



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

RILBEN RIBEIRO SEPÚLVEDA PEREIRA MORAES

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TOCANTINS**

**PORTO NACIONAL - TO
2017**

RILBEN RIBEIRO SEPÚLVEDA PEREIRA MORARES

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TOCANTINS**

Projeto de Pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto – ITPAC PORTO NACIONAL, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Angelo Ricardo Balduino

PORTO NACIONAL - TO

2017

RILBEN RIBEIRO SEPÚLVEDA PEREIRA MORARES

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TOCANTINS**

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

Apresentado e defendido em ____/____/____

Banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Prof.º Me. Angelo Ricardo Balduino

Professor (a). Convidado (a): Me. Diogo Pedreira Lima

Professor (a). Convidado (a): Me. Larissa Jacome Barros Silvestre

PORTO NACIONAL - TO

2017

RESUMO

O mundo hoje enfrenta um grande problema que é a poluição dos recursos hídricos, ocorrendo uma enorme perda da qualidade da água. O monitoramento da qualidade da mesma é de suma importância para obter informações físicas, químicas, biológicas e ecológicas dos recursos hídricos, por meio de amostragem. No entanto essa pesquisa irá abranger um estudo das águas do Ribeirão São João, recurso hídrico importante para o município de Porto Nacional- TO por atender as demandas da cidade em relação a abastecimento, pesca, lazer, dentre outros. Esse projeto será dirigido em três etapas: estudo e demarcação de três pontos da bacia hidrográfica, metodologia de campo e depois metodologia laboratorial. Os parâmetros a serem analisados são: temperatura, oxigênio, pH, nitrogênio total, fósforo total, condutividade elétrica, coliformes totais, sólidos totais e turbidez. O projeto tem como objetivo de examinar a qualidade da água, verificando se a bacia dispõe dos parâmetros necessários determinados pelas Resoluções 274/2000 e 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Palavras-chave: Ribeirão São João. Qualidade da Água. CONAMA.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1- Bacia hidrográfica.....	11
Fig. 2- Ciclo hidrológico terrestre.....	13
Fig. 3- Usos múltiplos da água.	15
Fig. 4- Distribuição dos usos consultivos da água no Brasil.....	16
Fig. 5- Mapa de localização da Bacia Hidrográfica	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Classificação sobre a mudança e uso do solo.	12
TABELA 2- Diâmetros e características de diferentes atmosféricas.....	14
TABELA 3- Principais categorias de uso da água	16
TABELA 4- Doenças mais comuns de veiculação hídrica.....	20

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- Classificação do IQA (CETESB).....	30
QUADRO 2- Gastos em recursos materiais.....	31
QUADRO 3- Cronograma do Projeto de Pesquisa.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA.....	11
2.2 PRECIPITAÇÃO	13
2.3 USOS MÚTIPLAS DA ÁGUA.....	14
2.4 DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO.....	17
2.5 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA.....	19
2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	20
2.6.1 Turbidez	22
2.6.2 Temperatura.....	22
2.6.3 Potencial hidrogeniônico (pH)	22
2.6.4 Nitrogênio	23
2.6.5 Fósforo	23
2.6.6 Oxigênio dissolvido	23
2.6.7 Coliformes Fecais	23
2.6.8 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	24
2.6.9 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	24
3 OBJETIVOS.....	25
3.1 OBJETIVO GERAL	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 ÁREA DE ESTUDO	26
4.2 METODOLOGIA DE CAMPO	27
4.2.1 Coleta das amostras de água.....	27
4.3 METODOLOGIA LABORATORIAL.....	28
4.3.1 Análise de turbidez.....	28
4.3.2 Análise de condutividade elétrica.....	28
4.3.3 Análise de potencial hidrogeniônico – Ph	28
4.3.4 Análise de temperatura.....	28
4.3.5 Análise de coliformes totais e coliformes fecais.....	29
4.3.6 Cálculo IQA CETESB.....	29
5 ORÇAMENTO	31
6 CRONOGRAMA	32
7 RESULTADOS ESPERADOS	33
REFERÊNCIAS.....	34
ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais recursos naturais para a existência do ser humano é a água. Pois seria difícil imaginar qualquer tipo de vida na falta desse recurso vital. A água é um recurso natural que engloba todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos enraizados na sociedade.

Esse recurso abrange uma série de fatores importantes, sendo para conservação dos ecossistemas, consumo humano, uso recreativo, entre outros. Falando em sobrevivência humana, nota-se que ela é essencial para os seres vivos, como meio de vida para espécies vegetais e animais. Grande parte do território mundial é ocupado por água, sendo essas 97% salgadas e apenas 3% doces, dentre as águas doces, apenas 0,01% são provenientes de lagos e rios que são as principais fontes de abastecimento da população (CETESB, 2007).

O planeta Terra é composto basicamente de água, e em sua maioria, de água salgada. Dentre essa grande disponibilidade de água, o Brasil é um país privilegiado em relação aos 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. O volume de água do rio Amazonas é o maior de todos os rios do globo, sendo considerado um rio de extrema importância para o planeta.

O monitoramento da qualidade da água, através de amostragem, busca obter informações qualitativas e quantitativas, atingindo propósitos, como o conhecimento das condições biológicas, químicas e físicas, enquadrando um corpo d'água em classes ou para efeitos de fiscalização. O Ribeirão São João está localizado no estado tocaninense, esse por sua vez o mais novo da federação e em baixo desenvolvimento, criado em 1988, com vasta disponibilidade hídrica, proporcionando assim uma boa atividade agropecuária, áreas irrigáveis, e grande potencial hidrelétrico, no município de Porto Nacional.

Nos dias de hoje, enfrenta-se um grande problema em relação a qualidade da água, devido principalmente as ações antrópicas. A bacia hidrográfica do Ribeirão São João, é uma grande fonte de distribuição onde a mesma vem sofrendo alterações de qualidade da água em seu corpo hídrico.

