

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

LUCÍOLA GUIMARÃES RIBEIRO

**QUALIDADE E ECOTOXICIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS-SP**

Ilha Solteira
2018

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO EM
RECURSOS HÍDRICOS - PROF-ÁGUA**

LUCÍOLA GUIMARÃES RIBEIRO

**QUALIDADE E ECOTOXICIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS-SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Prof-Água, por meio da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp Câmpus Ilha Solteira) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro.

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R484q Ribeiro, Lucíola Guimarães.
Qualidade e ecotoxicidade da água da bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados-SP / Lucíola Guimarães Ribeiro. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018
109 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, 2018

Orientador: Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro
Inclui bibliografia

1. Índice de qualidade de água. 2. Monitoramento. 3. Recursos hídricos. 4. *Ceriodaphnia dubia*. 5. Unidade de gerenciamento de recursos hídricos 18.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB38 - 0009

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: QUALIDADE E ECOTOXICIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HÍDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS-SP**

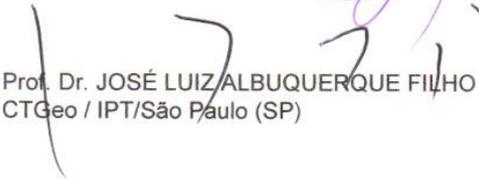
AUTORA: LUCÍOLA GUIMARÃES RIBEIRO

ORIENTADORA: JULIANA HELOISA PINE AMERICO PINHEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA, área: Regulação e Governança de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. JULIANA HELOISA PINE AMERICO
PINHEIRO . / Fundação Educacional de Andradina - FEA


Prof. Dr. PAULO CESAR ROCHA
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/UNESP


Prof. Dr. JOSÉ LUIZ ALBUQUERQUE FILHO
CTGeo / IPT/São Paulo (SP)

Ilha Solteira, 09 de março de 2018

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos, meu esposo André e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Dedico ao Prof-Água e às pessoas com quem convivi, nesses espaços ao longo desses anos.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

À minha família, pelo amor incondicional e pela capacidade de acreditar em mim.

Ao meu esposo André, pessoa com quem amo partilhar a vida, que de uma forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando em todos os momentos.

Aos meus amigos, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas, pelo incentivo e pelo apoio constante.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

À Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) pela disponibilização do material necessário para as pesquisas técnicas e por todos os esclarecimentos prestados.

Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) pelo incentivo e compreensão.

Ao Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio São José dos Dourados (CBH-SJD), por disponibilizar dados para as pesquisas técnicas.

Agradeço em especial, à professora Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro, por aceitar o desafio, pela paciência e incentivo na orientação, pelas correções dos trabalhos, indicações de leitura, que tornou possível a conclusão dessa dissertação.

Agradeço ao Prof-Água pelo incentivo e por me proporcionar um ambiente agradável e criativo para os estudos. Sou grata à cada membro do corpo docente, à direção e à administração desse programa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Prof-Água, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

A água pura, a fim de manter-se pura é servida em taça vazia. A treva da meia noite é a ocasião em que o tempo dá sinal de partida para novo alvorecer. Por maior que seja a dificuldade, jamais desanime. O nosso pior momento na vida é sempre o momento de melhorar.

Chico Xavier

RESUMO

O monitoramento qualitativo e quantitativo das águas superficiais pode indicar as atividades humanas, que apresentam potenciais riscos a este recurso, servindo assim como uma ferramenta fundamental para a gestão dos corpos d'água. A realização de estudos relacionados aos recursos hídricos fornece informações capazes de estabelecer os critérios para sua gestão e tomadas de decisão considerando o enquadramento dos corpos d'água e as particularidades de cada bacia hidrográfica. Nesse contexto, este estudo abordou os fatores que interferem negativamente na qualidade da água e os danos causados aos recursos hídricos e a biota aquática como consequência desses fatores. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade e a ecotoxicidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP. Foram utilizados seis pontos de monitoramento devidamente georreferenciados da Rede Básica Integrada da CETESB/ANA que existe na UGRHI 18. Os parâmetros de qualidade de água avaliados na bacia hidrográfica foram: sólidos totais, temperatura, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, pH, *Escherichia coli* e ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*. Os parâmetros físicos, químicos, microbiológico e ecotoxicológico foram avaliados separadamente e posteriormente o índice de qualidade da água (IQA) foi determinado a fim de se verificar qual a melhor forma de avaliação da qualidade dos recursos hídricos. Os dados referentes aos parâmetros de qualidade da água foram obtidos por meio do Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo de 2015, elaborado pela CETESB. O índice de qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados variou de ótima a boa, indicando que o uso e ocupação do solo no entorno da Bacia não tem prejudicado a qualidade de água de forma geral. Entretanto, a análise individualizada dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos permitiu verificar que o fósforo total, oxigênio dissolvido e *E. coli* excederam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, evidenciando que as ações antrópicas estão influenciando a qualidade dos recursos hídricos. Essas alterações podem estar relacionadas com o regime pluviométrico, lançamento de esgotos domésticos e a dissolução de compostos no solo como os fertilizantes, agrotóxicos e excremento de animais. A água da Bacia não apresenta toxicidade aguda para *C. dubia*, ou seja, não estão ocorrendo efeitos de transformações das substâncias químicas sobre esses organismos que vivem nos ecossistemas aquáticos. Os ensaios ecotoxicológicos servem como complemento para as análises físicas, químicas e microbiológicas, pois proporcionam abordagens integradas dos efeitos de poluentes, levando em consideração a resposta da comunidade biológica, servindo

como um instrumento de controle de poluição. Esse estudo demonstra que, ao utilizar o IQA, perdem-se informações relevantes para a avaliação da qualidade dos corpos d'água, já que, com a aplicação do índice, não se consegue fazer uma interação dos parâmetros analisados.

Palavras-chave: Índice de qualidade de água. Monitoramento. Recursos hídricos. *Ceriodaphnia dubia*. Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18.

ABSTRACT

Qualitative and quantitative monitoring of superficial waters can indicate human activities which present risks to this resource, serving as a main instrument to the management of water bodies. Studies related to hydric resources provide information that can establish criteria for their management and decision-making, considering the framing of the water bodies and the particularities of each watershed. In this context, this study approached the factors that interfere in a negative way in water quality and the damages caused to hydric resources, and the aquatic biota as an effect of those factors. This resource aimed at evaluating the quality and the ecotoxicity of water from the Watershed of the River São José dos Dourados-SP. We used six points of monitoring properly georeferenced from the Integrated Basic Web of CETESB/ANA that exists in UGRHI 18. The parameters of water quality that were evaluated in the watershed are: total solids, temperature, turbidity, biochemical oxygen demand (BOD), total phosphorus, total nitrogen, dissolved oxygen, pH, *Escherichia coli* and ecotoxicological experiment with *Ceriodaphnia dubia*. Physical, chemical, microbiological and ecotoxicological parameters were evaluated separately and later the index of water quality (IWQ) was determined to verify the best way to evaluate the quality of hydric resources. The data about water quality parameters were obtained from the Report of Quality of Superficial Waters in the State of São Paulo of the year 2015, elaborated by CETESB. The index of water quality in the Watershed of the River São José dos Dourados had a variation from great to good, what indicates that the land use and zoning land around the Watershed has not damaged the water quality in a general way. However, doing an individualized analysis of physical, chemical and microbiological parameters, allowed to verify that total phosphorus, dissolved oxygen and *E. coli* exceeded the limits established by the CONAMA Resolution 357/2005. It shows that anthropic actions are influencing the quality of hydric resources. Those alterations may be related to the pluviometric regimen, domestic sewage discharge and the dissolution of composites in the ground, such as fertilizers, pesticides and animal excrements. The water in the Watershed does not present acute toxicity to *C. dubia*, i.e., there are no effects of transformation of chemical substances on the organisms living in the aquatic ecosystems. The ecotoxicological experiments serve as a complement to physical, chemical and microbiological analysis, because it provides integrated approaches of the effects of pollutants, considering the response of the biological community, serving as an instrument of pollution control. This research demonstrates that using the IWQ we lose relevant information

for water bodies quality evaluation, as applying the index we cannot make an interaction of the analyzed parameters.

Key-words: Index of water quality. Monitoring. Hydric resources. *Ceriodaphnia dubia*. Water Resources Management Unit 18.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Forma de distribuição dos sólidos totais na água	26
Figura 2 - Perfil da concentração da matéria orgânica no curso d'água durante o processo de eutrofização	31
Figura 3 - Perfil da concentração de oxigênio dissolvido no curso d'água.....	34
Figura 4 - Perfil da concentração de bactérias no curso d'água.....	36
Figura 5 - Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade da água para o cálculo do IQA.....	39
Figura 6 - Exemplar de <i>Ceriodaphnia dubia</i> adulta.....	43
Figura 7 - Localização no Estado de São Paulo da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.....	48
Figura 8 - Divisão por sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP	50
Figura 9 - Limites e municípios que constituem a Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP.....	52
Figura 10 - Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP	54
Figura 11 - Mapa de susceptibilidade a processos erosivos da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP	55
Figura 12 - Mapa pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP.....	59
Figura 13 - Tipos climáticos na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP, segundo Koppen (SETZER 1966).....	61
Figura 14 - Dados pluviométricos anuais acumulados (mm) dos municípios, no ano de 2015, da UGRHI 18 correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados	62
Figura 15 - Registros Fotográficos do ponto BPEN 02 400, localizado no Braço do Ribeirão Ponte Pensa, no município de Três Fronteiras-SP.....	63
Figura 16 - Registros Fotográficos do ponto BSJD 02 200, localizado no Braço do Rio São José dos Dourados, no município de Suzanápolis-SP	64
Figura 17 - Registros Fotográficos do ponto BSJD 02 900, localizado no Braço do Rio São José dos Dourados, no município de Ilha Solteira-SP.....	64
Figura 18 - Registros Fotográficos do ponto ISOL 02 995, localizado no Reservatório de Ilha Solteira, no município de Ilha Solteira-SP	64
Figura 19 - Registros Fotográficos do ponto SJDO 02 150, localizado no Rio São José dos Dourados, no município de Monte Aprazível-SP.....	65

Figura 20 - Localização dos pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP	66
Figura 21 - Índice de Qualidade da Água (IQA) obtidos na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP, durante o ano de 2015	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Redes de monitoramento integrada CETESB/ANA de água doce no Estado de São Paulo, no ano 2015	22
Tabela 2 – Variáveis de qualidade da Rede Básica de monitoramento integrado da CETESB/ANA (água doce).....	23
Tabela 3 - Concentrações e contribuições unitárias típicas de DBO _{5,20} de esgoto doméstico e efluentes industriais	30
Tabela 4 - Parâmetros utilizados no cálculo para determinação do Índice de Qualidade de água (IQA) e respectivos pesos	38
Tabela 5 - Classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA)	40
Tabela 6 - Área das sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP	49
Tabela 7 - Descrição dos tipos de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP	53
Tabela 8 - Descrição dos pontos de monitoramento de qualidade de água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP	65
Tabela 9 - Metodologia analítica utilizadas pela CETESB para determinar as variáveis analisadas no monitoramento da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados - SP.....	68
Tabela 10 - Valores da temperatura da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015	73
Tabela 11 - Valores da Turbidez da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015	74
Tabela 12 - Valores dos Sólidos Totais Dissolvidos da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015.....	76
Tabela 13 - Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015	77
Tabela 14 - Valores do Fósforo Total da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015	78
Tabela 15 - Valores do Nitrogênio Total da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015	81
Tabela 16 - Valores do Oxigênio Dissolvido (OD) da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015.....	83

Tabela 17 - Valores do pH da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015.....	86
Tabela 18 - Valores da concentração de <i>E. coli</i> da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015.....	88
Tabela 19 - Resultados mensais e média anual do Índice de Qualidade da Água (IQA) no ano de 2015	90
Tabela 20 - Resultados mensais dos parâmetros de qualidade da água no ano de 2015, que estão em desconformidades com a Resolução CONAMA 357/2005.....	92
Tabela 21 - Valores dos ensaios ecotoxicológicos com a <i>Ceriodaphnia dubia</i> da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015	94

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	JUSTIFICATIVA.....	18
3	OBJETIVOS	20
3.1	Objetivo Geral.....	20
3.2	Objetivos Específicos	20
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
4.1	Monitoramento da qualidade dos recursos hídricos	21
4.2	Qualidade dos recursos hídricos.....	24
4.3	Parâmetros de Qualidade da Água	25
4.3.1	<i>Parâmetros Físicos</i>	26
4.3.2	<i>Parâmetros Químicos</i>	29
4.3.3	<i>Parâmetro Microbiológico</i>	35
4.4	Índice de Qualidade das Águas (IQA)	37
4.5	A importância do ensaio ecotoxicológico para a análise da qualidade d' água..	40
4.6	Influência dos usos e ocupação do solo na qualidade dos recursos hídricos	44
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
5.1	Área de estudo.....	47
5.2	Caracterização Física da área de estudo.....	57
5.2.1	<i>Geologia</i>	57
5.2.2	<i>Geomorfologia</i>	57
5.2.3	<i>Pedologia</i>	57
5.2.4	<i>Hidrometeorologia</i>	60
5.3	Obtenção de dados	63
5.4	Avaliação dos parâmetros de qualidade da água.....	67
5.4.1	<i>Metodologia analítica para sólidos totais</i>	68
5.4.2	<i>Metodologia analítica para temperatura</i>	69
5.4.3	<i>Metodologia analítica para turbidez</i>	69
5.4.4	<i>Metodologia analítica da demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20})</i>	69
5.4.5	<i>Metodologia analítica para fósforo total</i>	69

5.4.6	<i>Metodologia analítica para nitrogênio total</i>	70
5.4.7	<i>Metodologia analítica para oxigênio dissolvido</i>	70
5.4.8	<i>Metodologia analítica para o pH</i>	70
5.4.9	<i>Metodologia analítica para a E. coli</i>	70
5.4.10	<i>Metodologia analítica para o ensaio ecotoxicológico com Ceriodaphnia dubia</i>	71
6	RESULTADOS E DISCUSÕES	72
6.1	Temperatura.....	72
6.2	Turbidez.....	73
6.3	Sólidos Totais.....	75
6.4	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	76
6.5	Fósforo Total	78
6.6	Nitrogênio Total	79
6.7	Oxigênio Dissolvido (OD).....	81
6.8	Potencial Hidrogeniônico (pH)	84
6.9	Coliformes Termotolerantes	86
6.10	Índice de qualidade da água (IQA)	89
6.11	Análises dos ensaios ecotoxicológicos com a <i>Ceriodaphnia dubia</i>	93
7	CONCLUSÃO	97
8	RECOMENDAÇÕES	98
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A - Declaração de autorização de uso de dados	110

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, o modelo de desenvolvimento socioeconômico e as necessidades em atender às distintas atividades humanas, trazem como consequências um cenário complexo em relação à deterioração dos recursos naturais, principalmente no que tange aos aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos (COSTA; TEIXEIRA, 2010).

As atividades humanas podem alterar a qualidade das águas superficiais por meio de fontes de poluição pontual e difusa na bacia hidrográfica (SOUZA; GASTALDINI; ARAÚJO, 2015). A poluição das águas é caracterizada por todas as alterações indesejáveis que ocorrem em suas características físicas, químicas ou biológicas, que possam acarretar danos à vida aquática ou às atividades dos seres humanos (BRAGA et al., 2005).

O comportamento da qualidade da água mostra as circunstâncias ambientais da bacia hidrográfica, e, dessa maneira, compreender as características de qualidade da água amplifica o entendimento ecológico do ecossistema e proporciona identificar modificações provenientes das atividades antrópicas (SOUZA; GASTALDINI, 2014).

De acordo com Von Sperling (1996), a maneira que o ser humano apropria e utiliza o solo têm interferência direta na qualidade da água. Essa implicação pode ser de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, ou de uma maneira mais dispersa, como na utilização de defensivos agrícolas no solo. Esses modos auxiliam na incorporação de compostos na água, influenciando a sua qualidade.

A poluição das águas tem um grande preço, seja pela indisponibilidade de água de boa qualidade ou pelo efeito na redução da qualidade de vida das pessoas, por isso, compreender como ocorre a degradação do sistema hídrico é o primeiro passo (TERCINI, 2014). Pesquisadores têm alertado para a relevância dirigida à avaliação, exploração, conservação, manutenção, proteção e restauração dos recursos hídricos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

Para que se possa conhecer as consequências da poluição e quais medidas de controle são mais eficientes e eficazes, é fundamental conhecer e avaliar as cargas poluidoras, que existem nos corpos hídricos (VON SPERLING, 1996). O controle da qualidade da água é de extrema importância para os recursos hídricos, pois permite investigar, controlar a degradação hídrica e definir os seus usos possíveis, servindo assim de suporte para tomada de decisão (BARRETO et al., 2014; SILVA et al., 2015). O monitoramento qualitativo e quantitativo das águas pode mostrar quais atividades humanas apresentam potenciais degradantes desse recurso,

auxiliando como uma ferramenta fundamental para a gestão dos corpos d'água (BARRETO et al., 2014). O monitoramento possibilita estabelecer os usos prováveis de água. Portanto é indispensável para o enquadramento dos corpos d'água (SILVA et al., 2015) e para gestão eficiente dos recursos hídricos.

Os Órgãos Ambientais responsáveis por regulamentar o uso da água instituíram o Índice de Qualidade da Água (IQA) como referência para o diagnóstico e monitoramento, além de determinar as distintas condições de sua utilização como na alimentação, no abastecimento doméstico e industrial, na irrigação, na limpeza pública, na infraestrutura energética, na pesca e lazer (SAAD et al., 2015).

O IQA é baseado em um modelo matemático, cuja composição foi determinada por meio de pesquisas de opinião junto a vários especialistas da área. Para compor e determinar esse índice foram selecionados nove parâmetros julgados relevantes para avaliar a qualidade das águas e estabelecido um peso relativo para cada um deles (COSTA; FERREIRA, 2015).

O índice de qualidade da água é uma ferramenta pertinente, pois sintetiza as informações sobre vários parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, visando informar a população e orientar as ações de gestão da qualidade das águas (ANA, 2005). No entanto, o IQA apresenta como principal desvantagem a perda de informação das variáveis individuais e a interação entre elas (CETESB, 2016), além de não considerar a toxicidade da água para organismos responsáveis por manter o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

As informações do índice de qualidade das águas apresentadas, são constantemente utilizadas nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos e nos Planos de Bacias Hidrográficas, onde nessas análises podem ocorrer à ausência de muitas informações. Por esse motivo, tanto os Órgãos Gestores e os Comitês de Bacias Hidrográficas têm que olhar de forma mais criteriosa para esse índice.

Nesse contexto, é necessário avaliar os parâmetros de qualidade de água de forma individualizada e abordar os fatores relevantes, que interferem nas propriedades da água e podem causar sérios danos aos recursos hídricos. É essencial também, que o Comitê de Bacia Hidrográfica tenha um olhar mais criterioso para com os ecossistemas aquáticos, pois esses sofrem grandes interferências com a degradação da qualidade das águas.

Considerando o exposto, buscou-se com a presente pesquisa, analisar se a aplicação do IQA na averiguação da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados composta pela Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 (UGRHI 18), é um indicador apropriado a ser utilizado para se fazer gestão e planejamento dos recursos hídricos, principalmente na execução dos Planos de Bacias Hidrográficas.

2 JUSTIFICATIVA

A água é utilizada para atender diversos usos, porém quando esses usos são feitos de forma inadequadas podem ocasionar sua deterioração. Por isso, avaliar a qualidade da água é fundamental para que se possa preservar e garantir a utilização desse recurso e seus múltiplos usos. Sendo assim, houve a necessidade de se criar medidas para garantir a proteção e o uso sustentável dos recursos hídricos. Em 1997 foi estabelecida a Lei Federal nº 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), a qual traz como seus instrumentos os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes; 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.

A Lei Estadual nº 7.663/1991 estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, assim como, ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos no âmbito do Estado de São Paulo. Seu objetivo, é garantir que a água, possa ser controlada e consumida, de acordo com os padrões de qualidade determinados como satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo território do Estado de São Paulo. Entre alguns princípios que atenderá a Política Estadual de Recursos Hídricos, estão inseridos o gerenciamento descentralizado, participativo, integrado, e a adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento (SÃO PAULO, 1991).

Esta pesquisa é de grande relevância para averiguar qual é a melhor forma de se verificar a qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados - SP, se é aplicando o IQA ou fazendo uma avaliação dos parâmetros de forma individualizada e correlacionar com fatores, que interferem diretamente na qualidade dos recursos hídricos desta Bacia Hidrográfica.

As águas dessa Bacia Hidrográfica são utilizadas para o abastecimento da população urbana e rural, para geração de energia elétrica, navegação, turismo, uso industrial, agricultura, pecuária, aquicultura, pesca, irrigação, preservação da fauna e da flora, harmonia paisagística, diluição e transporte de despejos. A análise desses resultados serve para entendimento e o auxílio voltado para as ações que tendem a garantir os padrões de qualidade da água dentro dessa Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 18) (SÃO PAULO, 1991).

Nesse estudo também foi abordado uma análise ecotoxicológica para se ter uma amplificação da avaliação da qualidade da água. Essas análises já são realizadas pela CETESB, porém não são utilizadas nos Planos de Bacias Hidrográficas. Esse tipo de estudo é de suma importância, pois através desse consegue analisar os efeitos que as substâncias químicas exercem sobre os organismos vivos, sendo que tais efeitos não são detectados pelas avaliações físicas, químicas ou microbiológicas.

3 OBJETIVOS

Para atingir os resultados pretendidos na presente pesquisa, foi necessário atender aos objetivos descritos a seguir.

3.1 Objetivo Geral

O Objetivo Geral da realização da presente pesquisa é avaliar a qualidade e ecotoxicidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 18, por meio de parâmetros componentes do índice de qualidade de água (IQA), atualmente utilizado pelos Órgãos Gestores de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

3.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram identificados os seguintes objetivos específicos para a presente pesquisa na UGRHI 18:

- Analisar os parâmetros físicos da água;
- Avaliar os parâmetros químicos da água;
- Analisar os parâmetros microbiológicos da água;
- Verificar a ecotoxicidade da água para o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*; e
- Determinar o Índice de Qualidade de Água (IQA).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse item foi abordado temáticas relevantes com o intuito de dar suporte teórico para a realização da avaliação da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados - SP, são elas: monitoramento da qualidade dos recursos hídricos; qualidade dos recursos hídricos; parâmetros de qualidade da água; Índice de Qualidade das Águas (IQA); a importância do ensaio ecotoxicológico para a análise da qualidade d' água; e a influência dos usos e ocupação do solo na qualidade dos recursos hídricos.

Essa fundamentação teórica tem por finalidade respaldar cientificamente o estudo, mostrando conceitos e teorias, que contribuíram para a elaboração dessa pesquisa.

4.1 Monitoramento da qualidade dos recursos hídricos

A influência de fenômenos naturais e interferências antrópicas em função do uso e ocupação do solo, modificam a qualidade dos recursos hídricos por meio da geração de efluentes domésticos, industriais ou da introdução de compostos na água pelo uso inadequado de defensivos agrícolas no solo (VON SPERLING, 1996). O acompanhamento sistemático dos corpos d'água por meio do monitoramento é imprescindível, pois assegura informações sobre a qualidade e quantidade de água necessária para verificar a adequação nos diversos usos (ZEH et al., 2015).

O monitoramento dos recursos hídricos fornece informações a respeito das características físicas, químicas e biológicas da água por meio de amostragens estatísticas, e compreende a coleta de dados e de amostras de água em locais específicos (georreferenciados), que são realizadas em intervalos regulares de tempo, no qual possibilita fornecer informações que possam ser usadas na definição das condições presentes de qualidade da água (ANA, 2017b). A rede de monitoramento é determinada de acordo com o tipo de informação que se deseja extrair e pode variar desde a detecção de desconformidade em relação aos padrões de qualidade do corpo d'água, até a determinação das tendências temporais da qualidade da água (CAPANEMA, 2015).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) é o órgão responsável por avaliar a qualidade das águas superficiais, por meio de duas redes de monitoramento: a de águas doces, iniciada em 1974 e, a de águas salinas e salobras, em 2010. O monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos d'água doce é realizado por três redes de amostragem manual e uma rede automática, conforme apresentado na Tabela 1 (CETESB,

2016). Esse monitoramento é realizado de forma integrada com a Agência Nacional de Águas (ANA).

