



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

**ISABELA AMORIM ANDRADE  
VITOR MATEUS PAIVA PEDREIRA**

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

**PORTO NACIONAL - TO  
2017**

**ISABELA AMORIM ANDRADE  
VITOR MATEUS PAIVA PEDREIRA**

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

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Instituto Presidente Antônio Carlos Porto LTDA, como requisito para obtenção do título em Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Hidrologia.  
Orientador: Prof. Me. Ângelo Ricardo Balduino.

**PORTO NACIONAL - TO  
2017**

**ISABELA AMORIM ANDRADE  
VITOR MATEUS PAIVA PEDREIRA**

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

Monografia, apresentada ao Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto ITPAC/FAPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Professor Me. Ângelo Ricardo Balduino e, submetido à avaliação da Banca Examinadora em \_\_\_\_\_ de 2017.

Banca Examinadora

---

Professor Me. Ângelo Ricardo Balduino.  
(Orientador)

---

Professora Me. Sílvia Souto

---

Professora Diogo Pedreira

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos essa monografia primeiramente a Deus, que iluminou nosso caminho até aqui, nos encorajando e dando forças para continuar. Aos nossos familiares e amigos que sempre acreditaram em nós e para todas as pessoas que de alguma forma nos ajudaram a chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, por ter nos ouvido nos momentos difíceis, pela saúde para que pudéssemos chegar até aqui.

Aos nossos pais que não mediram esforços para que nós realizássemos esse sonho. A todos os familiares que depositaram confiança em nós, foram muito essenciais nessa jornada.

Aos amigos, e às outras pessoas que compartilharam conosco momentos felizes e tristes e nos ajudaram em cada etapa.

Agradeço a todo corpo docente da instituição por colaborarem para nosso crescimento pessoal e profissional, em especial ao professor Me. Ângelo Ricardo pelas orientações para realização desse trabalho.

## RESUMO

Enfrentamos um grande problema na atualidade que é a poluição dos recursos hídricos, ocasionando assim 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. Portanto essa pesquisa promoveu um estudo das águas do Ribeirão São João, recurso hídrico de suma importância para o município de Porto Nacional- TO por atender as demandas da cidade em relação a abastecimento, pesca, lazer, dentre outros. O estudo foi dirigido em três etapas: estudo e demarcação de três pontos da bacia hidrográfica, metodologia de campo e depois metodologia laboratorial. Os parâmetros que foram analisados são: temperatura, oxigênio, pH, nitrogênio total, fósforo total, condutividade elétrica, coliformes totais, sólidos totais e turbidez. O trabalho tem o objetivo de examinar a qualidade da água, verificando se a mesma dispõe dos parâmetros necessários determinados pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

**Palavras-chave:** Recurso Hídrico. Ribeirão São João. CONAMA.

## ABSTRACT

We face a major problem at the present time that is the pollution of water resources, thus causing loss of water quality. Quality monitoring is of paramount importance for obtaining physical, chemical, biological and ecological information on water resources through sampling. Therefore, this research promoted a study of the waters of Ribeirão São João, a water resource of great importance for the municipality of Porto Nacional-TO, to meet the demands of the city in relation to supply, fishing, leisure, among others. The study was conducted in three stages: study and demarcation of three points of the river basin, field methodology and then laboratory methodology. The parameters that were analyzed were: temperature, oxygen, pH, total nitrogen, total phosphorus, electrical conductivity, total coliforms, total solids and turbidity. The objective of the study is to examine the quality of the water, verifying if it has the necessary parameters determined by Resolution 357/2005 of the National Environmental Council (CONAMA).

**Keywords:** Water Resource. Ribeirao Sao Joao. CONAMA.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João .....	25
Figura 2 - Pontos de coletas.....	28
Figura 3 - Primeiro ponto de coleta Faz. Pilões.....	29
Figura 4 - Segundo ponto de coleta Represa da Odebrecht/Saneatins .....	29
Figura 5 - Terceiro ponto de coleta Praia do Formigueiro .....	30
Figura 6 - Temperatura na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	34
Figura 7 - OD na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017. ....	36
Figura 8 - DBO na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	37
Figura 9 - pH na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 ..	39
Figura 10 - Turbidez na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	40
Figura 11 - Sólidos dissolvidos totais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	41
Figura 12 - Nitrogênio total na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	43
Figura 13 - Fósforo total na água nos três pontos em estudo, de agosto a outubro de 2017 .....	44
Figura 14 - Coliformes fecais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	45

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso. ....	18
Quadro 2 - Coordenadas dos pontos de coleta de água para análise do Ribeirão São João em Porto Nacional, Tocantins.....	28
Quadro 3 - Classificação do IQA (CETESB) .....	33
Quadro 4 - Média da temperatura na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	34
Quadro 5 - Relação entre temperatura e vida aquática.....	35
Quadro 6 - Média do OD na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	36
Quadro 7 - Média do DBO na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	37
Quadro 8 - Média do pH na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	38
Quadro 9 - Média da turbidez na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	40
Quadro 10 - Média de sólidos dissolvidos totais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	41
Quadro 11 - Média do nitrogênio total na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	42
Quadro 12 - Média do fósforo total na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	44
Quadro 13 - Média de coliformes fecais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017 .....	45
Quadro 14 - Índice de Qualidade da Água (IQA CETESB) .....	46

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1.	ESCASSEZ DA ÁGUA .....	13
2.2.	USO MÚLTIPLO DA ÁGUA .....	14
2.3.	DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO .....	15
2.4.	MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA .....	16
2.5.	PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA CETESB .....	17
2.5.1	<b>Oxigênio Dissolvido (OD).....</b>	<b>18</b>
2.5.2	<b>Temperatura da Água.....</b>	<b>19</b>
2.5.3	<b>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....</b>	<b>20</b>
2.5.4	<b>Potencial Hidrogeniônico (pH) .....</b>	<b>20</b>
2.5.5	<b>Turbidez.....</b>	<b>21</b>
2.5.6	<b>Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....</b>	<b>22</b>
2.5.7	<b>Nitrogênio Total .....</b>	<b>22</b>
2.5.8	<b>Fósforo Total.....</b>	<b>23</b>
2.5.9	<b>Coliformes Fecais (CF).....</b>	<b>23</b>
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>25</b>
3.1.	OBJETIVO GERAL .....	25
3.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	25
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
4.1.	ÁREA DE ESTUDO.....	25
4.2.	DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA .....	27
4.3.	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA .....	27
4.4.	METODOLOGIA DE CAMPO .....	27
4.5.	COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA .....	31
4.6.	METODOLOGIA LABORATORIAL .....	31
4.6.1.	<b>Análise de turbidez.....</b>	<b>31</b>
4.6.2.	<b>Análise de potencial hidrogeniônico – Ph.....</b>	<b>31</b>
4.6.3.	<b>Análise de temperatura .....</b>	<b>32</b>
4.6.4.	<b>Análise de coliformes totais e coliformes fecais .....</b>	<b>32</b>
4.7.	CÁLCULO IQA CETESB.....	32
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCURSÕES .....</b>	<b>34</b>
5.1.	VARIÁVEIS ANÁLISADAS .....	34
5.1.1	<b>Temperatura da água .....</b>	<b>34</b>
5.1.2	<b>Oxigênio dissolvido .....</b>	<b>35</b>
5.1.3	<b>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....</b>	<b>37</b>
5.1.4	<b>Potencial Hidrogeniônico (pH) .....</b>	<b>38</b>
5.1.5	<b>Turbidez .....</b>	<b>39</b>
5.1.6	<b>Sólidos dissolvidos totais .....</b>	<b>40</b>
5.1.7	<b>Nitrogênio Total .....</b>	<b>42</b>
5.1.8	<b>Fósforo Total .....</b>	<b>43</b>
5.1.9	<b>Coliformes Termotolerantes Totais .....</b>	<b>45</b>
5.2.	ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA/CETESB).....	46
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a preservação da vida. Nos últimos anos percebe-se uma grande preocupação em relação à quantidade e qualidade da água disponível. Contemporaneamente seu valor movimenta grande parte da economia global, pelo trabalho gerado a empresas responsáveis pela captação da água nas fontes, tratamento e entrega a população com qualidade. Com o crescimento da população e das atividades econômicas, muitos lugares se limitam ao seu desenvolvimento gerado pela insuficiência da água (CETESB, 2007).

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).

Apesar da grande quantidade de bacias no mundo, a água para consumo humano está em pequena quantidade, mas o fator preocupante está ligado a uma carência de água para atender algumas demandas que necessitam de uma qualidade mínima, levando em conta a disponibilização local. Embora sejam feitas políticas públicas voltadas a conscientização da população para que sejam feitos um uso racional da água, a sociedade não se preocupa as consequências futuras e acaba poluindo os meios hídricos e desperdiçando água.

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 física, enquadrando um corpo d'água em classes ou para efeitos de fiscalização. O Ribeirão São João está localizado no estado tocantinense, 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, com grande potencial hidrelétrico, no município de Porto Nacional.

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. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. ESCASSEZ DA ÁGUA

A sobrevivência dos seres humanos pode ser afetada por causa de um dos grandes problemas mundiais que é a falta de água. Fatores que podem contribuir para a escassez de água no planeta é o desperdício, uso desordenado e o crescimento da solicitação (TOMAZ, 2010).