O Ribeirão São João apresenta na qualidade da água uma variação, que é disponibilizada para abastecimento do município. Com isso, cabe avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica, para corrigir, buscando seus parâmetros necessários.

Como água é um bem de grande necessidade para a vida, é indispensável que a mesma seja fornecida de boa qualidade. Devido as mudanças da qualidade da água, teve-se interesse de analisar o recurso hídrico abordado para identificar se o mesmo atende as condições de abastecimento público, recurso esse sendo a única fonte de abastecimento do município.

A bacia hidrográfica do Ribeirão São João é a única fonte de abastecimento da cidade, e está sofrendo várias agressões, como por exemplo, as atividades agropecuárias, onde fica claro a necessidade do uso da água com racionalidade para melhorar a qualidade de vida da população e atender a sustentabilidade.

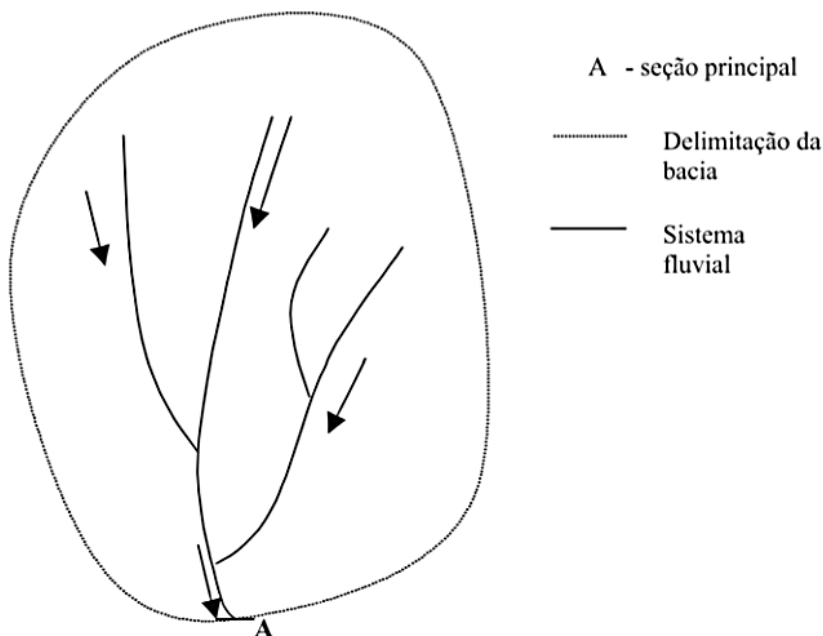
Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água do Ribeirão São João em Porto Nacional, através da determinação do índice de qualidade de água - IQA CETESB, através dos parâmetros indicadores.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA

Para Silveira (2013), bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água proveniente da precipitação, que contribui para que os escoamentos percorram para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório. Na Fig. 1 é demonstrado o esquema de uma bacia hidrográfica.

Figura 1- Bacia hidrográfica.



Fonte: Tucci (2006)

Tucci (2006) ressalta que a área da bacia é definida pela topografia da superfície, no entanto, a geologia do sub-solo pode fazer com que parte do escoamento que infiltra no solo escoe para fora da área delimitada superficialmente.

Segundo Garcez e Alvarez (2013), no que se refere aos problemas práticos de Hidrologia, grande parte estão relacionados a bacia hidrográfica de um curso de água. As diversas características da bacia, como o tipo de cobertura vegetal, topografia, geologia e geomorfologia possuem papel fundamental no seu comportamento hidrológico, sendo de importância medir algumas dessas influências.

De acordo com Tucci (2006), as alterações decorrentes do uso e do manejo do solo em uma bacia hidrográfica podem ser classificadas quanto aos diferentes tipos de mudança do uso da superfície e à forma que provoca a alteração da superfície. A tabela 1 represente a classificação sobre a mudança e uso do solo na bacia hidrográfica.

TABELA 1- Classificação sobre a mudança e uso do solo.

Classificação	Tipo
Mudança da superfície	• Desmatamento • Reflorestamento • Impermeabilização
Uso da superfície	• Urbanização • Reflorestamento para exploração sistemática • Desmatamento: extração de madeira, cultura de subsistência, culturas anuais, culturas permanentes
Método de alteração	• Queimada • Manual • Equipamentos

Fonte: Tucci (2006)

Silva; Schulz e Camargo (2007), enfatizam que nas regiões urbanas onde áreas são desmatadas há grandes alterações no ciclo hidrológico provocadas pela alteração da cobertura do solo, pois a medida que há redução da vegetação, ocorre a diminuição da porcentagem de água infiltrada e aumento no escoamento superficial. É necessário frisar o importante papel desempenhado pelo tipo de cobertura e uso da bacia hidrográfica em estudo e sua referência na avaliação do comportamento hidrológico desta.