Tabela 1 – Redes de monitoramento integrada CETESB/ANA de água doce no Estado de São Paulo, no ano 2015

Tipos de Monitoramento	Objetivo	Início de Operação	Pontos	Frequência	Variáveis
Rede Básica	Fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.	1974	425	Bimestral	Físicas Químicas Biológicas
Rede de Sedimento	Complementar o diagnóstico da coluna d'água.	2002	32	Anual	Físicas Químicas Biológicas
Balneabilidade de Rios e reservatórios	Informar as condições da água para recreação de contato primário/banho à população.	1994	30	Semanal/Mensal	Biológicas
Monitoramento Automático	Controlar fontes poluidoras domésticas e industriais, bem como controle da qualidade da água destinada ao abastecimento público.	1998	14	Horária	Físicas Químicas

Fonte: CETESB (2016).

A CETESB definiu 60 variáveis de qualidade da água (físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e ecotoxicológicas) consideradas mais representativas (Tabela 2), onde cerca de 70% dessas variáveis são determinadas na rede básica de monitoramento (CETESB, 2016).

Tabela 2 – Variáveis de qualidade da Rede Básica de monitoramento integrado da CETESB/ANA (água doce)

Grupo	Principais Variáveis*	Variáveis Adicionais**
Físicos	Condutividade elétrica, Sólidos Dissolvidos Total, Sólido Total, Temperatura da Água, Temperatura do Ar, Turbidez	Cor Verdadeira, Nível d'água, Salinidade, Transparência, Vazão
Químicos	Alumínio Dissolvido, Alumínio Total, Bário Total, Cádmi Total, Carbono Orgânico Total, Chumbo Total, Cloreto Total, Cobre Dissolvido, Cobre Total, Cromo Total, DBO (5, 20), Ferro Dissolvido, Ferro Total, Fósforo Total, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrogênio-Nitrato, Nitrogênio-Nitrito, Oxigênio Dissolvido, pH, Potássio, Sódio, Substâncias Tensoat. reagem com Azul Metileno, Zinco Total	Alcalinidade Total, Arsênio Total, Bifenilas Policloradas (PCBs), Boro Total, Carbono Orgânico Dissolvido, Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (Semi-COVs), DQO, Dureza, Fenóis Totais, Fluoreto Total, Herbicidas b, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), Microcistinas, Óleos e Graxas, Pesticidas Organocloradas, Pesticidas Organofosforadas, Potencial de Formação de THM, Saxitoxina
Hidrobiológicos	Clorofila- <i>a</i> e Feofitina <i>a</i>	Comunidades Fitoplanctônica e Zooplanctônica
Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Giardia e Cryptosporidium</i>
Ecotoxicológicos	Ensaio de Toxicidade Crônica com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio de Toxicidade Aguda com a bactéria luminescente - <i>Vibrio fischeri</i> (Sistema Microtox®), Ensaio de Mutação Reversa (Teste de Ames)
Bioanalíticos		Atividade Estrogênica por BLYES

Fonte: CETESB (2016).

Nota: * Principais Variáveis - monitoradas em mais de 70% dos pontos do rede

** Variáveis Adicionais - monitoradas em menos de 70% dos pontos do rede

A rede de monitoramento tem como objetivos: subsidiar a realização de um diagnóstico da qualidade das águas superficiais do Estado; avaliar a evolução temporal da qualidade das águas superficiais; identificar áreas prioritárias para o controle da poluição das águas; auxiliar no diagnóstico e controle da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público; dar subsídio para a execução dos Planos de Bacia e Relatórios de Situação dos

Recursos Hídricos e ajudar na implementação da Lei 11.445/2007 relativa à Política Nacional de Saneamento Básico (CETESB, 2016).

A realização contínua de um monitoramento permite acompanhar, analisar, avaliar e caracterizar a qualidade das águas, de modo a garantir um padrão aceitável para a sua utilização, bem como determinar medidas de controle e gerenciamento dos recursos disponíveis, sendo assim, esse aspecto se torna importante devido à intensidade dos usos da bacia hidrográfica (SOUZA; GASTALDINI; ARAÚJO, 2015).

O efetivo gerenciamento dos recursos hídricos implica na constante avaliação simultânea da quantidade e qualidade das águas, afim de apresentar adequadamente o estado dos recursos hídricos, seu potencial e possíveis problemas agravados de contaminação e poluição (TUNDISI; MATSURA-TUNDISI, 2011).

Para Braga et al. (2002), a contaminação pode ser entendida como a presença de seres patogênicos, num ambiente que provoca doenças, mas não alteram necessariamente as relações ecológicas ali existentes. Já a poluição é considerada como uma alteração ecológica, provocada pelo ser humano, que prejudica, direta ou indiretamente o bem-estar da sociedade, com danos aos recursos naturais como a água e solo, ocasionando dificuldades no desenvolvimento das atividades econômicas como a pesca e a agricultura (NASS, 2002).

O monitoramento dos recursos hídricos visa realizar a medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, podendo ser contínua ou periódica, sendo empregado para acompanhar o progresso das condições da qualidade e quantidade da água ao longo do tempo (CAPANEMA, 2015).

Além disso, o monitoramento pode apresentar e identificar áreas com baixa contaminação, e portanto, dar indicações seguras sobre o que conservar e qual o custo dessa conservação (TUNDISI, 2009).

4.2 Qualidade dos recursos hídricos

Nos últimos tempos surgiu uma grande preocupação em medir de forma precisa a qualidade da água, devido a sua grande importância para os seus múltiplos usos e o desenvolvimento sustentável de uma bacia hidrográfica, pois a intensa interação dos seres humanos com o meio natural está alterando constantemente o meio ambiente e provocando impactos nos recursos hídricos.

Segundo Martins et al. (2017), deve-se conhecer a qualidade das águas em todos os corpos hídricos, pois essas informações são capazes de ajudar a estabelecer mecanismos

estratégicos que proporcionem a conservação, a recuperação e o uso racional dos recursos hídricos, diminuindo os conflitos e orientando as atividades econômicas.

A alteração da qualidade das águas ocorre devido à degradação de suas características, por meio de qualquer ato ou influência, sejam elas naturais ou ocasionadas pelo ser humano, e podem produzir consequências estéticas, fisiológicas ou ecológicas (BRAGA et al., 2005).

Para o desenvolvimento das atividades econômicas, industriais, agropecuárias e o abastecimento humano, a água doce é um componente fundamental e apresenta características de qualidades bem variadas (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006). A qualidade da água é definida por suas características físicas, químicas e biológicas e também pela forma que é utilizada.

Define-se a contaminação dos recursos hídricos, como sendo a introdução ou descarga de organismos patogênicos ou de substâncias tóxicas nas águas, que as tornem imprópria para consumo público e/ou usos domésticos, ou seja, a contaminação pode ser considerada um aspecto específico da poluição (ABELHO, 2012).

A água para consumo humano pode ser obtida por meio de mananciais superficiais ou subterrâneos. Para o consumo, a água está sujeita a várias restrições específicas de qualidade, que são estabelecidas pelos padrões de potabilidade desse recurso (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006).

Portanto, avaliar a qualidade da água e os fatores que interferem na sua deterioração é necessário para se obter uma gestão e planejamento adequados de uma determinada região.

4.3 Parâmetros de Qualidade da Água

“Os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas” (VON SPERING, 2005). De acordo com o citado autor, as principais características da água podem ser expressas como:

- Características físicas: As impurezas enfocadas do ponto de vista físico estão associadas, em sua maior parte, aos sólidos presentes na água. Esses sólidos podem estar em suspensões, coloidais ou dissolvidos, dependendo do seu tamanho;
- Características químicas: As características químicas da água podem ser interpretadas através de uma das duas classificações: matéria orgânica ou inorgânica; e
- Características microbiológicas: Verificam os perigos mais significativos da poluição biológica por microrganismos provenientes do metabolismo dos animais homeotérmicos.

As fontes de poluição podem mudar em termos de composição e/ou a forma que se localizam na bacia (concentradas ou distribuídas), as composições são determinadas por alguns parâmetros que vão orientar a sua caracterização (PAULINO, 2014).

Para Porto (2012), a qualidade da água pode ser representada por meio de parâmetros físicos como temperatura, turbidez e sólidos totais; parâmetros químicos como o pH, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio; e pelos parâmetros microbiológicos como as bactérias do grupo coliformes.

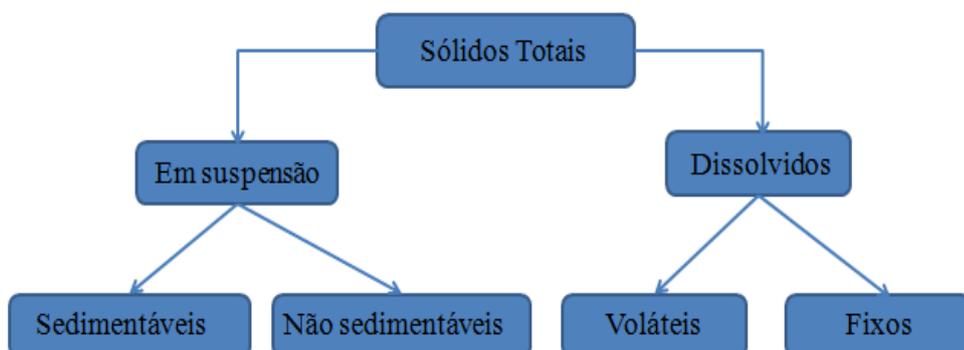
4.3.1 Parâmetros Físicos

Nesse item foi realizado um estudo demonstrando alguns conceitos e teorias sobre os Sólidos Totais, Temperatura e Turbidez, para um entendimento mais compreensivo desses parâmetros, com finalidade respaldar cientificamente a elaboração dessa pesquisa.

4.3.1.1 Sólidos Totais

O sólido tem uma definição genérica, qual consiste no estado da matéria caracterizado pela rigidez, por uma forma própria e pela existência de um equilíbrio com o líquido proveniente da sua fusão, ou seja, toda substância que permaneça com as características acima nas águas naturais e residuais, mesmo após várias operações como secagem e calcinação, podem ser denominadas sólidos (SABESP, 1999). Segundo Brasil (2006), os sólidos presentes na água podem estar disseminados de acordo com a Figura 1.

Figura 1 - Forma de distribuição dos sólidos totais na água



Fonte: Brasil (2006a).

Os sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração, estão distribuídos em sedimentáveis e não sedimentáveis. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm que se mantêm em solução mesmo após a filtração, podendo estar distribuídos de forma voláteis ou fixos (BRASIL, 2006; BRASIL, 2014).

Os sólidos podem ser introduzidos na água de forma natural, por meio dos processos erosivos, organismos e detritos orgânicos, ou de forma antropogênica, através de lançamento de lixo e esgotos (BRASIL, 2006a; BRASIL, 2014).

As informações obtidas por meio dos sólidos totais ajudam no acompanhamento no que se refere à eficiência dos sistemas de tratamento para águas naturais e residuais. No caso da água potável, a definição dos sólidos implica na qualidade da mesma, pois uma quantidade excessiva de qualquer tipo (totais, em suspensão e dissolvidos), influencia negativamente nos parâmetros de cor, turbidez e microbiológicos, pois esses sólidos intervêm na entrada de luz fazendo com que ocorra a diminuição da fotossíntese no corpo hídrico (CETESB, 2016).

Para os recursos hídricos, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática, pois podem sedimentar no leito dos rios, destruindo organismos que proporcionam alimentos ou, também, comprometer os leitos de desova de peixes. Além disso, os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas (BRAGA et al., 2005; CETESB, 2016).

4.3.1.2 Temperatura

A temperatura da água dos corpos hídricos pode ser de origem natural por meio da transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo) ou de origem antropogênica por meio de águas de torres de resfriamento e despejos industriais. Esse parâmetro pode influenciar nas propriedades da água, como por exemplo, na densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido, interferindo na vida aquática.

A temperatura da água permite caracterizar os corpos d'água, pois modifica a taxa de reações químicas e biológicas, a taxa de transferência de gases, altera a solubilidade de gases, varia a massa específica (estratificação), influência nas velocidades das reações químicas e nas atividades metabólicas se indica a intensidade de calor, sendo que sua unidade de medida é dada em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (VON SPERLING, 1996; BRASIL, 2014).

Fatores como a latitude, altitude, estação do ano, período do dia, vazão e profundidade também alteram a temperatura superficial (BRAGA et al., 2005; BRASIL, 2014; CETESB, 2016).

Quando ocorre a elevação da temperatura da água, tem-se como consequência o aceleração das taxas de reações químicas e biológicas, com a transferência de gases e a diminuição da sua solubilidade (VON SPERLING, 2005; PORTO, 2012). Assim, o aumento da temperatura pode ocasionar impactos negativos nos ecossistemas naturais (PORTO, 2012).

A temperatura exerce um papel fundamental no meio aquático, condicionando os efeitos de uma série de variáveis físico-químicas. Geralmente, à medida que a temperatura da água aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminui, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam (CETESB, 2016). Os organismos aquáticos exibem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2016).

4.3.1.3 *Turbidez*

A turbidez representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, devido à presença de sólidos em suspensão na mesma, tais como partículas inorgânicas de areia, silte, argila e detritos orgânicos, como algas e bactérias, plâncton em geral (BRASIL, 2006a; PORTO, 2012; CETESB, 2016). Esses sólidos em suspensão podem desequilibrar o ecossistema aquático, pois servem para abrigo de microrganismos patógenos.

Existem vários agentes que podem estimular a turbidez na água, como o lançamento de esgoto doméstico ou industrial, atividades de mineração, solo exposto que pode ser mobilizado e transportado rumo ao corpo d'água, erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo (VON SPERLING, 2005; CETESB, 2016).

A alta turbidez diminui a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, devido à redução da penetração da luz solar, prejudicando a oxigenação do meio, isso pode afetar o desenvolvimento das plantas ocasionando a baixa produtividade de peixes, ou seja, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (IGAM, 2008).

A turbidez é empregada como parâmetro na determinação de águas de abastecimento, brutas e tratadas, e no controle da operação das estações de tratamento de água (BRANCO, 1986; VON SPERLING, 2005).

4.3.2 Parâmetros Químicos

Nesse item foi realizado um estudo apresentando alguns conceitos e teorias sobre a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Oxigênio Dissolvido (OD), e Potencial Hidrogeniônico (pH), com o intuito de fundamentar cientificamente a elaboração dessa pesquisa.

4.3.2.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da água é definida como sendo a quantidade de oxigênio essencial para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Esse parâmetro é considerado como a quantidade de oxigênio consumido em um período de tempo de 5 dias em uma temperatura de incubação de 20°C e é denominado como DBO_{5,20} (VON SPERLING, 2005; PORTO, 2012).

Os lançamentos de despejos de origem predominantemente orgânica ocasionam o aumento da DBO num corpo d'água (Tabela 3), pois a presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática, ou seja, interfere no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (CETESB, 2016).

No tratamento de esgotos, a DBO é um parâmetro importante no controle da eficiência das estações, tanto de tratamentos biológicos aeróbios e anaeróbios, bem como físico-químicos (CETESB, 2016).

Tabela 3 - Concentrações e contribuições unitárias típicas de DBO_{5,20} de esgoto doméstico e efluentes industriais

Tipo de Efluente	Concentração de DBO _{5,20} (mg/L)		Contribuição Unitária de DBO _{5,20} (Kg/dia)	
	Faixa	Valor Típico	Faixa	Valor Típico
Esgoto Sanitário	110-400	220	N.E.	54g/hab.dia
Celulose Branqueada (processo Kraft)	N.E.	300	29,2 a 42,7 Kg/t	N.E.
Têxtil	250-600	N.E.	N.E.	N.E.
Laticínio	1000-1500	N.E.	1,5-1,8Kg/m ³ leite	N.E.
Abatedouro Bovino	N.E.	1125	N.E.	6,3 Kg/1000Kg peso vivo
Curtume (ao cromo)	N.E.	2500	N.E.	88Kg/t pele salgada
Cervejaria	1611-1784	1718	N.E.	10,4Kg/m ³ cerveja
Refrigerante	940-1335	1188	N.E.	4,8Kg/m ³ refrigerante
Suco Cítrico Concentrado	2100-3000	N.E.	N.E.	2,0Kg/100 Kg laranja
Açúcar e Álcool	N.E.	25000	N.E.	N.E.

Fonte: Braile e Calvacanti (1993).

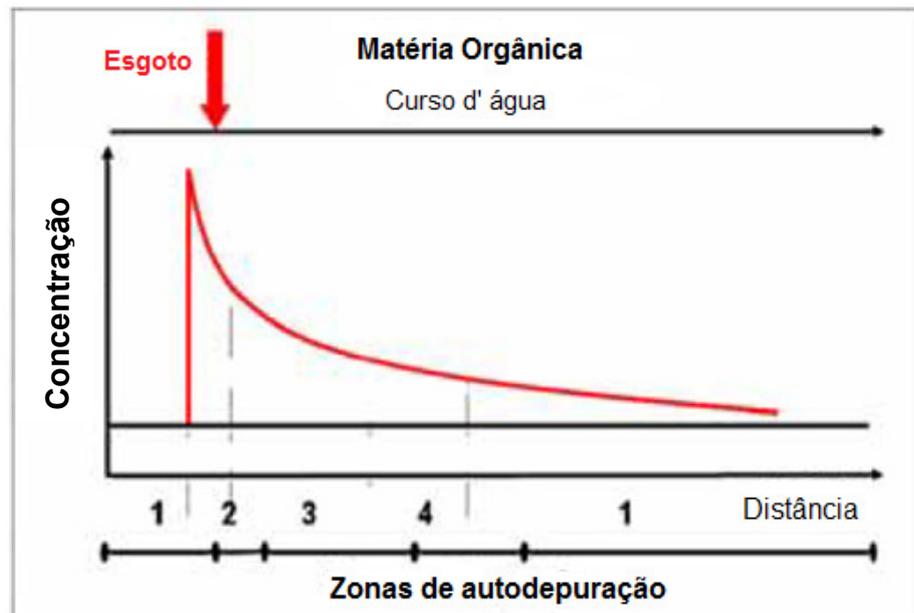
Nota: N.E = Não Especificado

Segundo Von Sperling (1996), a DBO é um parâmetro de importante na caracterização do grau de poluição de um corpo hídrico. A demanda bioquímica de oxigênio não deve ser considerada como um poluente, pois ela indica o consumo de oxigênio no processo de estabilização do corpo hídrico.

A Figura 2 demonstra o esquema do perfil da concentração da matéria orgânica em um curso d'água durante o processo de eutrofização. Esse processo é caracterizado por quatro tipos de zonas de autodepuração. A primeira zona é denominada como de águas limpas, onde as características iniciais voltam a ser atingidas no que se refere ao oxigênio dissolvido, matéria orgânica e bactérias. A segunda é a zona de degradação, que se inicia logo após o lançamento de esgoto no curso d'água, havendo uma grande quantidade de material orgânico em um estágio bem complexo, mas potencialmente decomponível. A terceira é a zona de

decomposição ativa, nela os microrganismos estão mais adaptados a nova condição, passando a exercer ativamente suas funções de decomposição de matéria orgânica, e tem como resultado a deterioração do corpo d'água. A quarta e última é a zona de recuperação, ocorre após um intenso consumo de matéria orgânica e degradação do ambiente, esse tende a se recuperar gradativamente (BRAGA et al., 2005).

Figura 2 - Perfil da concentração da matéria orgânica no curso d'água durante o processo de eutrofização



Fonte: Von Sperling (2005).

Nota: 1 - Zona de águas limpas; 2 - Zona de degradação; 3 - Zona de decomposição ativa e 4 - Zonas de recuperação.

4.3.2.2 Fósforo Total

O fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização dos corpos d'água (ANA, 2017a).

Esse nutriente pode se apresentar nas águas sob três formas distintas: os fosfatos orgânicos que é a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo; os ortofosfatos, que são representados pelos radicais, que combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos; a terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2016).

Entre as fontes significativas de fósforo nos ambientes aquáticos destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal, os efluentes industriais (indústrias de fertilizantes, pesticidas, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros), e a drenagem das águas pluviais das áreas agrícolas e urbanas (PORTO, 2012; CETESB, 2016; ANA, 2017a).

Outra fonte significativa vem da prática de aquicultura. Os sistemas de cultivo de peixes podem causar a inserção de fósforo no meio aquático por meio das rações e, conseqüentemente, da excreção dos animais. Além disso, segundo Wolff Bueno et al. (2008), a criação de peixes pode interferir na bioacumulação de fósforo no sedimento.

O fósforo é um elemento fundamental para o desenvolvimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização) (VON SPERLING, 1996), além de elevar a demanda bioquímica de oxigênio, causando diminuição do oxigênio presente na água e alterações no meio, levando à morte de peixes e outros animais (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

4.3.2.3 Nitrogênio Total

O nitrogênio é um composto importante na potabilidade da água que desempenha um importante papel na composição das moléculas, ácidos nucléicos, de proteínas, vitaminas, enzimas e hormônios, elementos fundamentais aos seres vivos (BRAGA et al., 2005).

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas, podendo ser proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica ou ter origem antropogênica quando resultante de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas (CETESB, 2016).

O Nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato. A amônia em ambientes aquáticos é tóxica para peixes enquanto que o nitrato presente em água de consumo humano pode causar a metemoglobinemia (PORTO, 2012). A existência de compostos de nitrogênio nos seus diversos estados de oxidação é indicador de contaminação do aquífero e de possíveis condições higiênico-sanitárias precárias (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

A maior quantidade de nitrogênio dissolvido está na forma de nitrogênio orgânico devido à importância do processo biológico para o nitrogênio que se origina nos rios, o tipo de nitrogênio localizado em águas poluídas é bastante variável, em rios com pouca

oxigenação, resultado do excesso de matéria orgânica, a amônia pode alcançar até 80% do nitrogênio inorgânico dissolvido (DELLAGIUSTÍNA, 2000).

O nitrogênio é essencial para que haja o crescimento de algas. Quando em excesso, pode acarretar um desenvolvimento expressivo desses organismos, e esse fenômeno é conhecido como eutrofização (CETESB, 2016). O nitrogênio nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio e esse processo pode afetar a vida aquática (VON SPERLING, 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2006), o desenvolvimento das plantas também está relacionado com o suprimento de nitrogênio, devido o mesmo participar diretamente do seu metabolismo, pois faz parte das moléculas de ácidos nucleicos, aminoácidos, proteínas e clorofila.

4.3.2.4 *Oxigênio Dissolvido*

A maior parte do oxigênio dissolvido nas águas doce e salgada advém da atmosfera, no entanto, a ação fotossintética das algas também o produz (COSTA et al., 2008). O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. O oxigênio dissolvido é de extrema importância para a preservação da vida aquática, pois vários organismos necessitam de oxigênio para respirar (VON SPERLING, 1996; ANA, 2017a). Funciona também como regulador em processos metabólicos dos organismos (COSTA et al., 2008).

No procedimento de estabilização da matéria orgânica, as bactérias utilizam o oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo ocasionar a redução do oxigênio dissolvido no meio e se o oxigênio dissolvido for totalmente consumido, ele pode gerar condições anaeróbias e produzir maus odores no curso d'água (VON SPERLING, 2005).

As águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mgL^{-1} , exceto se houver condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro. As águas poluídas por esgotos domésticos ou industriais apresentam menores concentrações de oxigênio dissolvido, devido ao consumo ocorrido no processo de decomposição da matéria orgânica (ANA, 2017a).

