015).

A formação da bacia é realizada pelos desníveis dos terrenos e pelo desgaste que a água realiza no relevo de determinada área, originando cursos de escoamento que partem dos pontos mais altos para os mais baixos, separados topograficamente pelos divisores de água (TEODORO *et al.*, 2007).

Arcova e Cicco (1999) inferem que 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.

A Resolução 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) de 15 de outubro de 2003 estabeleceu 12 regiões hidrográficas no Brasil.

Figura 3 - Principais Regiões Hidrográficas conforme Resolução nº 32/2003.



Fonte: ANA (2008)

Para a ANA (2015, p. 15) a Região Hidrográfica pode ser entendida como um espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, que visam orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

Vale ressaltar que o conceito de região hidrográfica difere um pouco de bacia hidrográfica. As regiões hidrográficas foram traçadas com base nas bacias hidrográficas, mas respeitando os limites geopolíticos, ou seja, a bacia hidrográfica pode abranger várias áreas, inclusive de outros países, já a região hidrográfica está inserida na bacia, mas se limita ao território brasileiro.

3.1.1 Bacia Hidrográfica Ribeirão São João

Com base no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Tocantins o estado é dividido em 17 Áreas Estratégicas de Gestão (AEGS). A bacia hidrográfica do Ribeirão São João está localizada na região central da Bacia Hidrográfica do Lago de Lajeado UHE Luís Eduardo Magalhães, bem como está localizado na região central da Bacia Hidrográfica Tocantins- Araguaia (BERNARDELI, 2017).

A região se caracteriza pela expansão da fronteira agrícola, principalmente, o cultivo de grãos e pelo potencial hidroenergético. Além disso, suas águas são utilizadas para abastecimento público e é um afluente da maior bacia hidrográfica totalmente brasileira.

3.2 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 precipitação é fator primordial para dimensionar a disponibilidade hídrica de uma bacia. Nesse sentido, Paz ressalta que:

A precipitação é entendida como qualquer forma de água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre, como, por exemplo, neve, granizo, chuva, orvalho, etc. O que diferencia as várias formas de precipitação é o estado em que a água se encontra... Como a precipitação constitui a “entrada” de água na bacia hidrográfica, tomando-a como um sistema físico, a estimativa da precipitação em uma bacia dá ideia da disponibilidade hídrica nela, servindo para avaliar a necessidade de irrigação, a previsão de enchentes nos rios, a operação de hidroelétricas, o atendimento às demandas para abastecimento público, etc. (PAZ, 2004, p. 29).

A irregularidade da precipitação pode gerar situações críticas em espaço urbano tanto se for concentrada e intensa como se for escassa. As atividades humanas podem ser pautadas em sucesso ou fracasso com base nas características do regime de chuva de uma determinada região, daí a importância de ter conhecimento desses comportamentos naturais para que possam ser feitos os planejamentos urbanos, agrícolas e ambientais (ANDRADE, 2011).

3.2.1 Pluviometria

A precipitação pluviométrica é o processo onde a água é condensada na atmosfera e atinge gravitacionalmente a superfície terrestre, é de extrema importância na caracterização do clima de uma região e tem sido estudada em diferentes regiões do mundo, devido a sua importância no ciclo hidrológico e manutenção dos seres vivos. Como a variação sazonal da precipitação pluviométrica exerce forte influência sobre as condições ambientais (Brunettia *et al.*, 2001).

O Estado do Tocantins está localizado na região norte da federação e 5,4% de seu território estão inseridos na Amazônia Legal (TOCANTINS, 2008). Em relação à vegetação, o Tocantins é um dos nove estados que formam a região amazônica, com clima tropical semiúmido, controlados pelas massas de ar Equatorial Continental e Polar Atlântica, que apesar de continental é uma massa úmida devido à presença de rios caudalosos e da intensa transpiração da massa vegetal da Amazônia, região que provoca chuvas abundantes e diárias, principalmente no verão e no outono (Monteiro, 1968).

Para esse Autor, o período de outubro a abril é responsável por aproximadamente 90,16% de toda a precipitação anual no Estado e coincide com a época em que a massa de ar equatorial continental atua e se dá durante a primavera-verão, em decorrência dos recuos sofridos pela massa polar atlântica.