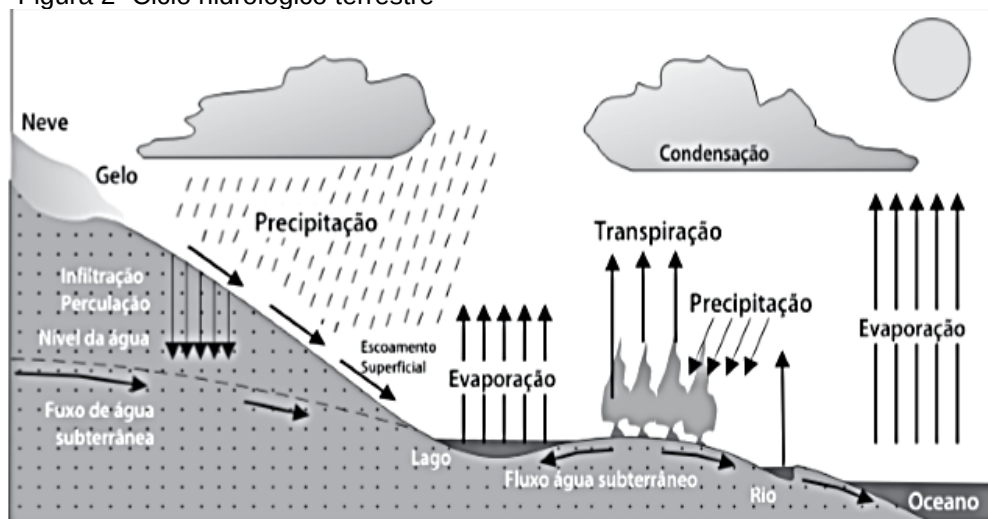
Garcez e Alvarez (2013, p. 54), relacionam os seguintes dados básicos para o planejamento integrado de bacias hidrográficas:

- a) *dados sobre a quantidade da água*: dados fluviométricos e limnimétricos, ocorrência e níveis de água subterrânea, conformação topográfica, cobertura vegetal da bacia, infiltração de água no solo, clima, temperaturas, umidade, evaporação, quantidade e distribuição de chuva, uso da água na configuração atual.
- b) *dados sobre a qualidade da água*: avaliação qualitativa e quantitativa do estágio de poluição e contaminação dos cursos de água na bacia (poluição física, química, bacteriológica e radioativa).

- c) *dados cartográficos da bacia: mapas, cartas, levantamentos existentes, fotografias aéreas, e assim por diante.*
- d) *dados morfológicos e geológicos da região.*
- e) *dados sócio-econômicos da região onde se localiza a bacia em estudo.*

Segundo Tucci (2006), os processos hidrológicos na bacia hidrográfica possuem duas direções de fluxo na bacia, sendo eles o vertical no qual é representado pelos processos de precipitação, evapotranspiração, umidade e fluxo no solo e na direção longitudinal, sendo o escoamento na direção dos gradientes da superfície e do subsolo, conforme observado na Fig. 2.

Figura 2- Ciclo hidrológico terrestre



Fonte: IGBP (1993) apud Tucci (2006).

Conforme Bordas e Semmelmann (2012), a água em seu movimento pela bacia hidrográfica flui sobre as calhas e vertentes da rede de drenagem, no qual ao encontrar obstáculos o fluxo determina o caminho e sua velocidade e dissipando parte de sua energia proporcionando também a remoção e o transporte das partículas sólidas rio abaixo.

2.2 PRECIPITAÇÃO

Garcez e Alvarez (2013), definem precipitações como sendo o conjunto de águas provenientes do vapor de água atmosférico que atinge a superfície da terra, no qual o que difere uma das outras é o estado que a água se encontra, podendo ser

apresentada tanto em estado líquido como sólido. As precipitações podem ser de diferentes tipos, sendo elas a chuva, neve, granizo, nevoeiro, sereno e a geada.

Os mesmos autores ressaltam que na prática, dentre os tipos de precipitações a que mais apresenta interesse são as chuvas devido a sua capacidade de produzir escoamento, sobretudo em nossa latitude. As precipitações atmosféricas, desempenham funções importantes no elo de ligação entre fenômenos meteorológicos e os do escoamento superficial, onde os profissionais de engenharia mostram bastante interesse. Deriva daí, sobretudo, a importância do estudo das precipitações. A tabela 2 mostra os diâmetros e características de diferentes atmosféricas.

TABELA 2- Diâmetros e características de diferentes atmosféricas

Tipo de precipitação	Intensidade (mm/h)	Diâmetro médio das gotas (mm)	Velocidade de queda para os diâmetros médios (m/s)
Nevoeiro	0,25	0,2	-
Chuva leve	1 a 5	0,45	2,0
Chuva forte	15 a 20	1,5	5,5
Tempestade	100	3,0	8,0

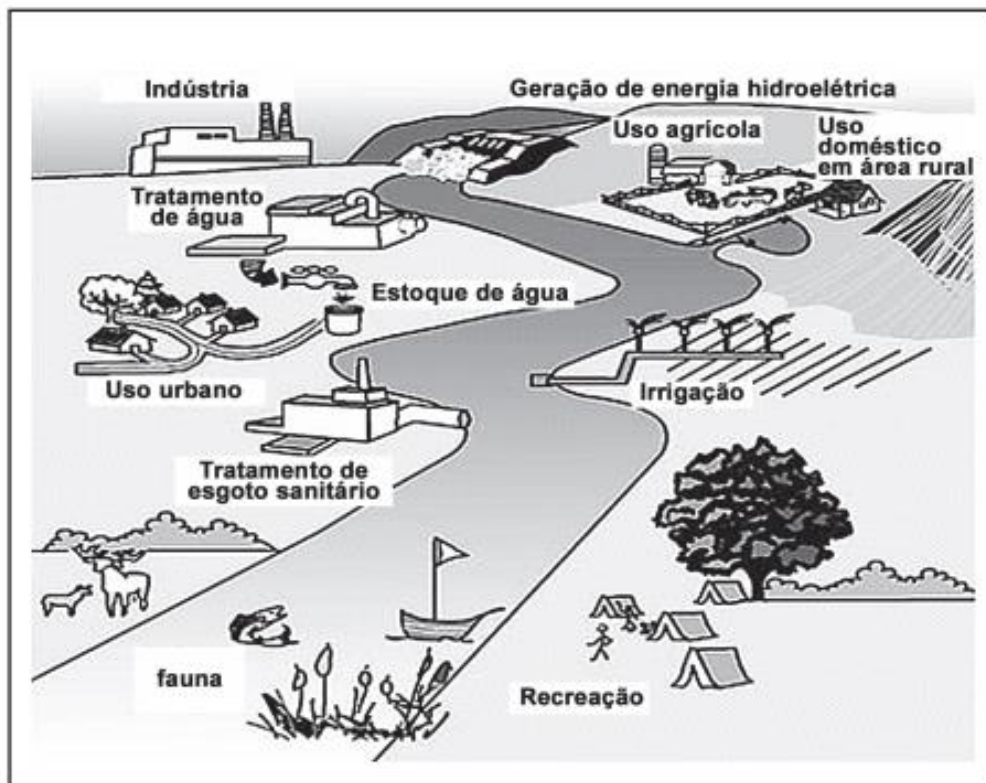
Fonte: Garcez e Alvarez (2013).