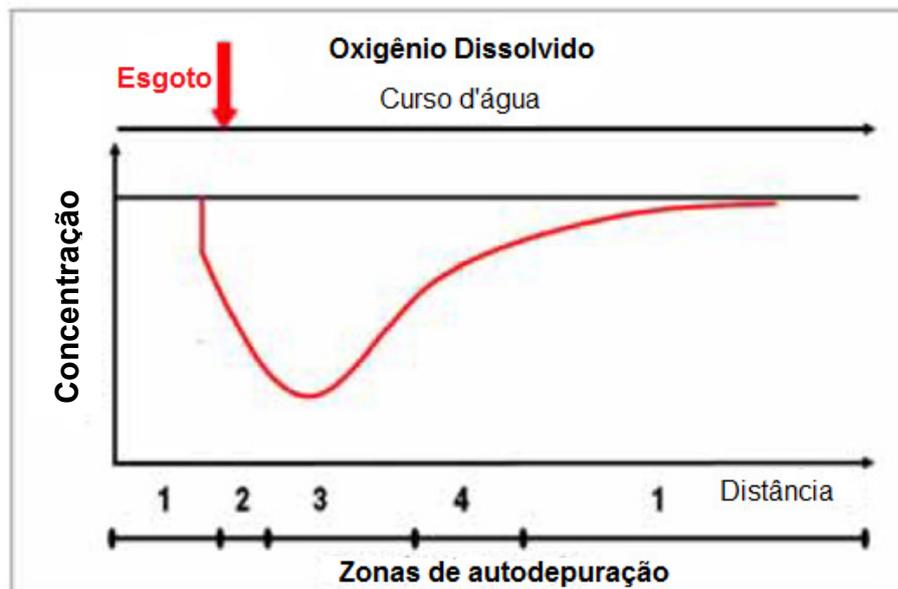
As águas ricas em nutrientes (eutrofizadas) têm a capacidade de apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10mgL^{-1} , isso acontece especialmente em lagos e represas onde o excessivo crescimento das algas faz com que durante o dia, devido a fotossíntese, os valores de oxigênio fiquem mais elevados, porém, durante a noite não ocorre

a fotossíntese e, a respiração dos organismos, faz com que as concentrações de oxigênio diminuam bastante, podendo causar mortandades de peixes (ANA, 2017a).

O oxigênio dissolvido é um parâmetro de importância na composição dos Índices de Qualidade de Águas (IQAs) no Estado de São Paulo, sendo a concentração de oxigênio dissolvido o parâmetro que recebe uma das maiores ponderações na determinação do IQA (CETESB, 2016).

Na Figura 3 pode-se observar o perfil da concentração de oxigênio dissolvido em um curso d'água durante o processo de eutrofização.

Figura 3 - Perfil da concentração de oxigênio dissolvido no curso d'água



Fonte: Von Sperling (2005).

Nota: 1 - Zona de águas limpas; 2 - Zona de degradação; 3 - Zona de decomposição ativa e 4 - Zonas de recuperação.

4.3.2.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico (pH) indica o grau de concentração de íons hidrogênio H^+ em uma solução. O pH pode variar de 0 a 14, onde os valores de pH inferiores a 7 indicam condição ácida do meio enquanto que valores superiores a 7 indicam alcalinidade da água (PORTO, 2012). Para que se mantenha a vida aquática, o pH ideal deve variar entre 6 e 9 (ESTEVEZ, 1998).

O pH tem influência no equilíbrio químico que ocorre nas etapas de tratamento de água e no controle da operação de estação de tratamento de esgotos. Ele é um parâmetro muito significativo nos estudos no campo do saneamento ambiental (CETESB, 2016).

O pH influencia nos ecossistemas aquáticos naturais devido aos seus efeitos na fisiologia de várias espécies (ESTEVES, 1998). Além disso, também tem o efeito indireto onde em determinadas condições de pH, contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2016).

O pH também varia com as atividades de origem antrópica, sobretudo devido aos despejos industriais e domésticos, este parâmetro é empregado com frequência na caracterização de corpos hídricos, pode ser determinado por peagômetros com eletrodos de vidro, pois esses aparelhos não sofrem interferências de cor, turbidez e de uma extensa variedade de íons (VONSPERLING, 2005).

4.3.3 *Parâmetro Microbiológico*

Nesse item foi apresentando um estudo sobre alguns conceitos e teorias a cerca dos Coliformes Termotolerantes, com o escopo de fundamentar cientificamente a elaboração dessa pesquisa.

4.3.3.1 *Coliformes Termotolerantes*

É estabelecido na Portaria nº 2.914 de 2011, que define a potabilidade da água, a determinação de bactérias do grupo coliformes, definidas como bioindicadores da qualidade da água, pois a análise de todos os microrganismos patogênicos se torna inexequível em razão da quantidade, tempo e custo de cada teste microbiológico (BRASIL, 2011).

A Resolução CONAMA nº357 de 2005, estabelece os coliformes termotolerantes como bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, distinguidas pela atividade da enzima β -galactosidase. Essas bactérias podem crescer em ambiente contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° a 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído (CONAMA, 2005).

Os coliformes termotolerantes são bactérias encontradas naturalmente no intestino dos seres humanos e animais. Esses microrganismos são indicadores de poluição por esgoto doméstico sendo a *Escherichia coli* (*E. coli*) uma das bactérias eliminadas em grande quantidade nas fezes de seres humanos e de animais homeotérmicos, e que nos indica uma poluição exclusivamente fecal (BRASIL, 2006b; CETESB, 2008; SILVA; ARAÚJO, 2017).

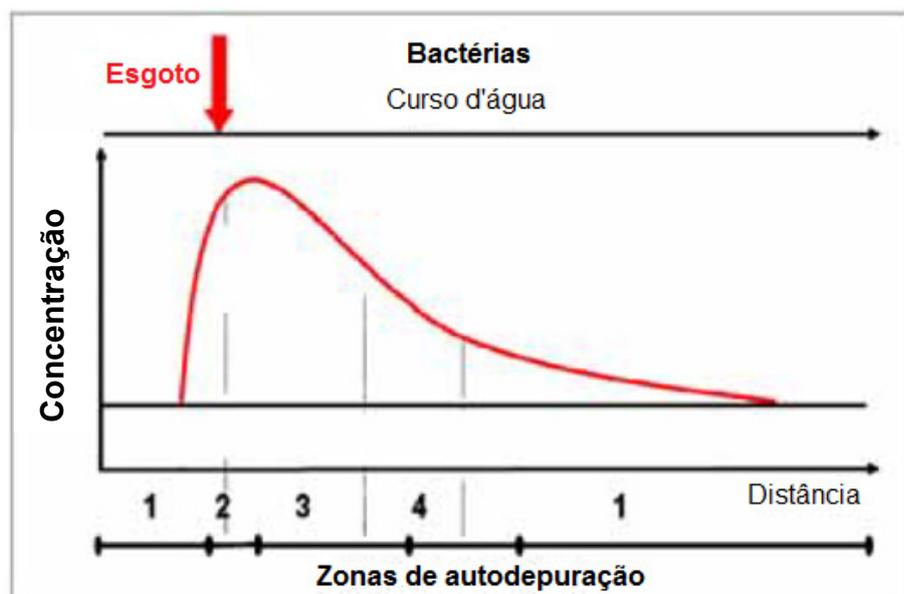
A Resolução CONAMA nº 357/2005 propõe o uso da *E. coli* como indicadora de poluição fecal (CONAMA, 2005). CONAMA (2005) afirma que "além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal".

De acordo com a densidade dos microrganismos indicadores, pode-se pressupor uma relação dos microrganismos patogênicos transmitidos pelo uso ou ingestão da água e analisar o grau de poluição do corpo hídrico. Várias doenças estão correlacionadas com a veiculação hídrica, tais como: amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifóide e paratifoide, hepatite infecciosa, disenteria bacilar e a cólera (WHO, 1996; BRASIL, 2006b), além dessas doenças, a água está ligada a propagação de verminoses como: esquistossomose, ascaridíase, teníase, oxiuríase e ancilostomíase (WHO, 1996).

Para Libânio et al. (2005); Tortora, Funke e Case (2005), a maioria das doenças provenientes da água são ocasionadas em decorrência da ingestão de microrganismos patogênicos, sendo estes especialmente de origem entérica, tanto de animais quanto de humanos.

A Figura 4 mostra o esquema do perfil da concentração de bactérias no curso d'água durante o processo de eutrofização.

Figura 4 - Perfil da concentração de bactérias no curso d'água



Fonte: Von Sperling (2005).

Nota: 1 - Zona de águas limpas; 2 - Zona de degradação; 3 - Zona de decomposição ativa e 4 - Zonas de recuperação.

4.4 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi estabelecido em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), e nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros também adotaram o IQA, qual hoje é considerado como o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2005; CETESB, 2016).

A aplicação de indicadores de qualidade de água consiste na utilização de variáveis, que se relacionam com as modificações ocorridas na microbacia, sejam de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO; NICOLELIA, 2002).

A CETESB utiliza o IQA como ferramenta de gerenciamento ambiental das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos existentes no Estado de São Paulo e para disseminar informações básicas de qualidade de água para a sociedade (CETESB, 2016).

O emprego do IQA é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, por meio de informações sintetizadas, a possível degradação dos corpos d'água existentes na bacia hidrográfica ou em decorrência do tempo (TOLEDO; NICOLELIA, 2002).

O IQA foi criado para avaliar a qualidade da água bruta, tendo como determinante principal seu uso para o abastecimento público, após tratamento e os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são na maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos (ANA, 2017a).

Para a criação do IQA utilizou-se como base uma pesquisa de opinião, que foi realizada com especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo e a condição com que se apresenta em cada parâmetro segundo uma escala de valores, e assim foram determinados nove parâmetros e respectivos pesos integrantes do IQA (ANA, 2005; CETESB, 2016), ou seja, o IQA refere-se ao produtório ponderado nos pesos atribuídos a cada parâmetro de qualidade da água de um grupo de nove indicadores específicos conforme Tabela 4 (SAAD, 2007).

Tabela 4 -Parâmetros utilizados no cálculo para determinação do Índice de Qualidade de água (IQA) e respectivos pesos

Parâmetro	Peso (Wi)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: CETESB (2016).

A avaliação da qualidade da água obtida por meio do IQA apresenta limitações, pois este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias, que interferem nas características organolépticas da água. A outra desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da sua interação, ou seja, o índice nunca substituirá uma avaliação precisa da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (ANA, 2005; CETESB, 2016).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado dos valores dos parâmetros de qualidade de água correspondentes às variáveis que integram o índice. Para cálculo do IQA utiliza-se a equação 1.:

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

onde:

IQA: Índice de Qualidade da Água (limites de 0 a 100);

qi: valor do parâmetro i-ésimo, obtido pela curva média de variação de qualidade (limites de 0 a 100) (Figura 5), em função de sua concentração ou medida;

w_i : peso correspondente ao parâmetro i -ésimo e corresponde a um numero com limites de 0 a 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, conforme a equação 2.:

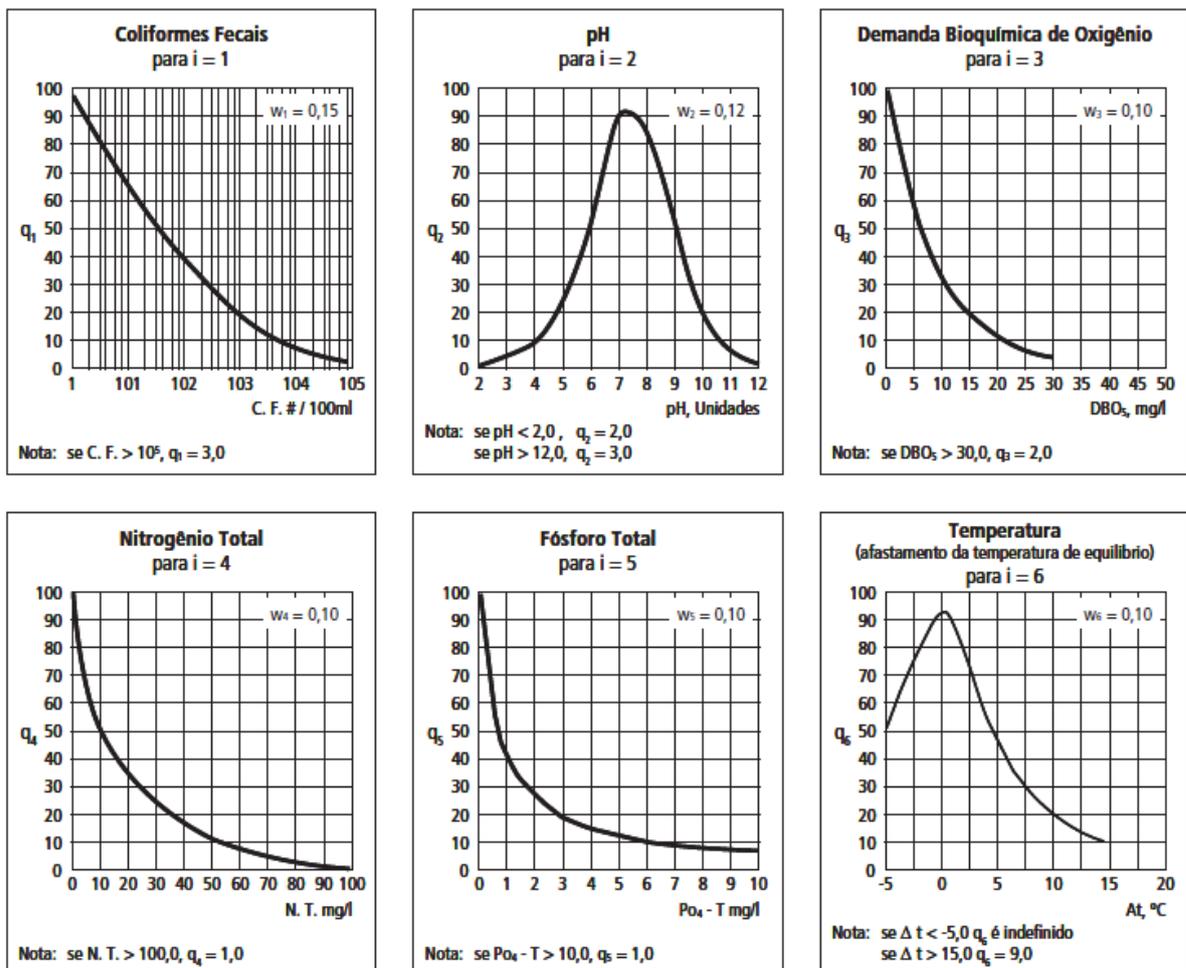
$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

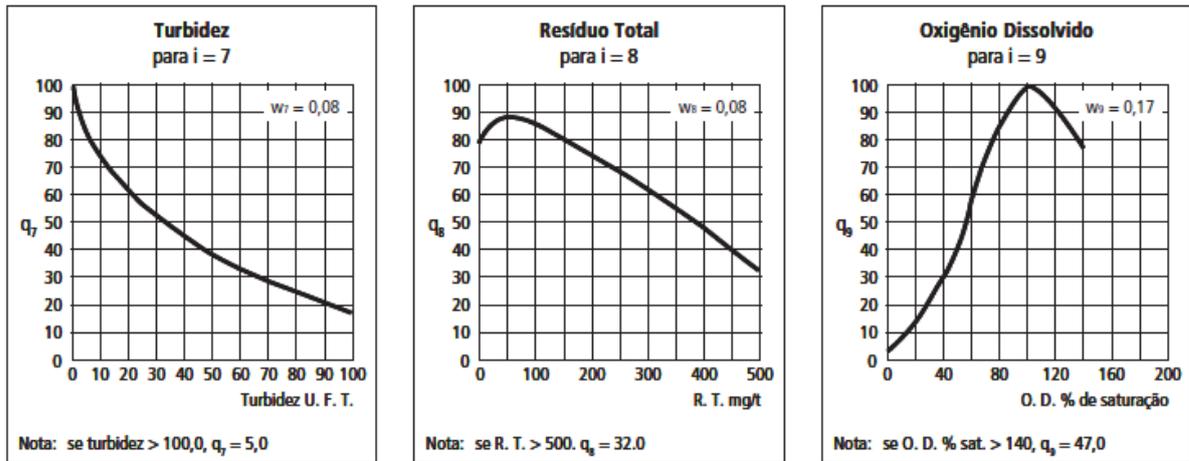
(2)

em que:

n : número de variáveis utilizadas no cálculo do IQA.

Figura 5 - Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade da água para o cálculo do IQA





Fonte: CETESB (2016).

Para fazer o cálculo do IQA é necessário que haja o valor das nove variáveis.

O IQA é empregado pela CETESB para a classificação das águas do Estado de São Paulo, e determina a qualidade das águas brutas por meio do cálculo efetuado, que pode variar de 0 a 100, representada na Tabela 5. Esses dados são utilizados para comparar a qualidade de diversos rios e diferentes regiões do estado (FALQUETO, 2008).

Tabela 5 - Classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA)

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2016).

4.5 A importância do ensaio ecotoxicológico para a análise da qualidade d'água

A toxicologia Ambiental e a Ecotoxicologia são definições que os autores utilizam para apresentar um estudo científico das consequências adversas causadas aos organismos vivos por substâncias químicas que são lançadas no ambiente. Existe uma propensão em usar a expressão Toxicologia Ambiental apenas para os estudos cujos efeitos diretos das substâncias químicas ou xenobióticas ambientais realcem sobre os seres humanos, já o termo Ecotoxicologia é empregado somente para os estudos dos efeitos desses compostos sobre os

ecossistemas e seus componentes não humanos, no entanto, tal distinção é bastante artificial, pois os seres humanos não estão isolados de seu ambiente natural, e sim, ocupam o topo de muitas cadeias alimentares e, também existindo poucos ecossistemas aos quais os humanos não estão envolvidos (CHASIN; PEDROZO, 2003).

A Ecotoxicologia é a ciência que pode fornecer informações importantes aos gestores ambientais quanto ao monitoramento ambiental, ao controle da poluição e na previsão de impactos para os diferentes compartimentos (ar, água, solo e sedimento) (ZAGATTO, 2015, p. 1).

De acordo com Moreira (2007), é de grande relevância a inclusão de novos parâmetros de qualidade ambiental, como também novos métodos, que permitirão um melhor entendimento dos efeitos ecotoxicológicos nos ecossistemas aquáticos, fornecendo subsídios para estudos de avaliações de risco no ambiente.

Os ensaios de toxicologia aquática são considerados como uma ferramenta de grande relevância para avaliação da sensibilidade de organismos a condições ambientais desfavoráveis como: poluentes físicos, químicos, medicamentos e efluentes tóxicos (SILVA; RAVANELLI; PASCHOALATO, 2010).

Para Arenzon, Pereira Neto e Gerber (2011) esses ensaios de toxicidade servem para estabelecer o grau de impacto que um determinado efluente pode acarretar no corpo receptor. Efetuam-se os ensaios de toxicidade com o propósito de representar, em laboratório, as consequências que poderiam ser observadas no corpo receptor após o lançamento do efluente.

A avaliação ecotoxicológica tem a finalidade de analisar os efeitos dos poluentes químicos na biota, ou seja, tem grande relevância no controle, regulamentação e classificação das substâncias tóxicas no que se refere ao seu potencial de risco ambiental (SILVA, 2015b). Para a efetivação dessa avaliação é necessário o emprego de organismos-teses (aquáticos ou terrestres), que são definidos de acordo o tipo de estudo que se deseja realizar e determinado pelas normas técnicas que norteiam os métodos.

Bianchi et al. (2010) afirmam que "[...] apresentam como organismos teste algumas espécies de grupos representantes de ambientes terrestres como colêmbolos, minhocas e enquitrédeos, além de organismos aquáticos como algas, poliquetas, microcrustáceos e peixes".

Watanabe (2015) descreve que para a realização de estudos ecotoxicológicos são empregados organismos de distintos níveis da cadeia trófica, principalmente aqueles cultiváveis em laboratório e que têm normas para tais ensaios, como: microalgas

(*Chlorellavulgaris*, *Scenedesmussubspicatus*, *Scenedesmusquadricauda* e *Pseudokirchneriellasubcapitata*), bactérias (*Pseudomonas fluorescens*, *Spirillumvolutants*), microcrustáceos cladóceros (*Ceriodaphniadubia*, *Daphnia magna*, *Daphniasimilis*, *Hyaellaazteca* e *Hyaellameinerti*) e peixes (*Daniorerio*, *Lepomismacrochirus*, *Oncorhynchusmykiss*, *Pimephalespromelas* e *Poeciliareticulata*).

A CETESB realiza desde 1992 ensaios ecotoxicológicos com organismos aquáticos, com a finalidade de aprimorar as informações referentes à qualidade das águas, estes ensaios consistem na determinação de efeitos tóxicos causados por um ou por uma mistura de agentes químicos, sendo que tais efeitos são detectados por respostas fisiológicas de organismos aquáticos (CETESB, 2016).

É importante considerar que o uso de organismos aquáticos como bioindicadores na avaliação da qualidade da água, já que as metodologias tradicionais de monitoramento, baseadas em características físicas, químicas e bacteriológicas, não são satisfatórias para atender aos usos múltiplos da água, sendo deficientes na avaliação da qualidade ecológica do ambiente (BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003; ARAGÃO; ARAUJO, 2008).

Em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento são utilizados os testes de toxicidade com organismos, pois os mesmos ajudam a completar as análises físico-químicas, e também se consegue estabelecer padrões de emissão que ajudam na identificação de problemas nos lançamentos de misturas e substâncias tóxicas, determinar prioridades de controle em regiões críticas, como a de Cubatão, possibilitar as ações corretivas adequadas, bem como monitorar o ambiente aquático, tendo como objetivos os usos predominantes dos recursos hídricos (CESAR et al., 1997).

Há inúmeros tipos de testes de toxicidade, em meio a eles os testes de toxicidade aguda e toxicidade crônica, para estabelecidas fases da vida são amplamente conhecidos (NIKINMAA, 2014). No Estado de São Paulo a CETESB avalia os efeitos tóxicos agudos e crônicos no monitoramento da qualidade das águas, conforme a sua duração e o efeito observado.

Os efeitos agudos são mais drásticos (letalidade), causados por elevadas concentrações de agentes químicos e, em geral, manifestam-se em um curto período de exposição dos organismos (CETESB, 2016). Nesse teste os resultados avaliados se relacionam com as taxas de mortalidade, de imobilização ou de inibição do crescimento, sendo com que quanto mais baixo for este valor, mais elevada é a toxicidade da amostra, isso leva a interpretações incertas dos resultados adquiridos, por isso começou a usar a UT (Unidade de Toxicidade) que corresponde a $(1/CE50 \cdot 100)$ para expressão dos resultados (CESAR et al., 1997).

Os efeitos crônicos são caracterizados por serem mais sutis, causados por baixas concentrações de agentes químicos dissolvidos, em prolongados períodos de exposição, e caracterizam-se por respostas fisiológicas adversas na reprodução e crescimento dos organismos (CETESB, 2016).

Segundo Zagatto e Bertoletti (2006), os microcrustáceos *Daphnia magna* e *Ceriodaphnia dubia* são sugeridos pela EPA para ensaios de toxicidade em ambientes aquáticos devido a apresentarem um ciclo de vida curto, estabilidade genética bem como cultivo em laboratório bem estabelecido. *Ceriodaphnia dubia* é um organismo modelo bem estudado para uso em toxicologia ambiental (DAVENPORT et. al., 1994). Essa espécie é indicada por muitas organizações ligadas ao meio ambiente, devido apresentar sensibilidade a uma variedade de contaminantes ambientais (OVERTURF et. al., 2015).

Ceriodaphnia spp são cladóceros representativos das espécies de zooplâncton extensamente usados em ensaios ecotoxicológicos, para a avaliação da qualidade dos recursos hídricos, pode-se observar o efeito na inibição na reprodução e a na sobrevivência dos organismos-teste expostos às amostras líquidas e substâncias químicas solúveis ou dispersas em água (ABNT, 2017).

O *Ceriodaphnia dubia* Richard, 1894 (Crustacea, Cladocera), é um microcrustáceo zooplantônico de 0,8 mm a 0,9 mm de comprimento, de corpo ovalado e com 8 a 10 espinhos anais. Considerado consumidor primário da cadeia alimentar de ambientes dulcícolas, alimenta-se por filtração de material orgânico particulado. Estes organismos são vulgarmente conhecidos como pulgas-d'água, sendo encontrados na Europa e na América do Norte (Figura 6) (ABNT, 2017, p. 18).

Figura 6 - Exemplar de *Ceriodaphnia dubia* adulta



Fonte: ABNT (2017).

4.6 Influência dos usos e ocupação do solo na qualidade dos recursos hídricos

Os múltiplos usos da água conjugados como o crescimento populacional e com as demandas industriais e agrícolas vêm causando uma forte pressão nos recursos hídricos (TUNDISI; MATSURA-TUNDISI, 2011). O crescente processo de degradação ambiental se intensificou após a Segunda Guerra Mundial, qual desencadeou um aumento dos níveis de poluição industrial e de contaminação dos corpos d'água, assim afetando a qualidade de vida das pessoas (VIANA; OLIVEIRA; LOPES, 2015).

