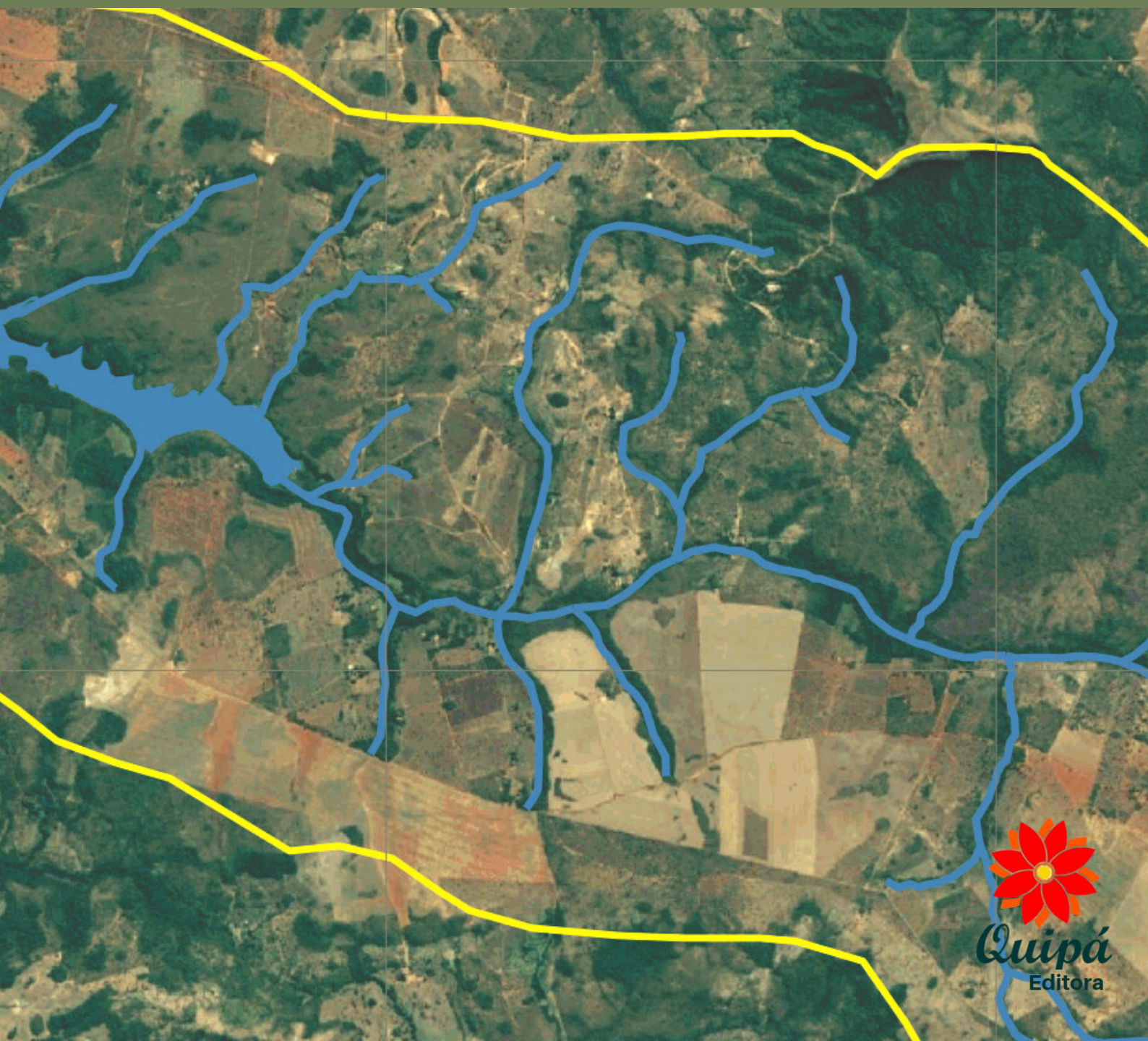


QUALIDADE DA ÁGUA

DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL (TO)

Lucivania Pereira Glória



**QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO DE
PORTO NACIONAL (TO)**

Lucivania Pereira Glória

QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO
JOÃO NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL (TO)

1ª Edição

Quipá Editora

2020

© 2020 por Lucivania Pereira Glória. Todos os direitos reservados.

Sobre a autora: graduada no curso superior de Tecnologia em Logística pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Porto Nacional. Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES. Professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins.

O conteúdo deste livro, bem como seus dados, forma, correção e confiabilidade são de exclusiva responsabilidade da autora, que permite o download, assim como o compartilhamento, mas sem a possibilidade de promover alterações, de nenhuma forma, ou, ainda, a utilização do conteúdo para fins comerciais. Devem ser atribuídos os devidos créditos autorais.

CONSELHO EDITORIAL:

Dra. Anny Kariny Feitosa – Instituto Federal do Ceará, campus Iguatu

Dr. Carlos Wagner Oliveira – Universidade Federal do Cariri

Dra. Elaine Carvalho de Lima – Instituto Federal do Amazonas

Dra. Harine Matos Maciel – Instituto Federal do Ceará, campus Baturité

Dra. Mira Raya Paula de Lima – Instituto Federal do Ceará, campus Juazeiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G562q Glória, Lucivania Pereira
Qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João no
Município de Porto Nacional (TO) / Lucivânia Pereira Glória. — Iguatu, CE :
Quipá Editora, 2020.

74 p. : il.

ISBN 978-65-89091-02-8

1. Qualidade da água. 2. Bacia hidrográfica. I. Título.

CDD 577.6

Elaborada por Rosana de Vasconcelos Sousa — CRB-3/1409

Esta obra foi publicada pela Quipá Editora em novembro de 2020.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	9
Objetivos.....	10
Objetivos Específicos.....	10
Justificativa.....	11
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
Qualidade da água.....	12
Degradação ambiental e fontes de poluição.....	12
Políticas Nacionais de Recursos Hídricos.....	14
Política Estadual de Recursos Hídricos.....	16
Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). .	17
Gestão das Bacias Hidrográficas.....	19
Monitoramento da água.....	22
Parâmetros da qualidade da água.....	23
Parâmetros químicos.....	23
<i>Oxigênio dissolvido</i>	23
<i>Demanda bioquímica de oxigênio</i>	23
<i>Potencial hidrogeniônico</i>	24
<i>Fósforo total</i>	24
<i>Nitrogênio total</i>	24
Parâmetros físicos.....	25
<i>Temperatura</i>	25
<i>Turbidez</i>	26
<i>Sólidos totais</i>	26
Parâmetros biológicos.....	27
<i>Coliformes termotolerantes</i>	27
Índice de Qualidade das Águas (IQA).....	27
Estudos, sobre qualidade da água, realizados em Bacias Hidrográficas Brasileiras.....	29

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
Área de realização.....	33
Caracterização física da bacia hidrográfica.....	33
Dados da precipitação.....	34
Definição dos pontos de coleta.....	35
Parâmetros estudados.....	38
Procedimentos analíticos.....	38
Cálculo do IQA (Cesteb).....	39
Análises estatísticas.....	39
 CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	 41
Precipitações pluviométricas.....	41
Análises das variáveis.....	45
Parâmetros químicos.....	45
<i>Oxigênio dissolvido</i>	45
<i>Demanda bioquímica de oxigênio</i>	47
<i>Potencial hidrogeniônico</i>	49
<i>Fósforo total</i>	50
<i>Nitrogênio total</i>	52
Parâmetros físicos.....	54
<i>Temperatura</i>	54
Turbidez.....	56
<i>Sólidos totais</i>	57
Parâmetros biológicos.....	59
<i>Coliformes termotolerantes</i>	59
Índice de Qualidade das Águas (IQA Cetesb).....	61
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 65
 REFERÊNCIAS.....	 66

APRESENTAÇÃO

Esta obra aborda um estudo realizado com o objetivo de analisar a qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, no município de Porto Nacional - TO.

Foram coletadas amostras de água para análise em três pontos no decorrer da bacia, sendo que os parâmetros considerados foram temperatura, oxigênio dissolvido (OD) potencial hidrogeniônico(pH), nitrogênio total(NT), fósforo total(PT), coliformes totais(CT), sólidos totais(ST), demanda bioquímica de oxigênio(DBO) e turbidez, e o período de estudo foi entre os meses de março e agosto de 2016.

As amostras foram coletadas em três pontos (P1, P2 e P3) distribuídos ao longo do corpo hídrico. O ponto um (P1) se encontra na nascente, com presença de mata ciliar e tendo atividades agropecuárias nas proximidades. O ponto dois (P2) está localizado no reservatório da BRK Ambiental, onde é realizada a captação da água bruta para o abastecimento público do município. E, o ponto três (P3) está na praia do Formigueiro, situada na área urbana do município, onde há ocupação irregular e assoreamento, bem como lançamentos de esgotos domésticos.

O resultado de cada parâmetro foi comparado com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 357/05. Por fim, foi utilizado o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), com auxílio do software IQAData 2010, e para demonstração dos resultados foram considerados os gráficos *blox-plot*.

Os resultados obtidos das análises químicas, físicas e biológicas demonstraram que as águas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João se enquadram na classe 2 de acordo com os padrões determinados pela Resolução do Conama nº357/05, mesmo com alterações de alguns parâmetros como o OD, PT e NT.

No ponto um (P1), foram encontrados os melhores índices de OD com média 5,05 mg L⁻¹. Já no ponto dois (P2) e no três (P3), foram

apresentados valores inferiores a classe 2, com média $4,99 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto dois (P2); e o ponto três (P3) com média de $4,71 \text{ mg L}^{-1}$. No ponto três (P3) foi encontrada OD com a média de $4,71 \text{ mg L}^{-1}$ valor inferior a classe 2. Durante o período em estudo do PT, as médias estiveram próximas a $0,69 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto um (P1); com $0,51 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto dois (P2); e $0,52 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto três (P3), são valores cima da legislação para classe 2. Para NT as médias encontradas dos respectivos pontos foram: ponto um (P1), com $4,37 \text{ mg L}^{-1}$; ponto dois (P2), com $5,50 \text{ mg L}^{-1}$; e ponto três (P3), com $5,01 \text{ mg L}^{-1}$, valores esses que excederam para classe 2.

Na classificação do IQA, a água do Ribeirão São João está entre a faixa 63,75 a 71,69 considerada boa a razoável no ponto um (P1) e, no ponto dois (P2) faixa entre 57,92 a 66,3 e no ponto três (P3) com faixa entre 51,4 a 63,33, ambos pontos com classificação razoável.

Conclui-se que o aumento do manuseio do solo para a atividade agropecuária e os lançamentos de esgotos domésticos e industriais estão comprometendo a qualidade da água da referida bacia hidrográfica.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Durante séculos, a água é considerada um bem de domínio público e quantidade infinita. Ela sempre esteve à disposição do homem por ser um recurso natural autossustentável, com capacidade de restaurar suas características ambientais naturalmente. Atualmente, a preocupação mundial está focada na qualidade da água para o consumo humano, uma vez que o desenvolvimento das cidades e o aumento populacional acabaram influenciando no aumento da poluição e na degradação dos recursos naturais (PHILIPPI JUNIOR, 2005).

As influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas ao crescimento da urbanização, da expansão de atividades agropecuárias e industriais. Deste modo, há a necessidade de enquadramento dos recursos hídricos aos diferentes níveis de qualidade, já que se designam a usos múltiplos (ARAÚJO, 2003).

Nesse sentido, faz-se necessário o uso de mecanismos que viabilizem o enquadramento utilizando os padrões dos corpos d'água e a determinação de sua qualidade. Diversos índices foram desenvolvidos com base em características físicas e químicas da água ou a partir de indicadores biológicos, cabendo ajustes nos pesos e nos parâmetros para adequação à realidade regional. Usualmente, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) é baseado em poucas variáveis (GERGEL *et al.*, 2002).

O acompanhamento e o monitoramento da qualidade de um recurso hídrico, por meio de amostragem conforme suas características, buscam obter informações qualitativas e quantitativas. Atingindo, deste modo, propósitos específicos, como o conhecimento das condições biológicas, químicas, físicas e ecológicas; e os enquadramentos em classes ou para efeitos de fiscalização (ANA, 2016).

No Brasil, a categorização dos corpos d'água foi definida pela Resolução nº 357 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente

(Conama), onde são estabelecidas as diretrizes para a classificação dos corpos hídricos em classes de uso (BRASIL, 2005). As informações sobre a qualidade da água são fundamentais para que se conheça a situação em relação aos seus múltiplos usos e impactos ambientais. O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico estão sempre acompanhados pela necessidade de água, cuja qualidade e quantidade são de grande importância para a saúde e o desenvolvimento de qualquer grupo (BUENO *et al.*, 2005).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João é um recurso hídrico muito importante para o município de Porto Nacional – TO, visto que é uma das principais fontes de abastecimento público. Diante dessa realidade, o presente trabalho tem por objetivo analisar a qualidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João do município de Porto Nacional – TO, por meio de variáveis químicas, físicas e biológicas.

Objetivos

Objetivo Geral

Analisar a qualidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, que abastece o município de Porto Nacional – TO.

Objetivos Específicos

- a) avaliar a qualidade das águas, a partir dos parâmetros químicos, físicos biológicos (temperatura, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, coliformes termotolerantes, sólidos dissolvidos totais, demanda bioquímica de oxigênio e turbidez).
- b) correlacionar os valores obtidos no período de estudo, por meio da determinação do Índice de Qualidade das Águas (IQA), com os padrões determinados pela Resolução do Conama nº 357/05.

Justificativa

A realização desse trabalho veio de uma inquietação que surgiu no decorrer dos 22 anos residindo próximo da bacia hidrográfica do ribeirão São João e perceber as mudanças ambientais ocorridas durante esse período. E por saber da importância desse recurso hídrico para o município de Porto Nacional -TO, sendo umas das principais fontes de abastecimento do município e, está sofrendo com inúmeras agressões, tais como: exploração agropecuária intensiva, ponto de captação de água para irrigação irregular, lançamentos de resíduos industriais e domésticos.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Qualidade da água

Segundo Merten *et al.* (2002), a expressão “qualidade de água” não trata apenas o estado de pureza da mesma, mas, sim, as suas características físico- químicas e biológicas. Dependendo dessas características, são determinados diversos destinos para a água. A qualidade da água de um determinado recurso hídrico é avaliada de acordo com as substâncias presentes na água, para tanto, são denominadas de parâmetros de qualidade da água. Tais substâncias caracterizam as condições em que a água se encontra, para os mais variados usos, inclusive para sua preservação no meio ambiente.

As condições geológicas, geomorfológicas e da vegetação na bacia de drenagem, o desempenho dos ecossistemas terrestres e aquáticos e da ação humana podem alterar a qualidade da água. As ações antropogênicas são as que mais alteram, devido aos lançamentos de cargas poluentes nos sistemas hídricos. Isto é, a alteração do uso da terra provoca intervenções diretas no sistema fluvial (TUCCI, 2007).

Segundo Carvalho (2005), os usos múltiplos dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas acarretam grandes variações das características físicas, químicas e bacteriológicas ao longo de seu percurso. Estas características ou parâmetros, quando avaliados em conjunto, possibilitam verificar os níveis de poluição de um determinado manancial, promovendo a definição da qualidade da água e seu enquadramento dentro de classes.

Degradação ambiental e fontes de poluição

A legislação que conceitua a degradação ambiental no Brasil é a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe a Política Nacional do Meio Ambiente, versando sobre “a alteração adversa das características do meio ambiente” (BRASIL, 1981).

Com a crescente degradação nas bacias hidrográficas, os ecossistemas aquáticos acabam servindo de depósitos de uma grande diversidade e quantidade de poluentes lançados pelo homem, sejam eles pelo ar, pelo solo ou diretamente nas bacias. Assim, a poluição do ambiente aquático, provocada pelo homem, direta ou indiretamente, produz efeitos deletérios tais como: prejuízos aos seres vivos, perigo à saúde humana, efeitos negativos às atividades aquáticas (pesca, lazer, entre outros) e prejuízo à qualidade de água com respeito ao uso na agricultura, na indústria e em outras atividades econômicas (MEYBECK; HELMER, 1996).

A Lei nº 6.938/1981, em seu art. 3º, III, apresenta um conceito genérico de poluição, definindo-a:

Degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Nesse âmbito, Von Sperling (2005) classifica as fontes de poluição em pontual e difusa. Para ele, a poluição pontual acontece quando os poluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada. Por outro lado, a poluição difusa ocorre quando os poluentes adentram o corpo d'água, sendo distribuídos ao longo de sua extensão.

A fonte de poluição pontual pode ser reduzida ou eliminada por meio de tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor, embora muitas vezes estes resíduos sem tratamento sejam lançados diretamente nos corpos d'água, causando sérios impactos às biotas, aos recursos hídricos, ao homem e aos mais componentes do sistema (BRITO, 2003).

Contudo, as fontes difusas caracterizam-se pela apresentação de múltiplos pontos de descarga resultantes do escoamento em áreas urbanas e/ou agrícolas e ocorrem durante os períodos de chuva, atingindo concentrações bastante elevadas dos poluentes. A redução dessas fontes

geralmente requer mudanças nas práticas de uso da terra e na melhoria de programas de educação ambiental (MEYBECK, 2004).

Dessa forma, Meybeck (2004) afirma que as principais fontes de poluição das águas superficiais são: esgoto doméstico, esgoto industrial, escoamento superficial urbano e escoamento superficial rural.

Políticas Nacionais de Recursos Hídricos

No dia 8 de janeiro de 1997, foi instituída, pela Lei nº 9.433, a Política Nacional de Recursos Hídricos, que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamentou o inciso XIX, do artigo 21, da Constituição Federal; e alterou o artigo 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, modificando a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 (BRASIL, 1997).