Segundo Bertoni e Tucci (2013), as principais características da precipitação são o seu total, duração e distribuição temporal e espacial. Dentre os fatores mais importantes de quantificação do abastecimento de água doméstica e industrial e de irrigação na agricultura, está a disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle da inundação e a erosão do solo.

2.3 USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

Segundo Benetti e Bidone (2013), nos dias atuais, em função da intensificação dos usos dos recursos hídricos decorrentes dos processos sociais e industriais que vem atravessando a humanidade, pode-se numerar, entre outros, os seguintes múltiplos usos: abastecimento público, consumo industrial, matéria prima para indústria, irrigação, recreação, dessedentação de animais, geração de energia elétrica, transporte, diluição de despejos, preservação da flora e fauna. A Fig. 3 ilustra diversos múltiplos usos da água.

Figura 3- Usos múltiplos da água.



Fonte: PROSAB (2006).

Para Gastaldini e Mendonça (2003), a questão quanto à qualidade e quantidade da água disponível de forma adequada para os múltiplos usos, atua fortemente no processo de desenvolvimento tanto econômico quanto social de uma comunidade. Com o crescimento da escassez e das condições que a qualidade dos cursos de água se encontra atualmente, o homem tem passado por diversos desafios para atender as demandas. A tabela 3 apresenta as principais categorias dos usos da água.

TABELA 3- Principais categorias de uso da água

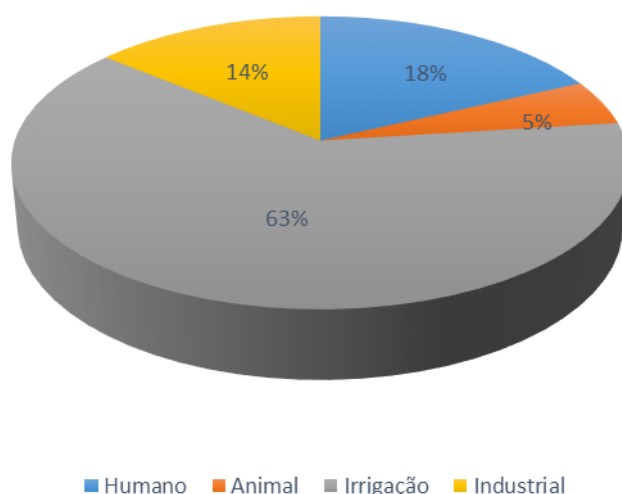
1- Infra-estrutura social	2- Agricultura e a aquicultura	3- Indústria	4- Em todas as classes de uso	5- Conservação e preservação
Dessedentação (C) Navegação (NC) Usos domésticos (C) Recreação (NC) Usos públicos (C) Amenidades ambientais (NC)	Agricultura (C) Piscicultura (NC) Pecuária (C) Uso de estuários (NC, L) Irrigação (C) Preservação de banhados (L)	Arrefecimento (C) Mineração (NC) Hidreletricidade Processamento industrial (C) Termoeletricidade Transporte hidráulico (C)	Transporte, diluição e depuração de efluentes (NC)	Consideração de valores de opção, de existência ou intrínsecos (NC,L)

Fonte: Lanna (2012)

Conforme Selborne (2001), a agricultura produz a maior parte de alimentos consumidos pela humanidade. Entretanto, a agricultura também é uma considerável usuária de água doce, sendo responsável por cerca de 75% do seu consumo mundial. O necessário aumento da produção de alimentos não poderá ser alcançado sem uma maior produtividade na terra existente e com a quantidade de água disponível.

Tucci (2006) enfatiza que os mananciais de água podem ser apresentados em diferentes tipos de fontes de água existentes na natureza, sendo os principais as águas superficiais como rios, lagos e reservatórios, e as águas subterrâneas, nos quais permitem suprir e atender às demandas dos usos. Na Fig. 4 é apresentado a distribuição dos usos da água no Brasil.

Figura 4- Distribuição dos usos consultivos da água no Brasil



Fonte: Tucci (2006)

Do ponto de vista dos recursos hídricos existentes no planeta, tanto os superficiais quanto os subterrâneos, verificam-se diversos usos demandados pelas populações e pelas atividades econômicas, alguns deles resultando em perdas entre o volume de água captada e o volume que retorna ao curso de água nos quais são denominados os de usos consuntivos, que são o abastecimento doméstico e industrial, a irrigação e aquicultura, e os outros em que essas perdas não se verificam, propriamente dito os de usos não consuntivos, embora possam implicar alteração no regime hidrológico ou na qualidade desses recursos (HELLER, 2010).

Diante da magnitude e da diversidade dos usos da água, do aumento populacional e do próprio desenvolvimento econômico, houve um aumento dos conflitos entre os usuários, o que exige um adequado planejamento dos diversos usos da água de maneira a evitar o desperdício, poluição e contaminação e assim fazendo que haja o controle e conservação dos recursos hídricos (LANNA, 2013).

2.4 DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO

Benetti e Bidone (2013) definem poluição da água como alteração nas características físicas, químicas ou biológicas de águas naturais provocadas pelas atividades do homem. A exploração da natureza pelo homem afeta toda a biosfera, alterando o equilíbrio existente.