De acordo com Rebouças (2003) o Brasil é um dos países mais ricos na quantidade de água doce do mundo e mesmo assim as cidades enfrentam crises de abastecimento, dessas até mesmo as que localizam na região norte, onde estão próximas de 80% das descargas dos rios, passam por essa crise. Essa escassez em diversas regiões é resultado do desequilíbrio da distribuição demográfica, agrícola e industrial e a concentração de água (TOMAZ, 2010).

No passado a escassez da água era uma hipótese para as regiões áridas, a qual assume uma importância em todas as regiões do mundo. Os recursos hídricos, no contexto atual, provavelmente será um limitador para o crescimento humano, mas ele acaba sendo visto como sinônimo de desenvolvimento (ANDREOLI, 2000).

Vem acontecendo com os ciclos hidrológicos grandes modificações, por causa da forma que os recursos hídricos são utilizados, que é de forma maior e mais rápida, diminuindo assim seu volume. As barragens, por exemplo, aumenta à taxa de evaporação, a construção de canais para lazer causa desequilíbrio nos recursos e o uso excessivo para irrigação reduz o volume dos rios e lagos (TUNDISI, 2003).

O ser humano, há séculos, sabe diferenciar a água limpa da água suja através do sabor e odor, mesmo sem aderir nenhum conhecimento indispensável (Paterniani, 1986). Uma boa parte da população mundial não tem acesso à água potável, apenas um bilhão de pessoas tem esse privilégio. Cerca de 20% dos sistemas de água do mundo, é que são responsáveis pelo abastecimento de grande parte da população e por manter o desenvolvimento sustentável dos ecossistemas, encontrando-se sob condições de escassez.

Rios, lagos e aquíferos estão diminuindo cada vez mais seu volume e estão se tornando poluídos para consumo humano (JACOBI, 2015).

Nos países desenvolvidos os índices de perdas totais de água tratada e inseridos nas redes de distribuição variam de 5% a 15%, enquanto no Brasil esse valor equivale de 40% a 60%. Ainda vale ressaltar que 40 milhões dos brasileiros não recebem a água de forma regular, não podendo confiar em sua qualidade que chegam para o consumo tendo também como problemática o seu fornecimento irregular. É vergonhoso para um país que tem disponibilidade de água doce de aproximadamente 34 mil m<sup>3</sup>/hab/ano por rios que nunca secam e que ainda classifica o Brasil como membro das nações unidas, na escala de países ricos em água doce do mundo (REBOUÇAS, 2003).

Portanto é possível verificar que o Brasil é um país privilegiado por causa da sua abundância em recursos hídricos, porém não podendo deixar de analisar o excessivo desperdício. A previsão de escassez da água é para o ano de 2020 e alguns estudiosos estão preocupados, pois essa problemática pode provocar graves problemas na saúde pública por causa da provocação da crise hídrica (MORAES e JORDAO, 2002).

## 2.2. USO MÚLTIPLO DA ÁGUA

A água é uma fonte de grande importância de distribuição na crosta, cobrindo cerca de 70% da mesma. Ela é essencial e indispensável para a sustentação da vida, não só por causa das suas características específicas, mas pelo fato de que o metabolismo não funciona sem sua ação direta ou indireta. Então é indispensável que a água esteja em quantidade e qualidade adequada para futuro uso no ambiente (ESTEVES, 2011; BRAGA 2002; REBOUÇAS, 2002).

Não existe na natureza a água absolutamente pura, e para o consumo humano é necessário que ela seja potável (livre de bactérias patogênicas e de contaminantes orgânicos e inorgânicos), ausente de sabor para consumo e que possa atender atividades domésticas e industriais (RICHTER, 2009).

A água é um recurso de abastecimento que não pode ser separada da história da humanidade. Ela atende o abastecimento populacional que são as necessidades fisiológicas, preparação de alimentos e limpeza, e também mantém a agricultura, irrigando as culturas (HELLER, 2006). Esses dois meios de utilização da água, estão associados a um tratamento prévio por causa dos seus requisitos que são mais exigentes (SPERLING, 2005).

Apesar de que as fontes hídricas sejam abundantes, a distribuição da água não é feita de forma correta, fazendo com que reduza a sua disponibilidade superficial (BERNADI, 2003). Segundo WMO (1997), o consumo de água cresceu seis vezes mais entre os anos de 1900-1995, valor esse que resulta em mais que o dobro do crescimento populacional e que só vem a aumentar por causa dos setores residências, agrícolas e industriais.

De acordo com Heller (2006), ao longo do tempo é possível notar que a demanda da água vem crescendo no Brasil, sendo ela causada por:

- ◆ Aumento acelerado da população nas últimas décadas, sobretudo nas áreas urbanas em especial nas regiões metropolitanas e cidades de médio porte, embora em ritmo decrescente;
- ◆ Incremento da industrialização, aumentando a demanda por água em núcleos urbanos;
- ◆ Aumento do volume de perdas de água em muitos sistemas de abastecimento, fruto da obsolescência de redes e de baixos investimentos.

Seguindo a Lei Federal 9433/1997 no artigo 1º, § I diz que a água é um bem público e § III em situações de escassez, o consumo humano e a dessedentação de animais tem uso prioritário dos recursos hídricos. A bacia hidrográfica do Ribeirão São João é a responsável pelo abastecimento da população de Porto Nacional- TO, essa que equivale a 71% da demanda hídrica e para os animais corresponde a 2% (TOCANTINS, 2012).

A demanda hídrica do Ribeirão São João para irrigação equivale a 14%, valor esse que no mundo corresponde a 70%. As águas do Estado do Tocantins realizam um papel fundamental para a produção agrícola e a pecuária, o município de Porto Nacional- TO tem uma alta representatividade nessa produção (TOCANTINS 2012).

### 2.3. DEGRADAÇÃO E FONTES DE POLUIÇÃO

Verifica-se que a água disponível para abastecimento da população é cerca de 0,8%. Sendo 3% desta parcela águas superficiais, de extração mais fácil,

os 97% restantes consistem em águas subterrâneas. Esses valores destacam a importância de se preservarem os recursos hídricos no mundo (SPERLING, 2005).

Com a crescente degradação das bacias hidrográficas, o meio aquático vem sendo alvo de uma vasta diversidade e quantidade de poluentes resultantes de ação antrópica, seja pelo ar, solo ou diretamente nas bacias. Dessa forma a ação do homem contribui direta ou indiretamente para prejuízos aos seres vivos, perigo para a saúde humana, uma vez que essa é abastecida pela bacia poluída, efeitos negativos a atividades de lazer, e prejuízo à qualidade da água respeitando ao uso na agricultura, indústria, entre outras atividades (MEYBECK & HELMER, 1996).

Para Bassoi (2005), a poluição dos recursos hídricos se dá por prejudicar um ou mais de seus usos preestabelecidos através da alteração das características físicas, químicas e biológicas.

Percebe-se que a agricultura gera grande impacto sobre a qualidade das águas, tanto superficial quanto subterrâneas. A eutrofização de rios, lagos e represas é consequente dos usos excessivos de fertilizantes na agricultura, que combinados com alterações de drenagem podem elevar os índices de estado trófico (TUNDISI, 2008).

As águas que abrangem os efluentes domésticos são chamadas de águas residuais, sendo responsável pela maior fonte artificial de poluição pontual em corpos hídricos. Essa forma de poluição se caracteriza pela forma concentrada que os poluentes atingem determinado corpo d'água. As cargas difusas são geradas em grandes áreas e chegam aos corpos de água de forma distribuída, dificultando assim sua identificação e controle (LIMA et al., 2016).

#### 2.4. MONITORAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento e qualidade da água são de suma importância para gestão de recursos hídricos, pois é possível à aquisição de informações e formas de uso da água nas bacias hidrográficas. O meio em que a água se encontra é um elemento que gera muita influência nos elementos presentes no corpo hídrico, como influência do solo, do clima, da geologia, geomorfologia, da vegetação, dos ecossistemas aquáticos, do homem, variações temporais e espaciais decorrentes de processos internos e externos ao corpo d'água (MEYBECK E HELMER, 1996).

O monitoramento prevê o levantamento de dados através da determinação de pontos de amostragem selecionados previamente, com muito estudo e avaliação para obter informações ou comportamentos de um conjunto de variáveis, acompanhando em um determinado período as condições de qualidade da água (DERISIO, 1992).

Quando se fala de qualidade da água, deve-se lembrar para que fim a água é destinada, balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática. O sistema de avaliação da qualidade da água deve seguir os seguintes critérios: concentrações, espécies e substâncias contidas na água, composição, estado da biota aquática, mudanças temporais e espaciais, tendo como objetivo principal manter o ambiente abordado com seus componentes e funcionalidades (PRATA, 1997).

Ações conjuntas de monitoramento para controlar a qualidade da água, estudos conjuntos para avaliação dos usos do solo na contaminação e degradação das bacias e realização de programas de capacitação conjunta de gestores de recursos hídricos são ações desenvolvidas e quem tem estimulado políticas públicas de longo prazo para gestão dessas bacias (TUNDISI, 2008).