Segundo a Lei nº 9.433, a água é um recurso natural limitado de valor econômico e bem de domínio público. Quando tal bem está em situação de escassez, seu uso torna-se prioritário para o consumo humano e a dessedentação de animais, cabendo à gestão dos recursos hídricos proporcionar o uso múltiplo das águas. A lei menciona ainda a bacia hidrográfica como a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Assim, a gestão desses recursos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos são: assegurar, à atual e às futuras gerações, a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção de eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Nesse sentido, o texto legal proclama as diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, dentre

elas, é necessário citar: a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das regiões do país; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; e a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras (BRASIL,1997).

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos, com o seguinte conteúdo mínimo: diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais; metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados para o atendimento das metas previstas; propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos (BRASIL,1997).

Outros cinco aspectos relevantes da Política Nacional de Recursos Hídricos são: o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Política Estadual de Recursos Hídricos

A Lei nº 1.307, do Estado do Tocantins, de 22 de março de 2002, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, baseia-se nas seguintes diretrizes: gestão sistemática de recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, associada aos aspectos de quantidade e qualidade; adequação da gestão de recursos hídricos; articulação com o planejamento; fomento de projetos de melhoria das condições de quantidade e qualidade dos recursos hídricos, com a participação do Poder Público e dos segmentos organizados da sociedade; e assegurar, em caso de escassez hídrica e mediante a compensação aos usuários racionados, a garantia do uso dos recursos hídricos (BRASIL, 2002).

A referida lei tem como objetivo assegurar o uso integrado e racional destes recursos, para a promoção do desenvolvimento e do bem-estar da população do Estado do Tocantins. Seus princípios básicos são: o reconhecimento dos recursos hídricos como bem de domínio público, dotado de valor ambiental, social e econômico, utilizável segundo premissas de desenvolvimento sustentável; a priorização do abastecimento humano e da dessedentação de animais em situações de escassez; a gestão descentralizada, com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades, estimulando o uso múltiplo das águas; a adoção da bacia hidrográfica como unidade física territorial para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos (BRASIL, 2002).

Outro aspecto relevante dessa lei está nos sete instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos: o Plano Estadual de Recursos Hídricos; os planos de bacia hidrográfica, incluindo o enquadramento dos corpos de água em classe de uso preponderante; a outorga de direito de uso dos recursos hídricos; a cobrança de taxa pelo uso dos recursos hídricos; a compensação aos municípios; o Sistema Estadual de Informação sobre Recursos Hídricos; e a educação ambiental (BRASIL, 2002).

Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama)

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), ligado ao Ministério do Meio Ambiente, é o órgão responsável pela classificação dos corpos d'água e pelas diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como por estabelecer as condições e os padrões de lançamentos de efluentes. A Resolução desse Conselho sobre Recursos Hídricos é a de nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005). Nesse documento, as águas doces são classificadas em cinco classes: especial, 1, 2, 3 e 4 (BRASIL, 2005).

Dessas, somente a classe 4 não pode ser utilizada no abastecimento ou em qualquer outro tipo de utilização humana, nem com a maioria dos seres vivos, devido a sua baixa qualidade, cujos custos de tratamento inviabilizam o seu aproveitamento. As demais diferem entre si pelo tipo de tratamento a ser utilizado como desinfecção, aplicação de tratamento simplificado, tratamento convencional e tratamento avançado, antes de sua distribuição à população.

A classificação de um corpo hídrico visa assegurar que as águas tenham qualidade compatível com os usos a que forem destinadas, garantindo o direito à utilização adequada dos recursos hídricos (BRASIL, 2005).

A Resolução do Conama nº 357/05 dispõe, no capítulo II, a classificação dos corpos de água; e na seção I, artigo 4º, apresenta a classificação das águas doces em:

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

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como

natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução do Conama nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III Classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução do Conama nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura; e à atividade de pesca.

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

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

A qualidade da água de classe doces foi definida em função dos valores máximos e mínimos permitidos para as variáveis físicas, químicas e biológicas, estabelecidas pela Resolução do Conama nº 357/05. O Quadro 1 estão disponíveis os parâmetros e seus respectivos valores.

Quadro 1 - Classificação geral dos parâmetros - Resolução do Conama nº 357/05.

Parâmetros	Valor Máximo Classe 1	Valor Máximo Classe 2	Valor Máximo Classe 3	Valor Máximo Classe 4
OD	Não inferior a 6 mg/L	Não inferior a 5 mg/L	Não inferior a 4 mg/L	Não inferior a 2 mg/L
DBO	≤ 3 mg/L	≤ 5 mg/L	≤ 10 mg/L	-
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Temperatura Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	

Turbidez (UNT)	Até 40 UNT	Até 100 UNT	> 100 UNT	> 100 UNT
ST	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L
PT	$\leq 0,1$ mg/L	$\leq 0,1$ mg/L	$\leq 0,15$ mg/L	-
NT	$\leq 2,18$ mg L	$\leq 2,18$ mg L	-	-
CT	≤ 200 NMP (100) mL ⁻¹	≤ 1000 NMP (100) mL ⁻¹	≤ 4000 NMP (100) mL ⁻¹	≥ 4000 NMP (100) mL ⁻¹

Fonte: Adaptado pela autora com base em Conama 357/2005.

Gestão das Bacias Hidrográficas

Uma bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural de água precipitada que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída. Pode ser considerada como um sistema físico onde a entrada de água é produto da precipitação e a saída é o volume de água escoada superficialmente, levando em consideração as diversas perdas intermediárias como evaporação, transpiração e perdas por percolação profunda (TUCCI, 2007).

A bacia hidrográfica é o espaço físico de gestão dos diversos usos da água, onde se pode melhor perceber e entender os impactos sobre a quantidade e principalmente a qualidade da água como resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água está relacionada com as condições naturais, de uso e de ocupação da terra na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005).

De acordo com a Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Segundo Mota (2012), a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades, por intermédio dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são organismos colegiados que fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

e existem no Brasil desde 1988. A composição diversificada e democrática dos Comitês contribui para que todos os setores da sociedade, com interesse sobre a água da bacia hidrográfica, tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão (CBH, 2017).

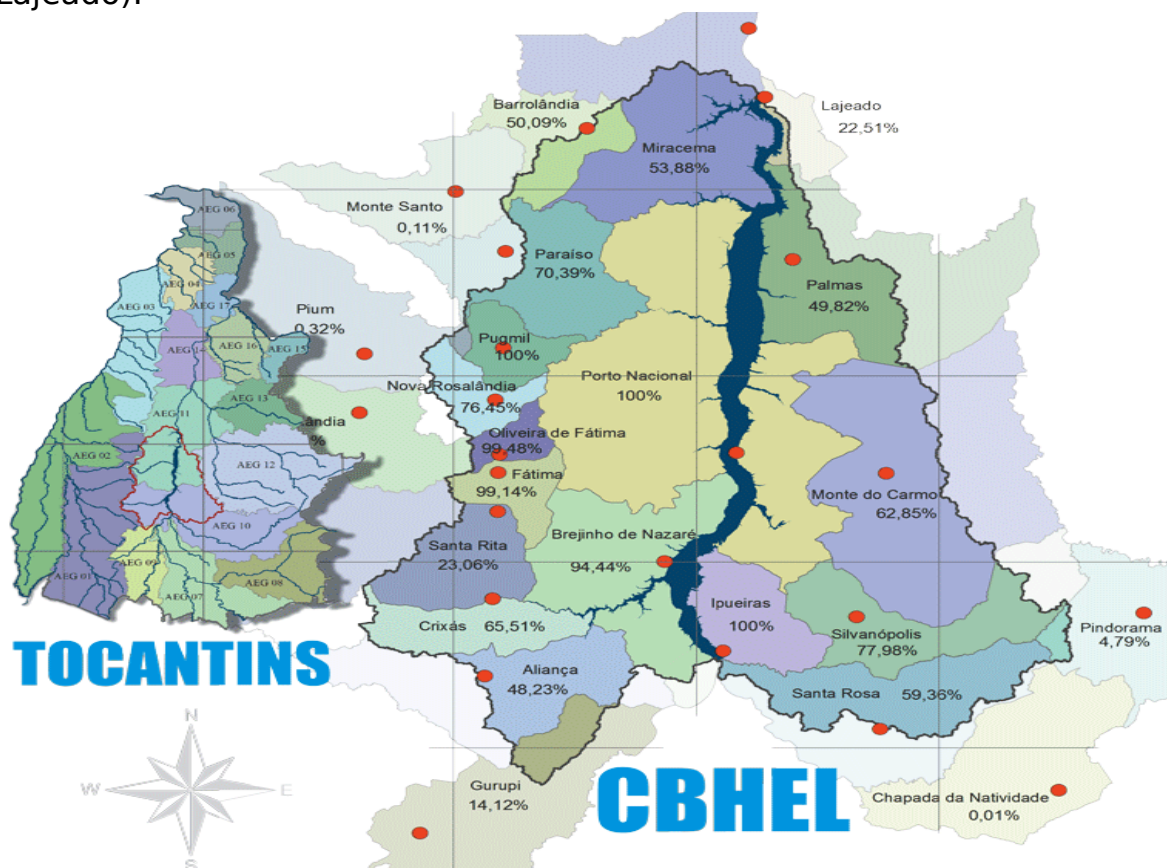
Ainda conforme a Lei Federal nº 9.433, que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, em seu artigo 38, são consideradas como área de atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas:

- I promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- II arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- III aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;
- IV acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- V propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;
- VI estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;
- VII (VETADO) VIII - (VETADO)
- IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo (BRASIL, 1997).

Atualmente, no Estado do Tocantins, existem quatro Comitês de Bacias Hidrográficas: Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso; Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Manoel Alves; Comitê de Bacia Hidrográfica Lontra e Corda; e Comitê de Bacia Hidrográfica Entorno do Lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (Lajeado) (CBHTO, 2017).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, no município de Porto Nacional - TO está inserida no Comitê da Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (Lajeado), de acordo com a figura 01.

Figura 1: Área de abrangência do Comitê da Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (Lajeado).



Fonte: CBHTO (2017).

A criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago (CBHEL) da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (Lajeado) teve início durante o enchimento do Lago, quando foram realizados diversos estudos nas cidades de Palmas, Aparecida do Rio Negro, Lajeado, Porto Nacional e Tocantínia, para análise dos danos causados ao meio ambiente. A Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães está localizada na região central do Estado, abrange 20 municípios, possui cerca de 17.760 km² e representa 6,6% da área total do Estado. Em 22 de março de 2011, o então governador do Estado do Tocantins formalizou a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago da UHE Luís Eduardo Magalhães (Lajeado) (CBHTO, 2017).

Monitoramento da água

O monitoramento da água prevê o levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem previamente selecionados, com muitas observações, medições e avaliações para obtenção de informações ou comportamentos de um conjunto de variáveis, acompanhando as condições de qualidade da água ao longo do tempo (DERISIO, 1992).

Conforme relata Coimbra (1991), o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos constitui-se em um poderoso instrumento, que possibilita a avaliação da oferta hídrica, base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente.

O monitoramento da qualidade das águas superficiais é um fator primordial para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, sendo essenciais para diversas atividades de gestão, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água (ANA, 2016).

Nesse âmbito, o monitoramento também é efetivo para indicar mudanças na qualidade da água em função do uso e da ocupação do solo. Teixeira (2000) relata que parcerias com órgãos de fiscalização podem ser muito eficazes no sentido de detectar mudanças de qualidade ambiental, facilitando a tomada das devidas providências técnicas e legais pelos órgãos competentes, contribuindo para a preservação e a recuperação dos ecossistemas. O monitoramento da qualidade da água é fundamental para otimização da gestão hídrica por fornecer informações sobre suas formas de uso nas bacias hidrográficas. Os diversos componentes presentes na água, que alteram suas características naturais, podem ser retratados em termos de concentrações e variações de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Os parâmetros de qualidade dos corpos d'água a serem estudados incluem variáveis químicas, físicas e biológicas, e serão discutidas a seguir.

Parâmetros da qualidade da água

Parâmetros químicos

Oxigênio dissolvido

O OD é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja consumido, têm-se as condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com geração de maus odores (VON SPERLING, 1996).

Nesse sentido, o teor de OD é um indicador das condições de poluição por matéria orgânica, portanto, uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de OD podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana, decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 1995).

Demanda bioquímica de oxigênio

Esse parâmetro é utilizado para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica, que corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos do esgoto ou das águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantidos a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, podendo acarretar a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática. A morte de peixes em rios poluídos se deve, também, à ausência de oxigênio e não somente à presença de substâncias tóxicas (VON SPERLING, 1996).

Potencial hidrogeniônico

O pH é um dos indicadores mais importantes de monitoramento de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido à elevada dureza (BAIRD, 2004).

De acordo com a Resolução do Conama nº 357/2005, para água doce classe 2, o pH tem que estar entre 6,0 e 9,0.

Fósforo total

O PT é um nutriente essencial para todas as formas de vida. Ele aparece em águas naturais, devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (IAP, 2005).

Nitrogênio total

O NT é um constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos. A fonte de contaminação desse composto em corpos d'água são de origem natural ou antropogênica, sendo a última a mais importante, pois é constituída por despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (VON SPERLING, 2005).

O principal problema relacionado às altas concentrações de nitrogênio é a eutrofização. Esse elemento é indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir ao crescimento exagerado desses organismos, causando interferências aos usos desejáveis do corpo d'água, gerando problemas como gosto e odor, redução de oxigênio e transparência,

declínio da pesca, mortandade de peixes, obstrução de cursos d'água e efeitos tóxicos sobre animais e seres humanos (VON SPERLING, 2005).

Segundo Von Sperling (2005), outros fatores mostram a importância de quantificar a concentração dos compostos nitrogenados:

- o nitrogênio, na forma de nitrato, está associado a doenças como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul);
- os processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito, e deste para nitrato, implicam o consumo de oxigênio dissolvido no corpo receptor (demanda nitrogenada de oxigênio), o que pode afetar a vida aquática;
- nitrogênio na forma de amônia livre é tóxico aos peixes;
- nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos;
- os processos de conversão do nitrogênio têm implicações na operação das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs).

Parâmetros físicos

Temperatura

A temperatura possui duas origens, quando relacionada como parâmetro de caracterização das águas. A primeira é a origem natural, e está relacionada à transferência de calor por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo, enquanto a origem antropogênica está relacionada com águas de torres de resfriamento e despejos industriais (ALVES, 2006).

A importância da temperatura como parâmetro de qualidade da água é que as elevações da temperatura aumentam as taxas das reações químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam a taxa de transferência dos mesmos, o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis (VON SPERLING, 2005).

Turbidez

Para efeito de análise, a turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz, por meio da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta no aumento da turbidez das águas. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas (IAP, 2005).

Dessa maneira, a turbidez é uma característica da água associada à presença de partículas suspensas, com tamanho variando entre suspensões grosseiras e coloides, dependendo do grau de turbidez. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando uma aparência nebulosa à água, tornando-a esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (RICHTTER; AZEVEDO NETTO, 2002).

Logo, a alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreativo da água (CETESB, 2009).

Sólidos totais

Esses sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho, as suas características químicas e a sua decantabilidade: sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos, sólidos voláteis, sólidos fixos, sólidos em suspensões sedimentáveis e sólidos em suspensão não sedimentáveis. Os constituintes dissolvidos representam sólidos em solução verdadeira e constituem a salinidade total das águas (VON SPERLING, 2005).

Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). A água, com demasiado teor de sólidos dissolvidos totais, não é adequada para o uso,

qualquer que seja. Quando contém menos de 500 mg/L, é considerada satisfatória para uso doméstico e muitos fins industriais. Já acima de 1.000 mg/L contém minerais que lhe conferem um sabor esagradável, tornando-a inadequada para diversos usos (CARVALHO; OLIVEIRA, 2003).

Parâmetros biológicos

Coliformes termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme constituem o indicador de contaminação fecal mais comum, sendo aplicado como parâmetro bacteriológico básico na caracterização e na avaliação da qualidade das águas em geral (VON SPERLING, 1996). As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos, elas são patogênicas e causam doenças (ANA, 2016).

Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975, começou a ser utilizado pela Cetesb em São Paulo. Atualmente, outros estados brasileiros já adotaram o IQA, que é considerado, o principal índice de qualidade das águas utilizado no país (ANA, 2016).

Tal índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta, visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são, em sua maioria, indicadores da contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos (ANA, 2016).

Nesse sentido, nove parâmetros para avaliação são utilizados pelo IQA: temperatura da água, OD, DBO, pH, turbidez, ST, NT, PT e CT. Tais parâmetros apresentam os determinados pesos (w_i), que foram fixados em

função da sua importância, para a conformação global da qualidade da água, como se vê no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Valores de pesos de cada parâmetro do IQA

Parâmetros	Peso (w_i)
CT	0,15
Ph	0,12
DBO	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fosfato total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08
OD	0,17

Fonte: ANA (2016).

Conforme dados da ANA (2016), o IQA é calculado pelo produto ponderado da qualidade da água correspondente aos parâmetros, de acordo com a fórmula a seguir:

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

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas (varia de 0 a 100);

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

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

n : número de parâmetros ($n = 9$)

Assim, a categoria será avaliada por meio dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade da água, conforme os valores de ponderação. O resultado deverá enquadrar-se em uma categoria, podendo ser de ótima a péssimas valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação do IQA

Faixas de IQA utilizados nos estados de AL, MG, MT, PR, RJ, RN e RS.	Faixas de IQA utilizados nos estados de BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE e SP.	Avaliação da qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: Adaptada pela autora com base em ANA (2016).

Estudos, sobre qualidade da água, realizados em Bacias Hidrográficas Brasileiras

Estudos, sobre a qualidade da água, já foram realizados em várias bacias hidrográficas brasileiras. É possível citar Garcia (2013), que avaliou a qualidade da água do Rio Paraíba do Sul na cidade de Lorena - SP. Neste estudo, os parâmetros pH, temperatura, OD, DBO, Demanda Química de Oxigênio e concentração de metais pesados foram investigados. De acordo com as análises realizadas na água do Rio Paraíba do Sul, os parâmetros de pH, DBO, Demanda química de oxigênio, temperatura e concentração de metais pesados apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução do Conama nº 357/2005 para classe 2, enquanto que os níveis de concentração de OD apresentaram-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução em 40% dos dias analisados. Um estudo completo dos resultados de todos os parâmetros mostra que a qualidade da água do rio, mesmo comprometida, ainda se encontra em

condições de ser recuperada. Para isso, torna-se essencial a continuidade do monitoramento da qualidade da água e sua proteção.