A qualidade e quantidade dos recursos hídricos sofrem grandes alterações decorrentes de causas naturais, tais como: o clima, topografia, geologia e as ações antrópicas, como a remoção de cobertura vegetal, intervenções que causam a degradação do solo, impermeabilização do solo, ocupação de áreas que margeiam os corpos d'água, lançamento de efluentes em rios, lagos e oceanos, uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica (CAMPOS, 1999; SALATI; LEMOS; SALATI, 2006). Essas atividades modificam os fatores que determinam o balanço hídrico e podem influenciar na disponibilidade de água em uma bacia hidrográfica (CAMPOS, 1999; SALATI; LEMOS; SALATI, 2006).

Além da degradação ambiental, o desenvolvimento de atividades turísticas sem um planejamento apropriado podem ocasionar impactos negativos ao meio ambiente, causando a deterioração dos corpos d'água (VIANA; OLIVEIRA; LOPES, 2015).

Algumas atividades econômicas podem alterar os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, como é o caso da agricultura e pecuária, pois ambas têm a necessidade de um espaço físico. Em muitos casos ocorre o desmatamento, fator que ocasiona a lixiviação superficial ou até mesmo a lixiviação profunda, causando o empobrecimento do solo e a condução de sedimentos para o leito dos rios e lagos (CARVALHO; SCHLITTLER; TORNISIELO, 2000). Como resultado, aumenta-se o uso de fertilizantes, levando à contaminação química do solo e ao desequilíbrio dos seus nutrientes (CARVALHO; SCHLITTLER; TORNISIELO, 2000).

A cobertura do solo tem ação direta e decisiva na redução da erosão hídrica, pois com a dissipação de energia cinética das gotas da chuva, diminui a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial e aumenta a infiltração de água no solo (SLONEKER; MOLDENHAUER, 1977). Solos cobertos por vegetação também reduzem da velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, da capacidade erosiva da enxurrada, por isso uma boa cobertura do solo é fundamental para que ocorra a redução das perdas de solo por erosão hídrica (SLONEKER; MOLDENHAUER, 1977).

Segundo Lollo (2016), o uso urbano do solo causa transformações ambientais significativas que influenciam na qualidade dos recursos hídricos superficiais, e são, os lançamentos de águas servidas, dos resíduos sólidos e líquidos na rede de drenagem urbana que podem conter substâncias variadas capazes de alterar a qualidade dos corpos d'água.

De acordo com Basso, Moreira e Pizzato (2011), a expansão da urbanização devido ao crescimento populacional, ocasiona uma maior impermeabilização do solo, facilitando o aumento do escoamento superficial da água que causa grandes impactos ao ambiente, principalmente problemas de inundação urbana.

O uso industrial pode ocorrer tanto em áreas urbanas como nas áreas rurais, fator esse que influencia na qualidade dos recursos hídricos, devido à diversidade de atividades e fontes de substâncias nocivas, as quais são incorporadas aos corpos d'água, por meio do uso de matéria prima nos processos industriais, tais como, os efluentes industriais não tratados ou que não receberam o tratamento de forma adequada (LOLLO, 2016). Sendo assim, o esgoto lançado nos corpos d'água sem tratamento causa implicação nociva no ambiente aquático, devido ao excesso de nutrientes, que são incorporados no corpo receptor, ocasionando a eutrofização, crescimento acelerado de algas que causa odor, gosto e biotoxinas à água, produzindo impactos negativos aos ecossistemas aquáticos (PINHO et al., 2018).

Grande parte dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados possui população inferior a 5.000 habitantes e dentre as suas principais atividades econômicas estão a pecuária de leite e a fruticultura, com destaque para o plantio de uva (IPT, 2012).

De acordo com Maia (2011), na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados há uma grande diversidade de práticas agrícolas e uma pecuária extensiva, qual apresenta como principais culturas temporárias o algodão, abacaxi, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho e soja, enquanto as principais culturas permanentes se destacam a uva, banana, borracha, café, coco, laranja, limão, manga e tangerina. Já na pecuária, há o predomínio da criação de bovinos, suínos, equinos, ovinos, aves e caprinos.

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados possui de média a alta criticidade a erosão, e possui pouca cobertura de vegetação nativa preservada (IPT, 2008). Esses agravantes faz com que ocorra o carregamento de volumes expressivos de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água em períodos chuvosos. Isso colabora significativamente com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água dos mananciais (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2010).

Segundo Vanzela, Hernandez e Franco (2010), estabelecer uma correlação dos recursos hídricos com os usos e ocupação do solo é fundamental para se fazer um planejamento adequado dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Neste item está inserido a área de estudo e como se destinou a obtenção de dados. A área de estudo contempla: a origem da Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo, a divisão da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP em sub-bacias, bem como o uso e ocupação do solo, áreas suscetíveis à erosão, dados pluviométricos anuais acumulados e suas características físicas.

Na obtenção de dados foi realizado uma descrição do local, qual foram retirados os dados das variáveis de qualidade da água, do ano desses dados, da descrição dos pontos de monitoramento, quais foram os parâmetros analisados e das metodologias analíticas utilizadas neste estudo.

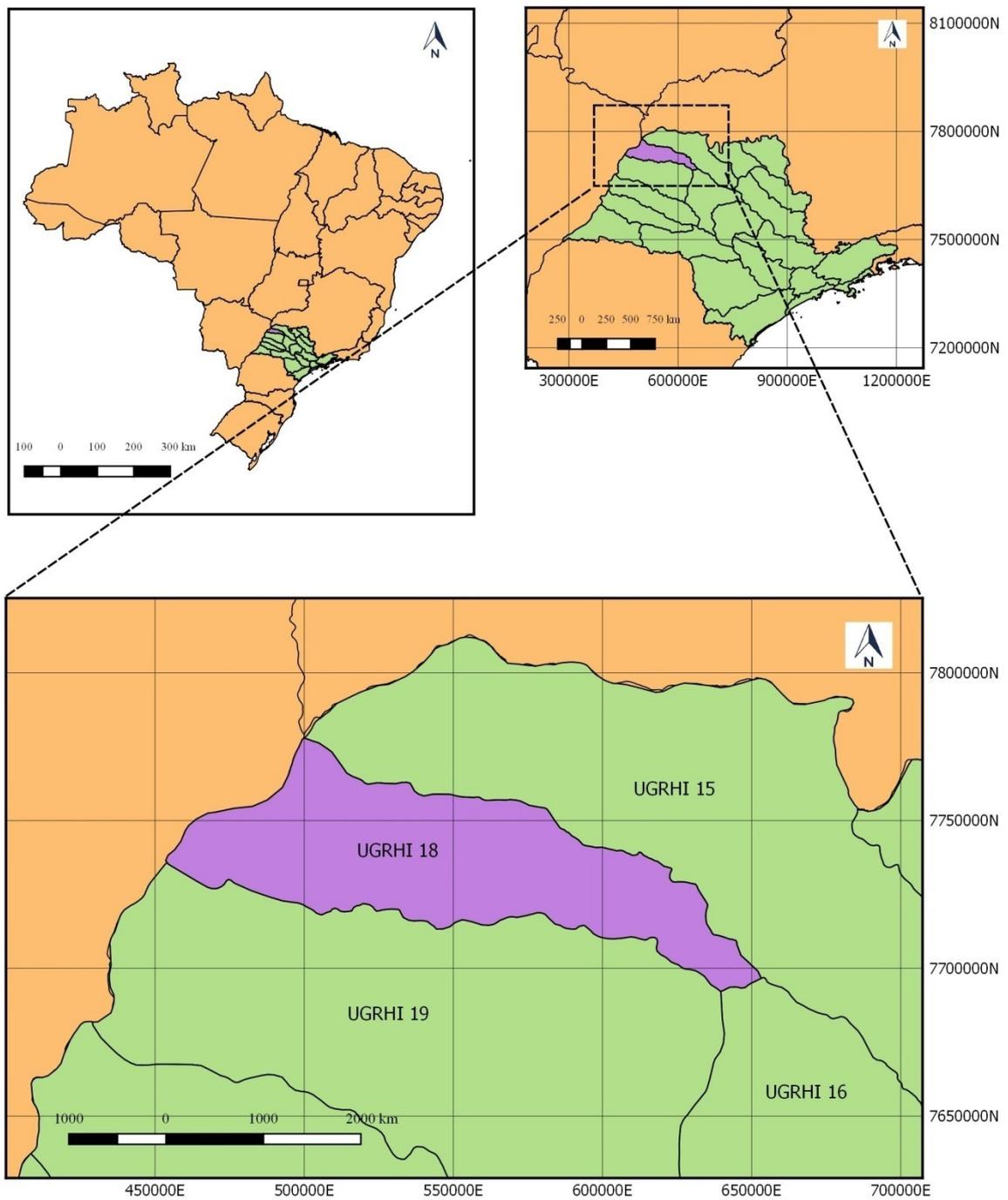
5.1 Área de estudo

A Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dispõe no seu Artigo 20 sobre a divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1991). A Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994, dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 1994), onde no seu Artigo 4º descreve que em atendimento ao que dispõe o artigo 20, da Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, fica aprovada a divisão do Estado de São Paulo em 22 (vinte e duas) Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI).

O Rio São José dos Dourados pertence à Região Hidrográfica do Rio Paraná, denominada Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do São José dos Dourados (UGRHI 18), sendo compreendida pela Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (SÃO PAULO, 1991).

Essa Bacia Hidrográfica está localizada no Noroeste do Estado de São Paulo. Seus limites são: a oeste faz limite com o Estado do Mato Grosso do Sul, separando-se do mesmo por meio do Rio Paraná represado pela barragem de Ilha Solteira, a norte com a UGRHI 15 (Turvo/Grande), a nordeste com a UGRHI 16 (Tietê/Batalha) e a sudeste com a UGRHI 19 (Baixo Tietê) (Figura 7)(IPT, 2008; SSRH/CRHi, 2017).

Figura 7 - Localização no Estado de São Paulo da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados



LEGENDA

- BRASIL
- ESTADO DE SÃO PAULO
- UGRHI 18

Sistema de Coordenadas UTM
Datum: SAD 69

Fonte: Próprio autor.

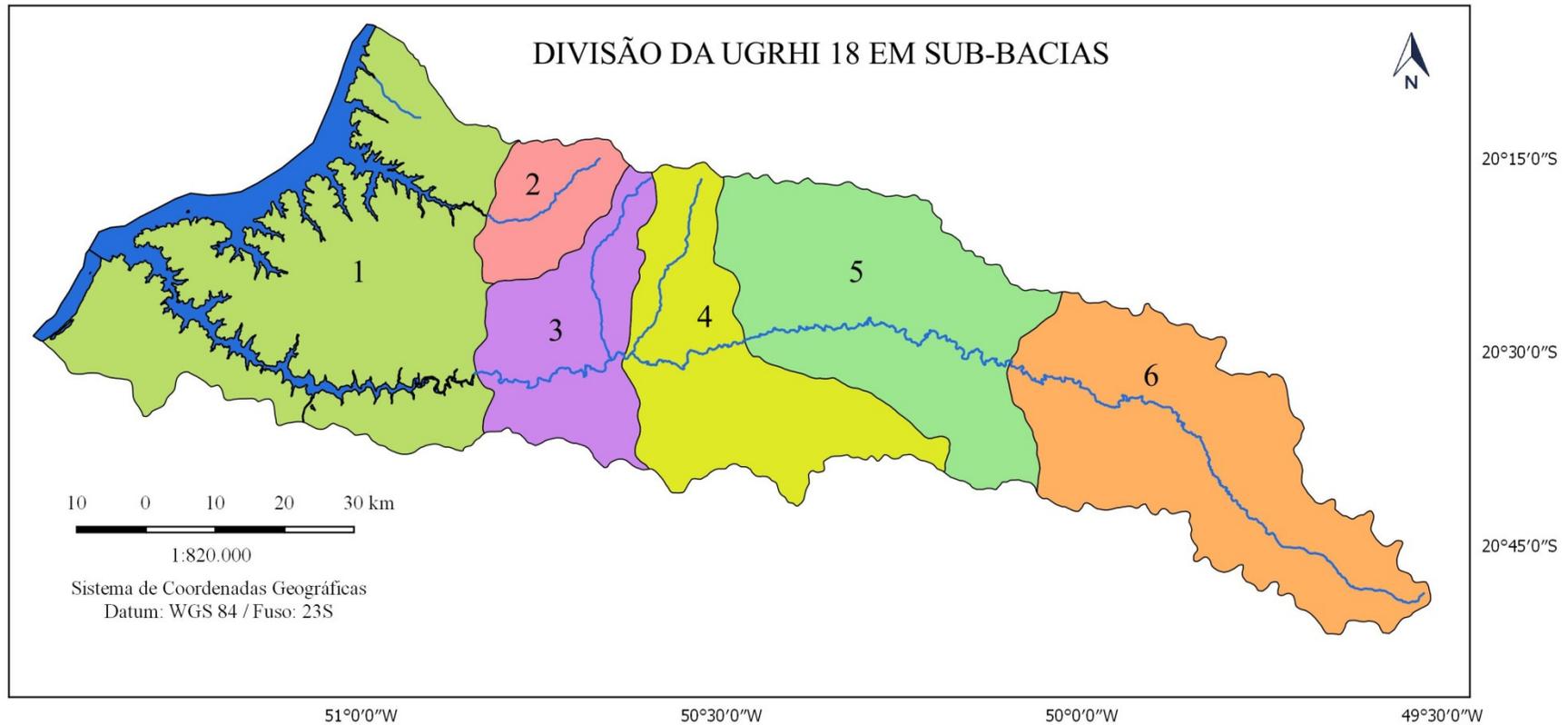
A UGRHI 18 está dividida em seis sub-bacias, que foram ordenadas de oeste para leste e de norte para sul. A subdivisão da Bacia do Rio São José dos Dourados foi realizada em três porções: Alto, Médio, e Baixo São José dos Dourados, essa última, compreende a área onde a maior parte do rio comporta-se praticamente como reservatório (Tabela 6 e Figura 8) (IPT, 2008; IRRIGART, 2015).

Tabela 6 - Área das sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP

Sub-bacias	Siglas	Área (Km²)	% em relação a Bacia Hidrográfica
Baixo São José dos Dourados	SB1-BSJD	2243,48	32,97
Ribeirão Ponte Pensa	SB2-RPP	305,62	4,49
Ribeirão Coqueiro/São José do Dourados	SB3-RC/SJD	639,51	9,40
Ribeirão Marimbondo/São José do Dourados	SB4-RM/SJD	936,98	13,77
Médio São José dos Dourados	SB5-MSJD	1285,23	18,89
Alto São José dos Dourados	SB6-ASJD	1394,39	20,49
Total da UGRHI 18		6805,20	100,00

Fonte: IPT (2008).

Figura 8 - Divisão por sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP



LEGENDA

- 1 - BAIXO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS
- 2 - RIBEIRÃO PONTE PENSA
- 3 - RIBEIRÃO COQUEIRO/SÃO JOSÉ DOS DOURADOS
- 4 - RIBEIRÃO MARIMBONDO/SÃO JOSÉ DOS DOURADOS
- 5 - MÉDIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS
- 6 - ALTO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

Fonte: IPT (2008).

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados é composta por 25 municípios com sede em sua área: Aparecida d'Oeste, Auriflama, Dirce Reis, Floreal, General Salgado, Guzolândia, Ilha Solteira, Jales, Marinópolis, Monte Aprazível, Neves Paulista, Nhandeara, Nova Canaã Paulista, Palmeira d'Oeste, Pontalinda, Rubinéia, Santa Fé do Sul, Santa Salete, Santana da Ponte Pensa, São Francisco, São João das Duas Pontes, São João de Iracema, Sebastianópolis do Sul, Suzanápolis e Três Fronteiras (Figura 9). Drena uma área de 6.805,20 km² (IRRIGART, 2015).

A Bacia do Rio São José dos Dourados possui uma população de 227.016 habitantes (SEADE, 2017) distribuídos em municípios com pequenos núcleos populacionais e baixa densidade demográfica. Essa Região Hidrográfica é a que apresenta a menor população do Estado de São Paulo (SSRH/CRHi, 2017; IRRIGART, 2015).

Figura 9 - Limites e municípios que constituem a Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP



Fonte: IPT (2008).

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados é considerada de vocação agropecuária, já que essa é a principal atividade desenvolvida na bacia, tendo grande importância em sua economia. A intensidade dessas atividades gera uma demanda ampla de água e também interfere na qualidade das águas (IRRIGART, 2015).

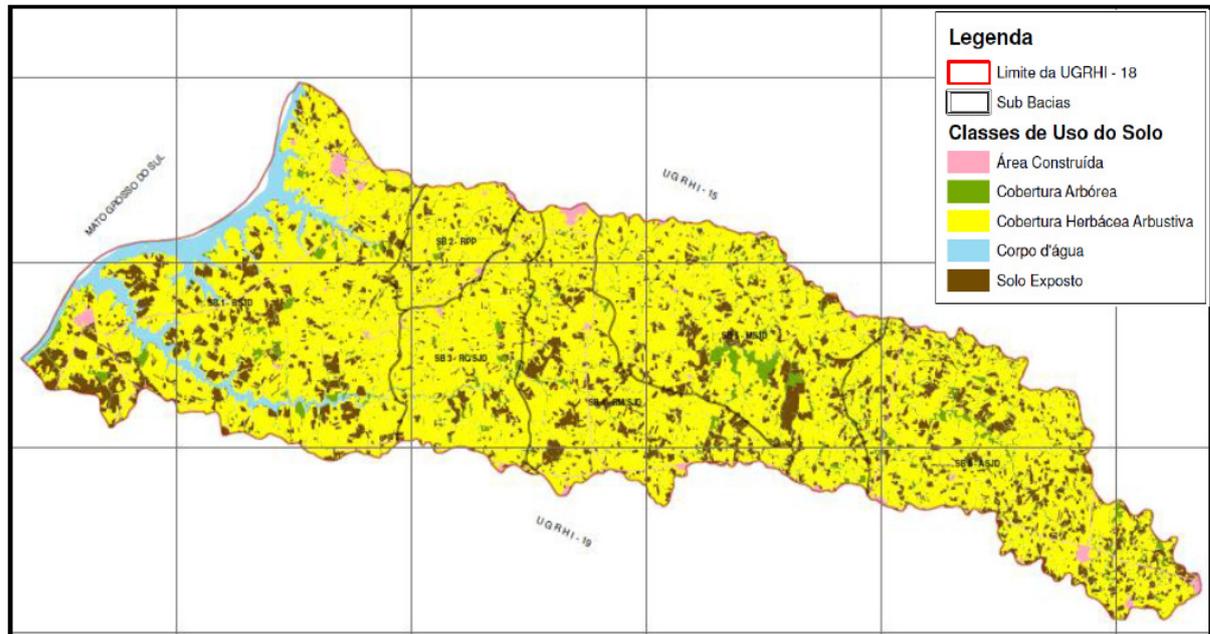
O uso e ocupação do solo é a forma pela qual o ser humano ocupa uma determinada área. Segundo IRRIGAT (2015), foram estabelecidas 5 classes de uso e ocupação do solo para a bacia em estudo, sendo elas: área construída (abrange áreas estruturadas por edificações e sistema viário, onde há o domínio de superfícies artificiais não agrícolas); cobertura arbórea (inclui as formações vegetais compostas principalmente por elementos arbóreos, floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila densa e mista, área de cerrado, mangue e restinga, quando estas possuem vegetação de porte maior e as formações arbóreas homogêneas plantadas); cobertura herbácea arbustiva (constitui-se por vegetação de gramíneas ou leguminosas com altura que varia entre decímetros e metros, inclui também os solos cultivados com as culturas temporárias, semi-perenes e zonas agrícolas heterogêneas ou homogêneas e áreas remanescentes de cerrado e restinga); corpos d'água (compreende todas as águas interiores) e o solo exposto (áreas de interferências antrópicas) (Tabela 7 e Figura 10).

Tabela 7 - Descrição dos tipos de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP

Tipo de uso do solo	Área (Km²)	Porcentagem (%)
Área Construída	75,26	1,11
Cobertura Arbórea	933,11	13,71
Cobertura Herbácea Arbustiva	4.599,88	67,59
Corpo d' água	313,50	4,61
Solo Exposto	883,45	12,98
Total	6.805,20	100,00

Fonte: IRRIGART (2015).

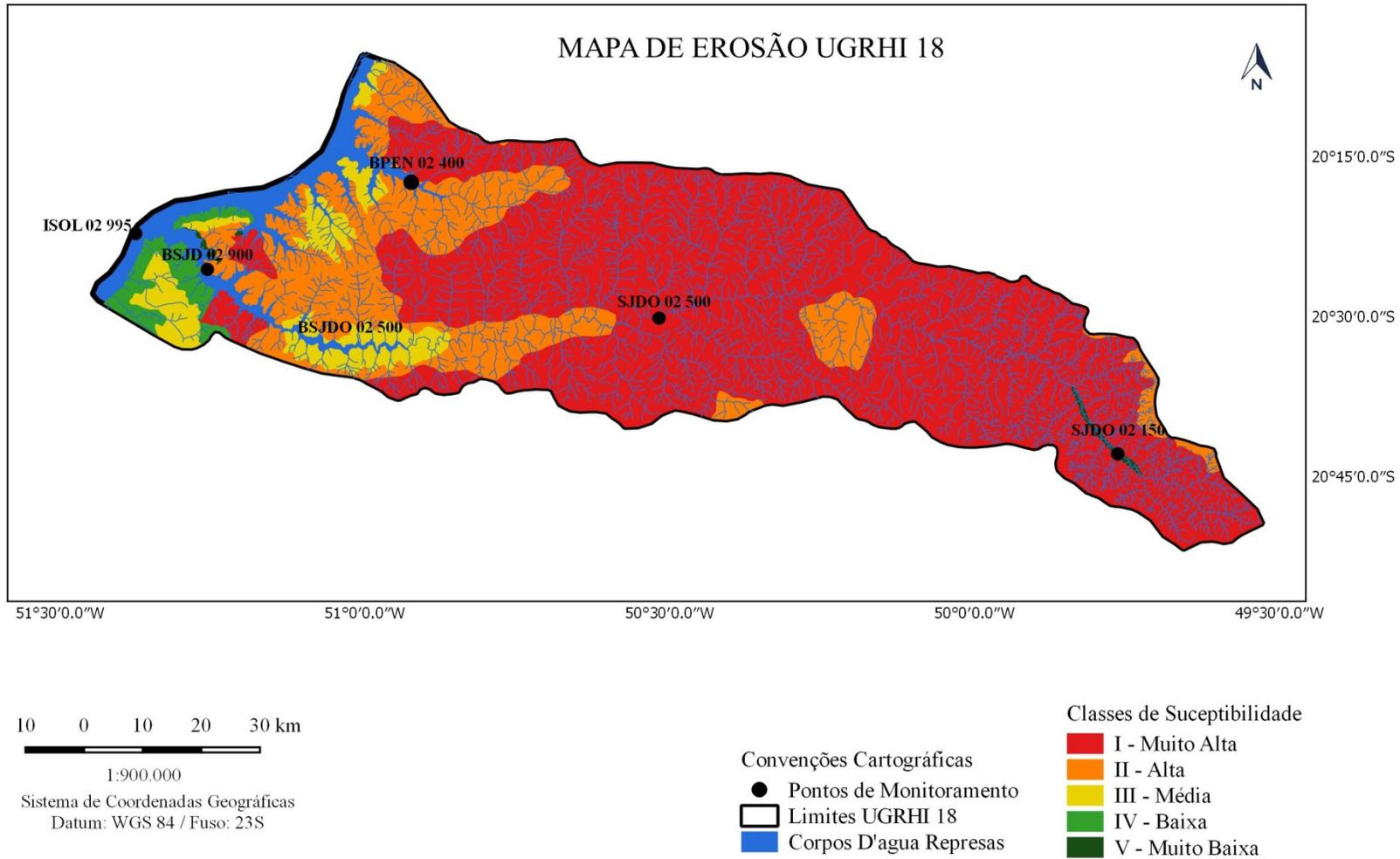
Figura 10 - Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP



Fonte: IRRIGART (2015).

De acordo com o Mapa de Erosão do Estado de São Paulo que define as áreas suscetíveis à erosão (IPT/DAEE, 1997), a UGRHI 18 está predominantemente inserida na classe I – Muito Alta de suscetibilidade à erosão (Figura 11).