3.3 USO MÚLTIPLO DA ÁGUA

A água constitui um elemento essencial para inúmeras atividades humanas, além de componente natural indispensável à vida animal e vegetal. Por ser um recurso fundamental, deve ser conservado e protegido. “A demanda pela água e seus usos aumentam a cada dia, e se o controle de uso entre demanda e oferta não forem mantidos, a humanidade pode enfrentar um déficit de água grave” (BALDUINO, 2019, p. 19). O uso de forma desordenada pode causar uma crise da água, pois o acesso está ocorrendo de maneira que enquanto uns desperdiçam outros tem baixo acesso ao bem.

A Resolução COMANA 357/2005, Art. 04º, ressalta que a água doce pode ser utilizada para o abastecimento e consumo humano convencional, simplificado ou avançado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de cultivos agrícolas, aquicultura e atividade de pesca (BRASIL, 2005).

Com base em estudo da ANA (2020), a retirada total de água estimada em 2019 foi de 2.083 m³/s. Sendo em termos de quantidade utilizada, a irrigação com (49,8%), seguido pelo abastecimento humano (24,3%) e a indústria (9,7%), outros usos considerados são o animal (8,4%), as termelétricas (4,5%), o abastecimento rural (1,6%) e a mineração (1,7%). O setor de abastecimento de água onde o uso da água é mais intenso é na 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%.

No estado do Tocantins o Plano Estratégico de Recursos Hídricos indica que o uso da água está dividido da seguinte forma: irrigação (78,4%), pecuária (12,9%), abastecimento humano (6,0%), Mineração (1,4%), indústria (0,6%) e abastecimento rural (0,7%) (TOCANTINS, 2011).

O uso do solo possibilita que ocorram interferências, por isso é importante avaliar seu uso para “estimar as características de escoamento, potencial de infiltração, interceptação e evapotranspiração que podem ser utilizados em estudos de disponibilidade hídrica, potencial energético e manejo de drenagem urbana” (KINKLER, 2009, p. 49).

A compatibilização dos usos múltiplos da água deve levar em conta as peculiaridades e diferentes necessidades de cada uso. Ao longo dos anos a quantidade total de água na Terra permaneceu praticamente constante. No entanto,

o volume contido em cada uma das grandes reservas de água na Terra pode ter variado durante esse tempo, em níveis nunca imaginados (REBOUÇAS, 2004).

Nesse sentido a crise da água é, sobretudo de distribuição, dos recursos, e não de escassez total, pois é perceptível que os problemas relacionados à água estão ligados ao baixo acesso ao bem.

3.4 DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO

Sabe-se que a qualidade da água é variável ao longo do tempo e de acordo com a localização, pois se relaciona tanto à ação antrópica quanto a causas naturais. O desenvolvimento urbano, quando sem um correto planejamento ambiental, poderá ocasionar a contaminação dos mananciais de abastecimento público (CARVALHO *et al.*, 2011).

Segundo a Agência Nacional de Meio Ambiente (ANA, 2015) o crescimento populacional e o uso desenfreado dos recursos hídricos, nas atividades industriais e agrícolas, tem elevado o risco de escassez e qualidade da água. O fator degradação e poluição da água é desafiador, uma vez que a baixa qualidade da água ameaça a saúde humana e dos ecossistemas. Além de reduzir a potabilidade da água e de recursos hídricos viáveis para outros propósitos, limita a produtividade econômica e diminui as oportunidades de desenvolvimento.

Com base em Andrade (2020) a globalização vem desencadeando sérios problemas ambientais, sendo um deles a poluição e a destruição dos rios, nascentes e águas subterrâneas do mundo através do modelo de agricultura utilizado pelos agricultores, baseada no uso indiscriminado de agrotóxicos e em grandes expansões de terra para o plantio, utilizando da irrigação, sendo a agricultura apontada como a maior contribuinte de todas as categorias de poluentes.

Outro fator que contribuiu para a poluição de degradação dos rios e córregos é o processo acelerado de urbanização, no qual ocorre a ocupação desordenada do solo das bacias hidrográficas e que acaba por ocorrer o lançamento de esgotos sanitários e de resíduos sólidos diversos sem o devido tratamento. Essa urbanização ocasiona assoreamento dos rios com a retirada das matas ciliares que reduzem o escoamento para as vazões de enchente (ROSSI *et al.*, 2012).