Nesta mesma intenção, Rabelo *et.al.* (2015) avaliaram a qualidade das águas dos córregos urbanos de Presidente Prudente - SP, com o objetivo de investigar a influência da urbanização nas águas da Bacia Hidrográfica Paraná. As concentrações dos parâmetros foram comparadas com os padrões estabelecidos pelas Resoluções do Conama nº 357/2005 e 430/2011. A situação mais crítica foi encontrada para os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Fósforo, sobretudo no ponto próximo aos frigoríficos e a um curtume, havendo a necessidade de investimentos no tratamento de efluentes e de medidas para reduzir a poluição pontual e difusa.

Por meio de técnicas multivariadas, Guimarães (2014) avaliou os parâmetros físico-químicos pH, temperatura, Condutividade elétrica, SDT, OD, turbidez e potencial redox das águas da Bacia do Alto Gurguéia e da Sub-Bacia do Rio Contrato, no Estado do Piauí. Os parâmetros pH, Condutividade elétrica, SDT e fosfato inorgânico dissolvido não apresentaram diferenças significativas. A análise de componentes principais (PCA) promoveu a redução das variáveis originais em três componentes principais, explicando 71,72% da variância total dos dados, sugerindo que a sazonalidade climática e a degradação do solo, a partir do município de Gilbués, tiveram influência direta nos resultados. O mesmo também ficou evidenciado na análise de agrupamento hierárquico.

Medeiros *et al.* (2016) avaliaram a qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena, no Estado do Pará. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade das águas consumidas em duas comunidades ribeirinhas no Estado do Pará, expostas a poluentes domésticos e industriais. Foram realizadas quatro campanhas de amostragem nas duas comunidades e as variáveis adotadas para o cálculo do IQA foram pH, sólidos totais, cloreto, fluoreto, dureza e nitrato. As águas utilizadas para o consumo humano na Comunidade Maranhão, onde não há contaminação por poluentes industriais, apresentaram amostras

adequadas, com melhoria no período seco; já as águas de Vila do Conde, local próximo à atividade industrial, estiveram em ambos os períodos sazonais com qualidade inaceitável para o consumo humano. Os principais parâmetros afetados foram o pH e o nitrato, com valores até 25 vezes acima do que especifica a legislação brasileira para água de consumo humano. Esses resultados indicaram maior interferência antrópica no entorno da Vila do Conde em Barcarena, necessitando de avaliações clínicas por profissionais especializados sobre o estado de saúde desta população.

Com o objetivo de estudar o comportamento da qualidade da água, ao longo do tempo, o autor Pinto *et al.* (2009) analisou a qualidade da água do Ribeirão Lavrinha, na região Alto Rio Grande – MG, em uma Bacia Hidrográfica de cabeceira do Rio Grande – MG. Os parâmetros analisados foram: pH, OD, CE, salinidade, temperatura, DBO, DQO, nitrato (NO_3^-), nitrogênio amoniacal (NH_3), fosfato (PO_4^{3-}), turbidez, sólidos totais, SDT, coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) e coliformes totais. Para os dados, calculou-se o IQA proposto pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e fez-se o enquadramento em classes, conforme Resolução do Conama nº 357/2005. As condições ambientais refletiram tanto nos valores do IQA quanto no processo de enquadramento. Constatou-se ainda que o principal fator causador do quadro crítico é o NMP de coliformes, que se associa à pecuária. Em menor escala, o OD e a DBO são também fatores limitantes.

Carvalho *et al.* (2004) avaliaram a qualidade das águas do Ribeirão Ubá – MG. Eles consideraram o IQA, tendo como base parâmetros químicos e biológicos, para determinar a qualidade da água do referido ribeirão. Constatou-se que, a partir da entrada da cidade, bem como à montante desta, a água do Ribeirão Ubá é de má- qualidade, sofrendo tanto a poluição por esgotos domésticos quanto por efluentes industriais.

Em relação à Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, alguns estudos foram realizados. Leite e Carvalho (2013) estudaram o mapa de uso e a cobertura da terra na referida bacia, a partir da técnica de fusão de imagens e classificação híbrida de imagens no software Spring

desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Nos resultados encontrados, foram verificadas a evolução da malha urbana, a implantação de pastagens e a criação de reservatórios de água para diversos fins, ocasionando a supressão e a fragmentação da vegetação. A aplicação de imagens de satélites fusionadas na determinação do uso e a cobertura da terra oferecem exatidão às análises por apresentarem alta resolução espacial. As imagens de menor resolução espacial, no caso dos satélites Landsat e Ressourcesat, foram imprescindíveis para a determinação da dinâmica do uso e a cobertura da terra na bacia.

Avellar *et.al.* (2008) utilizaram os recursos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) para avaliar as alterações ocorridas no uso do solo da Bacia do Ribeirão São João, no período de 1990 a 2000, após ações de intervenções no ecossistema, espacializando os níveis hierárquicos de fragilidade ambiental do geoecossistema local como subsídio a programas de financiamento público em bacias hidrográficas.

O resultado dessa avaliação mostrou que a qualidade ambiental da área compreendida pela Bacia do Ribeirão São João tem um equilíbrio que, para ser mantido, deve continuar a atender às recomendações de recuperação já iniciadas. As mudanças ocorridas no âmbito da Bacia do Ribeirão São João refletem as políticas vigentes de uso desordenado do solo. No que se refere às normas de qualidade da água, a presença de metais pesados e efluentes sanitários coloca em risco a saúde da população e da Bacia Hidrográfica.

CAPÍTULO 3

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Área de realização

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, com área de 82 km², com sua foz dentro da zona urbana, está localizada no município de Porto Nacional, no Estado do Tocantins, conforme a Figura 2, o mais novo da federação, criado pela Constituição de 1988, a partir da região norte de Goiás. O Estado do Tocantins está localizado na Região Norte do Brasil e possui uma área de 277.620 km². Parte dessa área está inserida na Amazônia Legal e equivale a aproximadamente 5,4% do território do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2008).

O município de Porto Nacional é considerado o quarto maior do Tocantins, com uma população estimada em 52.828 habitantes (IBGE, 2017). Ele está situado no centro geográfico do Estado, na mesorregião oriental, à margem direita do Rio Tocantins e limita-se, ao norte, com os municípios de Palmas e Paraíso do Tocantins; ao sul, com os municípios de Silvanópolis e Brejinho de Nazaré; a leste, com os municípios de Ipueiras e Brejinho de Nazaré; e a oeste, com o Rio Tocantins e a BR-153. O referido município está localizado próximo a Fátima, Nova Rosalândia e Oliveira de Fátima, com altitude média de 212 metros acima do nível do mar, e possui uma superfície de 4.449,9 km² (PORTO NACIONAL, 2013).

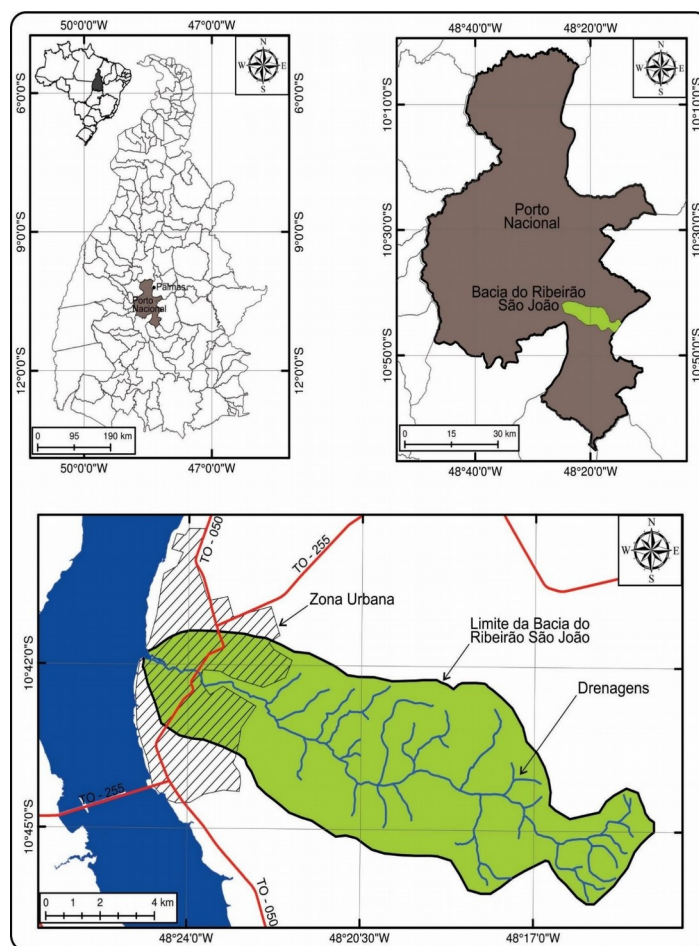
Caracterização física da bacia hidrográfica

A região de Porto Nacional tem predominância do clima do tipo C2wA'a" (clima úmido e subúmido, com moderada deficiência hídrica no inverno), segundo o método de Thornthwaite (SEPLAN, 2012), com média anual de temperatura de 26,1 °C e média pluviométrica de aproximadamente de 1.700 mm anual.

Desde a sua nascente, situada na Depressão do Alto Tocantins, e na maior parte de seu curso, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João

percorre as Depressões Longitudinais do Tocantins. A área apresenta formas de dissecção suaves e colinas com altitudes variando entre 200 e 300 m, podendo algumas porções chegar a 600 metros de altitude, cujos topônimos são Morro do Lajeado (São João) e Serra Manoel do Carmo, esta última na porção leste da bacia. Os solos predominantes na bacia são os dos tipos Cambissolos, Plintossolos, Gleissolos, Latossolos e Neossolo. A vegetação se caracteriza pelo Cerrado, com grande presença de arbustos, árvores esparsas com galhos retorcidos e raízes profundas; bem como com ocorrência de matas de galeria (PMAE, 2013).

Figura 2: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João



Fonte: Autora (2017).

Dados da precipitação

Os dados das precipitações pluviométricas, durante 20 anos (1997-2016), foram obtidos a partir de informações da base de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A estação meteorológica

está localizada no município de Porto Nacional -TO código OMM: 83064, com latitude -10.716667º, longitude -48.416667º e altitude 239.2 metros (INMET,2017).

Definição dos pontos de coleta

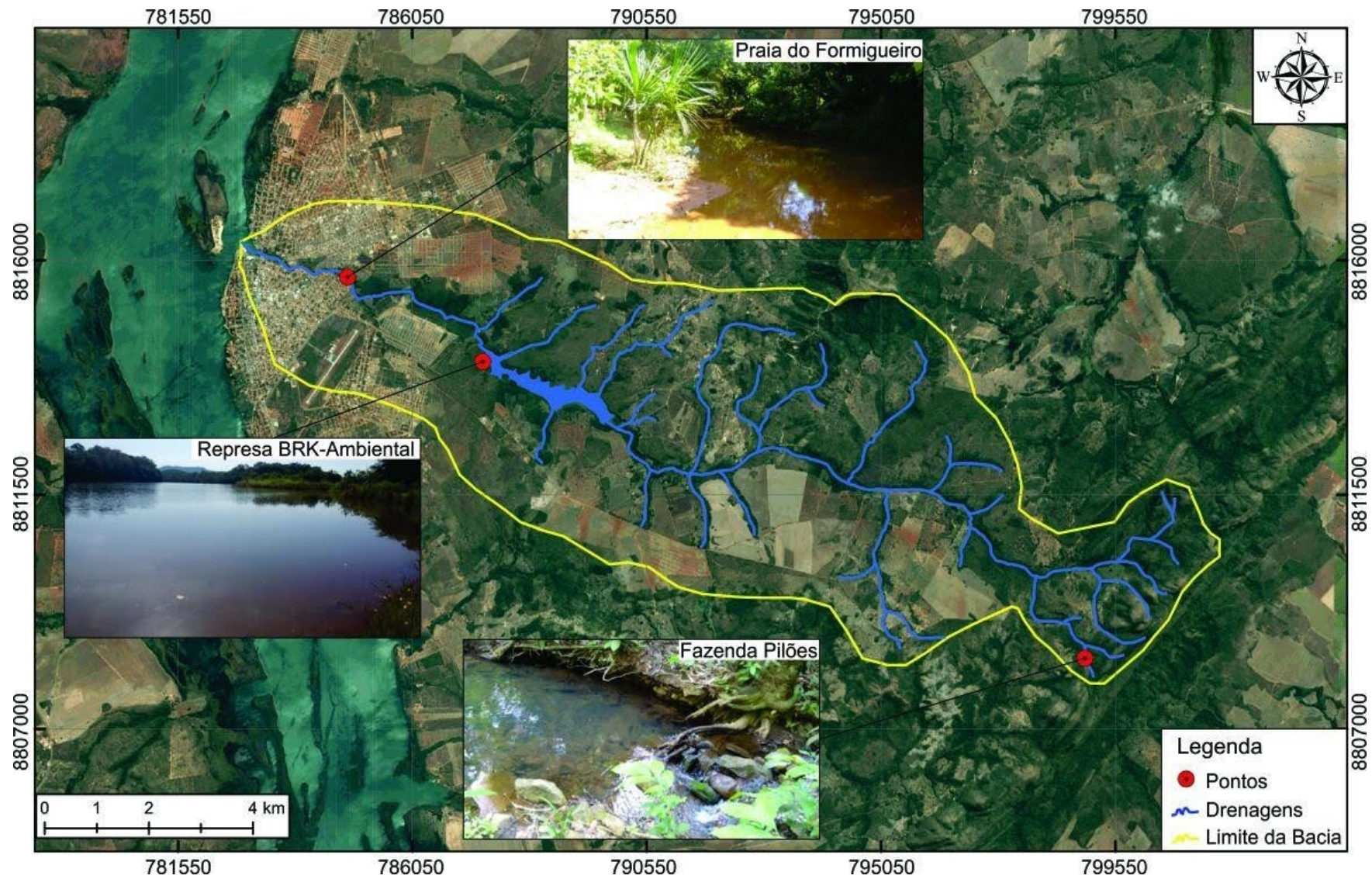
As amostras foram coletadas em três pontos distribuídos ao longo do corpo hídrico da bacia, durante 6 meses do ano de 2016, separados em duas etapas, sendo nos primeiros meses, de março a maio, período chuvoso; e de junho a agosto, período seco. Essas amostras foram escolhidas para melhor analisar a qualidade hídrica da bacia em três pontos (P1, P2 e P3), conforme a Figura 3.

O ponto um (P1) está localizado na nascente; a leste do município, na fazenda Pilões, a 25 km do limite urbano, entre os paralelos 10º46'08"S de latitude sul e 48º15'57"W de longitude oeste. Com a presença de mata ciliar, a nascente tem, ainda, em suas proximidades, locais de atividades agropecuárias, com cultivo de soja e milho, e criação bovina.

Por sua vez, o ponto dois (P2) está localizado na Represa da BRK Ambiental, no montante entre os paralelos 10º43'02"S de latitude sul e 48º22'21" W de longitude oeste, onde é realizada a captação da água bruta para o abastecimento público do município. A degradação nessa região tem se intensificado em função do desmatamento e da expansão das atividades agropecuárias, o que pode prejudicar o abastecimento público.

Ainda nesse levantamento, o ponto três (P3), localizado na Praia do Formigueiro - na jusante, fica localizado entre os paralelos 10º42'10"S de latitude sul e 48º23'47"W de longitude oeste, na área urbana do município, onde há ocupação irregular, desmatamento, assoreamento e despejo de dejetos domésticos e industriais.

Figura 3: Pontos de coleta da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João



Fonte: Autora (2017).

Foram coletadas três amostras mensais, totalizando 18 (dezoito) amostras no período de março a agosto de 2016. Esse monitoramento foi importante pela necessidade de identificar os elementos que contribuem para a contaminação permanente e os sazonais, evidenciados nas mudanças de clima entre o período chuvoso e seco. Verifica-se, deste modo, que os pontos localizados em áreas específicas estão relacionados ao fator antrópico de uso e ocupação.

As metodologias de campo para a coleta das amostras de água foram adotadas conforme recomendação da Cetesb (2011) e de acordo com o Guia Nacional de coleta e preservação de amostras.

Nesse entendimento, as amostras de água foram coletadas a 30 cm de profundidade em um frasco de 100 mL para as análises biológicas; e de 2.000 mL para as análises físicas e químicas. As referidas amostras foram etiquetadas e acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo; posteriormente, foram levadas para processamento no laboratório do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - no Campus de Porto Nacional; e no Laboratório de Microbiologia Ambiental (Lambio), na Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Campus de Palmas - TO.

Parâmetros estudados

Os parâmetros de qualidade da água estudados neste trabalho foram: temperatura, pH, OD, NT, PT, CT, ST, DBO e turbidez.

Procedimentos analíticos

As análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos foram realizadas conforme procedimentos e metodologias padronizadas e validadas de acordo com recomendações descritas no Standard Methods (APHA, 2005), conforme o Quadro 4, no laboratório do IFTO - no Campus de Porto Nacional; e no LAMBIO, na Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas.

Quadro 4 - Metodologia utilizadas nas análises dos parâmetros físicos, químicos e biológico

Parâmetros	Método de análise <i>Standard Methods</i>
Turbidez	SM 2130 B
Ph	SM 4500
TemperaturaSM 2550 B	Oxigênio Dissolvido
SM 4500 H+B	
Sólidos Totais	SM 2540 D
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	SM 5210 B
Nitrogênio totalSM 4500 N-org B	
Fósforo total (mg/L)	SM 4500 P
Coliformes Temortolerantes (NMP/100 mL)	SM 9223 B

Fonte: Adaptado pela autora com base, APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21 st. Ed., 2005.