## 2.5. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA IQA CETESB

Devido à preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, foram desenvolvidos os índices e os indicadores ambientais, esse processo necessita de um grande número de informações complexas. Em outro cenário, os indicadores se tornaram essenciais em políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos (CETESB, 2015).

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970 pela National Sanitation Foundation nos Estados Unidos, em 1975 foi adotado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). No decorrer dos anos, outros estados brasileiros adotaram o IQA, que atualmente é o principal índice de qualidade da água utilizado no país. Seu principal objetivo é a avaliação da qualidade da água bruta, visando o abastecimento populacional, após ser tratada. É composto por nove parâmetros que foram fixados de acordo com sua importância para a conformação da qualidade da água, como mostra no quadro a seguir (ANA, 2015).

Quadro 1- Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.

Parametros	Unidade	Peso(wi)
CF	NMP/100ml	0,15
Ph	-	0,12
DBO5	mg/L	0,10
Nitrogenio total	mgN/L	0,10
Fosfato total	mgPO4/L	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	UNT	0,08
Solidos totais	mg/L	0,08
OD	%saturação	0,17

Fonte: CETESB (2012).

### 2.5.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio é um dos mais importantes gases dissolvidos na água na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. As fontes principais de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Já as perdas se dão pela decomposição da matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração de organismos e oxidação de íons metálicos, como o ferro e manganês (ESTEVEZ, 1998). Em casos que o oxigênio é totalmente consumido, irá gerar maus odores no corpo hídrico (SPERLING, 2005).

Devido à diferença de pressão parcial, o oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais. Esse mecanismo é representado pela lei de Henry que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura:

$$C_{SAT} = a \cdot p_{gas}$$

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

A solubilidade do oxigênio diminui com o aumento da salinidade e da temperatura. O oxigênio dissolvido pode ser expresso em mg/L ou em termos de percentual de saturação. Níveis inferiores a 80% de saturação em águas destinadas

para consumo humano podem gerar gosto e odor. Variações no OD podem ocorrer sazonalmente, ou num mesmo dia, em relação à temperatura e a atividade biológica. A respiração biológica, levando em conta àquela relacionada aos processos de decomposição, reduz a concentração de OD. O OD é um parâmetro muito importante na determinação da qualidade da água, uma vez que o oxigênio é envolvido em quase todos os processos biológicos e químicos nos corpos d'água. Concentrações abaixo de 5 mg/L podem afetar o funcionamento das comunidades biológicas, e valores abaixo de 2 mg/L pode levar a morte de peixes (FERREIRA E PADUA, 2006).

Águas destinadas ao abastecimento populacional devem ter concentrações de OD iguais ou superiores a 5 mg.L<sup>-1</sup> (CONAMA, 2005).

Uma fonte importante de oxigênio nas águas, se dá por meio da fotossíntese das algas. A turbidez e a cor elevada dificultam a penetração da luz fazendo assim com que poucas espécies resistam a condições graves de poluição e consigam sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é possível após a decomposição da matéria orgânica realizada pelas bactérias ter ocorrido, e após terem sido desenvolvidos protozoários que além de decompositores, consomem bactérias, deixando a água mais clara (CETESB, 2009).

### **2.5.2 Temperatura da Água**

A água tem como principal fonte de calor a radiação solar. Pode ocorrer alguma transferência de calor do ar e dos sedimentos, mas se comparada à absorção direta da radiação solar, essa entrada é pequena. Então a temperatura é uma medição de intensidade e não de calor (WETZEL E LIKENS, 2000).

Águas com temperaturas altas aumentam o potencial de crescimento de microrganismos no sistema de distribuição, e dessa forma pode aumentar a sensação de gosto e odor, além da cor e corrosão. Para ingerir, é necessário que a água esteja entre a temperatura de 5°C a 15°C (FERREIRA E PADUA, 2006).

A temperatura é muito importante para investigação de um ecossistema aquático, pois influencia o metabolismo dos organismos afetando processos como fotossíntese, respiração, decomposição, velocidades das reações químicas e biológicas, e solubilidade dos gases na água. As elevações de temperatura

aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam a taxa de transferência de gases (SPERLING, 2005).

### **2.5.3 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<sup>-1</sup>.

A DBO é considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um intervalo de tempo numa temperatura específica. Exemplificando DBO<sub>5,20</sub>, representa que o período de tempo equivale a 5 dias, a uma temperatura de incubação de 20 °C. A DBO se torna alta quando ha um grande despejo de origem orgânica nos corpos d'água, podendo levar ao esgotamento do oxigênio e consequentemente a morte dos peixes (CETESB, 2013).

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).

### **2.5.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O potencial hidrogeniônico (pH) da água representa a concentração de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>), indicando sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O pH é medido de 0 a 14. Os constituintes responsáveis são os sólidos e gases dissolvidos. Os ácidos tem baixo valor corrosivo e agressivo, enquanto valores altos geram incrustações. As condições ácidas são expressas com pH<7, as alcalinas o pH>7, e quando o pH=7 significa neutralidade (SPERLING, 2005).

A chuva geralmente apresenta pH entre 5 e 6, o que representa pH ácido, e pode interferir no pH dos ecossistemas aquáticos. O efeito das águas da chuva sobre o pH das águas continentais fica evidente quando esta tem baixa alcalinidade (ESTEVES, 1998).

O pH é um parâmetro essencial no processo de coagulação durante o tratamento da água. O condicionamento final da água pode exigir correção do pH para evitar problemas de corrosão ou incrustação. O pH é muito importante no controle de desinfecção (FERREIRA E PADUA, 2006).

A resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estipula limites para águas de Classe Dois, sendo valores de 6 a 9.

### **2.5.5 Turbidez**

A turbidez se conceitua como a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água. Causada por partículas sólidas que estão em suspensão (OLIVEIRA, 2013).

A origem dessas partículas pode ser de forma natural, ou seja, argila, silte, matéria orgânica, algas e outros microrganismos, e podem ser de forma antropogênica, sendo provenientes de descargas de esgoto doméstico e industrial (RICHTER, 2009).

A erosão das margens dos rios causada pelo mau uso do solo é um exemplo de fenômeno que aumenta a turbidez das águas, e que exige uma alteração na dosagem dos coagulantes nas Estações de Tratamento de Águas (CETESB, 2009).

Em águas turvas, pode acontecer de microrganismos prejudiciais ao consumo humano ficarem revestidos pelas partículas de turbidez, ficando dessa forma protegidos do desinfectante (SAWYER, 1994).

As legislações mundiais estabeleceram valores máximos permitidos, no Brasil, a resolução 357/05 CONAMA fixa valores de turbidez de acordo com o uso da água. Valores de turbidez menores que 1,0 NTU<sub>6</sub> (unidades de turbidez) na água tratada, significa ter uma água boa com redução de sólidos suspensos e redução de bactérias (BRANCO e ROCHA, 1977).

### **2.5.6 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 (FERREIRA E PÁDUA, 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).

### **2.5.7 Nitrogênio Total**

O nitrogênio por fazer parte da formação de proteínas do meio aquático, acaba sendo um dos principais componentes no metabolismo de ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). Neste meio ele pode ser encontrado em diversas formas, como: amônia ( $\text{NH}_3$ ), amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrogênio molecular ( $\text{N}_2$ ), nitrogênio orgânico dissolvido e nitrogênio orgânico em suspensão (SPERLING, 2005).

A forma em que o nitrogênio é encontrado em um corpo d'água pode fornecer indícios sobre o estágio da poluição, essa que pode ser encontrada associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia que indica que é uma poluição recente, ou associada ao nitrogênio na forma de nitrato que é uma poluição antiga (SPERLING, 2005).

Segundo ANA (2015), para os seres humanos os nitratos são compostos tóxicos que em alta acumulação pode causar uma doença que é letal para crianças, chamada metahemoglobinemia infantil.

De acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA:

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lenticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referenda.

### **2.5.8 Fósforo Total**

O fósforo é um composto importante para os processos biológicos, porém o uso excessivo pode causar prejuízo na qualidade da água. Ele é um elemento importante para o crescimento das algas, porém a alta concentração causa o crescimento exagerado desses organismos (eutrofização). Na natureza, o fósforo, é resultado da dissolução dos solos e decomposição da matéria orgânica e ele está presente em sólidos em suspensão e sólidos solutos. Já seu resultado de acordo com a atuação humana é por causa do uso de fertilizantes, detergentes, despejos domésticos e indústrias, e excrementos animais (DANELON, NETTO E RODRIGUES, 2012).

O fósforo é um nutriente responsável pelo crescimento dos organismos, esses que fazem com que a matéria orgânica presente na água se fortaleça, participando assim nos processos de fotossíntese, reprodução e respiração celular (PARRON et al., 2015).

Segundo Sperling (2005) para tratamentos de águas residuais o lançamento de efluentes em represas por causa da eutrofização, o P total se limita entre 1,0 a 2,0 mg/l; em corpos d'água os valores de P total servem como indicativos aproximados do estado de eutrofização de lagos que são:  $P < 0,01 - 0,02$  mg/l, não eutrófico;  $P$  entre 0,01-0,02 e 0,05 mg/l, estágio intermediário;  $P > 0,05$  mg/l, eutrófico.