As alterações hidrológicas elevam o índice de doenças, a contaminação química, a erosão dos solos e o assoreamento das margens e essas alterações têm efeitos na quantidade e qualidade hídrica.

Borsi e Torres (2007) apresentam uma percepção de que o controle da poluição da água é necessário para assegurar e manter os níveis de qualidade compatíveis com sua utilização. Assim, a vida no meio aquoso depende da quantidade de oxigênio dissolvido, de modo que o excesso de dejetos orgânicos e tóxicos na água reduz o nível de oxigênio e impossibilita o ciclo biológico normal.

3.5 MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA

A ANA (2013) afirma que, “O monitoramento é o conjunto de práticas que visam o acompanhamento de determinadas características de um sistema, sempre associado a um objetivo”. Igualmente, ressalta que as práticas de monitoramento de qualidade de água incluem a coleta de dados e de amostras de água em locais específicos com intervalos regulares de tempo, a fim de obter informações que possa identificar a qualidade da água.

Para realizar o monitoramento da qualidade da água é fundamental que sejam observados o que diz as normas NBR 9798/87 e 9898/87 sobre coleta e amostragem de efluentes líquidos para que seja feita de forma a evitar que sejam prejudicados e/ou contaminadas levando a dados imprecisos.

Para averiguação da qualidade da água é importante identificar sua classificação. A Resolução CONAMA 357/2005 classifica as águas doces 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 n° 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 n° 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 (BRASIL, 2005, p. 04).

Nesse sentido, o presente estudo adotará a classificação de águas doces de Classe 2. O tipo de informação procurada depende dos objetivos da rede de monitoramento e esses objetivos variam desde a detecção de violações dos padrões de qualidade do corpo d'água até a determinação das tendências temporais da qualidade da água (SOARES, 2001).

Segundo Rodriguês, Pissara e Campos (2009) é determinante a identificação dos métodos e parâmetros dentro do contexto, características e particularidades de cada região para que o monitoramento e diagnósticos quali-quantitativos dos recursos hídricos sejam analisados e possam auxiliar na identificação correta da qualidade da água em estudo.

3.5.1 Temperatura da Água

Com base nos estudos da ANA (2015) a temperatura é um dos parâmetros de maior importância nos recursos hídricos, pois ela afeta diretamente os processos físicos e químicos realizados com a água. Nesse meio os organismos existentes chegam a limites de variância superior e inferior de temperatura, tendo em vista que estas sofrem alterações ao longo do dia bem como nas mudanças das estações do ano. A temperatura pode oscilar de 0 a 30°C, o que interfere na viscosidade, na tensão superficial, na compressibilidade, no calor específico, na constante de ionização e no calor latente de vaporização, além de aumentar a solubilidade da condutividade térmica e da pressão de vapor.

Antonopoulos e Gianniou (2003) ressaltam que a temperatura da água em oceanos, lagos e reservatórios são um dos principais parâmetros que controlam a qualidade da água. Aspectos como oxigênio dissolvido, o ciclo de nutrientes, a produtividade biológica e a pesca podem ser intensamente afetados por mudanças na temperatura da água.

3.5.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

Segundo Oliveira *et al* (2014) o oxigênio dissolvido é o elemento primordial no metabolismo dos micro-organismos que habitam as águas naturais ou nos reatores para tratamento biológico dos esgotos. O oxigênio é essencial para os seres vivos, em especial, aos presentes no meio aquático, por isso é um parâmetro de extrema relevância para avaliação do índice de qualidade da água.

O oxigênio (O₂) tem grande importância biológica, tendo em vista que todos os organismos heterotróficos dependem deste gás para manter os processos metabólicos de produção de energia e de reprodução. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Já as perdas de oxigênio se dão por meio da decomposição de matéria orgânica, pela respiração de organismos aquáticos e pela oxidação de íons metálicos (ESTEVES, 2011).

O parâmetro do oxigênio dissolvido (SD) 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: Oxigênio Dissolvido – Lei de Henry

$$CSAT = \alpha \cdot p_{gás}$$

Onde:

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

Conforme Vieira (2015), a determinação do parâmetro Oxigênio Dissolvido nos corpos de água depende de fatores como a temperatura, a salinidade, a turbulência, a pressão atmosférica, as atividades fotossintéticas das algas e vegetais aquáticos, dentre outros. A Resolução 357/2005 estabelece que a concentração de oxigênio dissolvido em qualquer amostra não deve ser inferior a 5 mg/L O₂.