Cálculo do IQA (Cesteb)

Os resultados do monitoramento das variáveis físicas, químicas e biológicas da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João permitiram analisar as variáveis que compõem o IQA: CT, pH, DBO, NT, PT, turbidez, ST, OD e temperatura, com seus respectivos pesos, fixados em função da sua importância para a determinação da qualidade da água. O cálculo foi realizado a partir do produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice (Equação 1). Os resultados obtidos podem variar em uma escala de 0 a 100, de acordo com o estado de qualidade da água do corpo hídrico em questão (ANA, 2016).

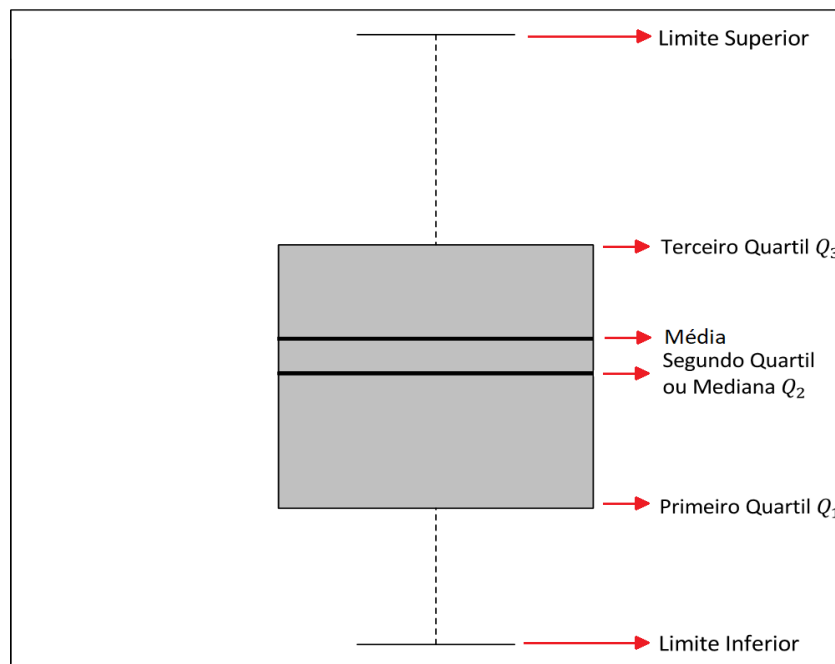
Análises estatísticas

Na avaliação dos resultados, foram utilizadas as planilhas eletrônicas “Excel”. Para facilitar a visualização de dados quantitativos,

foram utilizados gráficos do tipo *box-plot*, que permitem demonstrar os valores mínimo e máximo, bem como os valores de média e mediana, aplicadas a cada variável.

Um gráfico *box-plot* fornece uma apresentação gráfica de dados, utilizando seis medidas: a mediana, média, o primeiro quartil, o terceiro quartil, além do menor e dos maiores valores no conjunto de dados entre a borda inferior interna e a borda superior interna, como é possível verificar na Figura 4. Este gráfico podemos visualizar o centro, a dispersão e a assimetria de um conjunto de dados e também ajuda a detectar valores extremos (outliers) (MANN, 2006).

Figura 4: Gráfico box-plot



Fonte: Autora (2017).

Na determinação do IQA, utilizou-se o índice IQA Cestesb, com o auxílio do Software IQADData 2010 (POSSELT; COSTA, 2010). Este software é de uso livre e disponibilizado pela Universidade de Santa Cruz do Sul (Unisc), no site <http://www.unisc.br/ppgspi>.

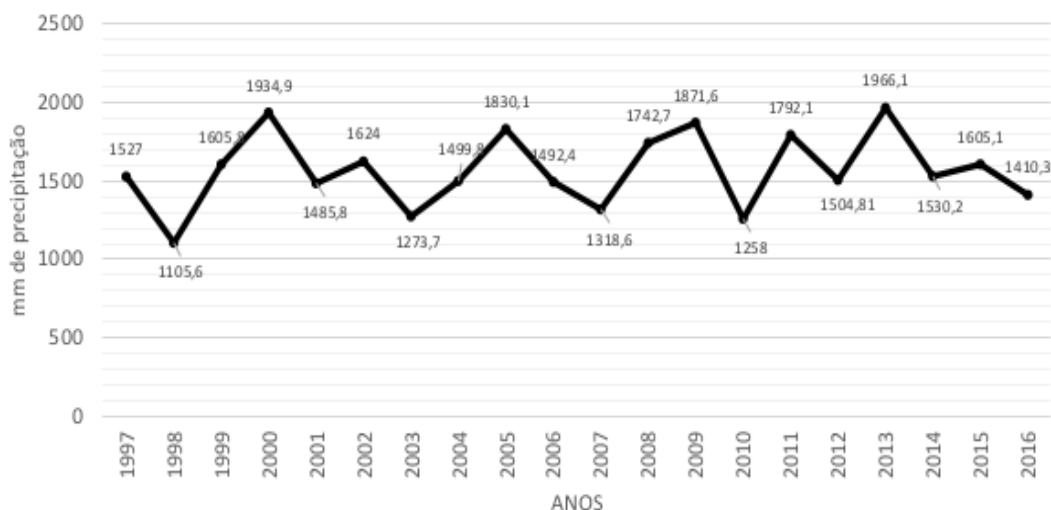
CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Precipitações pluviométricas

O município de Porto Nacional está localizado na porção central do Estado do Tocantins, entre os paralelos 10° e 11° de latitude sul e entre os meridianos 48° e 49° de longitude oeste. De acordo com Souza (2011), seu clima é influenciado especialmente pela atuação da Massa Tropical Atlântica, ao longo de todo o ano, porém com incursões habituais da Massa Equatorial Continental e, em menor número, de sistemas polares já bastante tropicalizados. O Gráfico 1, demonstra o volume da precipitação registrada no período de 20 anos (1997-2016) no município de Porto Nacional -TO.

Gráfico 1 - Precipitação anual do período de 1997 a 2016

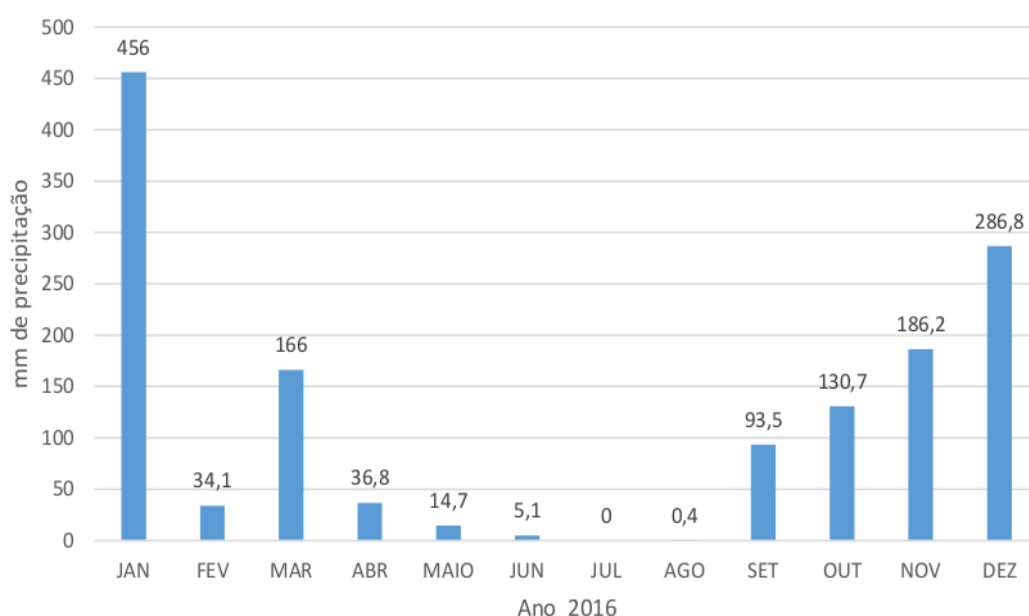


Fonte: INMET, (2017).

Durante o período de 20 anos, a precipitação mínima registrada foi de 1105,6 mm no ano de 1998; e máxima de 1966,1mm no ano de 2013. Considerado o período em estudo, o ano de 2016 registrou o volume de precipitação anual de 1410,3 mm, ano que esteve abaixo da média anual registrada, durante os 20 anos, de 1568,93 mm.

As precipitações pluviométricas do ano de 2016 para o município de Porto Nacional -TO como demonstra o Gráfico 2, teve algumas oscilações. Com valores máximo de 456 mm no mês de janeiro, 186,2 mm no mês de novembro e 286,8 mm no mês de dezembro. Com mínima de 0,0 mm no mês de junho, 0,4mm no mês de agosto e 5,1 mm no mês de junho.

Gráfico 2 - Precipitação anual do ano de 2016



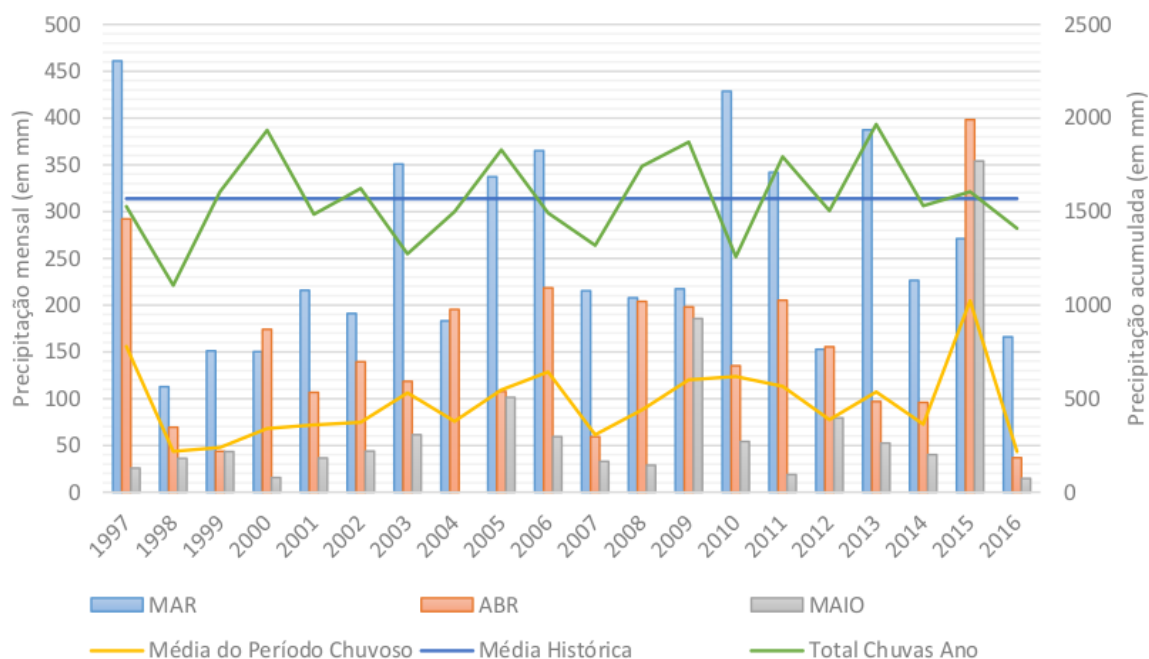
Fonte: INMET, (2017).

Nota-se que os meses de março, abril e maio são caracterizados como estação chuvosa, e que a precipitação mínima registrada, durante o período de 20 anos, foi de 0,0 mm no mês de maio no ano de 2004, considerado mês atípico, pois não teve nenhum registro de precipitação. Foi constatado que a média de precipitação, para o mês de maio durante esse período, foi de 64,21 mm, enquanto no ano de 2016 obteve 36,8mm m abaixo da média para o período. Já no mês de março a máxima registrada no período de 20 anos foi de 461 mm no ano de 1997, acima da média de precipitação ara período que foi de 263,09 mm de acordo com o Gráfico 3. No ano de 2016 foi registrada o valor de 166 mm de precipitação no mês de março, muito abaixo da média do período.

Já no mês de abril o ano de 2015 foi o que teve o valor máximo de precipitação com valor de 392,2 mm de precipitação durante os 20 anos.

A média encontrada para o período foi de 152,51mm, entretanto para o ano de 2016 em estudo foi registrado 36,8mm, abaixo da média do período.

Gráfico 3 - Precipitação mensal dos meses de março a maio
(1997-2016)



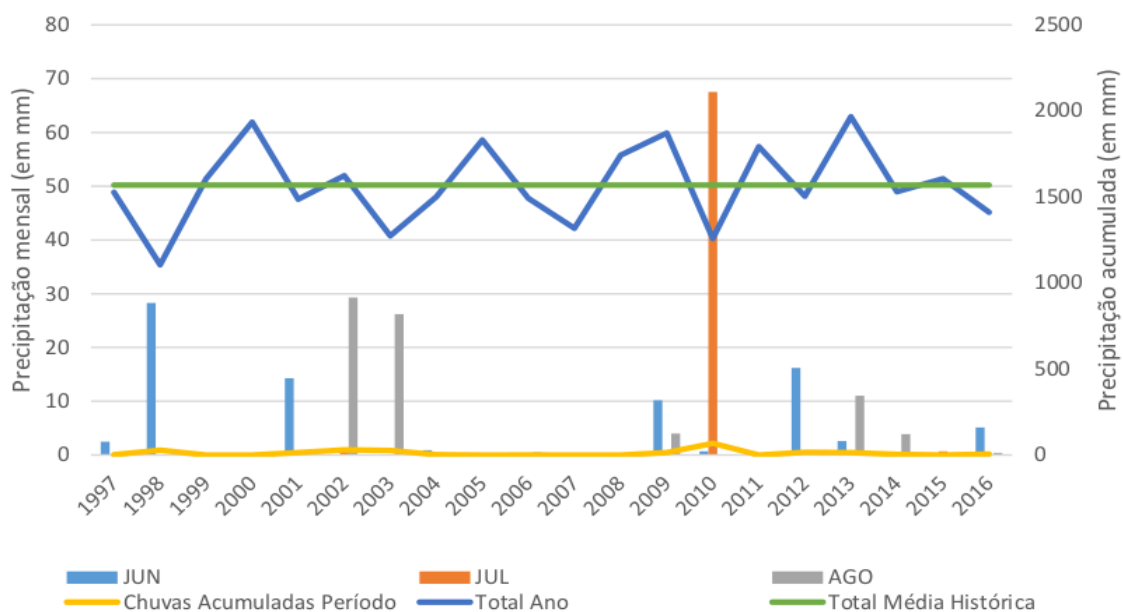
Fonte: INMET, (2017).

No período de 20 anos, os meses de junho, julho e agosto são caracterizados como estação seca. Verifica-se que a precipitação mínima registrada foi de 0,0 mm em alguns meses do mês de julho, somente os anos de 2002, 2010 e 2015, tiveram registro de precipitação, com o valor máximo de 67,5 mm no ano 2010, considerado um mês atípico, pois, como se vê no Gráfico 4, a média mensal de precipitações registradas, durante os 20 anos para o mês de julho foi de 3,44 mm, já no ano em estudo o valor registrado foi de 0,0 mm .

Para o mês de junho no período de 20 anos foi encontrado valor máximo de precipitação de 28,2 mm no ano de 1998, a média para o período foi 4,04 mm, sendo que para o ano em estudo foi registrado 5,1 mm , valor acima da média para o período.

No mês de agosto o ano que registrou o valor máximo de precipitação foi de 2002 com valor de 29,3 mm. A precipitação média encontrada para o período foi de 3,78 mm, acima do valor encontrada para o ano de 2016 de 0,4 mm.

Gráfico 4 - Precipitação mensal dos meses de junho a agosto (1997-2016)



Fonte: INMET, (2017).

Verifica-se que a média histórica registrada de precipitação, entre os meses de junho e agosto de 1997-2016, foi de 1568,93 mm. O volume de precipitação reduzido nesse período é considerado normal para o referido município, principalmente nos meses de julho e agosto.

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João recebe influências das precipitações pluviométricas, interferindo diretamente na qualidade hídrica. A análise da distribuição da precipitação pluviométrica em uma bacia hidrográfica é um mecanismo proeminente para nortear medidas para o uso racional dos recursos hídricos. Nesse contexto, o entendimento do regime de chuvas se torna artifício para o planejamento econômico e a conservação do ambiente natural (SIMONI *et al.*, 2014).

Análises das variáveis

Parâmetros químicos

Oxigênio dissolvido

As concentrações de OD, no período em estudo, apresentaram variações relevantes. No ponto um (P1), a mínima registrada foi de 5,02 mg L⁻¹, no mês de agosto, e a máxima foi de 5,07 mg L⁻¹ no mês de março, com média de 5,04 mg L⁻¹ para o respectivo ponto. No ponto dois (P2), o OD teve variação significativa com mínima de 4,8 mg L⁻¹ no mês de julho; e máxima de 5,11 mg L⁻¹ no mês de março, com a média de 4,99 mg L⁻¹. No ponto três (P3), foram encontrados mínima com 4,52 mg L⁻¹ no mês de julho; e máxima 4,93 mg L⁻¹ no mês de abril, com média de 4,70 mg L⁻¹.