### **2.5.9 Coliformes Fecais (CF)**

Os coliformes fecais são um grupo de bactérias indicadoras da poluição através de esgotos urbanos ou dejetos de animais, uma vez que são percebidas por seu elevado número, ou até mesmo por causa da ausência ou deficiência de

tratamento. Podem ser analisadas quantitativamente por métodos como: filtração em membrana, contagem pela técnica de tubos múltiplos, métodos enzimáticos cromogênico, pela técnica microscópica de epifluorescência ou por meios de cultura diferencial (RAMOS, 2015).

Os coliformes fecais não causam doença, porém a sua presença em grande quantidade indica uma possível existência de microrganismos patogênicos que podem transmitir doenças de veiculação hídrica como, por exemplo, febre tifoide, cólera, disenteria bacilar (FORSYTHE, 2013).

De acordo com o CONAMA, na resolução nº 375 de 17 de março de 2005, fala que os coliformes fecais ou termotolerantes, são:

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

O único microrganismo que é exclusivamente fecal é o E. coli que normalmente está presente em fezes de humanos, mamíferos e pássaros, e normalmente não são encontrados em água ou solo que já receberam contaminação fecal (BONIFÁCIO; JUNIOR; TAVARES, 2015).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a qualidade da água 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), conforme metodologia desenvolvida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB.
- Comparar os índices calculados com os índices de padrões aceitáveis pela legislação e leitura técnica.

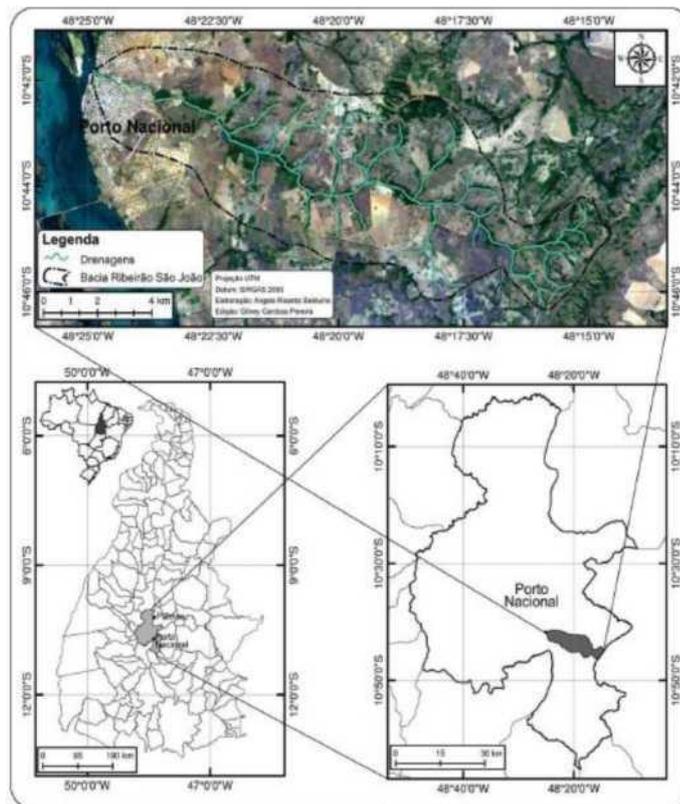
## 4. METODOLOGIA

A pesquisa foi baseada no estudo de caso onde foram 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 físicos- 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 km<sup>2</sup>, e esta 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 (Figura 1), com sua foz dentro da área urbana, sendo contribuinte direto do Rio Tocantins.

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João



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. DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA

O diagnóstico da bacia hidrográfica foi realizado através de visitas em campo, onde foi observadas as condições de preservação em suas extremidades, como as matas ciliares que percorrem desde a nascente, analisando se estavam de acordo com o novo código florestal Lei 12651/2012 que afirma que a Área de Preservação Permanente (APP) para nascente e olhos d'água é da ordem de 50m de raio no entorno. A bacia em estudo, relacionada ao novo código florestal, classifica-se como sendo um curso d'água natural perene e, que neste caso a sua APP cobre uma largura mínima de 30 metros, logo é um curso d'água de menos de 10 metros de largura.

#### 4.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA

O fator físico que foi trabalhado é:

- Localização geográfica da bacia;

#### 4.4. METODOLOGIA DE CAMPO

A metodologia de campo para coleta de amostras foi realizada conforme a NBR 9897 para a demarcação dos pontos e a NBR 9898 para coleta de amostras. Para início de estudo, foram definidos 3 (três) pontos de coleta para análise, sendo o primeiro ponto (PI) em sua nascente, esse ponto está localizado a leste do município, na fazenda Pilões, a 25 km do limite urbano, entre as latitudes 10° 46'08"S e longitude 48°15'57"W, o segundo ponto (PII) represa da BRK/SANEATINS entre as latitudes 10°43'02"S e longitude 48°22'21"W e terceiro ponto

(PIII) Praia do Formigueiro fica localizado entre as latitudes  $10^{\circ}42'10''\text{S}$  e longitude  $48^{\circ}23'47''\text{W}$  no setor Jardim Querido do referido município de acordo o (Quadro 2).

Quadro 2 - Coordenadas dos pontos de coleta de água para análise do Ribeirão São João em Porto Nacional, Tocantins.

<b>Pontos de Coletas</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>
PI	$10^{\circ} 46'08''$	$48^{\circ}15'57''$
PII	$10^{\circ}43'02''$	$48^{\circ}22'21''$
PIII	$10^{\circ}42'10''$	$48^{\circ}23'47''$

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

A figura 2 mostra os pontos de análise PI, PII e PIII, determinados através da utilização do GPS map. 60CSx (Garmin).

Figura 2 - Pontos de coletas



Fonte: Google Earth (2017).

As Figuras 3, 4 e 5 mostram respectivamente os locais onde foram coletadas as amostras.

Figura 3 - Primeiro ponto de coleta Faz. Pilões



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 4 - Segundo ponto de coleta Represa da BRK/Saneatins



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 5 - Terceiro ponto de coleta Praia do Formigueiro



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

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

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

#### 4.5. COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As amostras de água para a realização das análises foram coletadas semanalmente no período de seis semanas em três pontos diferentes, entre os meses de agosto a novembro de 2017, utilizando recipientes de 100ml para as microbiológicas e de 2000ml para as físico-químicas, em seguida foram 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 foram coletadas 18 amostras de água (microbiológica e físico-químicas), sendo seis amostras correspondentes a cada ponto.

#### 4.6. METODOLOGIA LABORATORIAL

As análises a seguir foram 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.

##### **4.6.1. Análise de turbidez**

Calibrou-se o equipamento com as soluções de 0,02 e 110 NTU e colocou 20 mL da amostra na cubeta do turbidímetro para fazer a leitura da turbidez.

##### **4.6.2. Análise de potencial hidrogeniônico – Ph**

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

#### 4.6.3. Análise de temperatura

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

#### 4.6.4. Análise de coliformes totais e coliformes fecais

Foi adicionado o reagente (Colilert) a amostra e levado ao incubador por 24 horas a uma temperatura de 35°C, em seguida foi despejado no Quanti-Tray/2000 (contagem de 1 a 2.419 por 100 ml), onde realizou 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 foram obtidos simultaneamente, consultando a Tabelas apropriadas (Tabelas de Hoskins-Anexos A e B) 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 foram realizadas no LAMBIO - Laboratório de Microbiologia Ambiental, conforme Standard Methods (APHA, 2005).

#### 4.7. CÁLCULO IQA CETESB

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

Equação (1):

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

Onde:

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

**qi** - qualidade do i-esimo parâmetro, um numero entre 0 e 100, obtido da

respectiva curva media de variação de qualidade específica para cada parâmetro, em função da sua concentração ou medida;

**w<sub>i</sub>**: peso correspondente ao i-esimo parâmetro ou subnível, um numero entre 0 e 1 (Quadro 2), atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que: **n** - numero de parâmetros (n = 9)

O numero "n" sempre vai ser igual a nove, pois, na falta da medida de algum dos parâmetros que formam o IQA, seu calculo e inviabilizado.

Equação (2):

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

Em que:

n: numero de parâmetros que entram no calculo 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 3.

Quadro 3 - Classificação do IQA (CETESB)

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Otima	79 < IQA < 100
BOA	51 < IQA < 79
REGULAR	36 < IQA < 41
RUIM	19 < IQA < 36
PESSIMA	IQA < 19

Fonte: CETESB (2012).

## 5. RESULTADOS E DISCURSÕES

### 5.1. VARIÁVEIS ANÁLISADAS

#### 5.1.1 Temperatura da água

No período de estudo o ponto que manteve a média de temperatura mais alta foi no ponto dois (PIII) com 28,32°C, como é visto no quadro 4, onde a temperatura mínima foi 22,6°C em agosto e a máxima de 29,8°C em setembro.