3.5.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para a ANA (2015), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por

decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável em uma determinada temperatura e um dado intervalo de tempo.

A Resolução COMANA 357/2005, especifica que a análise de DBO deve obedecer a um período de 5 dias submetido a uma temperatura de 20°C até 3 mg/L O₂. 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. Esse procedimento permite conhecer a quantidade de matéria orgânica presente em um corpo de água por meio de medições de oxigênio em uma amostra contida em frasco vedado.

Com base nos estudos da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011) a presença de altos valores de DBO decorre na diminuição de oxigênio dissolvido na água, o que pode interferir no equilíbrio da vida aquática. A alta presença de em um corpo d'água, no geral, é provocada pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos.

3.5.4 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 (SPERLING, 2005). O potencial hidrogeniônico é uma escala que mede a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer, quanto menor for seu pH, maior é a concentração de H⁺ e menor a de íons OH⁺.

Com base em 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. O pH pode sofrer influência de vários fatores como sólidos e gases dissolvidos, dureza e alcalinidade, temperatura e outros.

A Resolução CONAMA 357/2005 explicita que os valores de pH em água para uso não recreativo devem permanecer entre 6,0 e 9,0. Inúmeros fatores interferem no potencial hidrogeniônico da água. Para Carvalho *et al.* (2000) com o aumento da precipitação, o pH tende a aumentar e se aproximar da neutralidade, devido a maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido, com a diminuição da acidez da água.

3.5.5 Turbidez

Com base na CETESB (2011), a turbidez de uma amostra de água é o grau da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, (algas e bactérias, plâncton em geral etc). Em geral, quanto menor for a turbidez da água mais eficiente será o processo de desinfecção.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (2005), ressalta que o valor recomendado das águas de Classe 2 na Resolução 357/2005 deve ser até 100 UNT (Unidades Nefelométrica de Turbidez). Dessa forma, a variação de turbidez nas águas implica na relação com o teor de oxigênio dissolvido, se levar em consideração que os sólidos suspensos dificultarem a penetração da radiação solar, provocando redução do processo de fotossíntese.

A turbidez é o parâmetro que medi a capacidade da água em dispersar a radiação solar pela presença de partículas em suspensão, que podem ou não apresentar cor própria. Em geral, a turbidez provém da carga de sólidos erodida na área de drenagem do reservatório, bem como pela erosão laminar na bacia hidrográfica. Silva et al, (2008) complementa que as algas, se comportam na água como partículas em suspensão podem influenciam no parâmetro da turbidez.

Esse parâmetro está diretamente associado a claridade da água, ou seja, quanto maior for a turbidez mais escura será o corpo d'água. Este é um dos principais parâmetros para a escolha da metodologia e equipamentos controle e tratamento da água.

3.5.6 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

As impurezas da água, exceto os gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos na água, os quais não evaporam após o processo de secagem. As partículas com dimensões capazes de passar por um papel de filtro especificado correspondem aos sólidos dissolvidos totais (VIEIRA, 2015).

A Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, determina como valor máximo permitido para águas de Classe 2 o valor de 500 mg/L e a

Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde apresenta o valor máximo de uso para consumo humano de 1000 mg/L.

3.5.7 Nitrogênio Total

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

A Agência Nacional das Águas (2015) relata que 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.

A Resolução CONAMA 357/2005, ressalta que o valor máximo do nitrogênio total para águas de Classe 2, varia de acordo o potencial hidrogeniônico (pH). Sendo: 3,7mg/L N, para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; 1,0 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$; e, 0,5 mg/L N, para $\text{pH} > 8,5$.

Esteves (2011) aponta com sendo as principais fontes naturais de nitrogênio a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio lago.

Os principais nutrientes responsáveis pelo equilíbrio da biota aquática são o nitrogênio e o fósforo, pois são mais abundantes na natureza e, atualmente, a disponibilidade destes elementos vêm sendo aumentadas em função do uso de fertilizantes na agricultura e esgotos urbanos e industriais das aglomerações humanas sem tratamento adequado (TUNDISI; MATSUMURA TUNDISI, 2008). O nitrogênio em excesso contribui para o desenvolvimento de algas que deve ser eliminada para combater a proliferação excessiva destas.