Grande parte da população vive em regiões com escassez de água devido à degradação. Ao passar dos anos, a humanidade tem passado por diversas dificuldades para atender as necessidades de uso da água em quantidade e qualidade suficientes para atender as demandas. Essas condições foram alcançadas por causa da precariedade dos serviços de água e esgoto; a desproteção dos recursos hídricos; o uso em demasia de agrotóxicos; os inadequados destinos do lixo e o grau de poluição e contaminação da água, do ar e do solo (PHILIPPI JR; SILVEIRA, 2005).

Por certo, a água é um bem naturalmente renovável e essencial para a origem e preservação da vida. No entanto, na prática, já se faz sentir a escassez desse recurso o que resultará, em pouco tempo, em estresse do sistema hídrico. Os ecossistemas aquáticos são perturbados, e as fontes vivas de água doce estão ameaçadas (MORAES; JORDÃO, 2002).

Leal (2008) em seu contexto, relata os benefícios do tratamento e disposição adequada dos esgotos tratados, tendo em vista atingir benefícios enumerados como: manutenção dos recursos naturais; redução das despesas durante o tratamento de água para abastecimento; redução dos recursos utilizados durante o tratamento de doenças; aperfeiçoamento das características sanitárias locais; exclusão de transtornos estéticos agressivos; exclusão de indícios de contaminação e poluição

Segundo Tucci (2006, p.35), devido ao crescimento da urbanização, grande parte da cobertura da bacia é impermeabilizada pela construção de edificações e pavimentos nos quais são introduzidos condutos para escoamento pluvial, o que conseqüentemente gera as seguintes alterações:

- Redução da infiltração no solo;
- O volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial . Além disso, como foram construídos condutos pluviais para o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, ocorre redução do tempo de deslocamento. Desta forma as vazões máximas também aumentam por isso, antecipando seus picos no tempo;
- Com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo. As redes de abastecimento, pluvial e cloacal possuem vazamentos que podem alimentar os aquíferos, tendo efeito inverso do mencionado;
- Devido à substituição da cobertura natural ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal com redução também das taxas de evapotranspiração.

A utilização indevida e não sustentada dos recursos hídricos tem levado às suas modificações o que conseqüentemente ocasionam diversos impactos locais até mesmos os impactos globais, destacando a contaminação de populações dependentes da pesca, alteração da qualidade e quantidade de água destinada ao abastecimento dos ecossistemas naturais e artificiais, alterações dos padrões de vazão devido a assoreamento, modificação da geomorfologia fluvial e a destruição de áreas de recarga de aquíferos e de habitats marginais (SILVA et al., 2011).

Sperling (2005) relata que as fontes de poluentes podem atingir os corpos d'água através de duas formas, sendo a poluição difusa, na qual se processa adentrando o corpo d'água ao longo de sua extensão e a poluição pontual, onde o processo ocorre de forma concentrada no espaço, ou seja, as cargas pontuais são introduzidas por lançamentos individualizados podendo exemplificar o esgoto. Alguns poluidores são: sólidos em suspensão, matéria orgânica biodegradável, nutrientes, organismos patogênicos, pesticidas, detergentes, metais, sólidos inorgânicos dissolvidos.

2.5 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Segundo d' Aguila et al. (2000), o aresto primário para a exigência de qualidade da água é a proteção à saúde pública. E para que se tenha uma garantia de segurança no fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem perigosos à saúde, devem-se adotar critérios para assim assegurar essas qualidades, desta forma juntamente com a população fornecerá uma base para o desenvolvimento das ações.

Tucci (2002), afirma que as doenças de veiculação hídrica podem ocorrer por diversas formas, sendo as principais as doenças que estão relacionadas a higiene do ser humano, doenças causadas pela disposição da água que se encontra no meio ambiente, ocasionando a malária, dengue e esquistossomose, doenças relacionadas a inundação como a leptospirose que é causada pela urina de ratos e a falta de água segura para abastecimento da população, causando a diarreia que neste caso é a doença mais frequente. A tabela 04 destaca as principais doenças mais comuns associadas à água.

TABELA 4- Doenças mais comuns de veiculação hídrica

Organismos	Doença
Vírus	
Poliomielite	Poliomielite, paralisia infantil
ECHO	Meningite, diarreia infantil
Vírus desconhecido	Hepatite infecciosa
Bactérias	
<i>Leptospirae</i>	Leptospirose
<i>Salmonella paratyphi</i>	Febre paratifoide
<i>Salmonella Typhi</i>	Febre tifoide
<i>Shigella</i>	Disenteria bacilar
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
Protozoários	
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase
<i>Giardia lamblia</i>	Giardíase (diarreia)
Helmintos (parasitas)	
<i>Echinococcus</i>	Equinococose (cisto hidático ou hidatitose)
<i>Schistosoma</i>	Esquistossomose

Fonte: Richter (2009)

Os microrganismos emissários pela água têm como principal trajeto de contaminação a fecal-oral, ocorrendo quando o ser humano ingere a água contaminada com organismos patogênicos (MARQUEZI; GALLO E DIAS, 2010).

As águas de recreação constituem um risco de obtenção de doenças, desde o início da história da humanidade. Atualmente inúmeros fatores podem influir-se para a relevância deste tema em saúde pública, como pode ser citado: a emergência de novos e “velhos” patógenos; o acréscimo das atividades aquáticas como lazer; a maior oferta de piscinas e parques aquáticos, e o aumento da consciência sobre a importância das águas de recreação na veiculação de doenças, pelos profissionais da saúde (FRANCO, 2006).