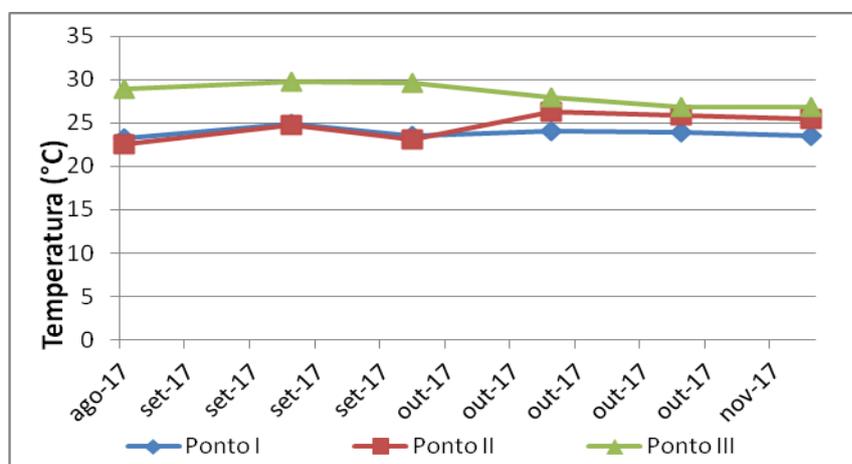
Quadro 4 - Média da temperatura na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

Temperatura	Ponto I	Ponto II	Ponto III
ago/17	23,3	22,6	28,9
set/17	24,9	24,7	29,8
set/17	23,5	23,1	29,6
out/17	24,1	26,3	27,9
out/17	23,9	25,9	26,8
nov/17	23,5	25,4	26,9
<b>Média</b>	<b>23,87</b>	<b>24,67</b>	<b>28,32</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

A Figura 6 mostra a variação da temperatura ao longo dos três meses em estudo.

Figura 6 - Temperatura na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Esteves (1998) propõe uma relação de temperatura e vida aquática conforme o QUADRO 5.

Quadro 5 - Relação entre temperatura e vida aquática.

TEMPERATURA	NIVEL	VIDA AQUATICA
<14°C	Baixo	Poucas plantas, trutas, poucas doenças
De 15 a 20°C	Médio	Algumas plantas, besouro d'agua, algumas doenças
De 21 a 25°C	Alto	Muitas plantas, carpa, bagre, muitas doenças de peixes
> 27°C	Muito Alto	A temperatura começa a reduzir a vida aquática

Fonte: Esteves (1998).

De acordo com os resultados obtidos a temperatura encontra-se entre o nível alto para muito alto onde há proliferação de muitas plantas, carpas, bagre, muitas doenças de peixes e o surgimento de outras vidas aquáticas.

### 5.1.2 Oxigênio dissolvido

No quadro 6 podemos notar que o valor máximo obtido foi de 5,12 mg.L<sup>-1</sup> no mês de agosto de 2017 no ponto três (PIII), e mínimo de 3,81 mg.L<sup>-1</sup> no mês de setembro de 2017 no ponto um (PI), com média maior no ponto três (PIII) sendo 5,05 mg.L<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos estão de acordo com Esteves (1998), onde cita que os corpos hídricos de regiões tropicais apresentam, na maioria dos casos, fortes déficits de oxigênio.

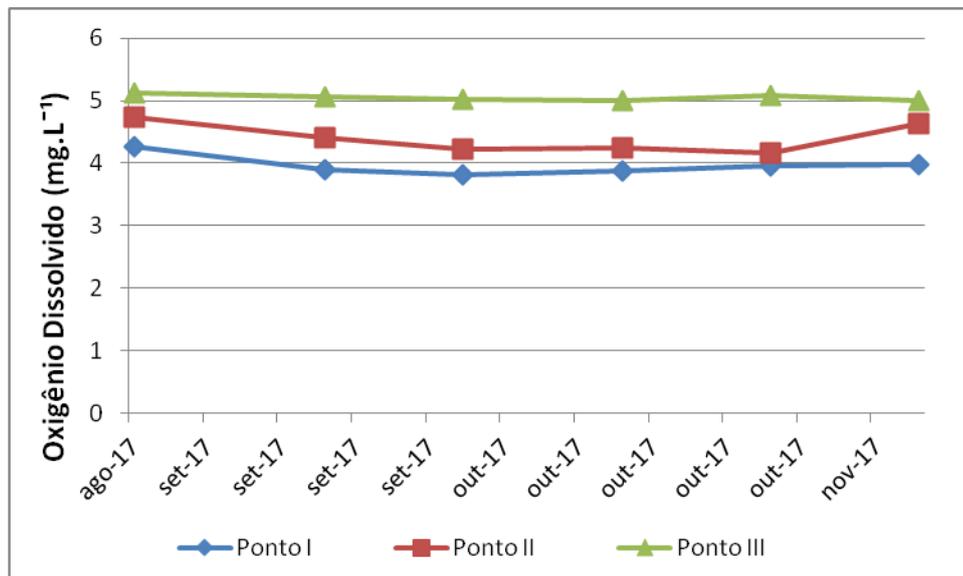
Quadro 6 - Média do OD na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	Ponto I	Ponto II	Ponto III
ago/17	4,26	4,73	5,12
set/17	3,9	4,4	5,07
set/17	3,81	4,23	5,02
out/17	3,87	4,24	5,01
out/17	3,96	4,17	5,09
nov/17	3,98	4,64	5,01
<b>Média</b>	<b>3,96</b>	<b>4,40</b>	<b>5,05</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Na figura 7 são demonstradas os teores de oxigênio dissolvido na água.

Figura 7 - OD na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017.



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Conforme a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece que a concentração de oxigênio dissolvido deve ser igual ou superior a 5 mg.L<sup>-1</sup> para águas de Classe 2, o que significa que os resultados obtidos em dois pontos encontram-se abaixo do valor permitido, no último ponto temos valores de acordo com o CONAMA.

Os valores baixos obtidos são característicos de ambientes com carga orgânica elevada, uma vez que organismos decompositores consomem altas concentrações de oxigênio na estabilização da matéria orgânica.

### 5.1.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O maior valor de DBO ocorreu no ponto um (PI), com 3,12 mg.L<sup>-1</sup> referente ao mês de setembro de 2017 como mostra o quadro 5.

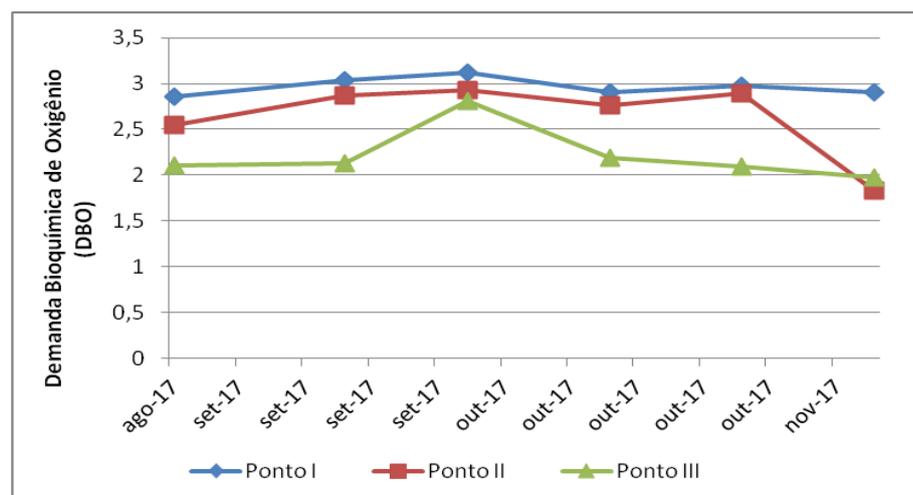
É perceptível que, quanto maior o índice de DBO maior a redução de OD, como é visto na Figura 7, o que favorece a degradação da qualidade da água do ribeirão São João.

Quadro 7 - Média do DBO na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg.L <sup>-1</sup> )	Ponto I	Ponto II	Ponto III
ago/17	2,86	2,55	2,11
set/17	3,04	2,87	2,13
set/17	3,12	2,93	2,81
out/17	2,91	2,76	2,19
out/17	2,98	2,89	2,09
nov/17	2,91	1,83	1,98
<b>Média</b>	<b>2,97</b>	<b>2,64</b>	<b>2,22</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 8 - DBO na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Um DBO alto exige um consumo maior de oxigênio, o que significa a presença de poluição, favorecendo o aparecimento de sabores, odores e geralmente um aspecto visual afetado, (ANA, 2015).

Para o período de estudo referente o ponto um P(I) foi o que apresentou a média mais elevada com  $2,97 \text{ mg.L}^{-1}$  como mostra o Quadro 7 não ultrapassando o índice permitido, pela Resolução 357/05 do CONAMA, que diz ser inferior a  $5 \text{ mg.L}^{-1}$ . De acordo com esta classificação, para este parâmetro (DBO), as águas do ribeirão São João são consideradas limpas.

#### 5.1.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo Esteves (1998), o pH, que corresponde a condição ácida (H+) ou alcalina (OH-) de uma solução, é considerado um dos parâmetros de maior relevância para o estudo, por ser facilmente influenciado, dificultando assim sua interpretação.