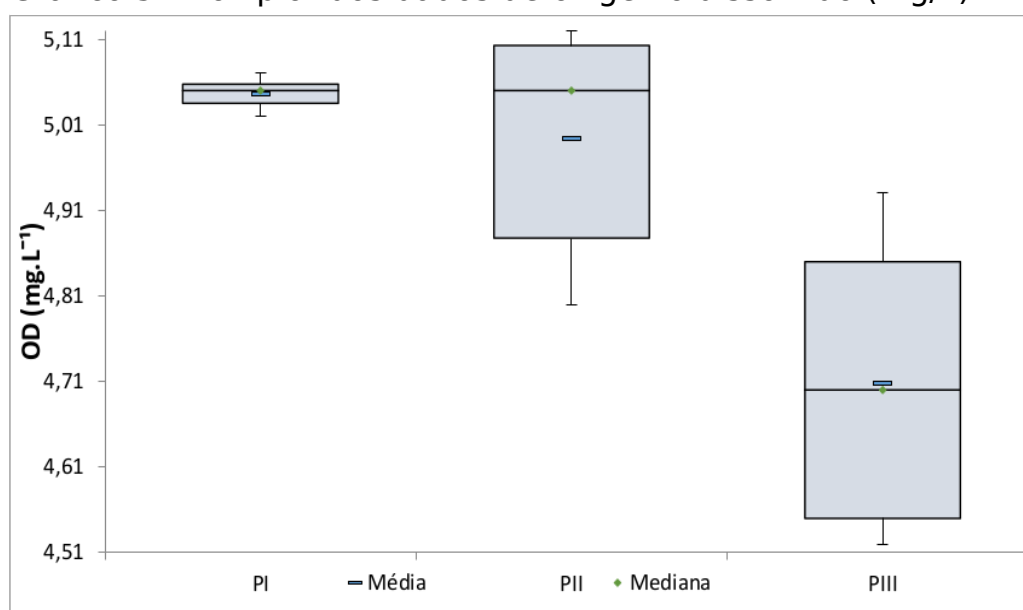
Conforme o Gráfico 5, nos três pontos analisados na bacia hidrográfica, o OD se apresentou mais elevado no período chuvoso, que são os meses de março a maio. No ponto um (P1), foram encontrados os melhores índices de OD com média 5,05 mg L⁻¹, por se encontrar na nascente da bacia e estar com mata ciliar no entorno. Já no ponto dois (P2) e no três (P3), foram apresentados valores inferiores com média 4,99 mg L⁻¹; no ponto dois (P2), esse ponto de coleta se encontra na represa da BRK Ambiental, que é ponto de captação para abastecimento público; e o ponto três (P3) com média de 4,71 mg L⁻¹, está localizado na área urbana do município, sujeito à interferência direta do homem, com lançamentos de esgoto doméstico e resíduos industriais.

Para Von Sperling (2007), o consumo de oxigênio dissolvido está diretamente relacionado com o lançamento de esgotos e de autodepuração. No momento em que é lançada uma carga poluidora nesse curso d'água, ocorre um aumento da matéria orgânica e, conseqüentemente, uma proliferação de bactérias, resultando indiretamente na qualidade da água, o que se deve ao consumo de oxigênio dissolvido.

De acordo com Generoso *et.al* (2010), os sólidos dissolvidos na água indicam a presença de sais, ácidos minerais e outros contaminantes que, despejados no curso hídrico, podem aumentar a demanda química e bioquímica de oxigênio nas águas, levando a depleção do oxigênio dissolvido no meio.

Conforme a Resolução do Conama n° 357/05 determina, para a classe 1, o OD não deve ser inferior a 6 mg/L; para classe 2, não pode ser inferior a 5 mg L⁻¹, para a classe 3, não deve ser inferior a 4 mg L⁻¹ e para a classe 4, não pode ser inferior a 2 mg L⁻¹. Portanto, as análises da água do Ribeirão São João demonstraram que, para OD, as águas se encontram com valores próximos, porem abaixo do valor permitido para classe 2 de acordo com a legislação, como exposto no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Box plot dos dados de oxigênio dissolvido (mg/L)



Fonte: Da autora (2017).

Observa-se, no Gráfico 5, que a diminuição dos valores de OD nos pontos dois (P2) e no ponto três (P3) pode estar associada à entrada de material como fertilizante originado das áreas agrícolas, isso pode contribuir para o aumento na carga de material fosfatado e orgânico, e promover o decréscimo na concentração de OD. No estudo de Toledo e Nicolella (2002), esse fato fica bem evidente em uma microbacia da cidade de Guaíra (SP), sob uso agrícola e urbano.

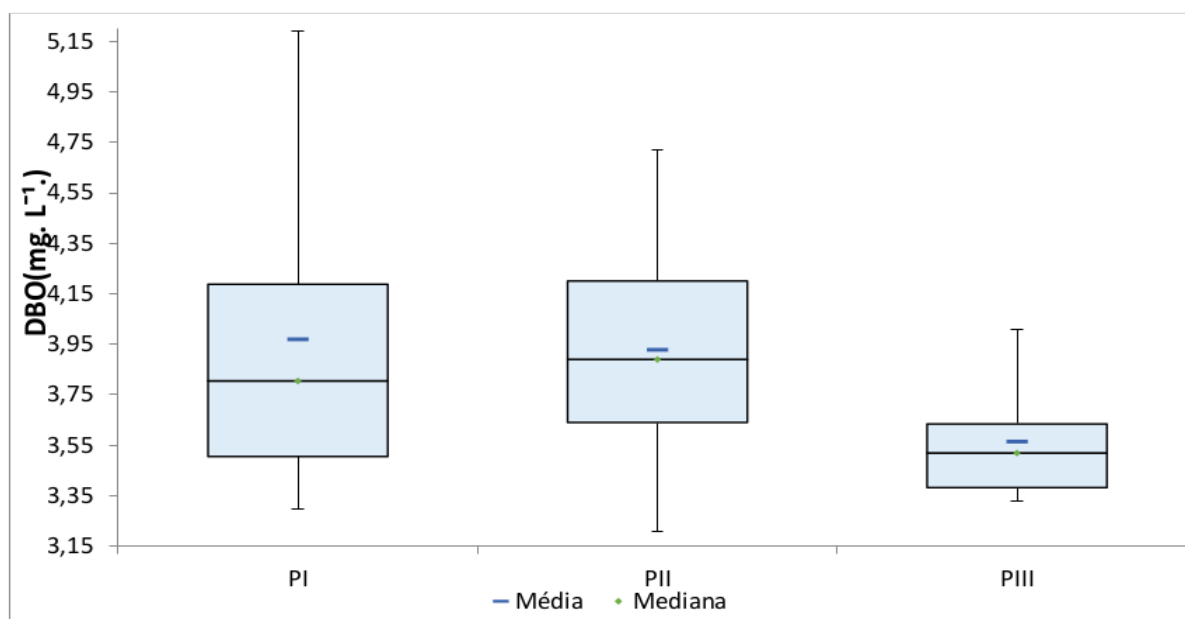
Em análise da água do Córrego do Tanquinho em Ribeirão Preto - SP, Grieco *et al.* (2017) observaram 5 pontos (ponto 1 perto da nascente e os pontos 2, 3, 4 e 5 caracterizados de forma muito semelhante, com ausência de vegetação nas margens, próximo das residências e de construções; tendo a presença de resíduos sólidos nas margens e leito). Estudado o OD, os valores encontrados acima de 5 mg L⁻¹ foram no ponto 4 no período seco, e no ponto 1 durante o período chuvoso; enquanto os outros pontos se enquadraram em desacordo com a legislação para classe 2 (BRASIL, 2005).

Demanda bioquímica de oxigênio

No período em estudo, a concentração de DBO obteve maiores valores no ponto um (P1), com 5,19 mg L⁻¹ no mês de abril; e 4,28 mg L⁻¹ no mês de março, ambos no período chuvoso. No ponto dois (P2), obteve valor mínimo de 3,21 mg L⁻¹ no mês de julho, período considerado seco e máxima 4,72 mg L⁻¹ em abril período chuvoso. No ponto três (P3), foi encontrado valor máximo de 4,01 mg L⁻¹ no mês de abril período chuvoso e mínima 3,33 mg L⁻¹ no mês de julho período seco, conforme o Gráfico 6. Essa variação para o referido parâmetro está relacionada à precipitação pluviométrica e ao lançamento de material orgânico.

Nesse entendimento, Von Sperling (2007) destaca que a matéria orgânica pode ter origem natural, ou seja, vegetal, animal, microrganismos e antropogênica, como despejos domésticos e industriais. A matéria orgânica, que se encontra nos corpos d'água e nos esgotos, tem grande relevância, sendo a principal causadora da poluição das águas. Vê-se que a média de DBO encontrado foi de 3,97 mg L⁻¹, no ponto um (P1) no mês de abril. Os pontos dois (P2) e três (P3) com médias de 3,97 mg L⁻¹ e 3,93 mg L⁻¹, respectivamente, classificando como classe 2 de acordo com o Gráfico 6. De acordo com a citada resolução, o máximo permitido é de até 3,0 mg L⁻¹ para classe 1; para classe 2 até 5,0 mg L⁻¹; para classe 3 até 10 mg L⁻¹; e acima de 10 mg L⁻¹, classe 4.

Gráfico 6 - Box-plot dos dados da demanda bioquímica de oxigênio



Fonte: Da autora (2017).

Costa e Ferreira (2015) analisaram a porção mineira da bacia do Rio Paranaíba e encontraram DBO com as médias na área da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba, permanecendo constantes durante todo o ano de 2012, com aproximadamente 2 mg L⁻¹. Durante o período monitorado, não houve violação do limite estabelecido na Resolução do Conama nº 357/05 para águas classe 2. Já na Bacia do Rio Araguari, apesar da média anual ser de aproximadamente em 2 mg L⁻¹, a superioridade dos valores máximos chama a atenção. Na Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba, destaca-se a superioridade dos valores máximos e os valores apresentaram-se dentro do limite no período em estudo para classe 2, sobressaindo-se apenas um valor mais elevado no 4º trimestre do ano 2012.

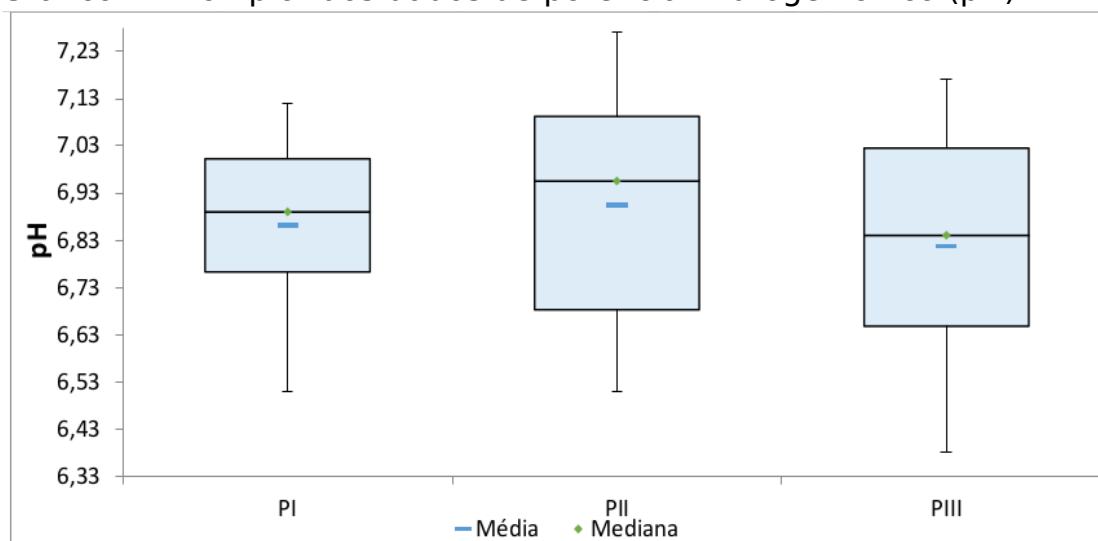
O trabalho desenvolvido por Ferreira *et al.* (2015), analisando a qualidade da água do reservatório Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira no município de Orós-CE, obteve o DBO acima do padrão estabelecido pela legislação para água classe 2 em 75% das coletas realizadas. Nota-se, dessa maneira, que existe a possibilidade de lançamentos regulares de cargas orgânicas no reservatório.

Potencial hidrogeniônico

De acordo com Von Sperling (2007), o pH não tem implicação em termos de saúde pública, a menos que esses valores sejam extremamente baixos ou elevados, podendo ocasionar algum problema de irritação no olho ou na pele. Por outro lado, podem afetar a vida aquática, como os peixes e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos.

Segundo a Resolução do Conama nº 357/05, define-se, para águas de classes 1,2, 3 e 4, o pH entre 6 e 9 (BRASIL, 2005). É possível notar que o pH encontrado, no período em estudo, variou no ponto um (P1), com mínima de 6,51 no mês de julho; e máxima de 7,12 no mês de agosto. Tais meses são considerados secos, com precipitação registrada de 0,00 mm no ano de 2016. No ponto dois (P2), obteve-se o valor de 6,51 em julho, período seco e sem precipitação registrada; e em abril, com 7,27 no período chuvoso. No ponto três (P3), a máxima obtida foi de 7,17 no mês de abril; e mínima de 6,38 no mês de julho. Ao analisar as médias encontradas para o parâmetro de pH, o ponto dois (P2) obteve o maior valor com 6,90, enquanto o ponto um (P1) registrou 6,86 e o ponto três (P3) 6,82. Conforme o Gráfico 7, todos os pontos analisados no decorrer da bacia estão de acordo com a legislação vigente.

Gráfico 7 - Box-plot dos dados de potencial hidrogeniônico (pH)



Fonte: Da autora (2017).

Pedroso e Colesanti (2017), analisando a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia - GO em período de estiagem, não encontraram alterações significativas de pH que pudessem indicar anomalias graves quanto à qualidade do corpo hídrico. O ponto da Sub-Bacia do Ribeirão Mimoso apresentou pH de 6,42, sendo este o valor mais baixo e a Sub-Bacia do Ribeirão Areia foi o que apresentou o maior valor, sendo este de 7,52, ainda dentro de limites aceitáveis pela legislação e próximos à neutralidade, valores estes, semelhantes aos encontrados na bacia em estudo. Em trabalho desenvolvido por Danelon e Rodrigues (2013), na Bacia Hidrográfica do córrego Terra Branca, no município de Uberlândia - MG, no ano de 2011, verificou-se o pH na nascente com variação de 6,0 a 6,5. E, no médio curso, a variação constatada foi de 6,5 a 7,0, de modo que ambas foram classificadas como águas levemente ácidas.

Por sua vez, Guerra *et al.* (2015) avaliou o pH na Bacia Hidrográfica de Bitá, Ipojuca em Pernambuco, onde foram selecionados os meses de fevereiro, maio, agosto e novembro, entre 2005 e 2013. Durante esse período, o mês de agosto obteve valores inferiores a 6,0 chegando ao valor de 5,5 estando em desacordo da legislação. Entretanto, Passig *et al.* (2015), monitorando a Bacia Hidrográfica do Rio Mourão, no Paraná, encontraram valores de pH dentro do limite estipulado pela legislação vigente entre 6,0 e 9,0.

Fósforo total

De acordo com Von Sperling (2007), em ordem crescente, as principais fontes de fósforo em um corpo d'água são: drenagem pluvial em áreas com matas e florestas; drenagem pluvial em áreas agrícolas; drenagem pluvial em áreas urbanas; e esgotos.

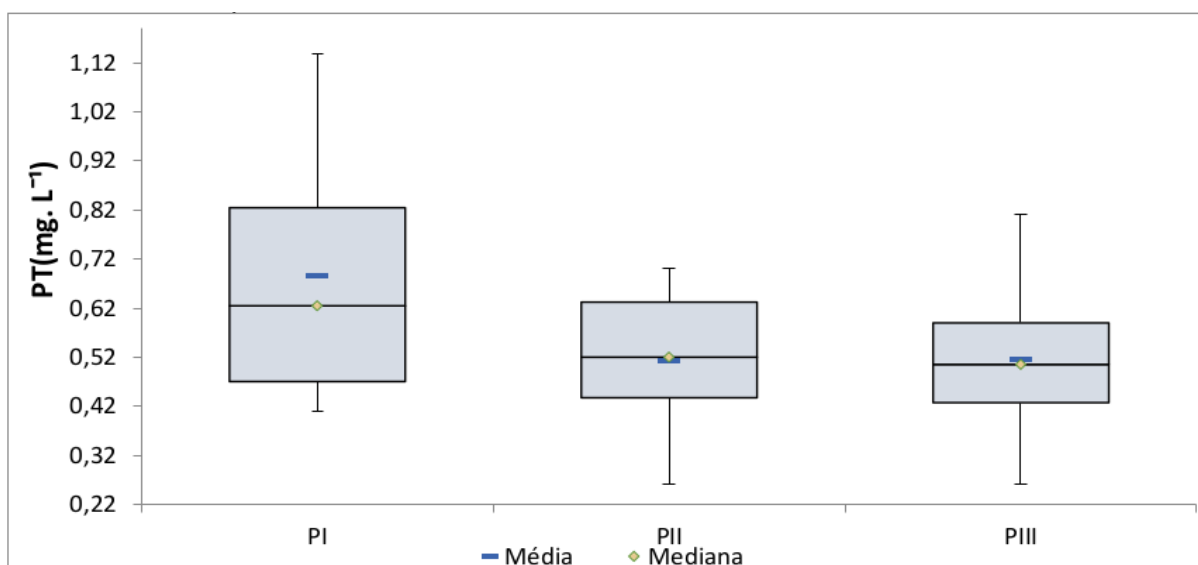
Na bacia em estudo, a concentração de PT no ponto (P1) teve a variação de 0,41 mg L⁻¹ no mês de julho a 1,14 mg L⁻¹ no mês de agosto; ambos considerados período seco, sem registro de precipitações no ano de 2016. No ponto dois (P2), a mínima foi de 0,26 mg L⁻¹ no mês de março; e o máximo de 0,65 mg L⁻¹ no mês de maio; ambos considerados

chuvosos. O valor máximo, no ponto três (P3), foi de 0,81 mg L⁻¹ no mês de agosto; e o mínimo de 0,26 mg L⁻¹ no mês de março.

Durante o período em estudo, as médias estiveram próximas a 0,69 mg L⁻¹ no ponto um (P1); com 0,51 mg L⁻¹ no ponto dois (P2); e 0,52 mg L⁻¹ no ponto três (P3) conforme o Gráfico 8.