Figura 11 - Mapa de susceptibilidade a processos erosivos da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP



Fonte: Modificado de IPT/DAEE (1997).

Esse mapa foi realizado por meio da interpretação dos dados cartográficos relativos à geologia, geomorfologia (declividade) e pedologia que determinou as unidades morfopedológicas. Essas unidades constituem setores diferenciados do terreno, com particularidades distintas, que lhes conferem uma determinada identidade (ALMEIDA FILHO et al., 2001). Em cada unidade particular, a ocorrência dos processos erosivos também ocorre de modo e intensidade diferentes. Com base nas unidades morfopedológicas e no reconhecimento dos tipos de erosão (linear e laminar) em cada uma dessas unidades, foram definidas as classes de suscetibilidade à erosão: Muito alta suscetibilidade à erosão; Alta suscetibilidade à erosão; Média suscetibilidade à erosão; Baixa suscetibilidade à erosão e Muito baixa suscetibilidade à erosão (ALMEIDA FILHO et al., 2001).

Para Kertzman et al. (1995) os processos erosivos são causados pela maneira qual se ocupa o solo, podendo ser comandados por vários fatores naturais que estão relacionados às características da chuva, do relevo, do solo e da cobertura vegetal. Os sedimentos que originam da erosão podem ser depositados em fundo de vales, ocasionando o assoreamento de cursos d'água ou de reservatórios, esse impacto causa o desequilibrando as condições hidráulicas, promovendo enchentes, perdas de capacidade de armazenamento d' água, o incremento de poluentes químicos e gerando prejuízos ao abastecimento e produção de energia.

Os processos erosivos nas áreas urbanas estão relacionados diretamente com às condições precárias da infraestrutura urbana, falta de planejamento dos municípios com relação as áreas de expansão, projetos mal planejados, práticas inadequadas de parcelamento do solo, e pode estar ligada aos lançamentos das águas pluviais em cabeceiras de drenagens, em pequenos vales, e lançamentos do sistema viário (ALMEIDA FILHO et al., 2015). Na maioria das vezes, os municípios regularizam devidamente os sistemas de captação dessas águas, porém, no ponto de lançamento, não são executadas obras terminais de dissipação a fim de diminuir a velocidade de escoamento, e quando são feitas, não se consegue fazer uma manutenção adequada dessas obras (ALMEIDA FILHO et al., 2015).

Nas áreas rurais, a erosão ocorre devido as modificações no uso e ocupação do solo, em geral, da degradação de áreas florestais para o cultivo de culturas agrícolas. O uso agrícola do solo sem emprego de técnicas de conservação tem propiciado o aparecimento de erosões de grande porte que, com periodicidade, alcançam o lençol freático, ocasionando amplos volumes de solo que, em última instância, aportam nas principais drenagens das bacias hidrográficas, provocando danos ambientais e econômicos (ALMEIDA FILHO et al., 2015).

5.2 Caracterização Física da área de estudo

5.2.1 Geologia

As unidades geológicas que aparecem na área da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados são: rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral; rochas sedimentares dos Grupos Caiuá e Bauru (pertencentes à Bacia Bauru); e sedimentos quaternários associados à rede de drenagem (IPT, 1999).

Os basaltos da Formação Serra Geral encontram-se dispostos em sucessivos derrames, com espessuras individuais de até 50 metros, porém, no conjunto, podem ultrapassar a 1.200 metros. Expõem-se principalmente na porção oeste da UGRHI e ao longo dos vales do rio São José dos Dourados e do ribeirão Ponte Pensa. Servem de substrato rochoso para a Barragem de Ilha Solteira (IPT, 1999).

A Bacia Bauru é formada por uma extensa cobertura sedimentar, onde sua deposição se apresentou no Cretáceo Superior (90 a 65 milhões de anos atrás), sobre os basaltos da Formação Serra Geral (IPT, 1999).

5.2.2 Geomorfologia

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados apresenta-se inteiramente incluída na Província do Planalto Ocidental Paulista, segundo a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo proposta por Almeida em 1964 e adotada no mapa geomorfológico do Estado de São Paulo realizado pelo IPT em 1981 (IPT, 1999).

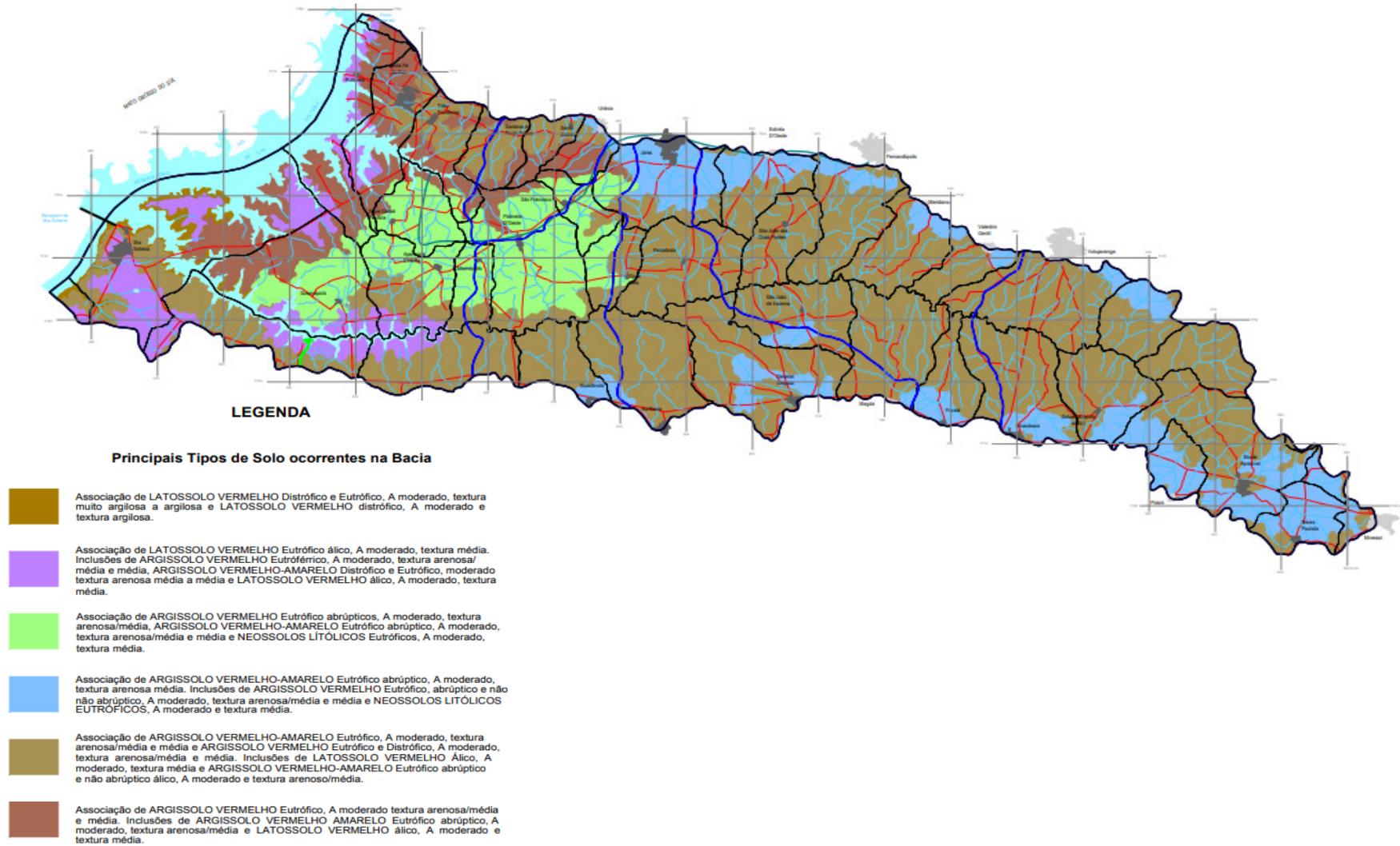
O Planalto Ocidental Paulista é desenhado por uma paisagem de relevo suave, constante, levemente ondulado, com predominância de colinas e morrotes. As colinas médias constituem a unidade predominante na área da bacia, exceto na sua porção oeste, próximo ao reservatório de Ilha Solteira e do baixo vale do rio São José dos Dourados, onde ocorre relevo de colinas mais amplas (IPT, 1981).

5.2.3 Pedologia

A UGRHI 18 possui solos classificados como Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho Escuros, Podzólicos Vermelho Escuros e Podzólicos Vermelho Amarelos (Figura 12) (IPT, 1999), que estão discriminados a seguir:

- a) **Latossolos Roxos:** são solos caracterizados pelo horizonte B latossólico com um perfil normalmente profundo, onde o teor de argila diminui lentamente conforme ocorre o aumento da sua profundidade. São solos desenvolvidos, ácidos a fortemente ácidos em sua maioria. São derivados da desagregação e alteração dos basaltos da Formação Serra Geral, sua ocorrência se dá apenas na área oeste da UGRHI 18, próximo às margens do rio Paraná;
- b) **Latossolos Vermelho Escuros:** são solos arenosos, muito profundos, onde a distinção de horizontes é modesta, desenvolvidos a partir de material de origem bem diversificada, o que lhes atribui certa variabilidade nas características morfológicas, especialmente textura e consistência, além de influir nas propriedades químicas. Sua ocorrência se dá na porção oeste e extremo noroeste da UGRHI 18;
- c) **Podzólicos Vermelho Escuros:** origina-se em regiões com clima úmido, são solos arenosos com perfil bem desenvolvido com profundidade mediana (1,5 m a 2,0 m) e horizontes bem demarcados. Compreende solos minerais não hidromórficos, com horizonte B textural. São solos profundos e muito similares aos latossolos por apresentarem modesta diferenciação entre os horizontes A e B. Ocorrem no terço oeste da UGRHI;
- d) **Podzólicos Vermelho Amarelos:** são solos arenosos bem desenvolvidos com uma boa drenagem e normalmente ácidos. Quando distróficos, a fertilidade natural é baixa, entretanto, os eutróficos definem-se por uma fertilidade natural média e alta. São caracterizados por se apresentarem bem semelhantes às descrições efetuadas para os Podzólicos Vermelho Escuros. Ocorrem em diversas manchas nas porções topograficamente mais elevadas, próximo aos divisores ao norte e sul; e
- e) **Solos Litólicos:** são solos caracterizados pelo baixo desenvolvimento com uma pequena espessura, geralmente com 20 a 40 cm de profundidade, assentados sobre rochas pouco alteradas a sãs, ou sobre materiais com grande quantidade de cascalho e fragmentos de rocha. Ocorrem também nas porções topograficamente mais elevadas, próximo aos divisores ao norte e sul.

Figura 12 - Mapa pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP



Fonte: IPT (1999).

5.2.4 *Hidrometeorologia*

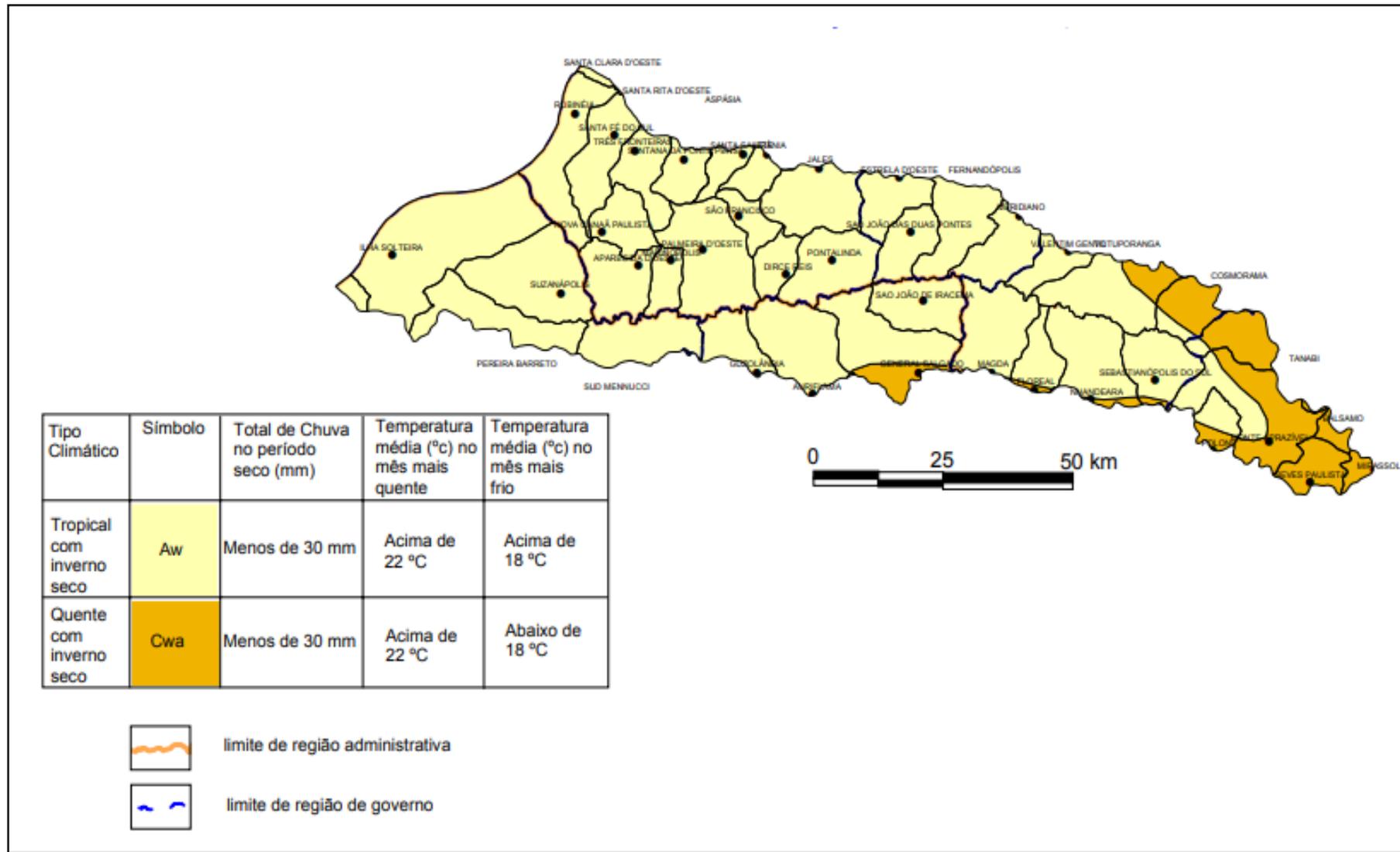
De acordo com SETZER (1996), com base na classificação climática proposta por Köppen na Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados tem a existência de dois tipos climáticos:

- a) **Clima Aw:** é um clima denominado tropical úmido com estiagem no inverno. No período de estiagem, o total de chuvas nesses meses são menores que 30 mm e a temperatura média no mês mais quente é maior que 22° C, já no mês mais frio é superior a 18° C; e
- b) **Clima Cwa:** é uma clima caracterizado quente e úmido, com inverno seco. No mês mais seco evidencia totais de chuvas inferiores a 30 mm, as temperaturas médias são superiores a 22°C no mês mais quente, e no mês mais frio as temperaturas são menores que 18°C. Abrange a porção do extremo leste da Bacia Hidrográfica (Neves Paulista, Monte Aprazível).

Na área de estudo a precipitação média anual varia entre 1.300 a 1.500 mm, com sazonalidade tipicamente tropical, indicando volumes máximos no verão e mínimos no inverno, devido a atuação da Massa Tropical Continental e das ondas de oeste e noroeste, que impedem a entrada do ar polar, causando a redução das chuvas, sobretudo no inverno e devido a isso, aproximadamente 85% das chuvas ocorrem na primavera-verão e 15% no inverno. O período mais chuvoso ocorre de outubro a março e o mais seco de abril a setembro. (SANT'ANNA NETO, 1995).

Os Tipos climáticos na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, segundo Köppen (SETZER 1996), estão representados na Figura 13 a seguir:

Figura 13 - Tipos climáticos da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP, segundo Köppen (SETZER 1966)

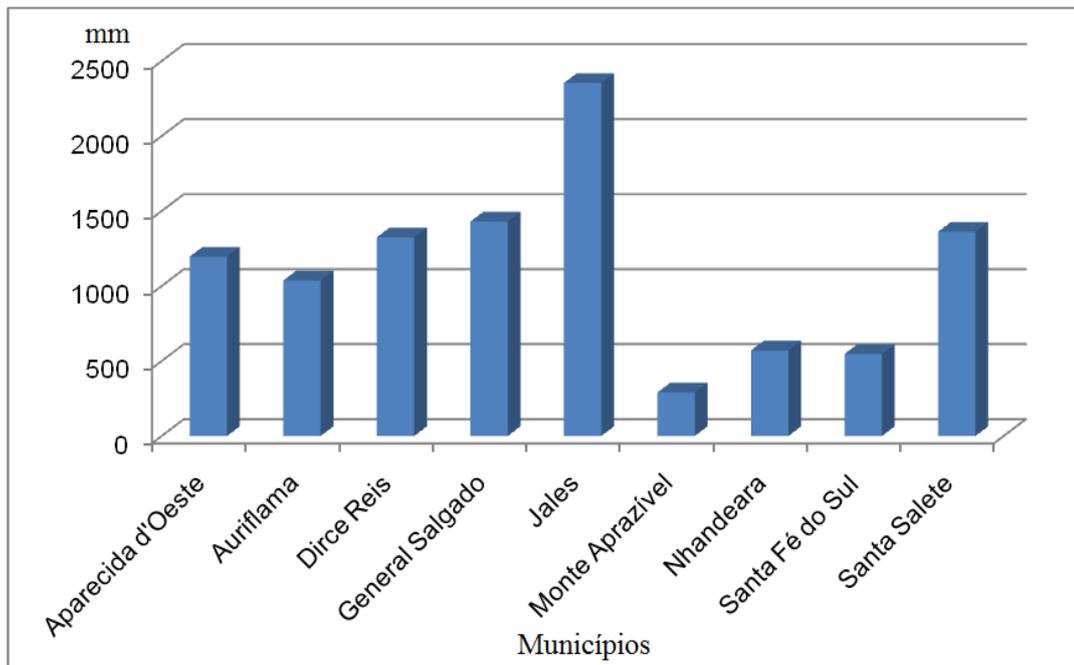


Fonte: IPT (1999).

De acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SSRH/CRHi, 2017), nessa região da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (Figura 14) o regime pluviométrico, possui um dos menores índices de precipitações pluviométricas do Estado de São Paulo e detém a segunda menor disponibilidade hídrica entre as UGRHIs paulistas, considerando os valores de Q7,10, (12m³/s), vazão média (51m³/s) e Q95% (16m³/s).

A disponibilidade per capita das vazões médias em relação a população total é de 7.084,68 (m³ /hab. ano), ou seja, a UGRHI 18 encontra-se em uma situação confortável, pois apresenta valor superior a 2.500 m³/hab.ano (o que é enquadrado como situação "BOA", segundo valor de referência utilizado pelo Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRHi) para classificar esse parâmetro).

Figura 14 - Dados pluviométricos anuais acumulados (mm) dos municípios, no ano de 2015, da UGRHI 18 correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados



Fonte: Adaptado de CIIAGRO (2017).

Guerra et al. (2015) e Queiroz, Silva e Paiva (2017) enfatizam que os dados pluviométricos de uma determinada região, são importantes para auxiliar no estudo da qualidade da água, já que as variações pluviométricas influenciam/alteram as características de um corpo d'água.

5.3 Obtenção de dados

Os dados avaliados no presente trabalho, foram obtidos por meio da Rede Básica integrada de monitoramento da ANA/CETESB, que tem por objetivo fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos medindo parâmetros físicos, químicos, hidrobiológicos, microbiológicos e ecotoxicológicos. Esses dados foram retirados do Apêndice I – Dados das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos do Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo da CETESB, referente ao ano de 2015 (CETESB, 2016).

A utilização dos dados da Rede Básica integrada de monitoramento ANA/CETESB neste estudo foi autorizada junto ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.

Na UGRHI 18 até o ano de 2012 havia somente um ponto de monitoramento da Rede Básica, que está localizado no Município de General Salgado. No ano de 2013, foram instalados mais cinco pontos de monitoramento, com a finalidade de ampliar a rede de monitoramento e aprimorar o conhecimento acerca do diagnóstico dos recursos hídricos. As Figuras de 15 a 19 constituem os registros fotográficos desses pontos de monitoramento.

Figura 15 - Registros Fotográficos do ponto BPEN 02 400, localizado no Braço do Ribeirão Ponte Pensa, no município de Três Fronteiras-SP



Fonte: CETESB (2014).

Figura 16 - Registros Fotográficos do ponto BSJD 02 200, localizado no Braço do Rio São José dos Dourados, no município de Suzanópolis-SP



Fonte: CETESB (2014).

Figura 17 - Registros Fotográficos do ponto BSJD 02 900, localizado no Braço do Rio São José dos Dourados, no município de Ilha Solteira-SP



Fonte: CETESB (2014).

Figura 18 - Registros Fotográficos do ponto ISOL 02 995, localizado no Reservatório de Ilha Solteira, no município de Ilha Solteira-SP



Fonte: CETESB (2014).

Figura 19 - Registros Fotográficos do ponto SJDO 02 150, localizado no Rio São José dos Dourados, no município de Monte Aprazível-SP



Fonte: CETESB (2014).

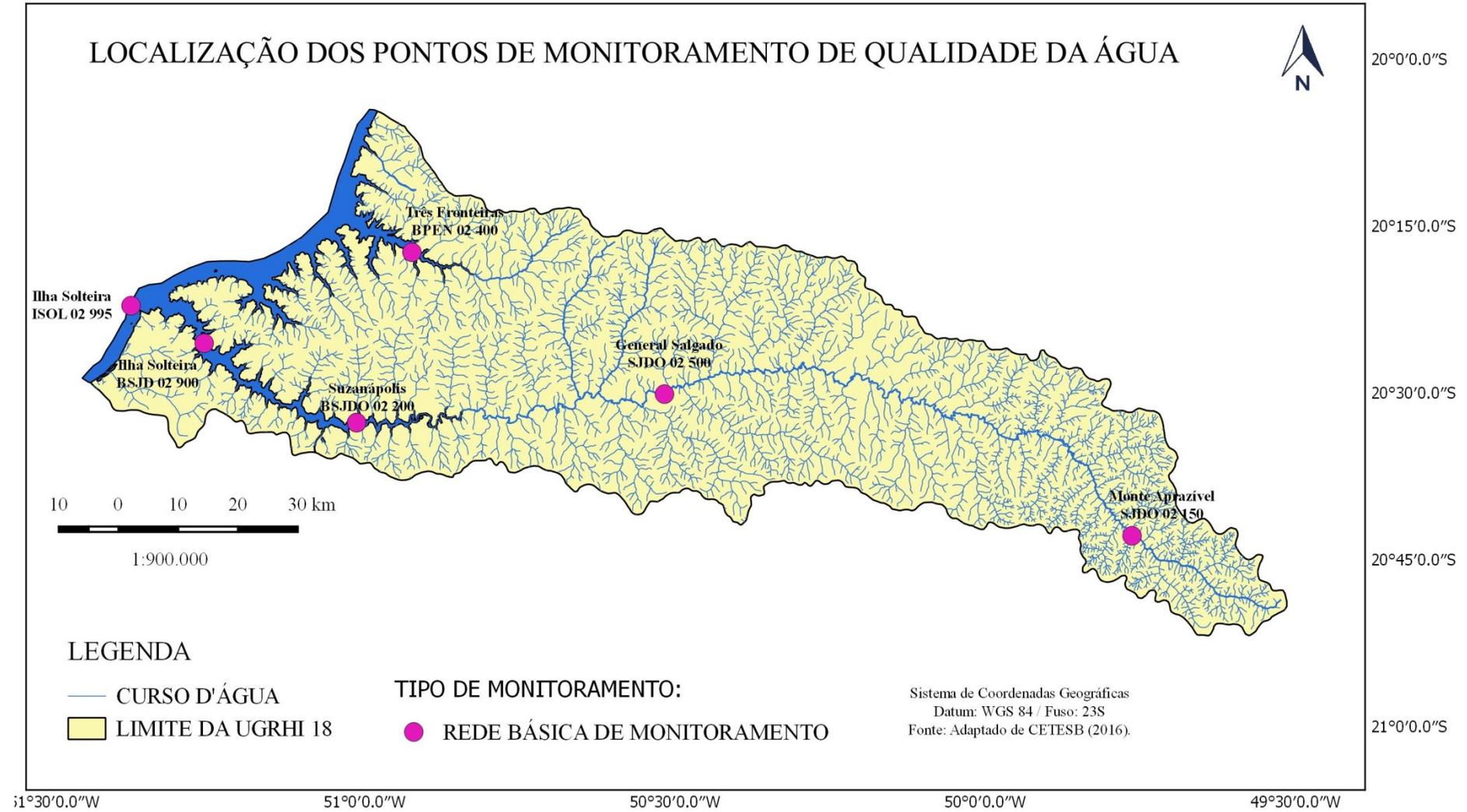
Para a avaliação da qualidade da água da área de estudo, foram utilizados esses seis pontos georreferenciados de monitoramento existentes na UGRHI 18 (Tabela 8 e Figura 20). As coletas das amostras de água de todos os parâmetros foram realizadas bimestralmente durante o ano de 2015.