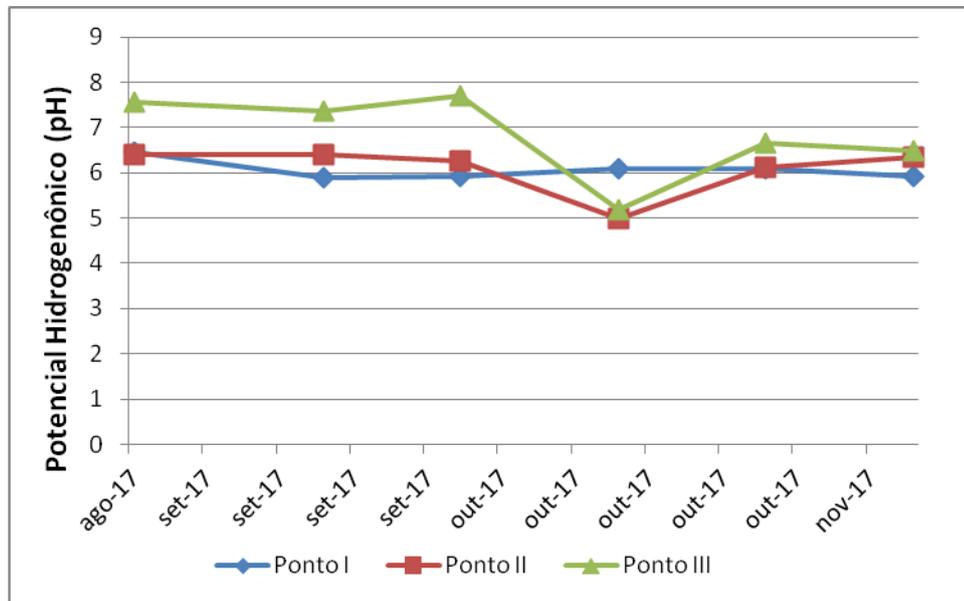
A Resolução CONAMA define para um rio de Classe 2, que o pH varie de 6 a 9, (Brasil, 2005).

Quadro 8 - Média do pH na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

Potencial Hidrogeniônico (pH)	Ponto I	Ponto II	Ponto III
ago/17	6,47	6,39	7,56
set/17	5,89	6,39	7,35
set/17	5,93	6,27	7,7
out/17	6,08	5	5,18
out/17	6,09	6,12	6,65
nov/17	5,92	6,35	6,48
<b>Média</b>	<b>6,06</b>	<b>6,09</b>	<b>6,82</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 9 - pH na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Para o período em estudo, o menor valor do pH foi no ponto dois (PII), da quarta coleta, com 5 em outubro de 2017 e o maior foi no ponto três (PIII), da terceira coleta com o valor de 7,7 em setembro de 2017.

A média realizada a partir dos resultados esteve com maior valor no ponto três (PIII), sendo ele 6,82, como mostra o Quadro 8. No decorrer desse período, o pH, passou por oscilações, em algumas coletas apresentou menor que o mínimo permitido pela Resolução CONAMA 357/05, que recomenda para mananciais valores de pH em torno de 6,0 a 9,0, mas a média está dentro do intervalo permitido. O valor máximo de 7,7 indicou-se levemente ácido.

### 5.1.5 Turbidez

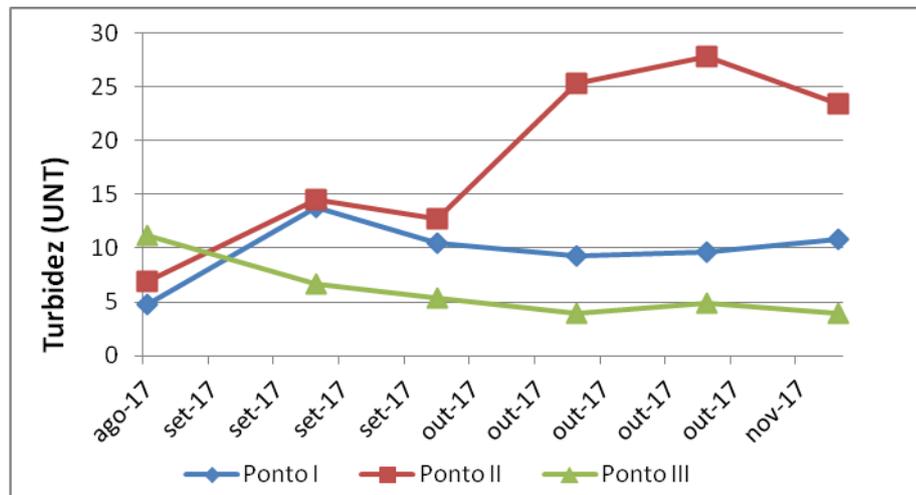
Dentre os resultados encontrados o valor mínimo foi de 3,91 NTU no ponto três (PIII) em outubro de 2017 e o máximo de 27,8 NTU no ponto dois (PII) em outubro de 2017, e a média mais elevada de 18,46 NTU no ponto dois (PII), como mostra a quadro 9, estando todos de acordo com o valor estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA que diz ser o valor máximo de 100 NTU.

Quadro 9 - Média da turbidez na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Ponto I</b>	<b>Ponto II</b>	<b>Ponto III</b>
ago/17	4,75	6,96	11,2
set/17	13,8	14,5	6,72
set/17	10,5	12,7	5,3
out/17	9,3	25,4	3,91
out/17	9,59	27,8	4,83
nov/17	10,8	23,4	3,97
<b>Média</b>	<b>9,79</b>	<b>18,46</b>	<b>5,99</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 10 - Turbidez na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

### 5.1.6 Sólidos dissolvidos totais

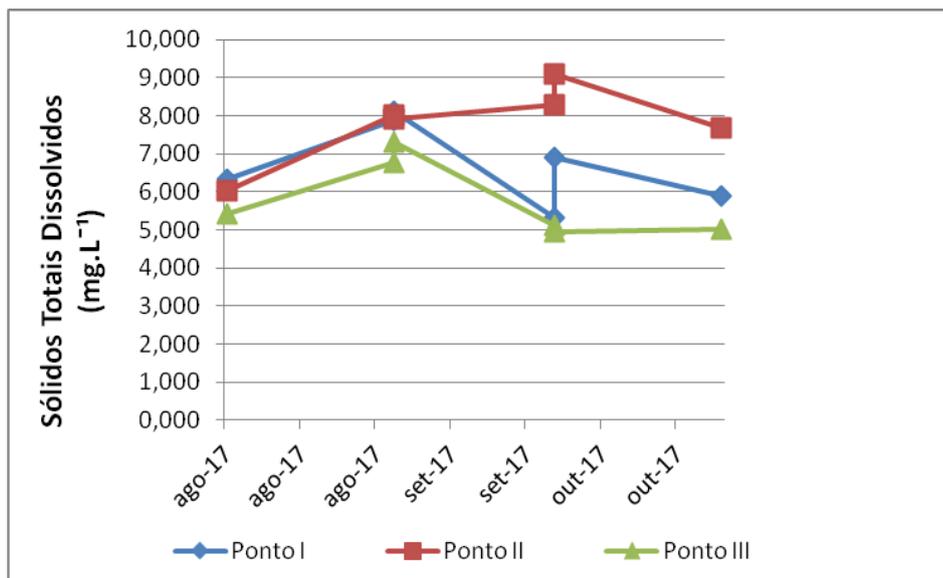
A poluição das águas naturais ocasionada por sólidos pode causar uma série de danos à vida aquática. Visando a preservação e proteção dos corpos hídricos, o CONAMA estabeleceu na resolução nº 357 de 2005 e nº 396 de 2008, que os valores máximos permitidos para sólidos dissolvidos totais (SDT), para águas de Classes 2 é de 500 mg/L, Trentin e Bostelmann (2010). Já o Ministério de saúde estabelece na portaria nº 518 de 2004, que o valor máximo permitido para consumo humano é de 1000 mg/L.

Quadro 10 - Média de sólidos dissolvidos totais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

Sólidos Totais Dissolvidos (mg.L <sup>-1</sup> )	Ponto I	Ponto II	Ponto III
ago/17	6,330	6,030	5,420
set/17	7,890	8,020	6,780
set/17	8,120	7,920	7,310
out/17	5,310	8,270	5,130
out/17	6,910	9,110	4,940
nov/17	5,890	7,670	5,030
<b>Média</b>	<b>6,620</b>	<b>7,970</b>	<b>5,275</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 11 - Sólidos dissolvidos totais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

O Quadro 10 mostra que para os resultados obtidos a média maior foi de 7,97 mg/L no Ponto Dois (PII), sendo que a concentração de sólidos totais teve variações, onde o menor valor foi 4,94 no Ponto Três (PIII) no mês de outubro de 2017 e o maior valor foi 9,11 mg/L no Ponto Um (PIII) no mês de outubro de 2017. Portanto, o limite não foi ultrapassado no decorrer da pesquisa em todos os pontos, não havendo restrição de uso.

### 5.1.7 Nitrogênio Total

Segundo Nogueira (2009), algumas atividades humanas ocasionam o desequilíbrio dos ecossistemas, tendo como exemplo, o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento prévio, o que pode elevar significativamente os teores de nitrogênio e fósforo nos corpos receptores. A maior oferta desses nutrientes leva ao crescimento desordenado do número de algas. Quando essas algas entram em decomposição, levam ao aumento do número de micro-organismos e à consequente deterioração da qualidade da água de rios, lagos, estuários, etc. Por isso, a determinação de nitrogênio tem sido usada para avaliar o nível de poluição dos ambientes aquáticos. Uma vez que o nitrogênio pode se apresentar sob diversas espécies químicas, é preciso definir que o nitrogênio total representa a soma das concentrações de nitrato, nitrito, amônio e nitrogênio orgânico.