A Resolução do Conama n° 357/05 determina que os valores do PT, nos ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários, para a classe 1, devem ser menores ou iguais a 0,1 mg L⁻¹; nos ambientes lóticos e tributários de ambiente intermediário, para a classe 2, são valores que estão acima de 0,1 mg L⁻¹ e menores de 0,15 mg L⁻¹; e para a classe 3 são valores acima de 0,15 mg L⁻¹. Portanto, conforme a referida legislação, observa-se que a bacia hidrográfica em estudo está em um nível elevado de atividades antropogênicas e seus pontos analisados estão em desacordo com águas de classe 2.

Gráfico 8 - Box-plot dos dados do fósforo total



Fonte: Autora (2017).

Nos estudos realizados por Bezerra *et.al.* (2014), em reservatórios do semiárido brasileiro, foi detectado que a carga de fósforo aumentou no período seco, principalmente pela evapotranspiração. No início das primeiras chuvas, houve a diminuição da concentração de fósforo.

Assunção *et al.* (2016) analisou a qualidade da água, no período de 2012 a 2015, do reservatório da UHE Emborcação em Minas Gerais. Em tal análise, foi constatado, durante o período, o fósforo total com valores elevados, muitas vezes em desconformidade com a legislação do CONAMA 375/05 para classe 2. Essa alteração foi observada principalmente no período chuvoso (de outubro a março), nos quatro anos monitorados. As médias, acima do limite permitido pela legislação, foram 0,79 mg L⁻¹ em 2012; e 0,42 mg L⁻¹ em 2013. Somente em 2014, obteve-se a média de 0,03 mg L⁻¹; e em 2015, a média foi de 0,06 mg L⁻¹, que se encontra em acordo com a legislação. Portanto, o carreamento de material alóctone, para o corpo hídrico, como consequência das precipitações, pode ter influenciado na alteração do fósforo total no período em estudo.

Segundo Newman (1995), a precipitação atmosférica e a deposição do material particulado, tais como partículas de solo, rochas e organismos vivos em decomposição, são fatores naturais que permitem o aporte de fósforo nos corpos hídricos.

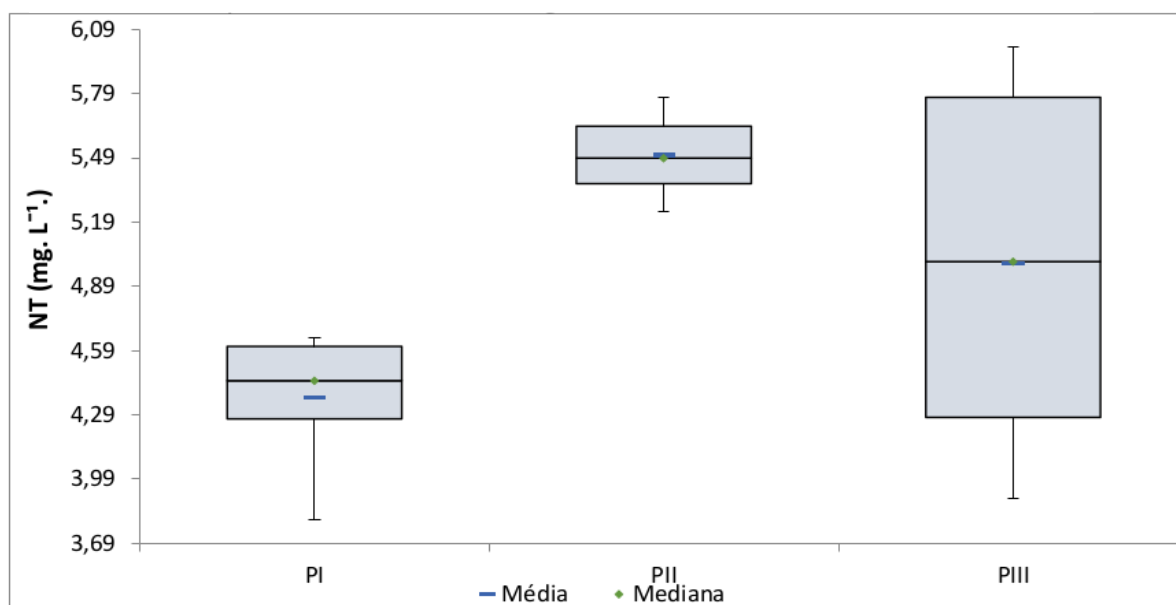
Nitrogênio total

Na bacia em estudo, o NT, no ponto um (P1), obteve mínima de 3,8 mg L⁻¹ no mês de agosto, com 0,04 mm de precipitação; e máxima de 4,65 mg L⁻¹ no mês de maio, com 14,7 mm de precipitação. No ponto dois (P2), no mês de março, foi registrado o valor mínimo de 5,23 mg L⁻¹; e máximo de 5,77 mg L⁻¹ no mês de julho. No ponto três (P3), o valor encontrado de NT foi máximo de 6,01 mg L⁻¹ no mês de abril; e mínima de 3,9 mg L⁻¹ no mês de agosto de 2016. As médias encontradas dos respectivos pontos foram: ponto um (P1), com 4,37 mg L⁻¹; ponto dois (P2), com 5,50 mg L⁻¹; e ponto três (P3), com 5,01 mg L⁻¹. Logo, os valores mais elevados de NT foram encontrados nos meses chuvosos, de março a maio, de acordo com o Gráfico 9.

Nos pontos um (P1) e dois (P2), localizados na nascente e na represa da BRK Ambiental respectivamente, foram encontradas elevadas concentração de NT. O principal motivo dessa concentração foi a expansão

da agropecuária dos últimos anos na região, com a utilização de agrotóxicos. No ponto três (P3), na praia do Formigueiro, situada na área urbana do município, constatou-se as maiores concentrações de NT, evidenciando os lançamentos de esgotos sanitários. De acordo com Von Sperling (1998), o NT pode ter origem antropogênica: como despejos domésticos e industriais; excrementos de animais; e fertilizantes.

Gráfico 9 - Box-plot dos dados do nitrogênio total



Fonte: Da autora (2017).

Em relação ao presente estudo, os resultados obtidos, quando correlacionados com a Resolução do Conama n° 357/05, não se enquadra nem na classe 1 e 2, pois a legislação apenas faz inferência para águas doces classe 1 e 2 quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor do nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 2,18 mg L⁻¹ para ambientes lóticos, na vazão de referência.

Em estudo semelhante, Batista et.al (2016), no Ribeirão Paraíso, Jataí - GO, detectou valores elevados de NT, que foram associados à falta de preservação do local, da pastagem e da lavoura. Já, contrário ao estudo, Barcelos (2017), na bacia do córrego Sucuri no município de Caçu - GO,

detectou valores de NT abaixo do estabelecido pelo Conama, na Resolução nº 357/05, quando relacionado ao pH.

Parâmetros físicos

Temperatura

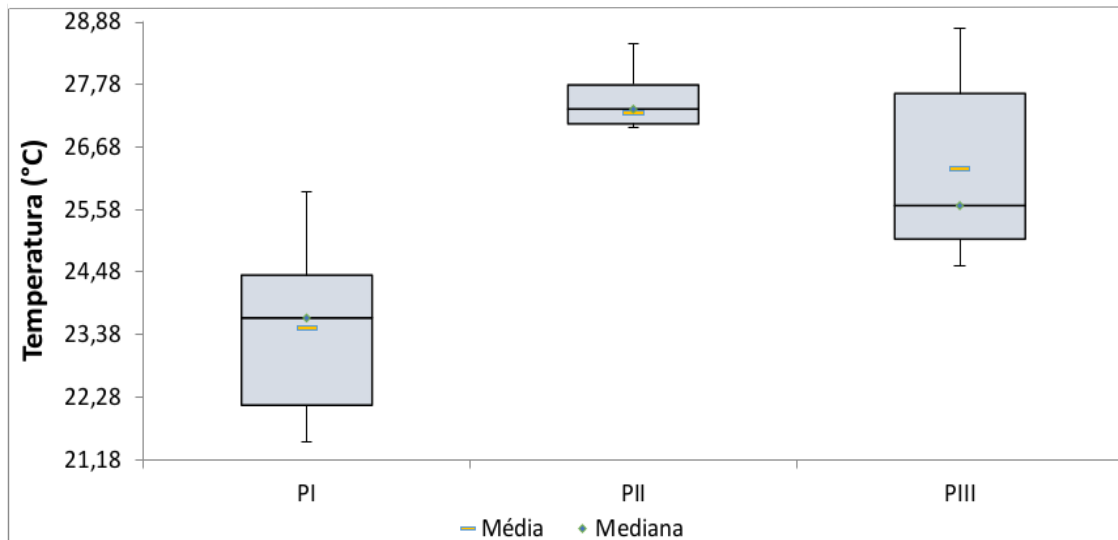
De acordo com Libânio (2008), os processos físicos, químicos e biológicos são influenciados pela temperatura da água e a vida aquática depende dos limites inferiores e superiores dessa temperatura. No entanto, as variações podem ocorrer em função da sazonalidade climática, da variação diurna e da estratificação do corpo hídrico. Por sua vez, Tundisi (2008) afirma que a temperatura da água estabelece padrões de comportamento fisiológico (respiração, por exemplo), limita ou acelera o crescimento de organismos e interfere no processo reprodutivo.

A variação da temperatura da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João obteve, no ponto um (P1), mínima de 21,5 °C no mês de julho, período este considerado seco com precipitação de 0,00 mm; e no mês de abril com máxima de 25,9 °C, já no período chuvoso com precipitação de 14,7 mm. No ponto dois (P2), a variação foi de 25,6 °C no mês de agosto a 28,5 °C no mês de abril. No mês de março, no ponto três (P3), foi registrado 28,76 °C com 166 mm de precipitação; e 24,6 °C no mês de julho. De acordo com o Gráfico 10, as médias encontradas para os pontos de coletas foram: No ponto um (P1), 23,51 °C; no ponto dois (P2) 27,29 °C; e no ponto três (P3) 26,30 °C, sem grandes oscilações para o período em estudo.

As análises realizadas nos meses de julho e agosto apresentaram a menor temperatura e estão caracterizadas pela estação menos chuvosa (período seco). Já os meses chuvosos, março e abril, apresentaram maiores temperaturas. Segundo o exposto nos resultados, a precipitação influenciou no aumento da temperatura na bacia analisada. Avaliando as médias apresentadas no presente estudo, nota-se que o ponto dois (P2)

teve a média mais elevada com 27,37 °C, considerando que este se encontra na represa da BRK Ambiental.

Gráfico 10 - Box-plot dos dados de temperatura (°C)



Fonte: Da autora (2017).

Valores próximos de temperatura foram encontrados, por Rocha *et.al.* (2014), nos afluentes do reservatório da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros - GO, que variaram entre 19,7 °C e 28,5 °C. Nesse sentido, as leituras registradas no período de estiagem (maio a setembro) tiveram os menores valores em relação aos dados do período úmido (outubro a abril). Balduino (2012) analisando a água da bacia hidrográfica da região do centro -norte do Brasil, no município de Porto Nacional - TO encontraram temperatura com média de 26,5 °C, próxima ao do estudo.

Gardiman Junior e Simoura (2016) estudaram a qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Jucu no Espírito Santo. O Braço Sul da referida bacia apresentou menores temperaturas, em torno de 19 °C, por ser um pequeno curso d'água e estar com matas ciliares conservadas, contribuindo para a estabilidade térmica. Por outro lado, na Sub-Bacia do Rio Formate, há um aumento gradativo da temperatura, 24,3°C, o que se deve possivelmente à proximidade dos centros urbanos. Já Souza *et.al* (2014), em análise do Rio Almada, no sul da Bahia, detectou temperatura no mês de abril entre 25,6 °C e 28,6 °C, período em que a precipitação foi bem reduzida.

Turbidez

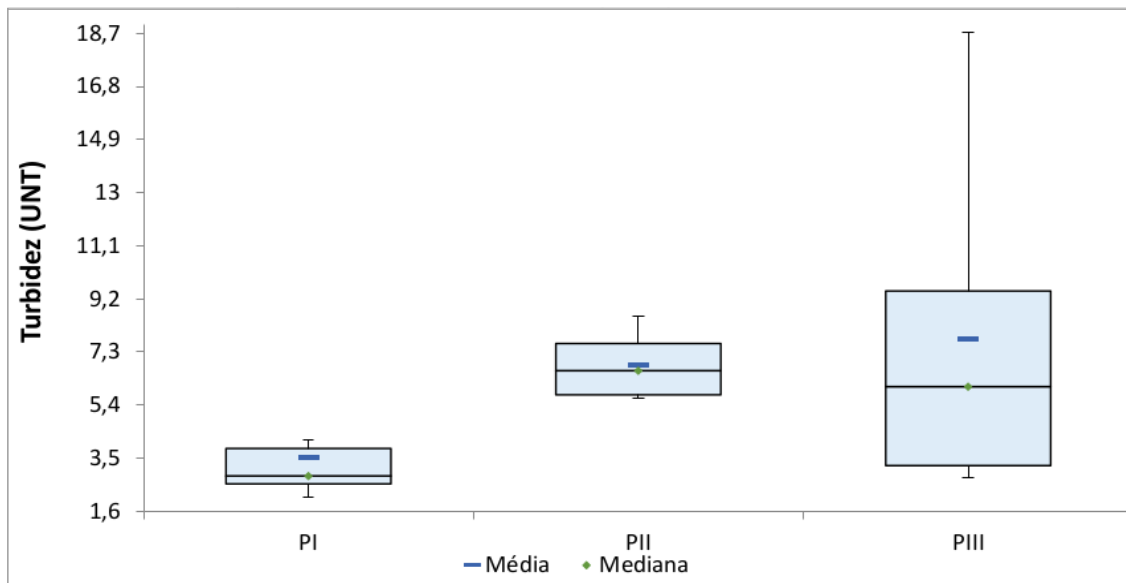
De acordo com Montoya *et al.* (2011), a turbidez tem sido uma característica amplamente aplicada na determinação da qualidade da água, uma vez que sua medição é rápida, econômica e de fácil interpretação.

A Resolução do Conama nº 357/05 determina valores máximos de turbidez das águas de classe 1, até 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT); para a classe 2 entre 40 e 100 UNT, sendo que acima de 100 UNT é considerada de classes 3 e 4.

Os resultados encontrados, para turbidez da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João no município de Porto Nacional – TO, estão de acordo com a Resolução do Conama nº 357/05 para classe 1, conforme o Gráfico 11. Foi apresentado, no ponto um (P1), o valor de 2,1 UNT no mês de julho, período este considerado seco; e de 6,75 UNT no mês de março, com precipitações. Essa variação está relacionada com os índices pluviométricos no período em estudo, sendo que, no mês de março, foram registrados 166 mm; e em julho 0,0 mm. No ponto dois (P2), o mês de agosto registrou 5,66 UNT; e em julho, 8,56 UNT - período seco, sem registro de precipitação no ano de 2016. O mês de março registrou o maior valor de turbidez, com 18,73 UNT no ponto três (P3), período de precipitação. As médias registradas nos pontos de coleta foram no ponto um (P1), com 3,54 UNT; no ponto (P2) com 6,81 UNT; e no ponto três (P3) com 7,79 UNT.

Conforme o Gráfico 11, os resultados de turbidez estão com valores baixos no montante do ponto um (P1) e apresentam valores altos no ponto três (P3), que se encontra à jusante da bacia. Quanto mais próximo da nascente, menos turva a água se encontra; ao contrário dos outros pontos em que a água se mostra mais turva, principalmente nos locais onde há interferência do homem. Outro fator preponderante é o período chuvoso, quando é perceptível o aumento dos valores de turbidez, proporcionado pelo processo de lixiviamento dos solos e escoamento de material na bacia.

Gráfico 11 - Box-plot dos dados de turbidez (UNT)



Fonte: Da autora (2017).

Danelon e Rodrigues (2013) analisaram a qualidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Terra Branca Uberlândia - MG, no ano de 2011, e encontraram turbidez com valores máximos de 174 e 119 UNT na nascente e no médio curso, respectivamente. Já os valores mínimos foram de 3 e 7 UNT respectivamente na nascente e no médio curso. Observou-se uma grande relação entre os eventos chuvosos e os valores de turbidez, visto que esses valores, que excederam o limite da Resolução do Conama nº 357/05 para classe 2, estão situados no período de coleta que abrange os meses de janeiro a abril, com um grande índice pluviométrico.

Em estudo de Figur e Reis (2017), observou-se, na Bacia Hidrográfica do Rio Abaúna em Getúlio Vargas - RS, uma variação de 0,54 a 43 UNT. A média de turbidez ficou com valor aproximado de 14 UNT. Observa-se que, em virtude da ação antrópica oriunda do desmatamento, foram registrados valores acima de 40 UNT nesta bacia.

Sólidos totais

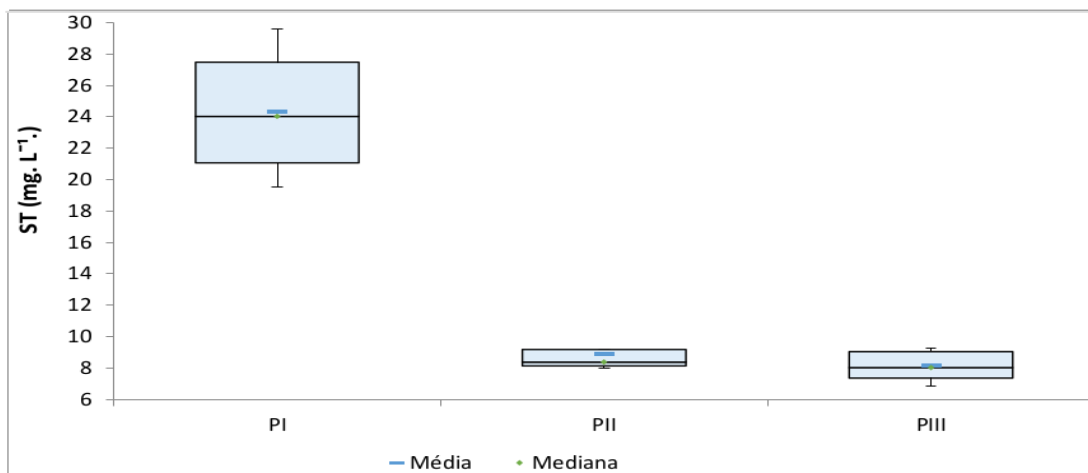
Para Von Sperling (2005), os sólidos totais podem ser classificados de acordo com seu estado e tamanho (em suspensão ou dissolvidos) ou conforme as suas características químicas (voláteis ou fixos). Nesse

sentido, a concentração de sólidos totais é um parâmetro que está relacionado diretamente ao índice pluviométrico do local.