Tabela 8 - Descrição dos pontos de monitoramento de qualidade de água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP

Local da Amostragem no Sistema Hídrico	Código do Ponto	Municípios (SP)	Latitude (S)	Longitude (W)
Braço do Ribeirão da Ponte Pensa	BPEN 02400	Três Fronteiras	20°17'48''	50°55'28''
Reservatório de Ilha Solteira	ISOL 02995	Ilha Solteira	20°22'35''	51°22'30''
Braço do Rio São José do Dourados	BJSDO 02900	Ilha Solteira	20°25'58''	51°15'28''
Braço do Rio São José dos Dourados	BSJDO 02200	Suzanápolis	20°33'11''	50°00'40''
Rio São José dos Dourados	SJDO 02500	General Salgado	20°30'31''	50°31'08''
Rio São José dos Dourados	SJDO 02150	Monte Aprazível	20°43'02''	49°46'00''

Fonte: CETESB (2016).

Figura 20 - Localização dos pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP



Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

5.4 Avaliação dos parâmetros de qualidade da água

Foram selecionados os nove parâmetros de qualidade de água utilizados pela CETESB para o cálculo do IQA e os dados dos ensaios ecotoxicológicos com microcrustáceo, a fim de se determinar a qualidade e a ecotoxicidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados – SP. As coletas das amostras e os ensaios ecotoxicológicos dos parâmetros de qualidade de água, foram realizados no período de janeiro a dezembro de 2015 pela CETESB. Os parâmetros analisados foram:

- Físico: sólidos totais, temperatura e turbidez;
- Químicos: demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido (OD) e pH;
- Microbiológico: *Escherichia coli* (*E. coli*); e
- Ecotoxicológicos: ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*.

Para fazer a análise das variáveis de qualidade da água, a CETESB utilizou as metodologias analíticas descritas na Tabela 9.

Tabela 9 - Metodologia analítica utilizadas pela CETESB para determinar as variáveis analisadas no monitoramento da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados - SP

Variáveis	Metodologias Analíticas	Bibliografia
Sólidos Totais	Gravimetria (Método APHA 2540 ou ABNT/NBR 10664) APHA-AWWA-WEF, 22ª Ed.	APHA-AWWA-WEF, 22ª Ed. ABNT/NBR, 1989
Temperatura	Sonda Multiparamétrica	
Turbidez	Nefelometria (Método APHA 2130-B)	APHA-AWWA-WEF, 22ª Ed.
Demanda Bioquímica de Oxigênio –DBO _{5,20}	Diluição e incubação a 20°C e 5 dias (Método APHA 5210-B)	APHA-AWWA-WEF, 22ª Ed.
Fósforo Total	Espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio – ICP/OES (Método USEPA 6010C)	USEPA, SW 846
Nitrogênio Total	Cromatografia iônica (Método APHA 4110-C)	APHA-AWWA-WEF, 22ª Ed.
Oxigênio Dissolvido	Eletrométrico (Método APHA 4500 O - G)	APHA-AWWA-WEF, 22ª Ed.
pH	Eletrométrico (Método APHA 4500H+ - B)	APHA-AWWA-WEF, 22ª Ed.
<i>E. coli</i>	Técnica de Membrana Filtrante	APHA, 22ª Ed. (Seção 9213.3b, 2007)
Ensaio ecotoxicológico com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Avaliação da sobrevivência (efeito agudo) (ABNT NRB 12713/2009) e da reprodução (efeito crônico) em 7 dias de exposição (ABNT NBR 13373/2011), modificado segundo CETESB SQ PR/LB-088	CETESB, 2015 ^a

Fonte: CETESB (2016).

5.4.1 Metodologia analítica para sólidos totais

A quantificação de sólidos suspensos totais foi realizada pelo método gravimétrico descrito por APHA (2005), filtrando-se a amostra através de papel filtro de fibra de vidro.

5.4.2 Metodologia analítica para temperatura

A temperatura foi obtida por meio do contato da sonda multiparâmetro com a água automaticamente. É um processo que não necessita da coleta de amostra de água, nem mesmo do transporte da mesma para o laboratório. As sondas multiparâmetros analisam além da temperatura outros parâmetros, tais como, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH, turbidez, entre outros (MENDONÇA, 2016).

5.4.3 Metodologia analítica para turbidez

O Método Nefelometria é utilizado para obter a turbidez, consiste na comparação da intensidade de luz desviada por uma suspensão padrão de referência, de 40 UNT, com a intensidade da luz desviada pela amostra (APHA, 2005).

5.4.4 Metodologia analítica da demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20})

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um indicador que estabelece indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável, por meio da demanda de oxigênio praticada pelos microrganismos durante a respiração. A DBO é um teste padrão, realizado durante um período de incubação fixo, que compreende 5 dias, em uma temperatura constante de 20°C. Essa medida busca representar em laboratório o fenômeno que acontece no corpo d'água. Uma amostra é coletada em duplicata, e em uma das amostras é medido o oxigênio dissolvido depois da coleta; o oxigênio da outra amostra é medido somente depois de 5 dias, período em que a amostra fica em uma incubadora à uma temperatura de 20°C (VALENTE; PADINHA; SILVA, 1997).

5.4.5 Metodologia analítica para fósforo total

A concentração de fósforo foi determinada utilizando-se a técnica de espectrometria óptica de emissão com plasma de argônio (ICP/OES), a qual consiste na quantificação de elementos por meio da emissão de radiação eletromagnética, formada através da excitação de seus átomos ou íons, esta excitação ocorre por meio de uma fonte de energia, neste caso um plasma induzido de argônio, gerado a partir de uma fonte de radio frequência (SANTOS, 2008).

5.4.6 Metodologia analítica para nitrogênio total

Foi utilizado o método cromatografia iônica para a determinação do nitrogênio total. Essa cromatografia consiste em uma variante da cromatografia líquida, que faz uso de resinas de troca iônica, para separar íons atômicos ou moleculares com base na sua interação com a resina, a separação dos analíticos é obtida de maneira isocrática ou por aplicação de gradiente. Esse método é aplicado na determinação de ânions (HOEHNE, et al., 2015).

5.4.7 Metodologia analítica para oxigênio dissolvido

A determinação do oxigênio dissolvido foi realizada pelo método eletrométrico, o qual funda-se na medição de corrente elétrica em razão da redução eletroquímica do oxigênio ($O_2 \rightarrow OH^-$) da amostra, que atravessa a membrana da sonda, pela aplicação de uma voltagem entre o ânodo e o cátodo. A corrente elétrica é linearmente proporcional à concentração de oxigênio (FERREIRA, 2007).

5.4.8 Metodologia analítica para o pH

A determinação de pH foi pelo método eletrométrico. Esse método representa a medição da diferença de potencial resultante da diferença de concentração de íons H^+ entre a solução interna do eletrodo e a amostra, sendo transformada para a escala de pH. O método eletrométrico usa um aparelho chamado peagômetro formado de um potenciômetro e um eletrodo de hidrogênio (FERREIRA PINTO, 2007).

5.4.9 Metodologia analítica para a *E. coli*

A técnica de membrana filtrante foi utilizada para a quantificação de coliformes termotolerantes de acordo com os seguintes procedimentos (APHA, 1998):

a) Procedimento da análise: filtrar amostra bruta ou diluição, em proporções adequadas a concentrações de colônias esperadas, com membrana MILLIPORE de 47 mm de diâmetro e poros de 0,45 μm em funil estéril; colocar a membrana sobre almofada com meio de cultura m- FC que está na placa de Petri, etiquetada para a diluição filtrada; e inverter a placa e

incubar em estufa a 44,5°C durante 24 horas, em sacolas plásticas com algodão umedecido para evitar ressecamento do meio de cultura.

b) Cálculo:

Número de bactérias (UFC/100mL) = $\frac{\text{número de colônias} \times 100}{\text{volume filtrado} \times \text{diluição}}$

O resultado é expresso em unidades formadoras de colônias por 100mL.

5.4.10 Metodologia analítica para o ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*

O ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia* foi realizado com amostras de água bruta e de acordo com a duração da exposição durante um determinado período a uma série de concentrações do efluente, ou em função da fase do ciclo vital, os testes são divididos em agudos e crônicos. O resultado do ensaio é expresso como agudo (quando na sobrevivência dos organismos ocorre efeito significativo, dentro do período inicial de 48 horas) ou crônico (quando na reprodução e/ou sobrevivência dos organismos ocorre efeito significativo, dentro do período de sete dias de ensaio), é considerada não tóxica a amostra que não contem a detecção de quaisquer efeitos tóxicos aos organismos-teste (CETESB, 2016; ABNT, 2017).

6 RESULTADOS E DISCUSÕES

Os pontos de monitoramento dos corpos d'água superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados estão todos enquadrados como classe 2 em consonância com o que está estabelecido no Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas (SÃO PAULO, 1977).

Assim, os resultados de cada parâmetro de qualidade de água, possui seis pontos de amostragem ao longo desta bacia hidrográfica, foram comparados com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2 (CONAMA, 2005).

6.1 Temperatura

A temperatura é um parâmetro importante a ser considerado, pois é uma variável que afeta vários indicadores físico-químicos da água, como a tensão superficial e a viscosidade (ANA, 2017a). Este parâmetro quando está fora de seu limite de tolerância térmica, afeta a reprodução e o crescimento dos organismos aquáticos (ANA, 2017).

Na Tabela 10 são apresentados os resultados dos valores da temperatura da água obtidos nas campanhas de amostragem no ano de 2015. Observou-se que houve uma mínima de 20,3 °C no ponto SJDO 02 500 no mês de junho e uma máxima de 29,5 °C no ponto BPEN 02 400 no mês de fevereiro. Essa condição também foi observada por Gonçalves et al. (2012), em seu estudo sobre a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Córrego São Simão - SP, onde foi realizado a análise da água em dois pontos de monitoramento, um durante o período chuvoso e outro no período seco, foi registrado o valor máximo de temperatura da água no ponto P3 no dia 28/02/2006 de 29°C, e o menor valor obtido foi no ponto P1 com 19°C no dia 20/09/2005.

A UGRHI 18 não apresenta grandes variações nas temperaturas, além de não receber poluição térmica que poderia alterar a temperatura de seus corpos d'água. Ressalta-se que a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites de temperatura em corpos d'água (CONAMA, 2005).

Tabela 10 - Valores da temperatura da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	02 150
Temperatura (°C)	Jan.						27,0
	Fev.	29,5	28,8	28,8	27,7	27,5	
	Mar.						26,4
	Abr.	27,7	27,4	27,9	27,2	25,7	
	Mai.						21,1
	Jun.	25,0	23,0	24,8	25,0	20,3	
	Jul.						19,5
	Ago.	23,6	22,2	23,6	23,0	21,1	
	Set.						21,7
	Out.	26,4	27,2	26,1	26,4	25,6	
	Nov.						26,3
	Dez.	28,6	27,2	28,0	27,5	26,5	

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

6.2 Turbidez

Há diversos fatores que podem modificar a turbidez na água, tais como: organismos microscópicos e algas, a presença de materiais sólidos em suspensão, matéria orgânica e inorgânica (CAPANEMA, 2015). A alta turbidez em um corpo d'água também pode causar a redução da penetração da luz solar, afetando a oxigenação do meio (CAPANEMA, 2015).

Observou-se que 97,2% dos resultados obtidos para a turbidez da água nessa Bacia Hidrográfica ficou abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº357/2005, que

é de valores < 100 UNT (CONAMA, 2005). Apenas 2,8% das amostras estão em desconformidades e encontram-se no ponto SJDO 02 500 no mês de dezembro (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores da Turbidez da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos					
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	02 150
Turbidez (UNT)	Jan.						54,0
	Fev.	3,0	85,0	5,5	4,2	37,0	
	Mar.						50,0
	Abr.	3,0	35,0	11,0	7,1	27,0	
	Mai.						34,0
	Jun.	5,2	32,0	13,0	8,8	18,0	
	Jul.						38,0
	Ago.	3,0	16,0	5,4	1,7	11,0	
	Set.						30,0
	Out.	2,4	14,0	8,4	1,3	14,0	
	Nov.						45,0
	Dez.	2,1	54,0	3,9	<1	*143	
Padrão CONAMA		< 100 UNT					

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

*Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005.

De acordo com Batista (2015), essa desconformidade pode estar associada às chuvas que ocorreram antes da coleta, que juntamente com as práticas agrícolas e a pecuária desenvolvidas nessa região com uma mata ciliar pouca expressiva, levam ao carregamento

dos solos dessas áreas para as águas do rio analisado. Essa situação também foi verificada na avaliação da qualidade das águas na bacia do Ribeirão das Araras, Córrego Danta, Minas Gerais realizada por Assis e Lopes (2017).

Fatores semelhantes foram relatados por Buzelli e Cunha-Santino (2013), sobre o aumento da turbidez, qual ocorre de maneira geral em estações chuvosas, em razão da ausência da vegetação ciliar, conseqüentemente ocasionando processos erosivos as margens do rio, pela ação dos ventos e correntezas, que levam galhos, folhas e detritos orgânicos para dentro do corpo hídrico.

As ações antrópicas como a agropecuária, efluentes domésticos e o desmatamento, fazem com que o escoamento superficial da água altere a turbidez (CETESB, 2009). A UGRHI 18 está predominantemente inserida em uma área classificada com suscetibilidade à erosão muito alta (classe I), esse fator pode influenciar a turbidez da água da bacia.

6.3 Sólidos Totais

Os sólidos totais e a turbidez apresentam comportamentos semelhantes, os sólidos em grandes quantidades na água podem prejudicar os organismos aquáticos, pois causa alterações na luminosidade da água afetando o metabolismo dos organismos autotróficos submersos, que encontram dificuldades para a realização da fotossíntese, sendo assim, também afetam os organismos heterotróficos, pois esses dependem do oxigênio dissolvido produzido na fotossíntese para a respiração (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

Na Tabela 12 são apresentados os valores de sólidos totais dissolvidos na água obtidos nas campanhas de amostragem no ano de 2015. Observou-se que durante as estações do ano não houve variações nos resultados das amostragens.

Em todas as amostras coletadas e analisadas, verificou-se que as concentrações de sólidos totais dissolvidos, não ultrapassaram os limites estabelecidos pela CONAMA n° 357/2005, que estabelece um limite máximo de 500 mg L⁻¹ para rios de classe 2 (CONAMA, 2005). Resultados similares foram obtidos por Queiroz, Silva e Paiva (2017) ao avaliar esse parâmetro em um trecho do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo e por Araujo et al., (2015) ao avaliar da qualidade da água utilizada para irrigação na bacia do Córrego Sujo, Teresópolis, RJ.

Os pontos BPEN 02 400 que está localizado no braço do Ribeirão Ponte Pensa e o ponto ISOL 02 995 estão localizados no Reservatório de Ilha Solteira, têm valores poucos expressivos de sólidos totais dissolvidos.

Tabela 12 - Valores dos Sólidos Totais Dissolvidos da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	02 150
Sólido Total Dissolvido (mg L⁻¹)	Jan.						164
	Fev.	33	117	56	37	84	
	Mar.						112
	Abr.	72	118	107	46	117	
	Mai.						126
	Jun.	74	126	92	57	118	
	Jul.						93
	Ago.	51	121	63	54	122	
	Set.						149
	Out.	53	123	124	39	127	
	Nov.						162
	Dez.	41	126	113	32	121	
Padrão CONAMA		< 500 mg L ⁻¹					

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanópolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanópolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

6.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Nenhum resultado de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ficou em desconformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, cujo valor máximo é 5 mg L⁻¹ (CONAMA, 2005) (Tabela 13).

Andrade Pinto, Roma e Balieiro (2012), indica que a população de microrganismo possui uma quantidade de oxigênio suficiente para a decomposição da matéria orgânica

presente nos corpos d'águas dessa Bacia Hidrográfica. Queiroz, Silva e Paiva (2017), verificaram também em um trecho do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo, que os resultados de DBO se mantiveram dentro do limite estabelecido, onde o valor máximo observado foi de 3,68 mg L⁻¹. Tais valores também foram constatados na análise da qualidade da água no Rio Macabu - RJ, onde em relação à demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a maioria dos resultados aponta que é baixo o transporte de carga orgânica neste Rio.

Tabela 13 - Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	02 150
DBO _{5,20} (mg L ⁻¹)	Jan.						5
	Fev.	2	2	2	< 2	< 2	
	Mar.						2
	Abr.	2	< 2	3	< 2	< 2	
	Mai.						4
	Jun.	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	
	Jul.						< 2
	Ago.	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	
	Set.						< 2
	Out.	2	< 2	< 2	< 2	< 2	
	Nov.						< 2
	Dez.	2	< 2	3	< 2	3	
Padrão CONAMA		< 5mg L⁻¹					

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

6.5 Fósforo Total

No ponto SJDO 02 500 no mês de agosto e dezembro e em todas as amostras coletadas no ponto BSJD 02 200, as concentrações de fósforo excederam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005) (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores do Fósforo Total da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					
		BPEN 02	BSJD	BSJD	ISOL02	SJDO	SJDO02
		400	02 200	02 900	995	02 500	150
Fósforo Total (mg L ⁻¹)	Jan.						*0,236
	Fev.	<0,01	*0,101	<0,01	<0,01	0,082	
	Mar.						*0,159
	Abr.	<0,01	*0,055	<0,01	<0,01	0,054	
	Mai.						*0,104
	Jun.	0,014	*0,064	0,011	<0,01	0,064	
	Jul.						*0,142
	Ago.	0,014	*0,064	<0,01	<0,01	*0,102	
	Set.						*0,191
	Out.	<0,01	*0,047	0,011	<0,01	0,083	
	Nov.						*0,208
	Dez.	0,011	*0,073	0,011	<0,01	*0,104	
Padrão CONAMA	< 0,03 mg L⁻¹ < 0,1mg L⁻¹						

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

Os valores estabelecidos para o Fósforo Total variam em função do regime hídrico.

*Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Xavier et al. (2017) registraram o comportamento semelhante dessa variável no Rio Macabu, no Rio de Janeiro, associado à impermeabilização do solo e a possível utilização de fertilizantes do tipo NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) em áreas agrícolas a montante, que colabora para o processo de lixiviação e escoamento superficial destes para os cursos d'água.

No ponto SJDO 02 150, todos os resultados também se encontram em desconformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005), isso ocorre devido a este ponto estar localizado a jusante da ETE de Monte Aprazível, sofrendo assim a influência dos efluentes que são lançados neste rio.

As concentrações elevadas de fósforo são responsáveis por acelerar o processo de eutrofização dos corpos d'água devido à proliferação das algas (BARRA ROCHA; PEREIRA, 2016).

6.6 Nitrogênio Total

A forma predominante de nitrogênio pode fornecer indicação sobre o estágio da poluição de um corpo hídrico, onde a poluição recente está associada basicamente na forma de nitrogênio orgânico ou amônia, e a poluição mais antiga está associada ao nitrogênio na forma de nitrato (VON SPERLING, 1996).

A poluição das águas por meio do nitrato está relacionada à forma que é utilizado o solo e os corpos d'água de uma bacia hidrográfica, isso pode influenciar na qualidade dos recursos hídricos por meio das fontes pontuais e difusas de poluição.

As fontes pontuais são os lançamentos de esgoto doméstico e efluentes industriais em locais específicos, já as fontes difusas são as atividades que liberam poluentes de forma dispersa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica, por isso são difíceis de serem verificadas, com o que é o caso do desmatamento de áreas de vegetação nativa para ocupação com áreas de pastagens, uso da terra para agricultura, a utilização de fertilizantes e pesticidas cuja composição tem nitrato, esterco animal, ligações clandestinas de esgotos, efluentes de fossas sépticas, escoamento superficial que leva poluentes como matérias orgânicas, tóxicos, bactérias e outros para os corpos d'água.

A concentração de nitrogênio amoniacal é um relevante parâmetro para a classificação das águas naturais, pois a amônia é um tóxico bem restritivo à vida dos peixes, sendo que várias espécies não toleram concentrações acima de 5 mg L^{-1} , a mesma também causa o consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio (CETESB, 2016).

Os nitratos também são tóxicos, podem ocasionar uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, considerada letal para crianças (o nitrato reduz-se a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul), devido a isso o padrão de potabilidade do nitrato permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e pela Resolução CONAMA n° 357/2005 tem como limite máximo 10 mg L^{-1} (CETESB, 2016).

Todas as concentrações de nitrogênio total mensuradas na bacia se enquadraram no limite estabelecido pelo CONAMA n°357/2005 para corpos d'água de classe 2 (CONAMA, 2005) (Tabela 15), o que não compromete a qualidade da água na bacia. Constatou-se que os pontos BPEN 02 400, BSJD 02 200, BSJD 02 900, ISOL 02 995 e SJDO 02 500 obtiveram os menores valores entre os meses de junho e dezembro, e o ponto SJDO 02 150 foi o que obteve o maior resultado no mês de setembro com $1,69 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabela 15 - Valores do Nitrogênio Total da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	02 150
Nitrogênio Total (mg L⁻¹)	Jan.						1,69
	Fev.	<0,5	0,73	< 0,5	< 0,5	0,54	
	Mar.						0,922
	Abr.	0,56	< 0,7	0,82	0,88	< 0,62	
	Mai.						1,34
	Jun.	< 0,5	< 0,5	0,53	< 0,5	< 0,5	
	Jul.						0,931
	Ago.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
	Set.						1,44
	Out.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
	Nov.						1,03
	Dez.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Padrão CONAMA		< 1,70 mg L ⁻¹			< 2,18 mg L ⁻¹		

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

Os valores estabelecidos para o Nitrogênio Total variam em função do regime hídrico.

6.7 Oxigênio Dissolvido (OD)

Dentro do Índice de Qualidade de Água (IQA), o Oxigênio Dissolvido (OD) é o parâmetro que tem a maior significância, pois tem uma relação direta com o processo de manutenção da vida aquática e também por ser um indicador de poluição de esgotos e eutrofização (ANA, 2017).

Durante o monitoramento do parâmetro oxigênio dissolvido na UGRHI 18, apenas 4 amostras não se enquadraram no padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para um corpo hídrico classe 2 (CONAMA, 2005), sendo 3 delas estão no ponto SJDO 02 150 localizado à jusante da estação de tratamento de esgoto (ETE) de Monte Aprazível - SP e 1 no ponto BPEN 02 400 localizado na ponte da rodovia do Barrageiros no município de Três Fronteira - SP (Tabela 16).

A não conformidade da concentração de oxigênio dissolvido na água registrada no ponto que se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa (BPEN 02 400) no mês de dezembro pode estar associada ao carregamento de matéria orgânica para os corpos d'água, devido ao alto índice pluviométrico na bacia nos meses de novembro e dezembro de 2015. De acordo com Batista (2015), o escoamento superficial propicia um aporte de material orgânico aos cursos d'água que é proveniente de atividades agrícolas como é o caso da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. Guerra et al. (2015), associaram períodos chuvosos em bacia hidrográfica com a baixa concentração de oxigênio dissolvido em corpos d'água.