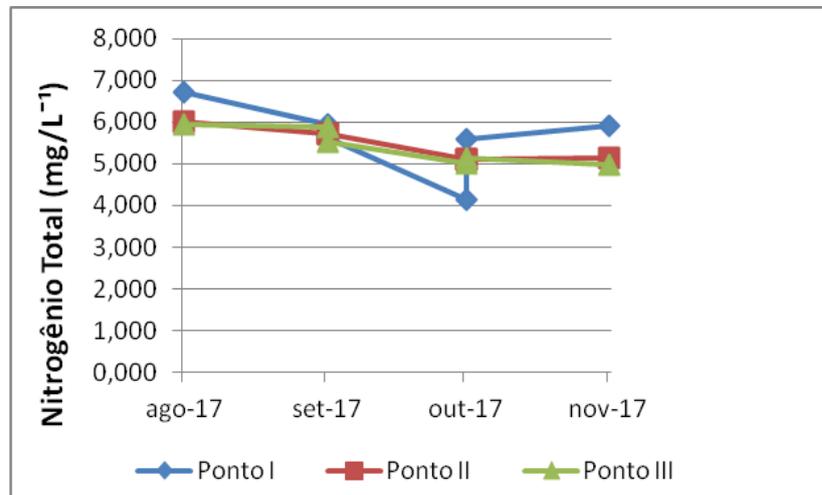
O nitrogênio total esteve presente em elevadas concentrações ao longo do período de estudo. O valor médio do Ponto Um (PI) foi o mais elevado, com o valor de 5,769 mg.L<sup>-1</sup>. O Quadro 11 e a Figura 12 mostram as variações da concentração de nitrogênio total ocorrido nos três pontos de coleta. O menor valor encontrado foi de 4,143 mg.L<sup>-1</sup> no Ponto Um (PI) em outubro, e o maior valor foi de 6,715 mg.L<sup>-1</sup> no Ponto Um (PI) em agosto.

Quadro 11 - Média do nitrogênio total na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

<b>Nitrogênio Total (mg/L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ponto I</b>	<b>Ponto II</b>	<b>Ponto III</b>
ago/17	6,715	6,019	5,952
set/17	5,931	5,716	5,871
set/17	5,619	5,718	5,513
out/17	4,143	5,095	5,017
out/17	5,602	5,102	5,136
nov/17	5,919	5,122	4,986
<b>Média</b>	<b>5,769</b>	<b>5,419</b>	<b>5,325</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 12 - Nitrogênio total na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Esse alto valor de nitrogênio presente na água, possivelmente, é pela contaminação crescente relacionada aos resíduos agrícolas, indústria de fertilizantes e esgoto doméstico instalado às margens do ribeirão.

Os resultados obtidos neste trabalho quando correlacionados com a resolução 357/05 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) estão em desacordo, pois para  $\text{pH} \leq 7,5$  os valores do nitrogênio total não podem ultrapassar a  $3,7 \text{ mg.l}^{-1}$ .

### 5.1.8 Fósforo Total

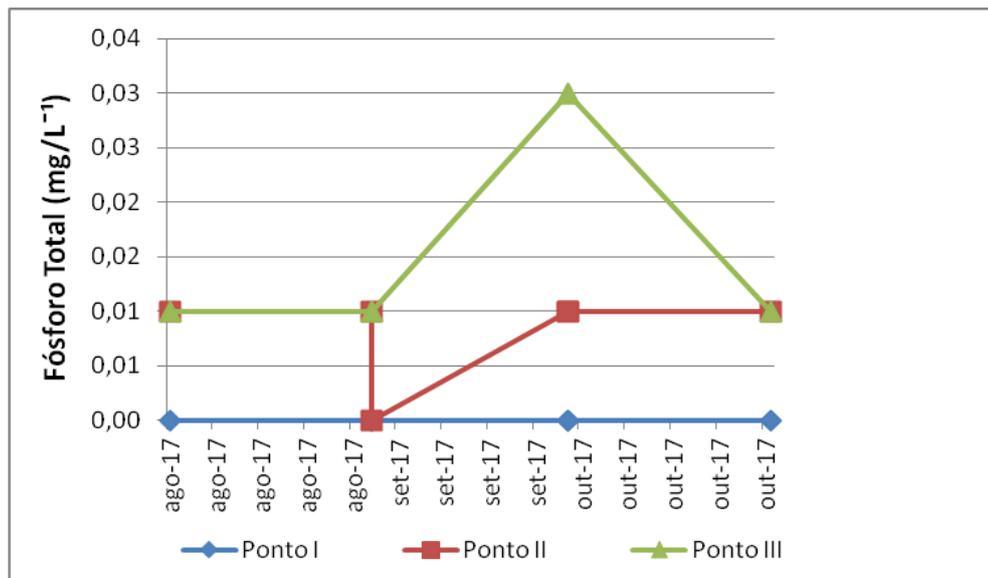
O Quadro 12 e Figura 13 mostram os valores de concentração do fósforo nos três pontos do ribeirão São João durante o período de seis semanas, indicando que as maiores elevações ocorrem no Ponto Três (III), que segundo Parron, Muniz e Pereira (2011) o fato pode ser explicado por estar possivelmente relacionado a processos naturais, como dissolução de rochas, carreamento de solo, decomposição de matéria orgânica, e também a processos antropogênicos, como lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes e pesticidas. Como é o caso da Fazenda Pilões que está localizada em uma zona de minérios, tendo ainda em suas proximidades o cultivo da soja.

Quadro 12 - Média do fósforo total na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

Fósforo Total (mg/L <sup>-1</sup> )	Ponto I	Ponto II	Ponto III
ago/17	0,00	0,01	0,01
set/17	0,00	0,01	0,01
set/17	0,00	0,00	0,01
out/17	0,00	0,01	0,03
out/17	0,00	0,01	0,03
nov/17	0,00	0,01	0,01
<b>Média</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 13 - Fósforo total na água nos três pontos em estudo, de agosto a outubro de 2017.



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

A média de maior variação foi obtida no Ponto Um (PIII) sendo 0,03 mg.L<sup>-1</sup>. Os resultados variaram de 0mg.L<sup>-1</sup> no Ponto Um (PI) a 0,03 no Ponto Três (PIII) em outubro de 2017, o que significa que os resultados estão no padrão aceito pela resolução 357/05 do CONAMA que é de 0,030 mg.L<sup>-1</sup> para ambientes lênticos para águas de classe 2.

### 5.1.9 Coliformes Termotolerantes Totais

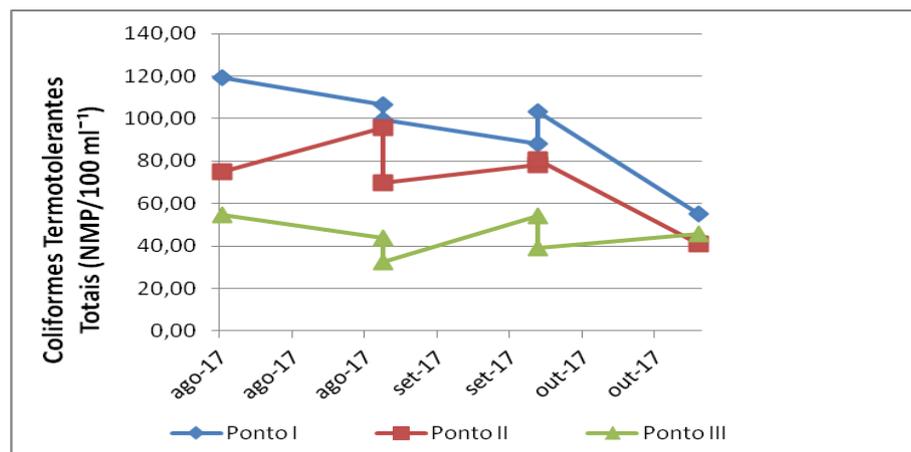
Um dos principais aspectos responsável pelo aumento de coliformes fecais no corpo hídrico é o aumento do escoamento superficial e lixiviação, no período chuvoso, em áreas onde há habitação humana com fossa séptica (Souza & Nunes, 2008).

Quadro 13 - Média de coliformes fecais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017

Coliformes Termotolerantes Totais (NMP/100 ml <sup>-1</sup> )	Ponto I	Ponto II	Ponto III
ago/17	119,1	74,8	54,5
set/17	106,7	95,7	43,9
set/17	99,6	69,8	32,4
out/17	88,2	78,4	54,1
out/17	103,4	80,5	39,3
nov/17	55,1	40,8	45,5
<b>Média</b>	<b>101,5</b>	<b>76,6</b>	<b>44,7</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Figura 14 - Coliformes fecais na água nos três pontos em estudo, de agosto a novembro de 2017



Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

Como mostra a Figura 20, para o período em análise, os valores variaram de 32,40 NMP/100 ml em setembro de 2017 no Ponto Três (PIII) a 119,10 NMP/100 ml em agosto de 2017 no Ponto Um (PI).

De acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA o valor relacionado à presença de coliformes fecais na água, deve ser inferior a 1000 NMP/100 ml para águas de classe 2, o que indica que os resultados estão abaixo do valor máximo recomendado, já conforme a Portaria 2.914 a presença do mesmo torna a água imprópria para consumo humano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

## 5.2. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA/CETESB)

Os resultados dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas superficiais do Ribeirão São João foram utilizados no cálculo do IQA para os meses de agosto a novembro de 2017. A classificação da qualidade da água do Ribeirão São João foi feita a partir dos valores recomendados pela CETESB. O cálculo foi realizado utilizando como ferramenta de apoio o Excel.

No Quadro 14 estão relacionados os valores calculados para o índice de qualidade da água (IQA CETESB), no qual foi perceptível a pouca variação entre os resultados obtidos no Ponto Dois (PII), visto que nesse ponto localiza-se a Represa da BRK Ambiental/Saneatins, local onde é captada a água para abastecimento do município de Porto Nacional- TO, sendo protegido contra intervenções humanas. Dentre os resultados obtidos a média para os pontos foi de 58,82 para PI, 61,155 para PII e 69,915 para PIII sendo então enquadrados na categoria boa (padrão CETESB boa  $51 < IQA \leq 79$ ). Segundo este índice, para o período estudado a qualidade da água pode ser classificada na categoria boa e que apesar de algumas variações em pontos específicos, apresenta homogeneidade entre os dois primeiros pontos e uma maior variação no ponto III de coleta.

Quadro 14 - Índice de Qualidade da Água (IQA CETESB)

IQA (CETESB)	Ponto I	Ponto II	Ponto III
28/08/2017	61,120	62,260	69,550
15/09/2017	58,490	61,520	70,670
29/09/2017	55,840	60,150	70,710
13/10/2017	58,730	55,570	61,920
27/10/2017	58,910	60,790	70,280
10/11/2017	59,650	64,180	69,340
<b>Média</b>	<b>58,820</b>	<b>61,155</b>	<b>69,915</b>

Fonte: (ANDRADE e PEDREIRA, 2017).

## **6. CONCLUSÃO**

A bacia hidrográfica do Ribeirão São João tem por principal finalidade a captação da água para o abastecimento público, onde é necessário que a água atenda aos padrões de qualidade exigidos. Porém, a falta de consciência da população, juntamente com as atividades antrópicas e a ausência de fiscalização podem levar a um agravamento futuro.

Em função disso, deverão ser empreendidos no gerenciamento de recursos hídricos investimentos para a prevenção, recuperação e preservação do Ribeirão São João, para que assim o IQA (Índice de Qualidade da Água) atualmente classificado como boa, não sofra regressão em sua classe, em razão do mesmo possuir grande influência no município de Porto Nacional em termos sociais, econômicos e ecológicos.

A realização do monitoramento da qualidade da água utilizando o IQA proposto pela CETESB, no Ribeirão São João, leva a concluir que os resultados encontrados, em partes, não foram satisfatórios, porém o seu resultado final é classificado como bom, podendo assim continuar sendo fornecida para consumo humano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Jaqueline Colvara. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos, Pelotas.** 2013.

AMORIM, Lara Leticia Galdino; MOTA, Nayara Teodoro; DE JESUS, Eleonora Henriques Amorim. **AVALIAÇÃO AMBIENTAL COM O USO DE INDICADORES EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: ESTUDO DE CASO NO PARQUE DO SABIA, UBERLÂNDIA-MG.**

ANA - Agência Nacional de Águas, Portal da Qualidade das Águas. **Indicadores De Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA).** Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 18/04/2015

ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. **Limites ao Desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba, Impostos pela Escassez de Água.** 9º SILUBESA - Simpósio Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental. Anais... Porto Seguro, abr. p.185-195, 2000.

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

BASSOI, Lineu José. Poluição das águas. **PHILIPPI JÚNIOR, A.; PELICIONI, MCF Educação ambiental e sustentabilidade.** São Paulo: Manole, p. 175-194, 2005.

BERNARDI, Cristina Costa. Reuso de água para irrigação. **Monografia) Especialização Lato-Sensu modalidade MBA. Programa de Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada. Área de concentração em Planejamento Estratégico.** ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, Brasília, DF. 52p, 2003.

BONIFACIO, Cassia Maria; JUNIOR, Osvaldo Tarelho; TAVARES, Celia Regina Granhen. **POLUIÇÃO HÍDRICA POR PARÂMETRO MICROBIOLÓGICO-O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PARANAPANEMA III E IV.** Periódico Eletrônico Forum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 8, 2015.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. et al. **Introdução a engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável.** 2 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRANCO, Samuel Murgel; ROCHA, Aristides Almeida; DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Companhia de Tecnologia. Poluição, proteção e usos múltiplos de

represas. In: **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. Cetesb, 1977.

CETESB, Guia Técnico. Manual de Produtos Químicos. 2015.

CETESB-COMPANHIA, DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO. AMBIENTAL. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2008**. São Paulo-SP, 2009.

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

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.

DANELON, Jean Roger Bombonato; NETTO, Fausto Miguel da Luz; RODRIGUES, Silvio Carlos. **Análise do nível de fósforo total, nitrogênio amoniacal e cloretos nas águas do córrego terra branca no município de Uberlândia (MG)**. Geonorte, Uberlândia, v. 1, n. 4, p.412-421,2012.

DE ARRUDA FILHO, Marcos Tavares; DE BARROS SILVA, Helena Paula. **Levantamento qualitativo dos impactos ambientais no Riacho do Cavouco**, UFPE, Brasil.

DERISIO, J. C. Introdução ao controle ambiental. **LORA, ES Prevenção e Controle da Poluição nos setores energético, industrial e de Transporte**. Brasília/DF. ANEEL, p. 239, 1992.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Do índio goitacá à economia do petróleo: uma viagem pela história e ecologia da maior restinga protegida do Brasil**. Essentia, Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

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

FORSYTHE, Stephen J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. ArtMed Editora, 2013.

HELLER, Leo; DE PADUA, Valter Lucio. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG, 2006.

JACOBI, P. R. **Crise hídrica, Escassez de agua e Diretos humanos - Ambiente & Sociedade abre chamada de trabalhos para volume especial**. Scielo em Perspectiva Humanas. Sao Paulo, fev/2015.

MARLYETE Chagas de Araujo; Fabio Marcel da Silva Santos ; Maria Betania Melo de Oliveira, **Analise da Qualidade da agua do riacho cavouco** - UFPE 2012/2013.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. **Water quality assessments, 2nd ed. Taylor & Francis, New York**, v. 122, 1996.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 2.914. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. 12 de dezembro de 2011.

MORAES, D. S. L.; JORDAO, B. Q. **Degradagao de recursos hidricos e seus efeitos sobre a saude humana**. Revista Saude Publica. Corumba, 2002.

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

NOGUEIRA, B.L. *et al*, **Determinação de nitrogênio total por análise em fluxo (fia) em amostras de água**, 49º Congresso Brasileiro de Química, Porto Alegre-RS, 04 a 08 de outubro de 2009.

OLIVEIRA, Ana Cristina Bastos de. **Avaliação da qualidade das águas do açude Santo Anastácio**. 2013. Tese de Doutorado.

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

PARRON, Lucilia Maria; MUNIZ, Daphne Heloisa de Freitas; PEREIRA, Claudia Maria. **Manual de procedimentos de amostragem e analise ffsico-qufmica de agua**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponfvel em: <<http://www.cnpf.embrapa.br>>. Acesso em: junho de 2016.

PATERNIANI, Jose Euclides Stipp. **Estudo da influência de descargas de fundo na eficiência da remoção de microrganismos em sistemas de filtração direta ascendente**. 1986. Tese de Doutorado. Universidade de Sao Paulo. Escola de

Engenharia de Sao Carlos.

PRATA, Aluizio et al. **Condutas terapêuticas e de suporte no paciente com dengue hemorrágico**. Informe Epidemiológico do SUS, v. 6, n. 2, p. 87-101, 1997.

RAMOS, Marcio Antonio Gomes. **Avaliação da qualidade da água dos rios Jaguaré e Atibaia por meio do índice de qualidade da água-IQA e ensaios toxicológicos**. 2015.

REBOUÇAS, A. da C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. DA C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capitais ecológicas usos e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 269-324

REBOUÇAS, Aldo da C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. Bahia análise & dados, v. 13, p. 341-345, 2003.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. Edgard Blücher, 2009.

SAWYER, E. W. **Melt segregation in the continental crust**. Geology, v. 22, n. 11, p. 1019-1022, 1994.

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

TOCANTINS. Secretaria do Planejamento. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas: Diretoria Zoneamento Ecológico-Econômico. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial**. Palmas: Seplan, 2012.  
Disponível em: <http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/ZEE/TO AtlasTocantins2012/Atlas do Tocantins 2012.pdf> Acesso em: 18 de abril de 2017.  
TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar, 2010.

TUNDISI, Jose Galizia. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDISI, J. G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Ciência e Cultura, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo: vol. 55, n. 4, out./dez, 2003.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analysis**. WB Saunders Co., Philadelphia, v. 357, 2000.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world**. WMO. Geneva, 1997.2017.