No período em estudo, em relação ao ponto um (P1), o ST obteve mínimo de 19,55 mg L⁻¹ no mês de julho - considerado período seco - e o valor máximo de 29,63 mg L⁻¹ no mês de abril - considerado período chuvoso. No ponto dois (P2), obteve-se mínima de 7,99 mg L⁻¹ em agosto e máxima de 11,06 mg L⁻¹ no mês de abril. Os valores, mínimo de 6,88 mg L⁻¹ no mês de julho e máximo de 9,21 mg L⁻¹ em maio, foram encontrados no ponto três (P3). As médias registradas nos referidos pontos foram 24,32 mg L⁻¹ no ponto um (P1); 8,89 mg L⁻¹ no ponto dois (P2); e 8,12 mg L⁻¹ no ponto três (P3), conforme o Gráfico 12.

O valor máximo permitido pela Resolução do Conama n° 357/05 para ST é de 500 mg L⁻¹, em todas as classes de águas doces nos ambientes lóticos. Os valores encontrados de ST, na bacia em estudo, estão de acordo com a legislação vigente.

Gráfico 12 - Box-plot dos dados dos sólidos totais



Fonte: Da autora (2017).

Estudos realizados, por Pedrosa e Colisante (2017) na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia - GO, em período de estiagem, registraram diferentes resultados para sólidos totais, cuja média entre eles acusou o valor de 25,09 mg L⁻¹. A amostra que apresentou maior concentração de resíduos foi a na Sub-bacia do Ribeirão Areia, com 53,35 mg L⁻¹. Já na Sub-bacia Ribeirão Mimoso, resultou na menor, com 4,74 mg

L-1, valores bem próximos dos encontrados na bacia em estudo e em conformidade com a legislação.

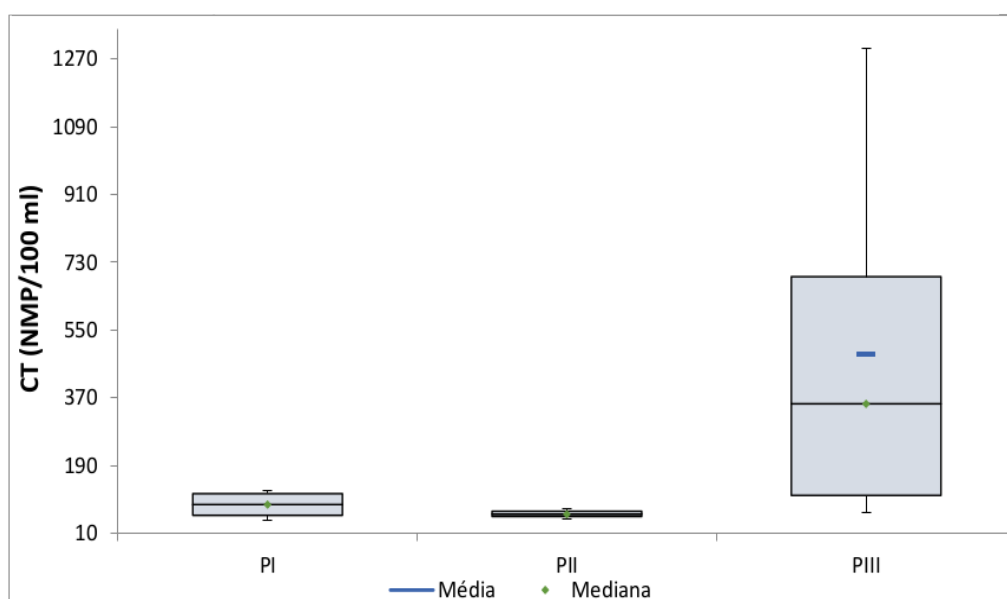
Alves *et al.* (2017), avaliando a qualidade da água do Ribeirão das Abóboras em Rio Verde - GO, encontrou valores de sólidos totais variando de 15,20 a 22,50 mg L⁻¹, estando todos em conformidade com a Resolução do Conama n° 357/05. Já Terra *et al.* (2010) verificou, na Bacia do Rio Jacu Braço Norte, valores mais elevados que os obtidos no Ribeirão das Abóboras e no Ribeirão São João, em estudo. Foram verificados valores entre 183,5 e 210,8 mg L⁻¹, mas todos ainda permaneciam dentro dos limites da legislação vigente.

Parâmetros biológicos

Coliformes termotolerantes

As variações e os valores dos CT, ao longo dos pontos selecionados para estudo do Ribeirão São João, são apresentados no Gráfico 13.

Gráfico 13 - Box-plot dos dados coliformes termotolerantes



Fonte: Da autora (2017).

A Resolução do Conama nº 357/05 refere-se ao grupo dos coliformes termotolerantes e estabelece padrões para esta variável. Considerando a classe 1, não se deve ultrapassar 200 Número Mais Provável (NMP) (200 NMP/100 mL); a classe 2, até 1.000 NMP (1000 NMP/100 mL); para classe 3, pode chegar até 2.500 NMP (2.500 NMP/100 mL) e para os demais usos, não ultrapassar 4.000 NMP (4.000 NMP/100 mL).

No estudo da Bacia do Ribeirão São João, em seu ponto um (P1), foi registrado o mínimo de 44 NMP/100 mL⁻¹ de CT no mês de agosto e o máximo de 124,15 NMP/100 mL⁻¹ em julho, meses considerados secos. No ponto dois (P2), houve variação entre 47,27 NMP/100 mL⁻¹, no mês de março, e 76,9 NMP/100 mL⁻¹ no mês de abril - período chuvoso. Os valores obtidos no ponto três (P3) foram máximo de 1299,7 NMP/100 mL⁻¹, no mês de agosto; e mínimo de 65,83 NMP/100 mL⁻¹, no mês de março - período chuvoso.

As médias encontradas de CT nos pontos analisados foram 86,08 NMP/100 mL⁻¹ no ponto um (P1); 61,94 NMP/100 mL⁻¹ no ponto dois (P2); e 484,87 NMP/100 mL⁻¹ no ponto três (P3), de acordo com o Gráfico 14. A concentração de CT foi encontrada com maiores valores no ponto três (P3) no período seco, na praia do Formigueiro, situada na área urbana do município, indicando a presença de CT. Portanto, suas águas são classificadas como classe 2, conforme a legislação.

Peixoto *et al.* (2014), ao desenvolver suas análises, percebeu que o alto índice de coliformes estava ligado aos períodos de seca, em que a pouca vazão do Rio Beem, no município de Humaitá - AM, fazia com que ocorresse uma menor diluição do lançamento de esgoto bruto ou dejetos de animais. Esse comportamento pode ser observado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, em estudo no ponto três (P3), localizado na praia do Formigueiro, durante o mês de agosto, período considerado seco e sem precipitação.

Confirmando os resultados desses estudos, Barros e Silva (2015) encontraram nas águas da nascente da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu em Cruz da Almas - BA, valores altos da bactéria *Escherichia*

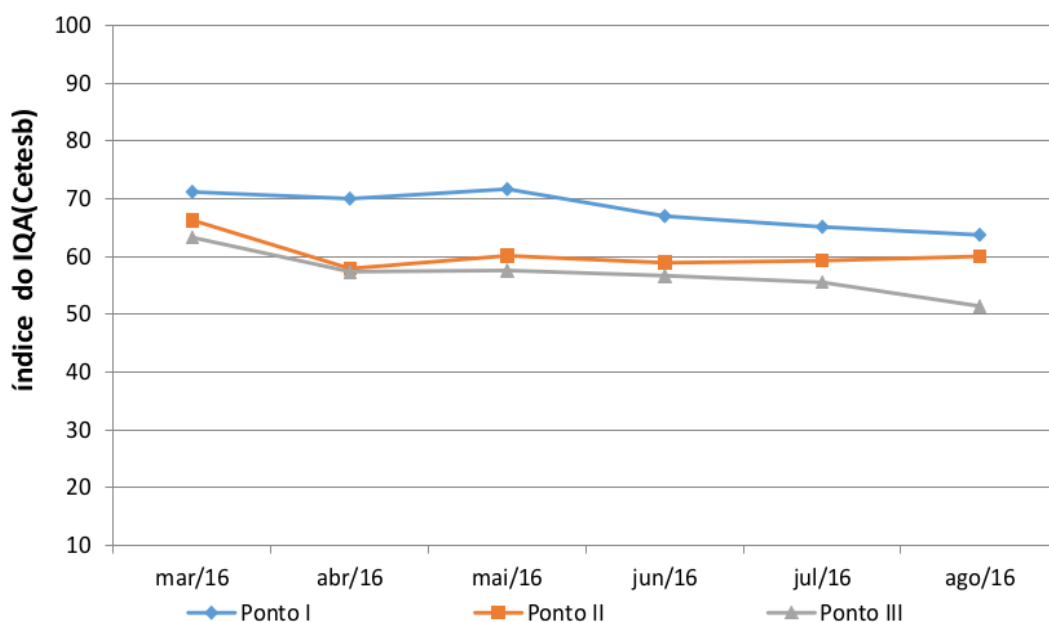
coli, que indicaram uma contaminação recente por fezes e, conseqüentemente, por microrganismos patogênicos existentes nas mesmas.

Índice de Qualidade das Águas (IQA Cetesb)

Os resultados obtidos nas análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água do Ribeirão São João, no município de Porto Nacional - TO foram utilizados para o cálculo do IQA, no período de março a agosto de 2016. A classificação da qualidade da água foi realizada a partir dos valores recomendados pela Cetesb para o IQA, utilizados nos estados de Alagoas, Minas Gerais, Mato Grosso, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul. Os valores do IQA são de 0-25 péssima, 26-50 ruim, 51-70 razoável, 71-90 boa e 91-100 ótima (ANA, 2017).

O Gráfico 14 apresenta os resultados dos valores do IQA, encontrados nos pontos ao longo da Bacia do Ribeirão São João, para os meses analisados.

Gráfico 14 - Classificação do IQA



Fonte: Da autora (2017).

Considerando que o estado do Tocantins não utiliza nenhum padrão para o IQA. De acordo com o IQA - Cetesb o ponto um (P1), onde se encontra a nascente, entre os meses de março, abril e maio (período chuvoso), registrou IQA com faixa de 71,21 a 71,69, sendo classificada como água boa, e se encontra com pouca influência de atividades antrópicas. Já nos meses de junho, julho e agosto (período seco), os valores registraram o IQA com faixa de 63,75 a 67,01, considerada água de qualidade razoável, mesmo sendo em um período seco. Os parâmetros encontrados em desacordo com a legislação, que podem ter influenciado no resultado do IQA, para esse ponto foram NT, PT e DBO.

Nesse sentido, observa-se que os resultados no ponto dois (P2), localizado na represa da BRK Ambiental- fonte de abastecimento público do município, registraram o IQA com faixa de 57,92 no mês de abril; e 66,3 no mês de março, ambos considerados meses chuvosos. Conforme a classificação do IQA, a água analisada no ponto dois (P2) é razoável, sendo resultado das atividades agropecuárias na área. Também foram encontrados valores altos de OD, NT e PT.

No ponto três (P3), localizado na praia do Formigueiro, os valores do IQA obtidos no período chuvoso variam de 63,33 no mês de março a 57,6 no mês de maio. Por sua vez, no período seco, os valores obtidos foram de 56,7 no mês junho; e 51,4 no mês de agosto. A classificação da água, no ponto três (P3), é considerada como razoável, como resultado da influência da urbanização no local, com suas formas diversas de fontes de poluição. Os parâmetros que mais contribuíram negativamente para o IQA dessem ponto foram: OD, NT, PT e CT.

Analisando os nove parâmetros utilizados para o cálculo do IQA, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, no município de Porto Nacional - TO, é possível observar que alguns se encontram em desacordo com a Resolução do Conama nº 357/05, principalmente para a classe 2, como DBO, OD, NT, CT e PT. Contribuindo, dessa maneira, diretamente para constatação da qualidade das águas da referida bacia. Em estudo de Fia *et al.* (2015), foi analisada a qualidade da água de um ecossistema lótico urbano na Bacia do Ribeirão Vermelho no município de Lavras - MG, a

partir dos resultados das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas. Obteve-se o IQA com valores entre 64, na nascente do Ribeirão Vermelho (P1), e 31, no Córrego do Antigo Matadouro (P5) (no período do verão) e de 67(P1) a 33 (P5) (no período de inverno). A água do Ribeirão Vermelho, no ano de 2011, foi classificada como com qualidade razoável, a partir dos valores do IQA, e foram encontrados valores elevados de DBO, fósforo e coliformes termotolerantes.

Em uma pesquisa realizada por Barcelos (2017), diagnosticou-se a qualidade das águas da Bacia do Córrego Sucuri no município de Caçu - GO. Na ocasião, a referida água foi classificada como boa na primeira campanha de coleta, pois apresentou IQA entre 70 e 90. Por outro lado, nas outras três campanhas de coleta, nos meses de setembro e dezembro de 2015 e março de 2016, o IQA ficou entre 50 e 70, sendo classificada na categoria de razoável. Os parâmetros que mais contribuíram negativamente para esses valores foram CT, PT e DBO.

Lopes e Magalhães Jr. *et al.* (2008) encontraram, no Ribeirão de Carrancas, em Minas Gerais, resultados de IQA com valores que variaram de razoável a ruim, na maior parte do período monitorado. Nota-se, dessa forma, que isso caracterizou a degradação da qualidade das águas na bacia estudada, especialmente após o lançamento de esgotos da área urbana sem tratamento prévio. Dentre os dez parâmetros avaliados, apenas pH, fósforo total e coliformes termotolerantes, apresentaram-se em desconformidade com os limites estabelecidos para a classe 2.

Costa *et al.* (2016) avaliou a qualidade das águas superficiais da Sub-Bacia do Rio Capivari no município de Chapada do Norte - MG. Os resultados do IQA, tanto no período seco quanto no período chuvoso, se enquadram na classe ruim. Os principais parâmetros do IQA, que apresentaram valores em desacordo com o limite estabelecido pela legislação vigente, foram: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*).

Passig *et al.* (2015) avaliou a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Mourão, na porção centro ocidental do estado do

Paraná. Com a análise do Índice de Qualidade das Águas (IQA), obteve-se 72% das amostras com qualidade média e 28% com qualidade boa para a bacia do Rio Mourão. Constatou-se que a nascente do rio Mourão está contaminada com coliformes fecais, mostrando a real necessidade de se tratar os esgotos sanitários no meio rural.

Já no estudo de Andrietti *et al.* (2016), identificou-se a qualidade da água superficial do Rio Caiabi, no Mato Grosso, por meio do IQA. Os resultados obtidos apontaram que as águas do referido rio possuem boa qualidade, podendo ser atribuídos à presença de vegetação nativa, à conservação da mata ciliar e ao efeito de diluição, motivado pelo acréscimo de tributários ao longo do trecho do rio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo realizado nas águas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, no município de Porto Nacional – TO, foi possível avaliar os parâmetros físicos, químicos e biológicos. No que refere a qualidade das águas, concluir que os parâmetros analisados atenderam os padrões determinados pela Resolução do Conama nº 357/2005 para classe 2, que são águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional. Entretanto alguns parâmetros apresentaram alteração como o OD, PT e NT.

No decorrer do estudo, o período de precipitação pluviométrica e estiagem teve influências diretas nos resultados obtidos dos parâmetros analisados, visto que o ano de 2016 esteve abaixo da média dos 20 anos (1997-2016), com registro de 1410,3 mm, enquanto no período de 20 anos a média encontrada foi 1568,93 mm.

O IQA encontrado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João obteve, no ponto um (P1), os melhores resultados nos meses de março a abril, considerado “bom”; por sua vez, nos meses referentes de junho a agosto, obteve-se IQA “razoável”. Nos pontos dois (P2) e três (P3), os resultados do IQA foram “razoáveis”.

Conclui-se que a bacia hidrográfica em estudo é umas das fontes de abastecimento público do referido município. Vê-se que está sofrendo com alterações na qualidade da água, em virtude do uso intensivo da bacia para atividade agropecuária, dos lançamentos de resíduos, dos esgotos domésticos e industriais.

Por fim, o presente estudo recomenda a tomada de medidas de recuperação e preservação ambiental desta bacia, utilizando as políticas públicas e a conscientização da comunidade ribeirinha.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.. C. **Monitoramento da qualidade da água da bacia do rio Pirapó**. 2006. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) -Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2006.

ALVES,W.S.;SANTOS,L.N.S.;MEDEIROS,V.S.;AQUINO,D.S.;MORAIS,W.A.;SAL EH, B.B.;PEREIRA,V.C.;MOURA,D.M.B. Avaliação da qualidade da água e estado trófico do ribeirão das Abóboras, em Rio Verde - GO.

Geociências, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 13-29, 2017.Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/issue/view/1057>. Acesso em: 14 de jul de 2017.

ANA- Agência Nacional de Águas. Indicadores de Qualidade da Água (IQA). 2016.Disponível em:

<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 07 jul.2016.

ANDRIETTI,G.;FREIRE,R.;AMARAL,A.G.;ALMEIDA,F.T.;BONGIOVANI,M.C.;SCH NEIDER,R.M. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté -SP ,vol. 11 n. 1 , 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v11n1/1980-993X-ambiagua-11-01-00162.pdf>. Acesso em: 09 jul.2017.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st edition. Washington: 2005..

ARAÚJO, J.A.C.; CAMPOS, L. R. O Direito e a Gestão de Águas. In: **Gestão das Águas: princípios e práticas**. 2ª ed./ Editado por Nilson Campos e Ticiania Sturdart. Porto Alegre: ABRH, 2003.