Tabela 16 - Valores do Oxigênio Dissolvido (OD) da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO02
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	150
Oxigênio Dissolvido (mg L⁻¹)	Jan.						*3,86
	Fev.	6,00	5,40	6,60	6,80	6,80	
	Mar.						*4,10
	Abr.	5,30	7,20	6,80	7,10	7,00	
	Mai.						6,73
	Jun.	6,60	6,20	8,00	7,30	7,50	
	Jul.						6,24
	Ago.	7,70	8,00	8,40	8,20	8,40	
	Set.						5,98
	Out.	6,40	6,40	8,50	7,70	7,20	
	Nov.						*4,86
	Dez.	*4,60	6,40	6,70	6,9	5,80	
Padrão CONAMA		> 5 mg L⁻¹					

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

*Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005.

No entorno do Braço do Ribeirão da Ponte Pensa (BPEN 02 400) existem pisciculturas que também podem impactar negativamente na qualidade da água. De acordo com um estudo de avaliação da qualidade da água utilizada para piscicultura em tanque-rede localizado no Ribeirão da Ponte Pensa, os pontos de coleta de água próximos aos tanques apresentaram pior qualidade de água em relação aos pontos mais distantes da piscicultura (AMÉRICO; CICIGLIANO; CARVALHO, 2015).

A aquicultura é uma atividade que depende das propriedades da água e, ao mesmo tempo pode alterar sua qualidade devido ao aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) na água proveniente de resíduos de ração e excretas dos peixes (AMÉRICO et al., 2013). A entrada desses nutrientes pode favorecer o processo de eutrofização e com isso comprometer a concentração de oxigênio dissolvido na água. Segundo Américo et al. (2013), a otimização dos usos de rações balanceadas para que não sejam desperdiçadas, podem minimizar o impacto dessa atividade nos corpos d'água.

No ponto de coleta localizado à jusante da ETE de Monte Aprazível, as concentrações de oxigênio registradas abaixo do limite estabelecido na CONAMA n° 357/2005 (CONAMA, 2005) indicam a influência do despejo de efluentes na concentração de oxigênio do corpo hídrico. Estudos que avaliaram a qualidade da água em diferentes pontos de mananciais que recebem efluentes da ETE indicam que os pontos de monitoramento localizados à jusante das ETEs apresentam valores de OD menores do que os demais (VANZELA, 2004; AMÉRICO; MANOEL; TORRES, 2015)

Von Sperling (2005) e Latuf (2010) atribuem que os valores de concentração de OD baixos são indícios que houve o aumento da decomposição da matéria orgânica e poluição no ambiente aquático por meio de despejos orgânicos.

De forma geral, a concentração de oxigênio dissolvido na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados manteve-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para corpos d'água de classe 2. O monitoramento permitiu identificar que a poluição difusa e os efluentes da ETE estão interferindo na redução do oxigênio dissolvido na água, o que pode prejudicar a vida aquática nesse ponto da bacia. De acordo com Américo, Manoel e Torres (2015), baixas concentrações de oxigênio dissolvido (menores que 5 mg L^{-1}) podem comprometer a sobrevivência de algumas espécies aquáticas, alterar o equilíbrio e biodiversidade do ambiente.

6.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Na Tabela 17 verifica-se que durante toda essa campanha não houve nenhum valor do Potencial Hidrogeniônico (pH) em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para rios de classe 2, que é entre 6,0 e 9,0 (CONAMA, 2005), ou seja, as águas desta bacia hidrográfica estão neutras e dentro da faixa de proteção da vida aquática.

Nos resultados mencionados, foram observados nas amostras de água analisadas no estudo feito por Koch et al. (2017), que apresentaram pH variando de 6,35 (amostra 5) a 7,59 (amostra 1); no estudo de Martins et al. (2017), sobre a qualidade da água do Rio Setúbal em Jenipapo de Minas - MG e por Xavier et al. (2017) em um estudo de caso, qual se fez uma análise dos indicadores de qualidade de água em Rio Macabu, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Macabu, localizado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, os valores de pH oscilaram entre 6,73 e 7,97.

De acordo com Belondi (2003), os organismos aquáticos normalmente estão adaptados às situações de neutralidade da água, sendo que mudanças bruscas do pH podem ocasionar o desaparecimento dos espécimes presentes nos corpos d'água. Os seres vivos presentes na água podem sobreviver a valores iguais ou menores que 5, porém neste pH os metais solubilizam com facilidade, levando ao aumento de possibilidade de toxidez, já com o pH acima 6 é favorável para a pesca e agricultura (BELONDI, 2003).

Nessa bacia hidrográfica foi observado que o valor mínimo de pH foi no Ponto SJDO 02 150, com 6,87 em janeiro/2015 e o valor máximo no ponto BSJD 02 900, com 8,60 em outubro/2015.

Tabela 17 - Valores do pH da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	02 150
pH	Jan.						6,87
	Fev.	7,30	7,20	7,50	7,50	7,50	
	Mar.						7,09
	Abr.	7,10	7,50	8,30	7,60	7,60	
	Mai.						7,04
	Jun.	7,30	7,60	8,10	7,40	7,70	
	Jul.						7,02
	Ago.	7,20	7,40	7,60	7,40	7,60	
	Set.						6,96
	Out.	7,30	7,50	8,60	7,70	7,70	
	Nov.						7,24
	Dez.	7,40	7,10	7,90	7,50	7,00	
Padrão CONAMA		6 até 9					

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanópolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanópolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

6.9 Coliformes Termotolerantes

Neste parâmetro foi analisado a *Escherichia coli*, pois a CETESB estabeleceu novos valores, mais restritivos, para classificação desse indicador, seu padrão de qualidade foi definido na Decisão de Diretoria nº 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011, onde para classe de corpos d'água enquadrado como 2 ficou estabelecido o limite máximo de 600 UFC/ 100 ml.

Em 91,5% das amostras analisadas na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados para a bactéria *E. coli*, estavam de acordo com o limite estabelecido na Resolução CONAMA n° 357/2005 (<600 UFC/100mL) para os corpos d'água enquadrados como classe 2 (CONAMA, 2005) (Tabela 18).

No ponto localizado no município de General Salgado (SJDO 02 500), na ponte da rodovia SP- 463, no trecho que liga Araçatuba a Jales, no mês de dezembro, a concentração de *E.coli* apresentou-se acima do padrão estabelecido pela legislação para corpos d'água classe 2. O contato com água com valores de *E. coli* acima do permitido pela legislação pode causar danos à saúde associados a infecções urinárias, distúrbios alimentares, diarreia, febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (BRASIL, 2006b; TABALIPA; SILVA; MONTEIRO, 2014).

A desconformidade do ponto SJDO 02 500 no mês de dezembro pode estar associada à interferência da poluição difusa, pois nessa área existe a predominância de criação de gado. Ocorreu também a influência da pluviosidade, porque um dia antes da coleta da amostra ocorreu uma chuva de 30 mm na área provocando o aumento do escoamento superficial e lavagem do solo pelas chuvas, intensificando o transporte de sedimentos, fezes de animais e matéria orgânica ao curso d'água, alterando assim sua qualidade. A relação á chuva Bello e Guandique (2011) observaram em seu estudo referente ao diagnóstico ambiental do meio aquático do rio Ipanema em Sorocaba-SP, onde verificam que as alterações na qualidade bacteriológica da água em alguns pontos, encontram-se nos meses mais chuvosos.

Nos meses de março e maio, as amostras de água do ponto SJDO 02 150 apresentaram concentrações de *E. coli* acima do permitido pela legislação, esse resultado pode estar relacionado com a localização deste ponto, que se encontra à jusante da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Monte Aprazível. Ressalta-se que esse parâmetro microbiológico é o que possui o segundo maior peso no cálculo do IQA e pode influenciar de forma significativa na determinação do índice mesmo que outros parâmetros atendam a legislação.

Tabela 18 - Valores da concentração de *E. coli* da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento						
		BPEN	BSJD	BSJD	ISOL	SJDO	SJDO	
		02 400	02 200	02 900	02 995	02 500	02 150	
	Jan.						228	
	Fev.	5	208	4	<1	500		
	Mar.						*6000	
	Abr.	4	66	<1	<1	188		
	Mai.						*1040	
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100mL)	Jun.	6	93	3	1	308		
	Jul.						232	
	Ago.	<1	43	2	<1	312		
	Set.						144	
	Out.	<1	9	1	<1	224		
	Nov.						224	
	Dez.	4	208	2	1	*3300		
	Padrão Decisão de							
	Diretoria CETESB nº				<600 UFC/ 100ml			
	112/2013/E de 09/04/2013							

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

*Não atendimento aos padrões definido na Decisão de Diretoria nº 112/2013/E de 09/04/2013.

UFC: Unidade formadora de colônias.

De acordo com os dados pluviométricos da UGRHI 18, constatou-se que houve baixa precipitação na região de Monte Aprazível durante todo o ano de 2015, e conseqüentemente menor vazão e volume de água no ponto SJDO 02 150 para diluir contaminantes. Esse fator associado ao lançamento do efluente da ETE do município propiciam maiores concentrações

de *E. coli* na água. Franco et al. (2015) identificou na Bacia Hidrográfica do Rio Almada - BA, que o lançamento de esgotos domésticos e outros efluentes foram os fatores responsáveis pela deterioração da qualidade microbiológica no Rio Almada.

Segundo Santos et al. (2006) e Vasconcellos, Iganci e Ribeiro (2006), os esgotos sanitários quando lançados de forma incorreta em corpos d'água oferecem vasta ameaça ao meio ambiente, sendo que neles encontram-se bactérias de origem fecal. A *E. coli* têm como principal origem o lançamento de despejos domésticos no curso d'água, e esta é, possivelmente, a fonte principal de contaminação dos corpos d' água (ALVES et al., 2008).

6.10 Índice de qualidade da água (IQA)

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um índice utilizado para avaliar a características da água bruta visando seu uso no abastecimento público, após tratamento (CETESB, 2016; ANA, 2017). Tem como aplicação simplificar a compreensão dos parâmetros de qualidade da água.

Porém, ao avaliar a qualidade da água utilizando-se o IQA, verifica-se uma perda de informações dos parâmetros analisados e não se consegue fazer uma interação dos mesmos. Essa constatação também foi feita por Basso e Carvalho (2007) e os mesmos afirmam que a aplicação do IQA não pode substituir uma análise mais precisa da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica.

Para Goveia et al. (2014) a utilização do IQA não permite a descoberta do foco do problema quando se tem uma piora na qualidade da água, afirma que os resultados devem ser estudados de forma individualizada para que se consiga averiguar o tipo de interferência que essas variáveis podem estar causando na qualidade dos recursos hídricos.

Xavier et al. (2017) em seu estudo de caso sobre um rio antropizado, verifica que "a avaliação individual dos parâmetros que compõem um determinado índice deve ser considerada, principalmente quando um ou outro parâmetro estiver em desacordo com a legislação vigente".

Outro fator limitante na aplicação do IQA é que esse índice não considera parâmetros ecotoxicológicos, que tem como finalidade analisar os efeitos de poluentes na biota de um determinado corpo hídrico.

Para fins de verificação das perdas de informações entre os parâmetros analisados, foi aplicado o cálculo do Índice de Qualidade da Água para avaliar a qualidade das águas superficiais dessa bacia hidrográfica, com a finalidade de simplificar a interpretação dos

parâmetros físicos, químicos e microbiológicos obtidos nas 36 amostras nos 6 pontos de monitoramento realizados na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados durante o ano de 2015.

Para a composição do IQA, foram analisados os seguintes parâmetros: coliformes termotolerantes (*E. coli*), demanda bioquímica de oxigênio, fósforo, nitrogênio, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez e sólidos totais dissolvidos.

Na Tabela 19 são apresentados os valores mensais e médias anuais do IQA na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015, e na Figura 21 pode-se observar o Índice de Qualidade da Água (IQA) obtidos na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015.

Tabela 19 - Resultados mensais e média anual do Índice de Qualidade da Água (IQA) no ano de 2015

Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
													IQA 2015
BPEN 02 400	87			85		86		92		91		82	87
BSJD 02 200	65			76		73		79		82		69	74
BSJD 02 900	88			87		87		90		88		88	88
ISOL 02 995	92			91		90		93		93		92	92
SJDO 02 150	55		52		63		67		68		63		61
SJDO 02 500		69		73		72		73		74		49	68

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Legenda:

Azul: indica que a qualidade da água está classificada como "Ótima", IQA varia de 79 - 100.

Verde: Indica que a qualidade da água está classificada como "Boa", IQA varia de 51 - 79.

Amarelo: Indica que a qualidade da água está classificada como "Regular", IQA varia de 36 - 51.

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanápolis - SP.

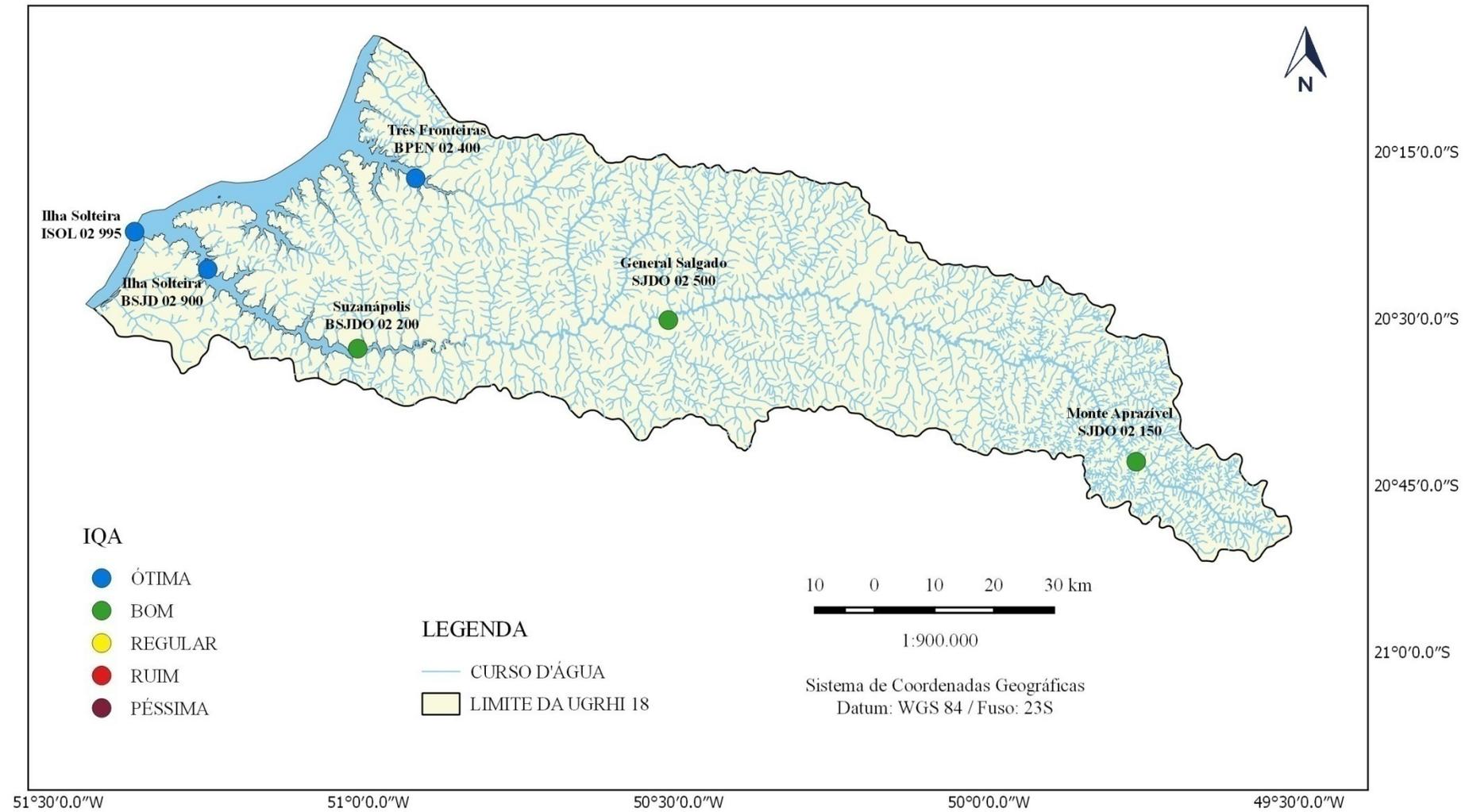
BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

Figura 21 - Índice de Qualidade da Água (IQA) obtidos na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados-SP, durante o ano de 2015



Fonte: CETESB (2016).

Os resultados dos IQAs apresentados na Tabela 19 e na Figura 19 demonstram que na UGRHI 18 para o ano de 2015, 50% dos pontos de monitoramento encontram-se classificados como “ótimas” e 50% encontram-se em condições "boas".

Nas médias mensais do IQA (Tabela 19) podemos verificar que houve uma piora no ponto SJDO 02 500 localizado no Município de General Salgado, que pode estar relacionada com a ocorrência de precipitação nas últimas 24 horas nessa área de amostragem. No entorno dessa área há a existência da criação de gado, com extensas áreas de pastagens e plantações, onde com o escoamento superficial e lavagem do solo pelas chuvas ocorreu o aumento do transporte de sedimentos, fezes de animais e matéria orgânica ao curso d’água, alterando assim a qualidade da água nesse ponto. Verificou-se que nesse ponto com qualidade classificada "regular", no mês de dezembro, três parâmetros estão em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005), são eles os coliformes termotolerantes (*E. coli*), fósforo total e a turbidez (Tabela 20), que estão impactando no valor baixo do IQA. Destaca-se o parâmetro microbiológico, pois tem maior peso no índice do que a turbidez e o fósforo.

Tabela 20 - Resultados mensais dos parâmetros de qualidade da água no ano de 2015, que estão em desconformidades com a Resolução CONAMA 357/2005

Meses	Pontos de Monitoramento x Parâmetros fora do Padrão CONAMA					
	BPEN 02 400	BSJD 02 200	BSJD 02 900	ISOL 02 995	SJDO 02 500	SJDO 02 150
Jan.						Fósforo Total
Fev.		Fósforo Total				
Mar.						Fósforo Total <i>E. coli</i>
Abr.		Fósforo Total				
Mai.						Fósforo Total <i>E. coli</i>
Jun.		Fósforo Total				
Jul.						Fósforo Total
Ago.		Fósforo Total	Ensaio ecotoxicológicos (Crônico)		Fósforo Total	
Set.						Fósforo Total
Out.		Fósforo Total				
Nov.						Fósforo Total
Dez.		Fósforo Total			<i>E. coli</i> Fósforo Total Turbidez	

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Observou-se que a melhor classificação para o IQA nesta bacia, está no ponto ISOL 02 995 que localiza-se no Reservatório de Ilha Solteira com o valor de 92, logo em seguida tem-se BSJD 02 900 com valor de 88 e, por fim o ponto BPEN 02 400 com valor de 87, todos classificados como "ótimos".

Já os pontos BSJD 02 200 com 74, SJDO 02 500 com 68 e o SJDO 02 150 com 61 estão classificados como "bons". Deve-se voltar à atenção para os dois últimos pontos, pois estão próximos da classificação "regular" para o IQA.

6.11 Análises dos ensaios ecotoxicológicos com a *Ceriodaphnia dubia*

Nos resultados dos ensaios ecotoxicológicos da água da bacia com *C. dubia*, observou-se que no ano de 2015, apenas uma amostra no ponto BSJDO 02 900, localizada no Braço do Rio São José dos do Dourados na ponte da rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira e Três Fronteiras, encontrou-se em desconformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de classe 2 (CONAMA, 2005) (Tabela 21).

Tabela 21 - Valores dos ensaios ecotoxicológicos com a *Ceriodaphnia dubia* da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, durante o ano de 2015

Parâmetro	Meses	Pontos de Monitoramento					SJDO 02 150
		BPEN 02 400	BSJD 02 200	BSJD 02 900	ISOL 02 995	SJDO 02 500	
Ecotoxicológico	Jan.	Não	Não	Não	Não	Não	Não Tóxico
	Fev.	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	
	Mar.						
	Abr.						
	Mai.	Não	Não	Não	Não	Não	Não Tóxico
	Jun.	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	
	Jul.	Não	Não	* Crônico	Não	Não	Não Tóxico
	Ago.	Tóxico	Tóxico		Tóxico	Tóxico	
	Set.						
	Out.						
	Nov.	Não	Não	Não	Não	Não	Não Tóxico
	Dez.	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	
Padrão CONAMA357/2005		Não Tóxico					

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Nota: BPEN 02 400: se encontra no Braço do Ribeirão da Ponte Pensa, localizado na Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP 595, km 101) - Três Fronteiras - SP.

BSJD 02 200: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na vicinal Suzanópolis /Pereira Barreto, na divisa de município - Suzanópolis - SP.

BSJD 02 900: se encontra no Braço do Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras - Ilha Solteira - SP.

ISOL 02 995: se encontra no Reservatório de Ilha Solteira, localizado na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP 310) - Ilha Solteira - SP.

SJDO 02 150: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível - Monte Aprazível - SP.

SJDO 02 500: se encontra no Rio São José dos Dourados, localizado na Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales - General Salgado - SP.

Crônico: quando na reprodução e/ou sobrevivência dos organismos ocorre efeito significativo, dentro do período de sete dias de ensaio.

Não tóxica: a amostra que não contém a detecção de quaisquer efeitos tóxicos aos organismos-teste.

*Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A amostra de água do BSJDO 02900 não apresentou efeito tóxico agudo para o microcrustáceo, ou seja, não compromete a sobrevivência do organismo no período de 48 horas de exposição. No entanto, no período de exposição crônica (7 dias) a reprodução de *C. dubia* foi comprometida, ou seja, a água possui toxicidade crônica para o microcrustáceo.

No entorno desse ponto existe uma algumas industrias (frigorífico de peixes, fábricas de ração e curtume), agricultura, aquicultura, áreas com pastagens e mata ciliar de pouca expressão. A toxicidade crônica nesse ponto pode estar relacionada aos contaminantes provenientes do uso inadequado de agrotóxicos nessas áreas agrícolas existentes, no entorno desse ponto quase não se encontra vestígios de matas ciliares, que funcionam como um filtro, impedindo a contaminação das águas por produtos poluentes. Outro fator que pode interferir nesse resultado está relacionado com os lançamentos de efluentes domésticos ou industriais feitos de formas inadequadas.

Botelho et al. (2013) verificou em um estudo realizado no Rio Piracicaba - SP a toxicidade crônica da água para o microcrustáceo *C. dubia* e *C. Silvestri* em alguns pontos que sofrem a influência dos efluentes domésticos e industriais.

Queiroz, Silva e Paiva (2017) realizou ensaios ecotoxicológicos com *C. dubia* em um trecho do Rio Paraíba do Sul - SP, que foi detectado nas análises de 2014 a ocorrência do efeito tóxico crônico em aproximadamente 20% das amostras, esse resultado está associado a um período de maior precipitação e a na maior parte dos pontos estudado não possuir a existência expressiva de matas ciliares e, em alguns pontos possuem regiões impermeáveis que auxiliam a condução de compostos tóxicos para o rio durante o período chuvoso.

Com a utilização do IQA, constatou-se que a qualidade de água desse ponto de monitoramento foi considerada ótima durante todo o ano de 2015, ou seja, se constata a ineficiência de se utilizar o IQA isoladamente sem considerar outros parâmetros de qualidade como os ensaios de toxicidade com organismos aquáticos. Assim, sugere-se que análises complementares devem estar associadas ao IQA nos estudos de monitoramento buscando-se uma gestão integrada dos recursos hídricos baseada na preservação da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos e nos múltiplos usos.

Na rede de monitoramento existente na UGRHI 18 somente é realizado a análise de toxicidade com a *C. dubia*, afim de avaliar os efeitos de possíveis contaminantes na cadeia trófica aquática é necessário que sejam realizados ensaios com outros organismos aquáticos, como já existe em outras bacias.

Nas UGRHIs 3, 5, 6 e 10 são realizados ensaios de toxicidade aguda com a bactéria luminescente *Vibrio Fischeri*, nas UGRHIs 2, 3, 5, 6, 9, 10, 15, 17, 20 e 21 são feitos os

ensaios de Mutação Reversa (Teste de Ames) que avaliam a presença de compostos genotóxicos apropriados para interagir com o material genético dos organismos e causar mutações. São empregados como instrumento para ajudar no diagnóstico ambiental e complementar as análises químicas e toxicológicas, podendo ser indicadores da presença de grupos químicos específicos potencialmente cancerígenos nas amostras analisadas (CETESB, 2016). Assim, sugere-se que os ensaios mencionados também sejam realizados na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados – SP afim de completar as análises físicas, químicas e microbiológica utilizadas.