3.5.8 Fósforo Total

Segundo Sperling (2005), o fósforo é um elemento imprescindível para o desenvolvimento das algas, mas se este se encontra em elevadas quantidades em lagos e represas, pode ocasionar um crescimento exagerado desses organismos.

Igualmente, desenvolve a função de estabilizar os microrganismos responsáveis pelo material orgânico.

Com base em Esteves (2011) em ecossistemas aquáticos o fósforo encontra-se sob a forma de fosfato, quer na forma iônica quer na forma complexada. O fósforo é um elemento de extrema importância considerando a eutrofização artificial dos corpos de água e sua relação com o sistema biológico. Para o Autor as principais fontes de fósforo no meio aquático são as rochas, esgotos domésticos e fontes agrícolas.

A Resolução CONAMA 357/2005 para águas de Classe 2, estabelece limite máximo para águas com ambientes lênticos de 0,030 mg/L P. e para ambientes lóticos 0,1 mg/L P.

3.5.9 Coliformes Fecais (CF)

Conforme a Resolução COMANA 357 de 17 de março de 2005^o define os coliformes fecais ou termotolerantes são bactérias gram-negativas que podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44^o - 45^oC, com produção de ácido, gás e aldeído. Além disso, essas bactérias estão presentes em fezes humanas e de animais e ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

Ainda, com base na Resolução nas águas de Classe 2 o valor de coliformes fecais deve ser inferior a 1000 NMP/100 mL⁻¹, já a Resolução CONAMA 274/2000 que trata da balneabilidade este valor deve ser inferior a 2000 NMP/100 mL⁻¹.

3.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA - NSF

O IQA foi criado em 1970 nos Estados Unidos pela *National Sanitation Foundation – NSF* e foi adotado no Brasil e atualmente é o método mais utilizado para avaliar a qualidade da água para o abastecimento público após o tratamento convencional. Dessa forma, os resultados obtidos neste monitoramento devem ser interpretados levando em consideração este uso da água (ANA, 2013).

Para a ANA (2015) o cálculo de avaliação do IQA tem por base 9 parâmetros avaliadores, sendo: Temperatura da Água, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda

Bioquímica de Oxigênio (DBO), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (NTU), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes Fecais (CF), os quais apresentam determinados pesos (w_i), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água.

Tabela 1 – Valores dos parâmetros do IQA

PARÂMETROS	UNIDADE	PESO (w_i)
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).

4. METODOLOGIA

O presente estudo de caso será realizado por meio de investigação *in loco*, a fim de analisar a qualidade da água de um determinado ponto do Ribeirão São João no município de Porto Nacional - TO. A análise da água será feita através de exames físico-químicos e microbiológicos e para verificar os padrões de qualidade da água do ribeirão será avaliada por meio do cálculo IQA segundo os parâmetros da *National Sanitation Foundation e Standard Methods* (APHA, 2005) e os parâmetros dispostos na Resolução CONAMA 357/2005.

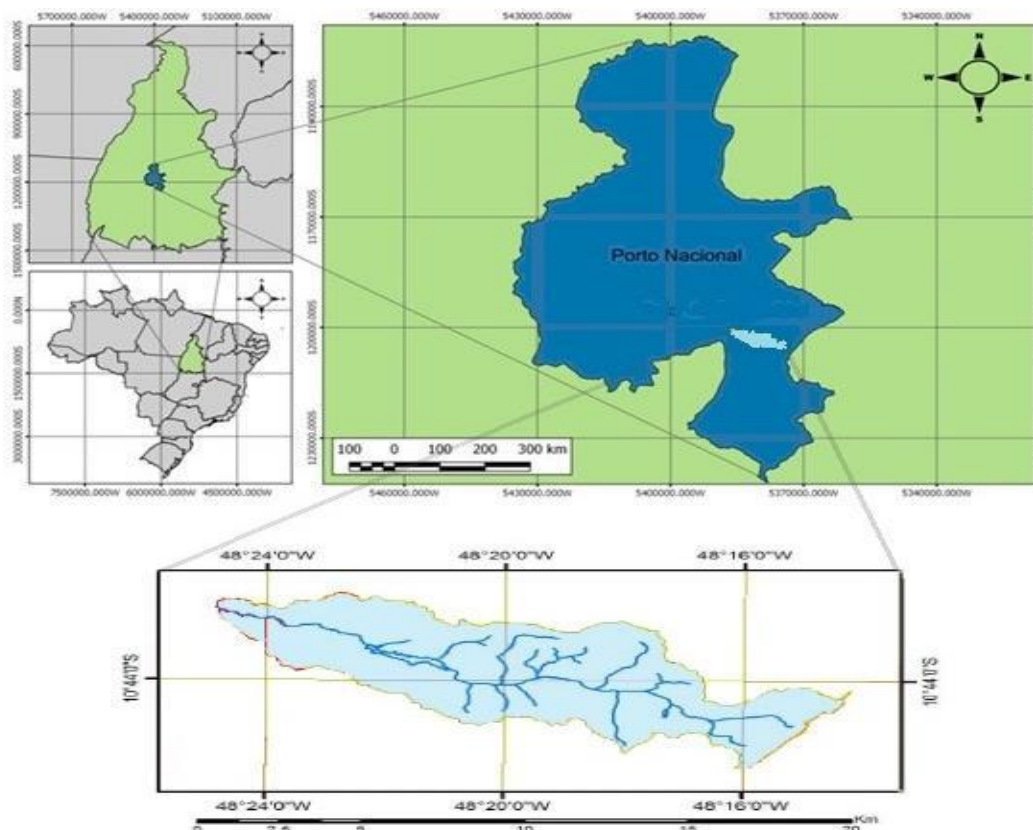
4.1 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Porto Nacional está localizada a 63 Km de Palmas, capital do Estado e tem uma população de aproximadamente 53.316 (IBGE, 2020). De acordo com o Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (1992), a vegetação predominante é o cerrado, o clima é tipicamente tropical, com média anual de temperatura de 26,1°C e média pluviométrica anual de 1.667,9 mm.

Balduino *et al.* (2018), ressalta que o clima de Porto Nacional é subúmido, com duas estações bem definidas, a chuvosa e a estiagem, sendo a estiagem na estação do inverno em que apresenta deficiência hídrica moderada e megatérmico, com altos valores anuais de evapotranspiração potencial. No geral, a estação chuvosa corresponde aos meses de outubro a abril e os de estiagem de maio a setembro.

A bacia hidrográfica do Ribeirão São João, com área de 82 km², está localizada na cidade de Porto Nacional no Estado do Tocantins, entre os paralelos 10°46'43" e 20°41'20" de latitude sul e entre os meridianos 48°14'16" e 48°24'51" de longitude oeste, a sudeste do município de Porto Nacional, com sua foz dentro da área urbana, sendo contribuinte direto do Rio Tocantins, na Figura 4 há uma vista de localização do Ribeirão.

Figura 4 - Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João no Município de Porto Nacional – Tocantins



Fonte: Balduino (2019)

O Ribeirão São João possui sua nascente na zona rural, na Fazenda Pilão, seguindo para a sede do município de Porto Nacional, atravessa várias propriedades rurais e alguns bairros representativos, tais como: Jardim Querido, Jardim Umuarama, Santa Helena e Vila Nova, com sua foz no Rio Tocantins.

As amostras serão coletadas no ponto localizado na represa de captação para abastecimento público da empresa de saneamento básico, BRK Ambiental, entre os paralelos $10^{\circ}43'04,52''$ de latitude sul e $48^{\circ}22'19,77''$ de longitude oeste.

4.2 ANÁLISES DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Para a realização do estudo na bacia hidrográfica do Ribeirão São João foi estabelecidos um ponto de amostragem de água, sendo que as coletas, o transporte e análises das amostras seguirão as metodologias do *Standard Methods* (APHA, 2005). Os parâmetros de qualidade da água avaliados neste trabalho serão:

temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, coliforme fecais e sólidos totais.

Serão analisadas 6 amostras de água quanto aos parâmetros microbiológicos e físico-químicos que serão coletadas em seis ocasiões nos meses de agosto e setembro de 2021, sendo que a cada amostragem, as amostras coletadas e encaminhadas para o laboratório no mesmo dia.

Os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez serão analisadas *in loco*, sendo a temperatura e o oxigênio dissolvido analisados com oxímetro, para turbidez o turbidímetro e para o pH, o equipamento pHmetro, de acordo com os protocolos de uso destes equipamentos.