ASSUNÇÃO, M.; VIANA, D.; IBRAHIM, E Análise da qualidade da água no período de 2012 a 2015 do reservatório da UHE Emborcação, Minas Gerais. **Revista e- Scientia**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 1-13 ,2016. Disponível em: <http://revistas.unibh.br/index.php/dcbas/article/view/2107/pdf> Acesso em: 10 de jan.2017.

AVELLAR, G.; CASTRO, J., F. M.; HADAD, R. M. Análise geoecossistêmica da bacia do ribeirão São João com uso de sig. **Revista Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro - Vol.3 - n.1 - jan/jun/,2008. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia>> Acesso em: 20 de set.2016.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BALDUÍNO A.R. **Qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão São João no centro -norte do brasil, no município de Porto Nacional -Tocantins** (2012). Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté -SP, 2012.

BATISTA, D.; CABRAL, J.; CARVALHO, C.; NASCIMENTO, E.. Caracterização e Diagnostico das Águas do Ribeirão Paraíso dm Jataí-Goiás. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.09, n.06, p.2132- 2147,2016. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/issue/view/61>. Acesso em: 25 jan. 2017.

BARROS, L.S.S.; CRUZ, C.R.; SILVA, V.C. Qualidade das águas de nascentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Cruz das Almas ,Bahia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.20, n.3, p. 668 – 676,2015. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&PUBLICACAO=RBRH>> Acesso em: 20 de mar.2017.

BARCELOS, A.A.; **Diagnóstico da qualidade das águas da bacia do Córrego Sucuri no município de Caçu -GO**.2017.82f. Dissertação (Mestrado em Geografia) -Universidade Federal de Goiás. Jataí -GO, 2017.

BEZERRA, A. F. M.; BECKR, V.; MATTOS, A., Balanço de Massa de Fósforo Total e o Estado Trófico em Reservatórios do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2014, v. 19, n.2, p. 67-76. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=165&SUMARIO=4774>. Acesso em:20 de jun. de 2017.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm.Acesso em: 30 Jun. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.433** de 08 de janeiro de 1997.Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 23 Jul. 2016.

BRASIL. **Lei nº 1.307** de 22 de março de 2002. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e adota outras providências. Disponível em <http://www.al.to.gov.br/legislacaoEstadua> .Acesso em 24 jul.2016.

BRASIL. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> . Acesso em: 15 de jun. de 2016.

BRASIL. **Resolução nº 274** de 29 de novembro de 2000. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>. Acesso em: 20 de maio de 2016.

BRITO, L. T. L. **Avaliação dos impactos das atividades antrópicas sobre o recurso hídrico da bacia do Salitre- Bahia e classificação das fontes hídricas**. 2003. 184f. Tese. (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. Monitoramento de variáveis de qualidade de água no horto Ouro Verde - Conchal - SP. **Ver. Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, V.25, nº3, p. 742-8, set/dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n3/28070>. Acesso em :30 de jun.de 2017.

CARVALHO, C. F.; FERREIRA, A. L.; STAPELFELDT, F. Qualidade das águas do ribeirão Ubá - MG. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, Minas Gerais, v. 57, n. 3, July/Set. 2004. Disponível em: <https://www.rem.com.br/about-rem/>. Acesso em :16 de jun.de 2016.

CARVALHO, A. R; OLIVEIRA, M. C. V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. São Paulo. Ed. 3ª. São Paulo: Editora SENAC, 2003.

CARVALHO, R. C. **Análise matemática de investimentos em processos de despoluição de bacias hidrográficas**. 2005. 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

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**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acessado em: 14 de jun. de 2016.

Cetesb - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia Nacional de Coleta de Amostra: água, sedimento, comunidade aquática e efluentes líquidos**. São Paulo, 2011. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/Guia NacionalDeC%20oleta.pdf>. Acesso em: 13 de jun de 2016.

COIMBRA, R. M. Monitoramento da qualidade da Água. In: BRANCO, S. M., PORTO, R. L. L, et al. **Hidrologia Ambiental**. São Paulo :USP/ABRH (Coleção ABRH de recursos hídricos) v.3,p.392-411,1991.

COSTA, F.B; FERREIRA, O.V. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio Paranaíba. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, Urberlândia -MG. v.7, n.18, p. 22-47, set. 2015.Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/7edicao/n18/2.pdf>. Acesso em: 14 de jun. de 2017.

COSTA, P.S.F.;MOREIRA,A.A.M.;CRUZ,E.F.;NEIVA,J.A.F.;INACIO,R.D. Avaliação da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Capivari no município de Chapada do Norte – MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte / MG , v.26, número especial 1, 2016. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/issue/archive>. Acessado em: 10 de maio de 2017.

CBH- **Comitês de Bacias Hidrográficas**. 2017.Disponível em: <http://www.cbh.gov.br/>. Acessado em:10 de abril de 2017.

CBHTO- **Comitês de Bacias Hidrográficas do Tocantins**. 2017.Disponível em: <http://www.cbhto.com.br/> .Acessado em:10 de abril de 2017.

DANELON ,J.R,L.B. ; RODRIGUES,S.C. Estudo sobre a qualidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego Terra Branca, Urberlândia -MG. Urberlândia -MG ,**Caderno de Geografia**, v.23, n.39, 2013.Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/issue/archive>> . Acesso em :14 de jun 2017.

DERÍSIO, José C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 1.ed. São Paulo: Cetesb, 1992.

FERREIRA,K.C.D.;LOPES,F.B.;ANDRADE,E.M.;MEIRELES,A.C.M.;SILVA,G.S. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.46, n.2, p.277-286,2015. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista>. Acesso em :14 de jan. 2017.

FIA, R.; TADEU, H.C.; MENEZES, J.P.C.;FIA,F.R.L.;OLIVEIRA,L.F.C.. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.20, n.2, p. 267 – 275, 2015. Disponível em : <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/index>. Acesso em :14 de jan. 2017.

FIGUR, C.; REIS, J.T.; A influência do uso e cobertura da terra, nossos parâmetros da água na bacia hidrográfica do rio Abaúna, Getúlio Vargas, RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria -RS v,39,n.2 ,2017 .Disponível em: <http://tificativewww.redalyc.org/articulo.oa?id=467551029013> .Acesso em: Acesso em :14 de jun. 2017.

GARCIA, A.C. Avaliação da qualidade da água do rio Paraíba do Sul na Cidade de Lorena -SP Brasil. In: **13º Congresso Nacional de Iniciação Científica**,1,2013, São Paulo. Anais Conic-Semesp, 2013. Disponível em : <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2013/trabalho-1000015033.pdf>.Acesso em :14 de jul. 2016.

GARDIMAN JUNIOR, B.S.; SIMOURA, L.T.Cobertura florestal e qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Scientia Plena**, Sergipe ,v.12,n.1,2016. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/2603>. Acesso em :14 de mar. 2017.

GENEROSO, T. N.; FRAGA, M. S.; BARROS, F. M.; TAGLIAFERRI, C.; ROSA, R. C. C. Influência do local de amostragem nos valores de variáveis de qualidade de água em uma seção transversal do rio Catolé-BA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1/97-1, 2010.Disponível em< <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/influencia%20do%20local.pdf>>.02 de jun de 2017.

GERGEL, S.E.;TURNER,M.G.; MILLER,J.R.;MELACK,J.M.;STANLEY, E.H.Landscape indicators of human impacts to riverine systems. **Aquatic Science**, v.64, p.118-128, 2002. Disponível em< <https://link.springer.com/article/10.1007/s00027-002-8060-2>>. Acesso em: 29 de jun de 2017.

GUERRA, S. M. S.; SILVA, A. M. R. B. da.; ARAÚJO, S. P.; CORRÊA; M. M .; SILVA, V. L. da .; SANTOS, B. R. Caracterização morfométrica e avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica da Bita ,Ipojuca-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife-PE. v.08, n.03. 2015. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/issue/view/51>. Acesso em : 20 Jun. 2017.

GUIMARÃES, G. S. C. **Parâmetros físico-químicos das águas da bacia do Alto Gurguéia e sub-bacia do rio Contrato, PI**. 2014. 51 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2014.

GRIECO,A.A.;FREGONESI,B.M.;TONANI,K.A.A.;SILVA,T.V.;CELERE,B.S.;TREVILATO,T.M.B.;MUNOZ,S.I.S.;ALVES,R.I.S. Diagnóstico espacial e temporal de condições físico-químico e microbiológicas do Córrego do Tanquinho ,ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté,v.12,n.2,2017. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/splash-seer/> Acesso em: 10 abril 2017.

IAP. Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba, no período de 1992 a 2005.

Curitiba, 2005. Disponível em : <http://www.iap.pr.gov.br/pagina-417.htm>. Acessado em 06 de jul de 2016.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=171820&search=tocantins|porto-nacional>. Acesso em:

10 jun de 2017.

INM **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 10 de abril de 2017

LEITE, E. F. L.; CARVALHO, E.M. Mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São João, Porto Nacional, Tocantins.

Revista Geoambiental-online, Jataí, Goiás, n.20, jan-jun.2013.Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente>. Acesso em 20 de set.2016.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ª Ed. Editora Átomo, Campinas- São Paulo, 2008.

LOPES, F.W.A.L.;MAGALHÃES JR,A.P.;PEREIRA,J.A.A. Avaliação da Qualidade das Águas e Condições de Balneabilidade na Bacia do Ribeirão de Carrancas-MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre -RS Volume 13 n.4 Out/Dez 2008, 111-120.Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=96..> Acesso em 20 de set.2017.

MANN, Prem S. **Introdução à estatística**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC,2006.

MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. O. ; GUIMARAES, R.M. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Revista Ciência e saúde coletiva** [online], Rio de Janeiro, vol.21, n.3, pp.695-708.2016. Disponível em:

<http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/edicoes/index.php>. Acesso em: 14 jun. 2016.

MEYBECK M. **The Global Change of continental aquatic systems: dominant impacts of human activities**. In: Water Sci. Technol. 2004.

MEYBEC, M. ;HELMER, R. **Na introduction to water quality**. In: CHAPMAN, D. Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. 2nd Edition Cambridge: University Press, 1996.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, 2002.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2.ed. ABES. Rio de Janeiro, 1995.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Ed 5ª. Rio de Janeiro: ABES, 2012.

MONTOYA, C.; LOAIZA, D.; TORRES, P.; CRUZ, C. H.; ESCOBAR, J. C. Efecto del incremento em la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización. **Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia** - EIA, nº 16, p. 137-148, 2011. Disponível em : http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372011000200011&script=sci_abstract&tlng=es. Acessado em : 16 de set. de 2017.

NEWMAN, E. **Phosphorus inputs to terrestrial ecosystems**. J. Ecol 83:713-726, 1995.

PASSIG, F. H., LIMA, S. B., CARVALHO, K. Q., HALMEMAN, M. C. R., SOUZA, P. C., & GUSMÃO, L. K.. Monitoring of urban and rural basins: water quality of Mourão basin. **Braz. J. Biol.**, São Carlos , v. 75, n. 4, supl. 2, p. 158-164, Dec. 2015.

PEDROSO, L.B.; COLESANTI, M. T. M.. Determinação do índice de qualidade de água da bacia hidrográfica do ribeirão da Areia – Goiás, em período de estiagem. **Revista Caminhos de Geografia**, [S.l.], v. 18, n. 61, p. 219-230, 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/36679/20042>. Acesso em: 07maio 2017.

PEIXOTO, K.L.G.; NOGUCHI, H.L.; PEREIRA, A.R.; MARCHETTO, M.; SANTOS, A.A. Avaliação das Características Quali-Quantitativa das Águas do Rio Beem, Município de Humaitá-Amazonas. **Revista E&S - Engineering and Science**, Mato Grosso, v.2, Ed.1, 2014. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/2065>. Acesso em: 07 maio 2017.

PINTO, D. B.; SILVA, A.M.; MELLO, C.R.; COELHO, G. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande – MG, Brasil. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Minas Gerais, v.33, n.4, July/Aug. 2009. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/index.php/revistas/ciencia-e-agrotecnologia/artigos-publicados>. Acesso em: 15 de jun. de 2016.

PHILIPPI JUNIOR, A.. **Saneamento, Saúde Ambiente:** Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável. Ed. 1ª. São Paulo: Manole,2005.

Porto Nacional 2013.Disponível em:
<http://portonacional.to.gov.br/pagina-cidade- perfil-economico-de-porto-nacional.html> . Acesso em :12 de ago de 2016.

PORTO NACIONAL, **Plano Municipal de Água e Esgoto Porto Nacional**, 2013. Dispõe sobre o plano municipal de água e esgoto de Porto Nacional e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.portorapido.com/p/leis.html>. Acesso em: 12 jul. 2017.

POSSELT, E. L.; COSTA, A. B. **Software IQADData 2010**. Registro no INPI nº 10670- 2, Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais PPGSPI, UNISC, 2010. Disponível em: <http://www.unisc.br/ppgspl>. Acesso em :20 de jan de 2017.

RABELO, G.C.; NETO, J.. B.; FREIR, R.. Qualidade das águas dos Córregos urbanos de Presidente Prudente: Análise preliminar. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, São Paulo, v. 03, n. 15, p.18-38. 2015.Disponível em:
https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/viewFile/990/1013. Acesso em :14 de jul. 2016.

RICHTTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, José. M. **Tratamento de água:** tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher ,2002.

ROCHA, H. M., CABRAL, J. B. P., BRAGA, C. C., Avaliação espaço-temporal das águas dos afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros. RBRH. **Revista brasileira de recursos hídricos**. 2014. v 19, n, 1, p 131 – 142. Disponível em:
<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=161&SUMARIO=4362>. Acesso em: 19 jul. 2016.

SOUZA,J.R.; MORAES, M.E.B.; SONODA, S.L.; SANTOS,H.C.R.G.A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v.08, n.01, p.26-46, 2014.Disponível em:
<http://www.periodicos.ufc.br/index.php/rede/article/view/1115/1074> . Acesso em: 06 de jan de 2017.

SOUZA, L. B. Participação das massas de ar e suas repercussões em Porto Nacional (TO): o exemplo 2009/2010. In: MORAIS, F. (Org.). **Contribuições à geografia física do Estado do Tocantins**. Goiânia: Kelps, 2011, p.179-197

TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; ALIPRANDI, R. B.; BARCELOS, F. F.; MARTINS, J. L. D.; AZEVEDO JR, R. R.; BARBIÉRI, R. S. Estudo limnológico visando avaliação da qualidade das águas do rio Jucu Braço Norte, ES. **Natureza On Line**, v. 8 n. 1, p. 8-13, 2010. Disponível em:

http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/02_TerraVRetal_0813.pdf. Acessado em: 25 de ago.2017.

SEPLAN- Secretaria de Planejamento do estado do Tocantins. **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_d_o_Tocantins_2012.pdf. Acesso em :12 jul. 2017.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento do estado do Tocantins. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas: Diretoria Zoneamento Ecológico-Econômico. **Atlas do Tocantins**: Subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial. 5. ed. Palmas: Seplan, 2008. Disponível em: <http://seplan.to.gov.br/zoneamento/atlas-do-tocantins/>. Acesso em: 18 jun. 2016.

TEIXEIRA, D. **Avaliação da qualidade da água e levantamento de custo de tratamento de efluentes visando a recuperação de um sistema eutrofizado (Represa de Salto Grande - Americana/SP)**. 2000. 186 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G.; Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, São Paulo -SP,v.59, n.1, 2002, p.181-186. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162002000100026&script=sci_abstract&tlng=pt. Acessado em: 18 de jun de 2017.

TUCCI, C. E. M., **Hidrologia**: ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia. Oficina dos Textos**. São Paulo - SP, 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996.

VON SPERLING, M. Análises dos padrões brasileiros de qualidades de corpos d` águas e de lançamento de efluentes líquidos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.3, n.1, p.111-132,1998.

VON SPERLING, M.. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. V.2,3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Estudo e modelagem da qualidade da água de rios**. UFMG, Belo Horizonte, 588p. 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

água	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 44, 45, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 60, 61, 62, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81
bacia hidrográfica.....	8, 11, 14, 16, 19, 20, 33, 50, 51, 57, 61, 71, 73, 75, 76, 77, 78
Bacia Hidrográfica. .	7, 10, 20, 21, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 45, 50, 54, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 71
Coliformes termotolerantes.....	27, 65
Conama.....	7, 10, 17, 18, 19, 24, 29, 30, 31, 52, 54, 55, 57, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 71
consumo humano.....	9, 14, 17, 18, 30, 31, 71
corpo hídrico.....	7, 17, 35, 45, 56, 58, 60
degradação.....	9, 12, 13, 30, 35, 69
dessedentação de animais.....	14, 16, 18
fósforo.....	7, 10, 24, 56, 57, 58, 69
gestão dos recursos hídricos.....	14, 19, 22
impactos ambientais.....	10
Índice de Qualidade das Águas.....	7, 9, 10, 27, 28, 67, 70
mata ciliar.....	7, 35, 51, 70
matéria orgânica.....	23, 51, 53
meio ambiente.....	12, 13, 21, 22
Nitrogênio.....	24, 58
Oxigênio.....	23, 29, 45, 51
parâmetros.....	7, 9, 10, 12, 18, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 44, 45, 67, 68, 69, 71, 75, 76
Política Nacional de Recursos Hídricos.....	14, 15, 19, 20, 73
precipitação.....	19, 34, 47, 48, 49, 50, 53, 55, 58, 60, 61, 62, 66, 71
preservação.....	12, 17, 22, 44, 59, 71
qualidade..	7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 44, 45, 50, 51, 54, 56, 58, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81
recurso hídrico.....	9, 10, 11, 12, 74
recurso natural.....	9, 14
resíduos.....	11, 13, 51, 53, 64, 71
sólidos.....	7, 10, 26, 30, 31, 52, 53, 63, 64, 65
Temperatura.....	25, 60
urbanização.....	9, 30, 68