2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Donadio et. al (2005), afirmam que a água ocupa um lugar específico entre os recursos naturais. Podendo ser considerado a substância mais abundante no planeta e sendo disponível em diferentes quantidades e diferentes lugares. Possui

papel fundamental no ambiente e na vida humana, e nada a substitui, pois sem ela a vida não pode existir.

De acordo com Tundisi (1999), podem trazer ameaças à sobrevivência humana e as demais espécies do planeta as alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos, pois estão diretamente relacionados ao desenvolvimento econômico e social dos países que fundamentam na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção.

A qualidade da água de uma micro bacia pode ser baseada por inúmeros fatores, podendo ser eles: o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica (VAZHEMIN, 1972; PEREIRA, 1997).

Arcova et al. (1998), classificam os vários processos que direcionam a qualidade da água de determinado manancial que constitui um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática, na bacia hidrográfica, podem modificar a sua qualidade.

Segundo Carvalho e Oliveira (2010), a água por apresentar qualidade muito variável, deve ser analisada por meio de análises físicas, químicas e bacteriológicas para que determine seu índice de qualidade e potabilidade. De acordo com os resultados dessas análises a água pode ser classificada em: potável - adequada para o consumo humano; contaminada - contém microrganismos patogênicos e, na qual para se torna potável necessita sofrer desinfecção ou passar por fervura e por fim, água poluída - apresenta qualquer espécie de poluição, podendo estar também contaminada e é imprópria para o consumo.

Alguns componentes exercem características físicas, biológicas e químicas que podem ser explicadas na forma de parâmetros de qualidade de água, que são causadas pela pureza da água quando sofrem alterações pelos diferentes componentes presentes nela (SILVA, 2016).

De acordo com as características físicas, os sólidos podem ser: em suspensão (aqueles que são retidos num filtro específico), os sólidos dissolvidos (os que não são filtráveis) e os sólidos coloidais (difícil identificação pela filtração em papel). Este último é um intermediário entre os sólidos dissolvidos e os sólidos em suspensão. Já pelas características químicas, eles podem ser voláteis e não-voláteis, sendo que os primeiros representam uma estimativa orgânica

dos sólidos e os últimos a matéria inorgânica ou mineral. Já nos parâmetros biológicos uma das principais importâncias dos microrganismos relacionados à qualidade de água é a associada à transformação da matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos e a capacidade de transmissão de doenças via cursos de água. (SILVA, 2016, p. 03).

2.6.1 Turbidez

Segundo a Plataforma toda matéria (2015), a turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz resiste ao atravessá-la devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc.

O autor acima afirma também que a erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em dilatação da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas.

2.6.2 Temperatura

A temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius. A temperatura pode ser medida por diferentes dispositivos, como o termômetro ou sensor por exemplo (PINTO, 2007).

2.6.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental por auxiliar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas (PLATAFORMA TODA MATÉRIA, 2015)

De acordo com a legislação federal Resolução nº 20 do CONAMA (1986), as influências do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais são devido a seus efeitos sobre a fisiologia das inúmeras espécies. Sendo o efeito indireto muito importante podendo também determinadas condições de pH influenciam para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições

de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

2.6.4 Nitrogênio

Segundo Libâneo (2005), o nitrogênio pode ser encontrado em diversas formas no ambiente aquático, sendo elas: nitrogênio orgânico na forma particulada ou dissolvida (ureia e aminoácidos); nitrogênio molecular, sujeito a constantes perdas para a atmosfera; amônia na forma não ionizada ou como íon amônio; nitrito e nitrato.

2.6.5 Fósforo

De acordo com a Agência Nacional de Água - ANA (2016), o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas pode ser considerada também uma fonte de fósforo para os corpos d'água. E dentre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal.

2.6.6 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido por serem consumidos no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L^{-1} , exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro (ANA, 2016).

2.6.7 Coliformes Fecais

A definição da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera. Os microrganismos patogênicos

podem ser de vários tipos, como bactérias, vírus e protozoários, sendo introduzidos nas águas com a matéria fecal provenientes dos esgotos sanitários (CETESB, 2008).

2.6.8 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio de uma água se expressa na necessidade de oxigênio que se faz necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição por meio de bactérias aeróbicas para uma forma inorgânica estabilizada (Motta, 1996). Segundo a resolução 357/2005 do CONAMA o índice permitido para esse parâmetro, águas de classe dois, tem que ser menor que 5 mg.L⁻¹.

A DBO tem origem na matéria orgânica vegetal e animal, micro-organismos, despejos industriais e domésticos. A DBO e a DQO são os parâmetros de maior importância na análise do grau de poluição de um recurso hídrico, pois elas retratam o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água, sendo um indicador do consumo do oxigênio dissolvido (SPERLING, 2005).

2.6.9 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Impurezas presentes na água colaboram para a carga de sólidos, com exceção de gases dissolvidos. A classificação dos sólidos é feita de acordo com o seu tamanho e suas características químicas. Em relação ao tamanho são classificados em sedimentáveis, em suspensão, coloides e dissolvidos, já em relação às características químicas são voláteis e fixos (PADUA; FERREIRA, 2006).

Em relação aos recursos hídricos, os sólidos podem prejudicar os peixes e a vida aquática. Eles podem reter resíduos orgânicos e bactérias no fundo dos rios causando a decomposição anaeróbica. Os sólidos podem também sedimentar-se nos leitos dos rios fazendo com que organismos que fornecem alimentos sejam destruídos, e também podem prejudicar os leitos de desova dos peixes. A causa da corrosão em sistemas de distribuição e o sabor das águas estão interligados aos altos teores de sais minerais presentes nos mesmos (AMORIM; MOTA; DE JESUS, 2014).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão São João no município de Porto Nacional - Tocantins, através da determinação do índice de qualidade de água – IQA CETESB.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar análises laboratoriais dos parâmetros indicadores da qualidade da água para os respectivos pontos;
- Calcular o Índice de Qualidade de Água IQA.
- Comparar os índices calculados com os índices de padrões aceitáveis pela legislação e literatura técnica.

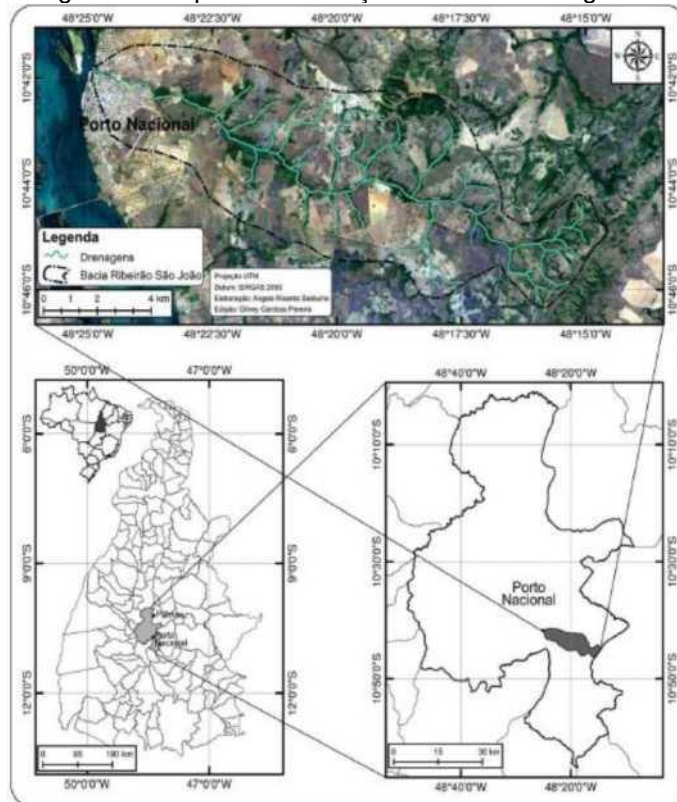
4. METODOLOGIA

A pesquisa será baseada no estudo de caso onde serão realizados levantamentos *in loco*, sobre uso e ocupação da bacia hidrográfica, como forma de diagnosticar a situação atual, realizando a análise da água através de exames físico-químicos e microbiológicos, de acordo com os métodos descritos em Standard Methods (APHA, 2005), tendo como finalidade o cálculo do IQA da bacia hidrográfica do Ribeirão São João de acordo com o CETESB.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Ribeirão São João, possui área de aproximadamente 82 km², que está localizada 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- TO (Fig. 5), com sua foz dentro da área urbana, sendo contribuinte direto do Rio Tocantins.

Figura 5 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica



Fonte: BALDUINO, 2017.

O Ribeirão São João possui sua nascente na zona rural, Fazenda Pilões (coordenadas S 10°46'08" e W 48°15'57"), com sentido para o município de Porto Nacional, atravessando várias propriedades rurais e alguns bairros representativos, tais como: Jardim Querido, Jardim Umuarama, Santa Helena e Vila Nova, com sua foz (coordenadas S 10°42'10" e W 48°23'47") no lago do rio Tocantins (BALDUÍNO, 2016).

4.2 METODOLOGIA DE CAMPO

A metodologia de campo para coleta de amostras será realizada conforme a NBR 9897 para a demarcação dos pontos e a NBR 9898 para coleta de amostras. Para início de estudo, serão definidos 3 (três) pontos de coleta para análise.

Para a determinação do IQA CETESB (Índice de Qualidade de Água), os parâmetros que serão analisados são:

- Temperatura da água (°C);
- Oxigênio Dissolvido (OD)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);
- Potencial Hidrogeniônico (pH);
- Turbidez;
- Condutividade Elétrica
- Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)
- Nitrogênio Total
- Fósforo Total
- Coliformes Fecais

4.2.1 Coleta das amostras de água

As amostras de água para a realização das análises serão coletadas semanalmente no período de seis semanas em três pontos diferentes, entre os meses de fevereiro a abril de 2018, utilizando recipientes de 100ml para as microbiológicas e de 2000ml para as físico-químicas, em seguida serão etiquetadas 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 Ambiental, Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Campus Palmas - TO.

No total serão coletadas 18 amostras de água (microbiológica e físico-químicas), sendo seis amostras correspondentes a cada ponto.

4.3 METODOLOGIA LABORATORIAL

As análises a seguir serão realizadas conforme Standard Methods (APHA, 2007), no laboratório do IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, utilizando os respectivos materiais e métodos de aplicação.

4.3.1 Análise de turbidez

Irá 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.

4.3.2 Análise de condutividade elétrica

Irá calibrar o condutrometro com o padrão de 145,5 ps/cm. Colocará a amostra no béquer e introduzir-se o eletrodo para se fazer a leitura da condutividade elétrica.

4.3.3 Análise de potencial hidrogeniônico – Ph

Inicialmente calibrar o pHmetro com os tampões de pH 4 e 7. Após, a amostra será colocada no béquer e será inserido o eletrodo para fazer a leitura do pH.

4.3.4 Análise de temperatura

Será introduzido o termômetro digital diretamente no trecho do ribeirão onde será realizada a medição da temperatura da água.

4.3.5 Análise de coliformes totais e coliformes fecais

Será adicionado o reagente (Colilert) a 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 realizará 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 para se determinar o NMP de Coliformes totais e Coliformes Fecais.

As demais análises de sólidos dissolvidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total e fósforo total serão realizadas no LAMBIO - Laboratório de Microbiologia Ambiental, conforme Standard Methods (APHA, 2005).

4.3.6 Cálculo IQA CETESB

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

Equação (1):

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

Onde:

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

qi - qualidade do i-esimo 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-esimo 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 (2):

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

Em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo de IQA

A classificação da qualidade da água foi estabelecida conforme os valores de ponderação, onde o resultado enquadra-se em uma categoria, podendo ser de ótima a péssima, conforme o Quadro 1.

QUADRO 1- Classificação do IQA (CETESB)

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 41$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2012).

5 ORÇAMENTO

QUADRO 2- Gastos em recursos materiais

Quadro com Recursos Materiais			
ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNTARIO	VALOR TOTAL (R\$)
IMPRESSÃO DO ARTIGO	1	R\$ 7	R\$ 7
IMPRESSÃO TCC 1	1	R\$ 150	R\$ 150
ANÁLASES	1	R\$ 7.470,00	R\$ 7.470,00
COMBUSTÍVEL	100	R\$ 3,99	R\$ 399
SUB TOTAL			R\$ 8.026,00

6 CRONOGRAMA

QUADRO 3- Cronograma do Projeto de Pesquisa

	2017/2				2018/1			
Etapas	8	9	10	11	2	3	4	5
Escolha do tema								
Elaboração do Projeto								
Revisão Bibliográfica								
Apresentação do Projeto								
Coleta de amostras								
Análise e Discussão dos dados								
Revisão da Monografia								
Submissão da Monografia								
Apresentação da Monografia								

7 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se do presente trabalho, que por meio das análises a serem realizadas, as águas da bacia hidrográfica do Ribeirão do São João estejam de acordo com os padrões de qualidade, determinados pela legislação ambiental e literatura técnica.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. L. G.; MOTA, N. T.; JESUS, E. H. A.. **Avaliação ambiental com o uso de indicadores em unidades de conservação: estudo de caso no parque do sabia**, Uberlândia-MG, 2014.

ANA- Agência Nacional de Águas. **Parâmetros de qualidade da água**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 18 de Out .2017.

APHA, Awwa. WEF, 2005. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, v. 21, p. 258-259, 2005

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCIO, V. **Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo**. *Revista do Instituto Florestal de São Paulo*, São Paulo,v.10, n.2, p.185-96, 1998.

BENETTI, A.; BIDONE, F..O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. p.849-875.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M..Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. p.177-241.

BORDAS, M. P.; SEMMELMAN, F. R.. Elementos de engenharia de sedimentos. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. p.915 - 943.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BURKHARDT-HOLM, P. **How hormonally active substances in our environment affect humans and wildlife – What do we know and what can be done**. On the Water Front, 2011.

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. Apêndice A**. São Paulo: CETESB, 2009.

COMPANHIA, DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2007. **São Paulo: CETESB**, v. 2, 2007.

CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 274**, de 29 de novembro de 2000. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 2000.

d' AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. C. ; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 16(3):791-798, jul-set, 2000.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. **Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, são paulo, Brasil**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

FRANCO, R. M. B. **Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública**. Rev Panam Infectol 2007;9(1):36-43. Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil, 2007.

GASTALDINI, M. C. C.; MENDONÇA, A. S. F. Conceitos para avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. (Org.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. rev. e aum. Porto Alegre: Associação Brasileira de recursos hídricos – ABRH, 2003. p.428 – 451.

GRASSI, M. T. As Águas do Planeta Terra. Edição especial. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, mai. 2001. p.31-40.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Edgard Bluncher, 2013. p.213-220.

HELLER, L.. Abastecimento de água, sociedade e ambiente. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: ISNB, 2012.

LANNA, A. E.. Gestão dos recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. p.727-768.

LEAL, F. C. T. **Sistemas de saneamento ambiental**. Juiz de Fora: UFJF, 2008.

LIBÂNEO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005. p.25-78.

LOPES, L. G. et al. **Estrogênios em águas naturais e tratadas da região de Jaboticabal** – São Paulo. Quim. Nova, v. 33, n. 3, 2010.

MARQUEZI, M. C.; GALLO, C. R.; DIAS, C. T. S. Comparação entre métodos para análise de coliformes totais e *E.coli* em amostras de água. **Revista Inst. Adolfo Lutz**. São Paulo, vol. 69, nº3, 2010. p. 291 – 296.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 2914. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. 12 de dezembro de 2011.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Revista Saúde Pública. Corumbá, 2002.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos. 1996.

PADUA, Valter Lucio de; FERREIRA, Andrea Cristina da Silva. Qualidade da água para consumo humano. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, p. 153-222, 2006.

PLATAFORMA TODA MATÉRIA. **Ciências**. 2015. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/geografia/>>. Acesso em: 16 out. 2017.

PEREIRA, V.P. **Solo: manejo e controle de erosão hídrica**. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56 p.

PHILIPPI JR, A.; SILVEIRA, V. F. **Controle da qualidade das águas**. In: PHILIPPI JR, A. (E.). Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. p.415-438.

PROSAB. **Uso racional da água em edificações**. GONÇALVES, R. F. (Coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2006. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>. Acesso em: 15 de setembro de 2017.

SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce: Um levantamento**. UNESCO. Brasília: vol. 3, 2001. 14 p

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. 2. ed. rev. e ampl. São Carlos: RiMa, 2007. 153 p.

SILVA, E. F. L. P., et al. Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, n. 3, p. 371-381, jun./set. 2011.

SILVA, N. M. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. p. 15 - 48.

SILVEIRA, A. L. L..Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. p.35-51.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidades das águas e ao tratamento de esgoto**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

SPERLING, M. V. **Principios do tratamento biologico das aguas residuarias**. Editora Segrac. Belo Horizonte, 2005.

TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2013.

TUCCI, C.E.M. Usos e impactos dos recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Qualidade Ambiental)/ Rhama Consultoria Ambiental, 2006.

TUNDISI, J.G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p.

VAZHEMIN, I.G. **Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia**. *Soviet Soil Science*, Silver Spring, v.4, n.1, p.90-101, 1972.

ANEXOS