As amostras para as análises microbiológicas serão colhidas em frascos de 250 ml e as físico-químicas em frascos de 1000 ml, em seguida serão 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.

4.2.1 Dados Pluviométricos

Será feita uma verificação dos dados pluviométricos por meio do aparelho pluviômetro, que irá coletar amostras de chuva nos meses de agosto e setembro de 2021. A água coletada no período será calculada para obter uma média a fim de identificar a quantidade e a presença ou não de pluviometria no local em estudo.

4.3 PLANO PARA COLETA DE DADOS

Para esse estudo, a amostragem de água para as análises ocorrerá nos meses de agosto e setembro de 2021, delimitada em um ponto estratégico da bacia hidrográfica do Ribeirão São João, no município de Porto Nacional.

Nos referidos meses serão realizadas as análises laboratoriais de parâmetros aplicados na determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) referente ao ponto em estudo, conforme metodologias estabelecidas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), bem como os parâmetros indicados na Resolução CONAMA N° 357/2005.

4.4 METODOLOGIA LABORATORIAL

As amostras serão coletadas em um frasco de 1000 ml e 250 ml, em seguida acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo e levadas para serem processadas no laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus* de Porto Nacional, onde serão realizadas as análises de:

Coliformes fecais (CF): serão analisados segundo a técnica de colilert de acordo com a metodologia descrita por *Standard Methods* (APHA, 2005); Nitrogênio total: serão analisados pelo método micro Kjeldahl, *Standard Methods* (APHA, 2005); Fósforo Total: através do método ácido ascórbico após a digestão com persulfato de amônio, *Standard Methods* (APHA, 2005); e, Sólidos Totais: serão analisados pelo método da cápsula de porcelana, *Standard Methods* (APHA, 2005), conforme tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros e técnicas utilizadas

Parâmetros	Técnica Analítica	Unidade
Turbidez	APHA (2005), Medida Direta	NTU
pH	APHA (2005), Medida Direta	Escala
DBO	APHA (2005), Diferenciação	mg/L
Fósforo Total	APHA (2005), Espectrofotometria	mg/L
Resíduos Totais	APHA (2005), Espectrofotometria	mg/L
Nitrogênio Total	APHA (2005), Espectrofotometria	mg/L
Coliformes Fecais	APHA (2005), Colilert	NMP/100 mL

Fonte: Balduino (2019).

4.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA – 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: Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)

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

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 (resultado da análise);
wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro ou subnível, um número entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade;
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: Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)

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

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

A partir do cálculo efetuado será possível determinar a qualidade da água bruta, indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100.

Tabela 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: INEA (2019).

A avaliação por meio dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água será estabelecida conforme os valores de ponderação, cujos resultados enquadram em uma categoria que varia de excelente e muito ruim.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Após realizada a coleta e análise das amostras de água do Ribeirão São João, espera-se obter informações dos parâmetros que levará a definir se a água, objeto deste estudo, poderá ser utilizada para captação e abastecimento está em conformidade com os padrões de qualidade da água apresentados no IQA – NSF, Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005 e demais literaturas estudadas.

Dessa forma, as análises das amostras coletadas ajudará entender se a água tem condições para utilização em massa da comunidade local a partir da captação, tratamento e abastecimento, segundo os dados previstos de qualidade da água. Por fim, os resultados obtidos auxiliarão na comprovação ou não da possibilidade de potabilidade da água do ribeirão.

6. ORÇAMENTO

Tabela 4 - Orçamento previsto para elaboração e execução do Projeto de Pesquisa

Materiais	QTD.	Valor Unitário	Valor Total
Recipiente de 1000 ml	6 un.	R\$ 27,58	R\$ 165,48
Recipiente de 250 ml	6 un.	R\$ 7,78	R\$ 46,68
Gelo 3kg	6 un.	R\$ 10,00	R\$ 60,00
Gasolina	12 l	R\$ 5,79	R\$ 69,48
Análises Laboratoriais	6 análises	R\$ 1.270,00	R\$ 7.620,00
TOTAL			R\$ 7.961,64

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021).

7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Tabela 5 - Cronograma previsto para elaboração e execução do Projeto de Pesquisa.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA									
	2021/1					2021/2			
ATIVIDADES	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Definição do tema	■								
Orientação		■	■	■		■	■	■	■
Revisão bibliográfica		■	■	■		■	■	■	■
Elaboração do Projeto de Pesquisa		■	■	■					
Revisão do Projeto de Pesquisa				■					
Defesa do Projeto de Pesquisa				■					
Entrega após revisão da banca					■				
Coleta das amostras						■	■		
Análise das amostras						■	■	■	
Organização dos dados coletados							■	■	
Elaboração de relatório dos dados							■	■	■
Redação Final							■	■	■
Submissão à publicação do trabalho									■
Defesa (se houver)									■

Fonte: Desenvolvido pelo Autor (2021).

Legenda

■ Etapas concluídas

■ Etapas não concluídas

8. REFERÊNCIAS

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

ANA. **Cuidando das Águas: Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. 2ª Edição. Brasília – DF, 2013.

ANA. **Portal da Qualidade das Águas. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**, 2015. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 17 mar. 2021.

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.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 2002, p. 14.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 2002, p. 22.

ATLAS DO TOCANTINS. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento de Gestão Territorial**. Secretaria do Planejamento – SEPLAN. Superintendência de Planejamento e Gestão central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico – DEZ. Organizado por DIAS R. R. PEREIRA E. Q. E DOS SANTOS L.F. 5º Ed. Ver. Atu. Palmas: SEPLAN, 2008.

BALDUÍNO, Angelo Ricardo. **ANÁLISE DOS IMPACTOS DA AGRICULTURA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TOANTINS**. / Angelo Ricardo Balduino. – Palmas, TO, 2019. 164f.

BALDUINO, A.R.; SANTOS, M.G.; SOUZA, L. B.; LIMA, D. P.; CARVALHO, A. P. **Hydric balance and climatic classification of the city of Porto Nacional, state of Tocantins, inserted in the Legal Amazon, Brazil**. Vol 5, Issue-3, Mar- 2018.

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.

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.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005). **Resolução nº 357 - 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/> . Acesso em: 12 mar. 2021.

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/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

BRASIL. Resolução CNRH n.º32 de 15/10/03. Brasília, 2003.

BRUNETTIA, M.; MAUGERIB, M.; NANNIA, T. **Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy**. International Journal of Climatology, v.21, p.861-871, 2001.

CARVALHO, A. P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A.; SILVA, D. G. K. C. **Determinação espacial e temporal do IQA do açude Soledade em Soledade-Paraíba**. Engenharia Ambiental, v. 8, n. 2, p. 138 -147, 2011.

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.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>. Acesso em: 25 mar. 2021.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H.M. & TORNISIELO,V.L. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água**. Química Nova 23 (5), 2000.

CETESB - **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006**. Série Relatórios, Anexo II. Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos, 2007.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006**. Série Relatórios, Anexo II. Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos, 2011.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 1998.

ESTEVEES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

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

FINKLER, Raquel. **Planejamento, manejo e gestão de bacias. Serra Gaucha, RS**. Disponível em:
http://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf. Acesso em: 07 abr. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/porto-nacional/panorama>. Acesso em: 16 mar. 2021.

INEA. Instituto de Estadual do Ambiente. **Índice de Qualidade da Água (IQA)**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/IQA-NSF-Metodologia-Qualidade-de-%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

MONTEIRO, C. A. F. **Notas para o estudo do clima do centro-oeste brasileiro**. Rio de Janeiro, Revista Brasileira de Geografia, v.13, n. 1, pp. 3-46, 1968.

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: 22 mar. 2021.

OLIVEIRA, Leidiane L.; CUNHA, Alan C.; AMANAJÁS, Jonathan. **Análise da precipitação pluviométrica e do número de dias com chuva em calçoene localizado no setor costeiro do amapá**. 5 f. Dissertação pós graduação - Curso de Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá – Unifap, Amapá, 2014.

PAZ, Adriano Rolim da. **Hidrologia Aplicada**. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, para o curso de graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na unidade de Caxias do Sul. 2004.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda. São Paulo – SP, 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: 15 abr. 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.

SANTANA, D. P. Manejo **Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p.

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: 18 mar. 2021.

SOARES, P. F., **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**. 2001. 196 p. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

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

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI-MATSUMURA, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

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: 03 abr. 2021.

VILLELA, S. M. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

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