7 CONCLUSÃO

O índice de qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados variou de ótima ($79 < QA \leq 100$) a boa ($51 \leq IQA \leq 79$), indicando que o uso e ocupação no entorno da bacia não tem prejudicado a qualidade de água de forma geral.

Mas ao realizar uma análise individualizada dos parâmetros físicos e químicos, verificou-se que o fósforo total, oxigênio dissolvido e *E. coli* excederam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005), evidenciando que as ações antrópicas estão influenciando na qualidade dos recursos hídricos. As alterações nas características da água podem estar relacionadas com a influência da precipitação pluviométrica (carregamento do solo e compostos inseridos no mesmo para os corpos d'água), lançamento de esgotos domésticos e a dissolução de compostos no solo como os fertilizantes, agrotóxicos e excremento de animais.

A água da bacia não apresenta toxicidade aguda para *C. dubia*, ou seja, não está ocorrendo efeitos de transformações das substâncias químicas sobre esses organismos que vivem nos ecossistemas aquáticos. Mas em um ponto possui toxicidade crônica para o microcrustáceo, ou seja, no período de exposição em 7 dias a reprodução de *C. dubia* foi comprometida.

Os ensaios ecotoxicológicos servem como complemento para as análises físicas, químicas e biológicas, pois proporcionam abordagens integradas dos efeitos de poluentes, levando em consideração a resposta da comunidade biológica, servindo como um instrumento de controle de poluição.

O presente estudo demonstra que ao utilizar o IQA, ocorreu a perda de informações relevantes para a avaliação da qualidade dos corpos d'água, já que, com a aplicação do índice, não se consegue fazer uma interação dos parâmetros analisados, ou seja, a qualidade da água de certa forma é mascarada. Uma análise de parâmetros físicos e químicos não possibilita avaliar os efeitos de contaminantes em termos de toxicidade, devido a isso a realização dos testes de toxicidade com organismos representantes da cadeia trófica aquática são essenciais para a avaliação do grau de toxicidade dos recursos hídricos.

8 RECOMENDAÇÕES

- Atualizar o mapa de uso e ocupação do solo dessa Bacia Hidrográfica, pois o que existe não demonstra a realidade da mesma, e as classes utilizadas são superficiais e restritas, ou seja, é necessário a elaboração um mapa mais coerente com a realidade da Bacia;
- Recomenda-se que na elaboração dos Planos de Recursos Hídricos, seja utilizada uma análise dos parâmetros de qualidade de água de forma individualizada, afim de se obter uma precisão maior do que realmente está influenciando na qualidade da água;
- Realizar na UGRHI 18 uma análise da evolução espacial e temporal das chuvas, afim de averiguar até qual ponto o regime pluviométrico interfere na alteração das características da água;
- Utilizar as informações das análises complementares que já são realizadas pela CETESB, na verificação da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, pois o IQA de fato não demonstra os problemas locais;
- Sugere-se também que sejam realizados na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados – SP ensaios ecotoxicológicos com outros organismos, como já é feito em outras UGRHIs, cuja finalidade é completar as análises físicas, químicas e microbiológica já utilizadas. Por exemplo: nas UGRHIs 3, 5, 6 e 10 são realizados ensaios de toxicidade aguda com a bactéria luminescente *Vibriofischeri*; nas UGRHIs 2, 3, 5, 6, 9, 10, 15, 17, 20 e 21 são feitos os ensaio de Mutação Reversa (Teste de Ames) que avaliam a presença de compostos genotóxicos apropriados para interagir com o material genético dos organismos e causar mutações;
- Na UGHRI 18 a atividade econômica predominante é a agropecuária, qual juntamente a mata ciliar pouca expressiva, tornam-se fatores de grande relevância na alteração da qualidade das águas dessa região. Recomenda-se que direcione as ações para essas atividades, cujo objetivo seja melhorar a qualidade da água; e
- Realizar um estudo para ampliar a rede de monitoramento na UGHRI 18.

REFERÊNCIAS

- ABELHO, M. **Manual de monitorização microbiológica ambiental**. [S. l.], 2012. Disponível em: <http://www.esac.pt/Abelho/Monitor_ambiental/ManualMonitorizacao.pdf>. Acesso em: 05 out. 2017.
- ALABURDA, J; NISHIHARA, L. The occurrence of nitrogen compounds in well water. **Revista Saúde Pública**, [S. l.], n. 32, v. 2, p. 160-165, 1998.
- ALMEIDA FILHO, G. S. et al. **Prevenção e controle da erosão urbana no Estado de São Paulo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001. João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: ABES, 2001. p. 1-11.
- ALMEIDA FILHO, G. S. et al. **Processos erosivos lineares no Estado de São Paulo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais...**Natal: [s. n.], 2015. p. 1 - 11.
- ALVES, E. C. et al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó-Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Revista Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.
- AMÉRICO, J. H. P. et al. Piscicultura em tanques-rede: impactos e consequências na qualidade da água. **Revista Científica ANAP Brasil**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 137-150, 2013.
- AMÉRICO, J. H. P.; CIGLIANO, G. D.; CARVALHO, S. L Waterquality index offishfarm in net cages in the ribeirão da Ponte Pensa, Santa Fé do Sul – SP. In: BENINI, S. B.; DIAS, L. S.; BENINI, E. M.(Org.) **Environmental evaluations in river basins**. 2 ed. Tupã: ANAP, 2015. Cap. 5, p. 67-76.
- AMÉRICO, J. H. P.; MANOEL. L. O.; TORRES, N. H. Avaliação de parâmetros físico-químicos da água do Córrego da Onça, Três Lagoas–MS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 250-257, 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília,DF, 2005.179p.
- _____. **Indicadores de qualidade**: índice de qualidade das águas. [S. l.], 2017a. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 05 out. 2017.
- _____. **Rede nacional**: redes de monitoramento. [S. l.], 2017b. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>>. Acesso em: 03 jan. 2018.
- ANDRADE PINTO, L. V.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Revista Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p.495-505, 2012.
- APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the examination of water and wasterwater** 20 th. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 1998.p. 1153.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. New York: APHA, 2005.

ARAGÃO, M. A.; ARAÚJO, R. P. A. Métodos de ensaio de toxicidade com organismos aquáticos. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. São Carlos: Rima. 2008. Cap. 6, p. 115-152.

ARAÚJO, F. V. et al. Avaliação da qualidade da água utilizada para irrigação na bacia do Córrego Sujo. **Cadernos Saúde Coletiva**, Teresópolis, v. 23, n. 4, p. 380-385, 2015.

ARENZON, A.; PEREIRA NETO, T. J.; GERBER, W. **Manual sobre toxicidade em efluentes industriais**. Porto Alegre: Cespe/Senai de Artes Gráficas Henrique D'ávila Bertaso, 2011.

ASSIS, E. C.; LOPES, F. A. Avaliação da qualidade das águas na bacia do Ribeirão das Araras, Córrego Danta, Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 18, n. 63, p. 133-152, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

_____. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2002. 7 p.

_____. **NBR 6024: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação**. Rio de Janeiro, 2003. 3 p.

_____. **NBR 6027: informação e documentação: sumário: apresentação**. Rio de Janeiro, 2003. 2 p.

_____. **NBR 6028: informação e documentação: resumo: apresentação**. Rio de Janeiro, 2003. 2 p.

_____. **NBR 6034: informação e documentação: índice: apresentação**. Rio de Janeiro, 2004. 4 p.

_____. **NBR 12225: informação e documentação: lombada: apresentação**. Rio de Janeiro, 2004. 3 p.

_____. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2011. 11 p.

_____. **NBR 15088: Ecotoxicologia aquática: toxicidade crônica: método de ensaio com Ceriodaphnia spp (Crustacea, Cladocera)**. Rio de Janeiro, 2017. 26p.

_____. **NBR 12713: Ecotoxicologia aquática: toxicidade aguda: método de ensaio com Daphnia spp (Crustacea, Cladocera)**. Rio de Janeiro, 2016. 33 p.

- BARRA ROCHA, C. H.; PEREIRA, A. M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 11, n.1, p. 186-187, 2016.
- BARRETO, L. V. et al. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 118-129, 2014.
- BASSO, E. R.; CARVALHO, S. L. Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira (SP). **Revista Holos Environment**, Rio Claro, v. 7, n. 1, p. 16-29, 2007.
- BASSO, L. A.; MOREIRA, L. G. R.; PIZZATO, F. A influência da precipitação na concentração e carga de sólidos em cursos d'água urbanos: o caso do arroio Dilúvio, Porto Alegre-RS. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 26, n. 52, p 145-163, 2011.
- BATISTA, L. V. **Hidrogeoquímica e qualidade das águas superficiais na Bacia do Alto Jacaré-Pepira (SP)**. 2015. 107f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro-UNESP, Rio Claro,2015.
- BELLO, F. H.; GUANDIQUE, M. E. G. Diagnóstico ambiental do meio aquático do rio Ipanema, Sorocaba/SP. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 11, n. 2, p. 94-105, 2011.
- BELONDI, H. V. **Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso como instrumento de gestão ambiental e de recursos hídricos: estudo aplicado na bacia do rio Corumbataí-SP**. 2003. 161f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro-UNESP, Rio Claro,2013.
- BIANCHI, M. O. et al. **Importância de estudos ecotoxicológicos com invertebrados do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 36 p. (Documentos, 2010).
- BOTELHO, R.G. et al. Evaluation of surface water quality using an ecotoxicological approach: a case study of the Piracicaba River (São Paulo, Brazil). **Environmental Science and Pollution Research International**, [S. l.], v. 20, n. 7, p. 4382-4395, 2013.
- BRAGA, B. et al. **Introdução a engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 304 p.
- BRAGA, B. et al. **Introdução a engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 336p.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.764 p.
- BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1986. 640 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, DF: FUNASA, 2014.112 p.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF 2006a. 212 p. (Série B, Textos Básicos de Saúde).

_____. **Inspeção sanitária em abastecimento de água**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006b. 84 p. (Série A, Normas e Manuais Técnicos).

_____. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011. Disponível em:
<http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 24 abr. 2015.

_____. Lei nº 9433 de 8 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BUSS, F. D.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro [online], v.19, p. 465-473, 2003.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 8, n.1, p. 186-205, 2013.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES/PROSAT, 1999. 435 p.

CAPANEMA, G. A. **Diagnóstico da qualidade da água da micro-bacia do córrego da Aldeia em Fernandópolis-SP**. 2015.100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia do Câmpus de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira, 2015.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relação da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.23, n.5, p.618- 622, 2000.

CESAR, AUGUSTO; SILVA, SLR; SANTOS, ALDO RAMOS. **Testes de toxicidade aquática no controle da poluição**. São Paulo: Universidade Santa Cecília-UNISANTA, 1997.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013**. São Paulo, 2014. 434p.

_____. **Relatório Técnico: Monitoramento de *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2008. 22p.

_____. **Variáveis de qualidade de água.** São Paulo, 2009. Disponível em: <<<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#transparencia>>. Acesso em 01 set. 2017.

_____. **SQ PR/LB 088:** ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*: águas superficiais. São Paulo: CETESB, versão 15, p. 7, 2015.

_____. **Relatório qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo:** parte 1: águas doces 2015. São Paulo, 2016.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEREOLÓGICAS - CIIAGRO. **CIIAGRO online.** [S. l.], 2017. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. Acesso em 05 de julho de 2017.

CHASIN, A. A. M.; PEDROZO, M. F. M. O estudo da toxicologia. In: AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia.** São Carlos: RiMa, 2003. São Paulo: Inter Tox, 2003. p. 1-25.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2017.

COSTA, C. R, et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

COSTA, D. J. L.; TEIXEIRA, D. Aplicação de modelo de autodepuração para avaliação da qualidade da água do Ribeirão do Ouro, Araraquara-SP. **Revista Uniara**, [S. l.], v. 13, n.1, p. 49-62, 2010.

COSTA, F. B.; FERREIRA, V. O. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio Paranaíba. **Observatorium**, [S. l.], v. 7, p. 22-47, 2015.

DAVENPORT, R. et al. Phototoxicology.: 1. Light Enhanced Toxicity of TNT and Some Related Compounds to *Daphnia magna* and *Lytechinus variagatus* Embryos. **Ecotoxicology and environmental safety**, New York, v. 27, n. 1, p. 14-22, 1994.

DELLAGIUSTÍNA, A. **Determinação das concentrações de nitrogênio e fósforo dissolvidos em diferentes locais do Rio Itajaí-Açu.** 2000. 92f. Dissertação (Mestre em Química Analítica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE - IRRIGART. **Relatório n. 803/15:** Plano de bacia da unidade de gerenciamento de recursos hídricos do rio São José dos Dourados UGRHI - 18. Piracicaba, 2015. v. 1. 403 p.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FALQUETO, M.A. **Avaliação do índice de qualidade da água (IQA) e dos elementos químicos nas águas e nos sedimentos do Rio Corumbataí - SP**. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

FERREIRA, M., A., C. **Desenvolvimento de sensores de oxigênio dissolvido utilizando métodos eletroquímicos e ópticos para monitoramento em tempo real da qualidade da água**. 2007. 156f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FERREIRA PINTO, M. C. Manual. **Medição in loco: temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido**. Belo Horizonte: CPRM/Serviço Geológico do Brasil, 2007. 51p.

FRANCO, G. B. et al. Avaliação da qualidade sanitária da água na bacia hidrográfica do rio Almada–BA. **Caminhos de Geografia**,[S. l.], v. 16, n. 54, p. 254-262, 2015.

GONÇALVES, J. C. D. I. et al. Avaliação espaço-temporal da qualidade da água e simulação de autodepuração na bacia hidrográfica do córrego São Simão, SP. **Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 141–154, 2012.

GOVEIA, D. et al. Uso de índices de qualidade para avaliação da água em ambiente lântico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**,[S. l.], v. 8, n. 2, p. 104-111, 2014.

GUERRA, S. M. S. et al. Caracterização morfométrica e avaliação da qualidade da água da Bacia Hidrográfica de Bita, Ipojuca–PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**,[S. l.], v. 8, n. 3, p. 759-775, 2015.

HOEHNE, L. et al. Avaliação das técnicas de determinação de Nitrogênio por cromatografia iônica (IC) e por teor de nitrogênio total (TN) por quimiluminescência. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 1, p. 09-13, 2015.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS –IGAM. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Grande em 2007: relatório anual**. Belo Horizonte, 2008. 196 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981. 2 mapas. Escala 1:1.000.000.

_____. **Relatório de situação da Bacia do São José dos Dourados**. São Paulo, 1999. 3 v. (Relatório Técnico, n. 40.675.)

_____. **Mapa de erosão do estado de São Paulo. Escala 1:1.000.000**. São Paulo: Convênio IPT/DAEE, 1997.

_____. **Relatório Técnico nº 87 018-205:** plano de bacia da unidade de gerenciamento de recursos hídricos do rio São José dos Dourados - UGRHI 18:relatório final. São Paulo: IPT, 2008.

_____. Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo. **Relatório Técnico nº 131.057-205:** B1-1/189: anexo B1: dossiê das unidades de gerenciamento de recursos hídricos do estado de São Paulo – UGRHIS, 2012.189p.

KERTZMAN, F. F. et al. Mapa de erosão do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 16, n. esp, p. 31-36, 1995.

KOCH, F. F. et al. Análise de água superficial para consumo humano em um município do Rio Grande do Sul. **Revista Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 14, n. 1, p 36-50, 2017.

LATUF, M. O. Diagnóstico das águas superficiais do córrego São Pedro, Juiz de Fora/MG. **Geografia**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 21-56, 2010.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Revista Engenharia Sanitária**, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005.

LOLLO, J. A. A influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água. In: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; MIRANTE, M. H. P.; BENINI, S. M. (Orgs.) **Gestão e qualidade dos recursos hídricos: conceitos e experiências em bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2016. Cap 2. p. 21-40.

MAIA, A. A. D. **Determinação do grau de trofia no baixo São José dos Dourados por meio da comparação entre dois diferentes índices de estado trófico**. 2011.64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira, 2011.

MARTINS, G. L. A. et al. Water quality of setúbal river in jenipapo de Minas-MG after dam construction. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1025-1039, 2017.

MENDONÇA, A. M. **Confiabilidade dos parâmetros monitorados em águas por sonda multiparâmetros**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2016.

MOREIRA, L. E. B. **Análise ecotoxicológica em viveiro de carcinicultura de água doce, utilizando o cladóceros *Ceriodaphnia dubia* como organismo-teste**. 2007. 70 f. Tese (Mestrado em Aquicultura e Pesca) - Instituto de Pesca – APTA - SAA, São Paulo, 2007.

NASS, D. P. O conceito de poluição. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, n. 13, 2002.

NIKINMAA, M. **An Introduction To Aquatic Toxicology**. New York: Academic, 2014.

OVERTURF, C. L. et al. Toxicity of noradrenaline, a novel anti-biofouling component, to two non-target zooplankton species, *Daphnia magna* and *Ceriodaphnia dubia*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, New York, v. 171, p. 49-54, 2015.

PAULINO, M. B. **Diagnóstico da relação entre o uso do solo e a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos-Novo Hamburgo-RS, com o auxílio de técnicas de geoprocessamento**. 2014.172f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

PINHO, E. A. S. et al. Tratamento de esgoto sanitário contendo micropoluentes no Brasil: revisão. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 46-63, 2018.

PORTO, R. L. L. Fundamentos para a Gestão da Água. In: _____. **Qualidade da Água Superficial**. São Paulo: [s.n.], 2012. 232p.

QUEIROZ, L. G.; SILVA, F. T.; PAIVA, T. C. B. Caracterização estacional das variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológicas em um trecho do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 12, n. 2, p. 238-248, 2017.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação. In: REBOUÇAS, A. C (Org.). **Água doce no mundo e no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, São Paulo, p. 1- 35, 2006.

SAAD, A. R. et al. Índice de qualidade da água-IQA do reservatório do tanque grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil: 1990-2006. **Revista Geociências-UNG**, v. 6, n. 1, p. 118-133, 2007.

SAAD, A. R. et al. Efeitos do uso do solo e da implantação de tratamento de esgoto sobre a qualidade das águas do rio Baquirivu-Guaçu, região metropolitana de São Paulo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p. 147-156, 2015.

SABESP. Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Norma Técnica Interna SABESP NTS 013: sólidos método de ensaio**. São Paulo, 1999. 12p.

SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E. Águas e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed. São Paulo: Escrituras, 2006.cap. 02, p.37- 61.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995. 252f. Tese (Doutorando em Geografia) - FFLCH/ USP, São Paulo, 1995.

SANTOS, F. F. D. **Determinação de fósforo por espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado em matrizes contendo metais alcalinos e alcalinos terrosos**. 2008. 83f. Tese (Mestrado em Química Inorgânica) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2008.

SANTOS, K. D. et al. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, n. 1, p. 1-7, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH). **Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo, 1977. Disponível em :<http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/enquadramento/Dec_Est_10755.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

_____. Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. **Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991**. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo, 1991. Disponível em :<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/alteracao-lei-7663-30.12.1991.html>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

_____. Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. **Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. São Paulo, SP, 1994. Disponível em :<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. Portal de estatísticas do Estado de São Paulo. **Informações dos municípios paulistas**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em: 13 maio 2017.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Internacional da Bacia do Rio Paraná-Uruguai, 1966.

SILVA, B. M. ; RAVANELLI, M. A. C.; PASCHOALATO, C. F. P. R. Toxicidade aguda dos herbicidas diuron e hexazinona à *Daniorerio*. **Pesticidas: Rev. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 20, p. 17-28, jan./dez. 2010.

SILVA, J. C. A. et al. Utilização de índices físicos, químicos e biológicos para avaliação da qualidade de corpos d'água em processo de recuperação: córrego Ibiraporã, SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 959 – 969, 2015a.

SILVA, J. S. et al. Princípios bioéticos aplicados aos estudos ecotoxicológicos aquáticos. **Revista Bioética**, Brasília, DF, v.23, n. 2, p. 409-418, 2015b.

SILVA, M. A.; ARAÚJO, R. R. Análise temporal da qualidade da água no córrego limoeiro e no rio Pirapozinho no Estado de São Paulo-Brasil. **Formação**, [S. l.], v. 1, n. 24, 2017.

SLONEKER, L.L.; MOLDENHAUER, W.C. Measuring the amount soft crop residue maininga fertillage. **J. Soil Water Cons.**, Ankeny, v. 32, p.231-236, 1977.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C.; ARAÚJO, R. K. Probabilidade de atendimento aos padrões de qualidade da água no Rio Vacacaí - Mirim, Santa Maria - RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 1076 - 1083, 2015.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 263-274, 2014.

SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS– SSRH. Coordenadoria de Recursos Hídricos- CRHi. **Situação dos recursos hídricos no estado de São Paulo**: 2015. 6. ed. São Paulo: Coordenadoria de Recursos Hídricos, 2017. 368p.

TABALIPA, R.; SILVA, C. A.; MONTEIRO, C. S. Análise microbiológica da água dos bebedouros de uma Instituição Pública do Paraná. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 28, n. 238/239, p. 93 – 96, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2006. 719p.

TERCINI, J. R. B. **Modelagem da qualidade da água integrando rio e reservatório**. 2014. 116 f. Tese (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TOLEDO, L. G. de; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-186, 2002.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 8. ed. São Paulo: Artmed, 2005.

TUNDISI, J. C.; MATISUMURA-TUNDISI, T. Ciência, Tecnologia, Inovação e Recursos Hídricos: oportunidades para o futuro. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. C.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Org.). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, p. 179-200.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 3. ed. São Carlos: Rima, 2009. 271 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2011. 328 p.

TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética. Química**, São Paulo, v. 22, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100005>. Acesso em: 04 out. 2017.

VANZELA, L. S. **Qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP**. 2004. 96f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, p.55-64, 2010.

VASCONCELLOS, F. C. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 177-181, 2006.

VIANA, N. B. R.; OLIVEIRA, W. H.; LOPES, F. W. Q. Uso do solo e qualidade das águas na bacia do córrego Viana-Rio Acima - MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIROS DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2015, Brasília. **Anais...Brasília**, DF: ABRH, 2015, p. 1-8.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. Desa - UFMG, 1996. 243p.v. 1.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2005. 211 p.

XAVIER, F. V. et al. Análise dos indicadores de qualidade de água em Rio Antropizado: estudo de caso. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, n. 2017, p. 454-466, 2017.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. São Carlos, SP, 2006. 464p.

ZAGATTO, P. A. Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações. In: SEMINÁRIO SOBRE ECOTOXICOLOGIA, 4., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...Rio de Janeiro**: NUPEM/UFRJ, 2015. p. 1-2.

ZEH, K. K. et al. Análise de dados históricos de qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Piraí em Joinville-SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIROS DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2015, Brasília. **Anais... Brasília**, DF: ABRH, 2015, p. 1-8.

WATANABE, C. H. **Avaliação ecotoxicológica de metais/metaloídes e interferentes endócrinos em frações de substâncias húmicas de diferentes tamanhos moleculares**, 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Sorocaba, Sorocaba, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Guidelines for Drinking: water quality**. Geneva: WHO, 1996. 990p.

WOLFF BUENO, G. et al. Estado trófico e bioacumulação do fósforo total no cultivo de peixes em tanques-rede na área aquícola do reservatório de Itaipu. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 237-244, 2008.

APÊNDICE A - Declaração de autorização de uso de dados**COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS**

Protegendo a água. Conservando o solo. Preservando o meio ambiente.

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS

Eu, Flavio Prandi Franco, Presidente do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados (CBH-SJD), **DECLARO** para os devidos fins, que cederei à pesquisadora Lucíola Guimarães Ribeiro portadora do CPF nº 366.155.978-88, o acesso aos dados disponibilizados no Banco de Indicadores do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José (CBH-SJD), para serem utilizados na pesquisa intitulada: Qualidade da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, referente à sua dissertação de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA, que está sob a orientação da Prof^a. Dr^a Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro.

Essa autorização permite que a pesquisadora e sua orientadora utilizem os dados disponibilizados no Banco de Indicadores do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José (CBH-SJD), na dissertação da aluna, permitindo que os dados, também sejam divulgados em eventos e periódicos para fins acadêmicos e científicos.

Abril de 2017, Jales/SP.

Flavio Prandi Franco

Presidente do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados