



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**RODOLFO DURANTE SERRAGLIO**

**A BACIA DO CÓRREGO LIMOEIRO NA PERSPECTIVA DO ÍNDICE DE  
QUALIDADE DE ÁGUA PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA**

Presidente Prudente - SP

2020



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

RODOLFO DURANTE SERRAGLIO

A BACIA DO CÓRREGO LIMOEIRO NA PERSPECTIVA DO ÍNDICE DE  
QUALIDADE DE ÁGUA PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – Área de concentração: **Ciências Ambientais.**

Orientadora:  
Profa. Dra. Maíra Rodrigues Uliana  
Coorientadora:  
Profa. Dra. Alba Regina Azevedo Arana

Presidente Prudente - SP

2020

577.6  
S487b

Serraglio, Rodolfo Durante.

A Bacia do Córrego Limoeiro na Perspectiva do Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática / Rodolfo Durante Serraglio. – Presidente Prudente, 2020.

133 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2020.

Bibliografia.

Orientadora: Profa. Dra. Maíra Rodrigues Uliana

1. Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática – IVA. 2. Córrego do Limoeiro. 3. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. I. Título.

**RODOLFO DURANTE SERRAGLIO**

**A BACIA DO CÓRREGO LIMOEIRO NA PERSPECTIVA DO ÍNDICE DE  
QUALIDADE DE ÁGUA PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – Área de concentração: **Ciências Ambientais.**

Presidente Prudente, 11 de Dezembro de 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. e Orientadora Maíra Rodrigues Uliana  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste  
Presidente Prudente - SP

---

Prof. Dr. Paulo Antonio da Silva  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste  
Presidente Prudente - SP

---

Prof. Dr. José Eduardo Gonçalves  
Centro Universitário de Maringá - Unicesumar  
Maringá - PR

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais e irmão, que nunca mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos, que sempre me fizeram acreditar em meus sonhos e me guiaram no caminho da honestidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir concluir esta tão sonhada etapa em minha vida, por me fortalecer diante das dificuldades com sabedoria e discernimento, por iluminar meu caminho e abençoar grandemente cada vitória alcançada e desafio superado. Sem Ele nada seria possível.

A minha orientadora Profa. Dra. Máira Rodrigues Uliana, por aceitar este desafio junto comigo, pelo apoio, orientação e ensinamentos que foram transmitidos ao longo desta trajetória, pela confiança desde o início, pela amizade e carinho.

Aos professores do PPGMADRE pelos ensinamentos e conhecimento transmitidos no decorrer das disciplinas.

Agradeço aos funcionários dos laboratórios e demais departamento da universidade por sempre me ajudarem com dedicação e comprometimento, especialmente ao Daniel Ângelo Macena, por não medir esforços para que minhas análises fossem realizadas da melhor forma possível.

A todos os amigos e amigas do PPGMADRE que direta ou indiretamente me auxiliaram durante as disciplinas ou no desenvolvimento do meu trabalho. Em especial a Marta Aparecida de Moura por todo apoio imensurável, diante das dificuldades.

A minha namorada Francielle por sonhar este sonho comigo, por sempre me apoiar e me compreender nos momentos de angústias, aflições, e principalmente por comemorar comigo as minhas conquistas.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização de mais uma etapa de aprendizado e realização.

*“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes.”*

**Isaac Newton**

## RESUMO

### **A bacia do córrego Limoeiro na perspectiva do índice de qualidade de água para proteção da vida aquática**

O referido trabalho científico tem por objetivo avaliar a qualidade dos recursos hídricos de acordo com o Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática - IVA, na Bacia do Córrego do Limoeiro, localizada nos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP. Metodologicamente o estudo conduziu-se pelas ações do Trabalho de Campo, definido os 5 (cinco) pontos estratégicos, com a realização de duas campanhas de coletas. Coletas: 01 (30 de Março de 2019 – período chuvoso) e 02 (21 de Agosto de 2019 – período seco), as amostras foram encaminhadas e analisadas pelo Laboratório de Química da UNOESTE. Os Resultados e as Discussões apresentam dados analíticos e comparativos dos resultados das amostras, em interpretação direta com a literatura científica e as condições observadas no objeto de estudo, ao qual constatou-se no Córrego do Limoeiro mediante o IVA, nos cinco pontos investigados e nos dois períodos que: no Período Chuvoso apresentou um coeficiente de ponderação de 4,1, considerado “Regular” e no Período Seco o índice de 7,7 interpretado como “Péssimo”. Em relação ao IVA, foram observados nos pontos de coleta condições impróprias para a manutenção da vida aquática, segundo os padrões apontados pelo índice e caracterizados pelas normas da CETESB, tais condições foram ocasionadas por possíveis atividades antrópicas, assim, o estudo evidencia que ação humana pode estar causando impactos ambientais nos pontos pesquisados.

**Palavras-Chave:** Córrego do Limoeiro. Água. Descarte. Poluição. IVA.

## ABSTRACT

### **The Limoeiro stream basin from the perspective of the water quality index for the protection of aquatic life**

This scientific work aims to evaluate the quality of water resources according to the Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática - IVA (Water Quality Index for The Protection of Aquatic Life), in the Limoeiro Stream Basin, located in the municipalities of Presidente Prudente and Álvares Machado, SP. The Problematic seeks to answer the question: Did the interferences of anthropic action near the Limoeiro Stream Basin cause any environmental impact and/or damage? Methodologically, the actions of the Field Work were conducted, defining the 5 (five) strategic points, with the realization of two collection campaigns. Collections: 01 (March 30th, 2019 - rainy season) and 02 (August 21st, 2019 - dry period), samples were sent and analyzed by the Chemistry Laboratory of UNOESTE. The Results and Discussions present analytical and comparative data of the samples results, in direct interpretation with the scientific literature and the object of study observed conditions, which was found in the Limoeiro Stream through IVA, in the five points investigated and in the two periods that: in the Rainy Season presented a weighting coefficient of 4.1, considered "Regular" and in the Dry Period the index of 7.7 interpreted as "Terrible". Regarding IVA, inappropriate conditions for the maintenance of aquatic life were observed at the collection points, according to the standards indicated by the index and characterized by CETESB standards, such conditions were caused by possible anthropic activities, thus, the study shows that human action caused environmental impacts in the researched points.

**Keywords:** Córrego do Limoeiro (Limoeiro Stream). Water. Disposal. Pollution. IVA (Water Quality Index for Protection of the Aquatic Life).

## LISTA DE SIGLAS

ABRH	– Associação Brasileira de Recursos Hídricos
ANA	– Agência Nacional de Águas
APHA	– American Public Health Association
APP	– Área de Preservação Permanente
BA	– Bahia
CBH - PP	– Comitê das Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema
CETESB	– Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	– Conselho Nacional do Meio Ambiente
DP	– Desvio Padrão
EF	– Estrada de Ferro
EMPRAPA	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	– Estação de Tratamento de Esgoto
FCT	– Faculdade de Ciências e Tecnologia
IAP	– Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público
IB	– Índice de Balneabilidade
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	– Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IET	– Índice de Estado Trófico
IPMCA	– Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática
IQA	– Índice de Qualidade de Água
ISTO	– Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas
IVA	– Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática
MA	– Maranhão
MG	– Minas Gerais
MMA	– Ministério do Meio Ambiente
MT	– Mato Grosso
OD	– Oxigênio Dissolvido
ODM	– Objetivos do Desenvolvimento do Milênio
OMS	– Organização Mundial da Saúde
PA	– Pará
PIB	– Produto Interno Bruto
PR	– Paraná
RBRH	– Revista Brasileira de Recursos Hídricos
RN	– Rio Grande do Norte

ROCA	– Repositório de Outras Coleções Abertas
RS	– Rio Grande do Sul
SABESP	– Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SC	– Santa Catarina
SP	– São Paulo
ST	– Substâncias Tóxicas
UFMG	– Universidade Federal de Campina Grande
UFPE	– Universidade Federal de Pernambuco
UFPI	– Universidade Federal do Piauí
UFPR	– Universidade Federal do Paraná
UFRGS	– Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSCAR	– Universidade Federal de São Carlos
UFSM	– Universidade Federal de Santa Maria
UFU	– Universidade Federal de Uberlândia
UFV	– Universidade Federal de Viçosa
UGRHI	– Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UHE	– Usina Hidrelétrica
UNB	– Universidade de Brasília
UNESC	– Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNESP	– Universidade Estadual Paulista – “José de Mesquita Filho”
UNIARP	– Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe
UNILESTE	– Centro Universitário do Leste de Minas Gerais
UNIOESTE	– Universidade do Oeste do Paraná
UNISA	– Universidade Santo Amaro
UNISUL	– Universidade do Sul de Santa Catarina
UNITAU	– Universidade de Taubaté
UNOESTE	– Universidade do Oeste Paulista
USP	– Universidade de São Paulo
UTFPR	– Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTM	– Universal Transversa Mercator
VE	– Variáveis Essenciais
VPM	– Valores Máximos Permitidos

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Indicadores de Qualidade da Água de acordo com a CETESB.....	38
Quadro 02 -	Classificação do Estado Trófico dos Cursos D'Água .....	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Localização de Presidente Prudente no Estado de São Paulo.....	20
Figura 02 -	Mapa Geomorfológico do município de Presidente Prudente - SP.....	23
Figura 03 -	Mapa das principais Classes de Solos encontradas no município de Presidente Prudente - SP.....	25
Figura 04 -	Modelagem das Ilhas de Calor Urbana de Presidente Prudente – 30/06/2014 – 21h (A – Centro Comercial; B – Condomínios Fechados; C, D, E – Bairros Populares).....	27
Figura 05 -	Mapa dos rios e afluentes que compõe a rede hidrográfica de Presidente Prudente - SP.....	29
Figura 06 -	Mapa de Localização da Sub-bacia hidrográfica do Córrego do Limoeiro, Pontal do Paranapanema – SP.....	31
Figura 07 -	Sub-bacia hidrográfica do Córrego do Limoeiro, Pontal do Paranapanema – SP.....	33
Figura 08 -	Mapa de Localização dos Pontos da Bacia do Córrego do Limoeiro.....	56
Figura 09 -	Localização Geográfica do Ponto 01 próximo a nascente do Córrego.....	57
Figura 10 -	Local de Coleta do Ponto 01.....	57
Figura 11 -	Falta de Vegetação e Processo Erosivo avançado na nascente do Córrego.....	58
Figura 12 -	Localização Geográfica do Ponto 02 no Balneário da Amizade..	59
Figura 13 -	Local de coleta do Ponto 02.....	59
Figura 14 -	Localização Geográfica do Ponto 03 – Campus II – UNOESTE..	60
Figura 15 -	Local de coleta do Ponto 03.....	60
Figura 16 -	Localização Geográfica do Ponto 04, após a ETE Limoeiro.....	61
Figura 17 -	Local de Coleta do Ponto 04.....	61
Figura 18 -	Localização Geográfica do Ponto 05, próximo à Ponte da Estrada Vereador José Molina.....	62
Figura 19 -	Local de Coleta do Ponto 05.....	63

Figura 20 -	Mapa do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Limoeiro.....	65
Figura 21 -	Determinação da Concentração do Oxigênio Dissolvido nos Períodos da Coleta.....	71
Figura 22 -	Determinação da Concentração da Clorofila <i>a</i> nos Períodos da Coleta.....	75
Figura 23 -	Determinação da Concentração de Fósforo nos Períodos da Coleta.....	77
Figura 24 -	Determinação da Concentração de Sufactantes nos Períodos da Coleta.....	79
Figura 25 -	Determinação da Concentração de Fenóis nos Períodos da Coleta.....	81
Figura 26 -	Determinação da Concentração de Cobre nos Períodos da Coleta.....	84
Figura 27 -	Determinação da Concentração de Zinco nos Períodos da Coleta.....	86
Figura 28 -	Determinação da Concentração de Cádmiio nos Períodos da Coleta.....	87
Figura 29 -	Determinação da Concentração de Chumbo nos Períodos da Coleta.....	89
Figura 30 -	Determinação da Concentração de Cromo nos Períodos da Coleta.....	91
Figura 31 -	Determinação da Concentração de Níquel nos Períodos da Coleta.....	93
Figura 32 -	Mapa de Monitoramento da UGRHI 22 (Rio Santo Anastácio – STAN 04400).....	107

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Graus de Ponderação do IVA.....	39
Tabela 02 -	Variáveis componentes do IPMCA.....	41
Tabela 03 -	Graus de Ponderação do IPMCA.....	42
Tabela 04 -	Classificação do Estado Trófico para rios segundo Índice de Carlson Modificado.....	45
Tabela 05 -	Classificação do Índice de Estado Trófico.....	46
Tabela 06 -	Dados Pluviométricos registrados durante o Período Seco e Chuvoso de 2019.....	66
Tabela 07 -	Parâmetros Analisados e Valores Máximos permitidos para Corpos d'água de Classe 3.....	69
Tabela 08 -	Análise dos Parâmetros físico-químicos período chuvoso.....	70
Tabela 09 -	Análise dos Parâmetros físico-químicos período seco.....	70
Tabela 10 -	Cálculo do IPMCA do Córrego Limoeiro no Período Chuvoso.....	98
Tabela 11 -	Cálculo do IPMCA do Córrego Limoeiro no Período Seco	100
Tabela 12 -	Cálculo do IET do Córrego Limoeiro no Período Chuvoso.....	102
Tabela 13 -	Cálculo do IET do Córrego Limoeiro no Período Seco.....	103
Tabela 14 -	Cálculo do IVA do Córrego Limoeiro no Período Chuvoso.....	105
Tabela 15 -	Cálculo do IVA do Córrego Limoeiro no Período Seco.....	105
Tabela 16 -	Histórico do IVA da UGRHI 22, Rio Santo Anastácio.....	109

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Localização e Descrição do município de Presidente Prudente – SP .</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Relevo.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Solo.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4</b>	<b>Clima.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5</b>	<b>Hidrografia .....</b>	<b>28</b>
<b>2.6</b>	<b>Bacia Hidrográfica do Córrego Limoeiro .....</b>	<b>30</b>
<b>3</b>	<b>QUALIDADE DA ÁGUA NO BRASIL.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Qualidade da Água.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Crítérios de Análise da Qualidade da Água .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Índices de Caracterização da Qualidade da Água .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.1.1</b>	<b>Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática – IVA.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.1.2</b>	<b>Detalhamento dos Parâmetros da Água analisados pelo IVA.....</b>	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Períodos e Procedimentos das Coletas .....</b>	<b>53</b>
<b>4.2</b>	<b>Definição e Caracterização dos Pontos Amostrais .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Métodos Analíticos Utilizados.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3</b>	<b>Pontos de Coleta .....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Ponto de Coleta 01 – P. 01 .....</b>	<b>57</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Ponto de Coleta 02 – P.02 .....</b>	<b>58</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Ponto de Coleta 03 – P.03 .....</b>	<b>59</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Ponto de Coleta 04 – P.04 .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Ponto de Coleta 05 – P.05 .....</b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Períodos e Características dos Locais de Coleta.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Períodos da Coleta.....</b>	<b>66</b>
<b>5.2</b>	<b>Análises Físico-químicas.....</b>	<b>68</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Análise dos Parâmetros nos Períodos de Coleta .....</b>	<b>69</b>
<b>5.2.1.1</b>	<b>Oxigênio Dissolvido.....</b>	<b>71</b>
<b>5.2.1.2</b>	<b>pH.....</b>	<b>73</b>

5.2.1.3	Clorofila a .....	75
5.2.1.4	Fósforo .....	76
5.2.1.5	Surfactantes .....	78
5.2.1.6	Fenóis.....	80
5.2.1.7	Metais Tóxicos .....	82
5.2.1.7.1	Cobre.....	83
5.2.1.7.2	Zinco.....	85
5.2.1.7.3	Cádmio .....	86
5.2.1.7.4	Chumbo.....	88
5.2.1.7.5	Cromo.....	91
5.2.1.7.6	Níquel .....	93
<b>5.3</b>	<b>Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática – IVA..</b>	<b>95</b>
5.3.1	Cálculo do IPMCA - Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática .....	96
5.3.2	Cálculo do IET - Índice de Estado Trófico .....	101
5.3.3	Cálculo do IVA – Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática.....	104
5.3.4	Discussão dos Resultados .....	106
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>111</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>113</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De todos os recursos naturais a “Água” é primordial para manter a sobrevivência da Humanidade e de todos os seres vivos, bem como para assegurar a produção agrícola, manejo de animais, indústrias, siderúrgicas e entre todas as relações de produção, comercialização, prestação de serviços que representam os aspectos econômicos.

Legitimando tal concepção Shubo (2003, p.1) descreve:

A água, um recurso indispensável para a sobrevivência humana e de todas as espécies vivas, além de ser um importante insumo para a grande maioria das atividades econômicas, nomeadamente da agricultura e da indústria, exerce uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, especialmente, ao tanger as áreas do abastecimento de água e da coleta e tratamento de esgotos, que têm forte impacto sobre a saúde pública.

Logicamente a qualidade da água e sua potabilidade influem diretamente na saúde dos seus consumidores. No Brasil, os atuais números de assistidos (população urbana) com água potável, de acordo com o IV Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM, “*o percentual da população urbana com abastecimento de água com canalização interna proveniente de rede geral passou de 82,3%, em 1992, para 91,6%, em 2008*”. O número 7 dos ODM refere-se à Garantia da Sustentabilidade Ambiental, e tem por objetivo “*reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura e esgotamento sanitário*”; assim, conforme o Relatório Nacional, o Brasil já atingiu a referida meta (DANIEL; CABRAL, 2011, p.488, grifo nosso).

Neste cenário de análises da qualidade das águas no Brasil, este estudo encaixa-se e tem sua relevância, quando dedica-se a pesquisar a qualidade dos recursos hídricos conforme o Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática – IVA, no Objeto de Estudo: Bacia do Córrego do Limoeiro, localizado entre os municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, ambos situados no Estado de São Paulo.

A problemática que envolve este estudo está pautada pelos *Questionamentos*: Como estão os níveis, índices e percentuais que medem a qualidade dos recursos hídricos do objeto de estudo? As interferências da ação

antrópica próximas a Bacia do Córrego do Limoeiro ocasionaram impacto e/ou dano ambiental? Das áreas analisadas, existem diferenças na qualidade da água?

As demandas básicas deste estudo são emanadas mediante seu “*Objetivo Geral*”, definido por: Avaliar a qualidade da água, de acordo com o índice de qualidade de água para proteção da vida aquática (IVA), na bacia do Córrego do Limoeiro situada nos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP.

Mas, a composição desta pesquisa necessita primordialmente dar respostas aos “*Objetivos Específicos*” que garantem o delinear interpretativo, seguindo os critérios acadêmicos e científicos, nos quais, determinam-se por:

- Coletar água em cinco pontos na bacia do Córrego Limoeiro nos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP e analisa-los através do IVA;
- Comparar os resultados obtidos com os limites da Resolução CONAMA 357/05 para cursos hídricos de classe 3;
- Investigar o potencial impacto das fontes de contaminações e poluições identificadas.

A *Metodologia* utilizada na condução deste estudo foi determinada em 2 (duas) partes: o *Levantamento Bibliográfico*: com a revisão literária de estudos de cunho acadêmico/científico nas Bases de Dados: Google Livros, Google Acadêmico, Periódicos da CAPES, Fiocruz, Pubmed, Elsevier, Scielo e ResearchGate e o *Trabalho de Campo*: com a coleta das amostras de água dos 5 (cinco) pontos escolhidos.

Inicialmente a escrita foi alicerçada na Pesquisa Bibliográfica, usando as fontes: livros, artigos, pesquisas, revistas, periódicos, sites, Monografias, Dissertações, Teses e papers shorts. A busca foi ordenada pelos descritores (palavras-chaves): Qualidade da Água, Índice da Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática – IVA, Córrego do Limoeiro, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, entre outros termos que foram pesquisados em sites nacionais e internacionais, nas línguas: Portuguesa e Inglesa.

O Trabalho de Campo foi planejado conforme as definições: Escolha de 5 (cinco) pontos, numerados de 1 a 5, conforme o fluxo hídrico do objeto de estudo e trajeto para as campanhas de coleta, obedecendo como regra o menor tempo de acesso de um ponto ao outro. As coletas ocorreram nos dias: 30 de Março de 2019 (período chuvoso – coleta 01) e 20 de Agosto de 2019 (período seco – coleta 02).

As amostras foram armazenadas em refrigerador a 4°C até a execução das análises no Laboratório de Análises Químicas da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.

Na construção do estudo foram idealizados 6 (seis) capítulos, dos quais definem-se por: *Capítulo 1 – Introdução*: uma descrição clara, direta e sucinta dos dados que envolvem toda a temática da Dissertação. No *Capítulo 2 – Caracterização do Objeto de Estudo*: configuração da localização geográfica da Bacia do Córrego do Limoeiro, sua respectiva caracterização, analisando os aspectos: Relevo, Solo, Clima e Hidrografia. O *Capítulo 3 – Qualidade da Água no Brasil*: são discutidos os parâmetros legais, que constituem as regras, normas e diretrizes do tratamento da água, mencionando as agências reguladoras e fiscalizadoras. No *Capítulo 4 – Procedimentos Metodológicos da Pesquisa*: informações sobre toda a estratégia metodológica, área de estudos e dados da coleta. Já o *Capítulo 5 – Resultados e Discussões*: apresenta todos os dados numéricos, estatísticos, analíticos e comparativos dos resultados das amostras, em interpretação direta com a literatura científica, as condições apresentadas no objeto de estudo, assim como as discussões com a literatura e legislação pertinente.

Este estudo tem sua importância por relacionar os índices da qualidade da água e da vida aquática encontrados e/ou observados na Bacia do Córrego do Limoeiro, com as possíveis ações antrópicas, ou seja, compreender como o homem em suas atividades econômicas interfere diretamente na biodiversidade do local estudado.

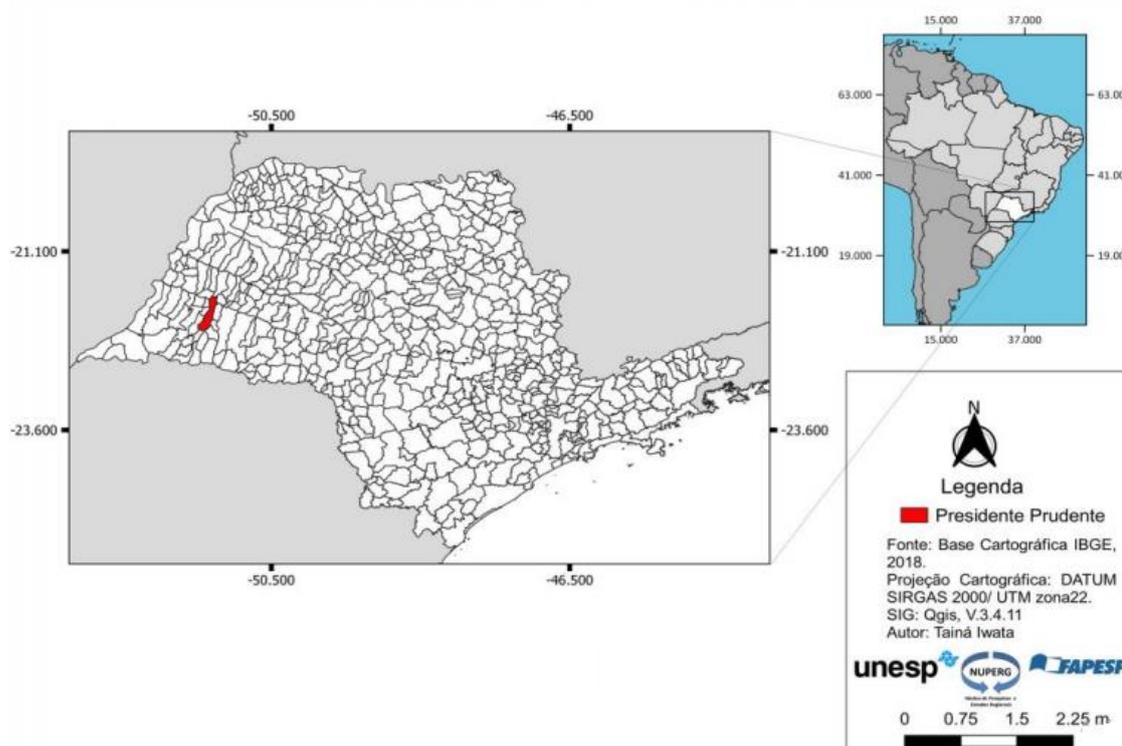
## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo discute sobre as particularidades: características físicas e geográficas do local definido como área de estudo. Assim, a finalidade deste é contextualizar o ambiente investigado, para, de forma geral, possibilitar um melhor entendimento das características próprias da bacia hidrográfica do Córrego Limoeiro, considerada neste como nosso Objeto de Estudo.

### 2.1 Localização e Descrição do município de Presidente Prudente – SP

Presidente Prudente é um município brasileiro de médio porte, conta com uma população urbana de aproximadamente 203.370 habitantes e rurais 4.255, perfazendo um total de 207.625 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), mas, a estimativa da população absoluta para o ano de 2020 é de 230.371 habitantes (IBGE, 2020). A Figura 01 representa a localização geográfica do município de Presidente Prudente – SP.

Figura 01 - Localização de Presidente Prudente no Estado de São Paulo.



Fonte: Iwata (2019).

O município possui uma área territorial de 563 km<sup>2</sup> e está localizado no Extremo Oeste do Estado de São Paulo, sob a localização geográfica, paralelo 22°07'57"S e o meridiano 51°22'57"W (FUSHIMI *et al.*, 2012, p. 46).

De acordo com a Prefeitura Municipal de Presidente Prudente (2020, grifo nosso), o município limita-se ao norte com: *Flora Rica, Florida Paulista e Martinópolis*; ao sul com *Pirapozinho e Regente Feijó*; ao leste com *Caiabú* e a oeste com *Alfredo Marcondes, Álvares Machado e Santo Expedito*.

O município de Presidente Prudente iniciou seu processo de expansão e formação econômica no final do século XIX, a partir da chegada da ferrovia, exclusivamente para o escoamento da produção de café (IWATA, 2019; SILVA *et al.*, 2016).

Leite (1998, p.36) comprova que no Pontal do Paranapanema, os trilhos da ferrovia (neste trecho denominada Sorocabana) eram margeados pelas as lavouras de café: “Reconhecido o território, aberta a estrada boadeira e instalados os trilhos de E. F. Sorocabana, avoluma-se a procura das terras para o plantio de café. Em consequência, surgem os municípios e seus distritos de paz”

Reforçando a credibilidade aos expostos Moura e Arana (2019, p.213, grifo nosso) descreve:

Aplicando as ideias de Monbeig na formação dos municípios no Pontal do Paranapanema, Sobreiro Filho (2012) relata que o acesso à região do Pontal do Paranapanema foi facilitando com a abertura, implantação e construção da Estrada de Ferro denominada Sorocabana, esta promoveu a territorialização da grilagem, ou seja, influenciou diretamente no processo corrupto de apropriação indevida de terras, com documentos (escrituras de posse, de compra, de venda, de doação, etc.), falsos, modificados e/ou fraudados. Portanto, surgem novas e pequenas cidades em volta da ferrovia, tais como podemos citar: *Presidente Prudente em 1917*, *Presidente Bernardes em 1919*, *Santo Anastácio em 1920*, *Presidente Venceslau em 1921* e *Presidente Epitácio em 1922*.

Com o surgimento das indústrias de transformação de produtos agrícolas, Presidente Prudente, foi inserida no ciclo industrial estadual paulista, sendo a indústria responsável por favorecer a economia local ao longo dos anos. Atualmente, a agropecuária, a indústria e os serviços compõem a economia do município (IWATA, 2019; SILVA *et al.*, 2016).

Oliveira (2019) enfatiza que Presidente Prudente é uma cidade média do Oeste do Estado de São Paulo, que concentra uma gama extensa de serviços em diversos setores, que atraem populações de cidades vizinhas e também, municípios localizados em outros estados, tais como Mato Grosso do Sul e do

Paraná. Dentre os serviços ofertados pelo município merecem destaque: educação superior, serviços de saúde, grandes varejistas (hipermercados), entre outros.

Economicamente o município possui uma renda *Per Capita* de R\$ 34.655,21, ocupando o 848º lugar no Brasil no Ranking do PIB per capita e 177º lugar no Estado de São Paulo (IBGE, 2017; 2015; 2010). Outro índice que permite comparar o município perante a realidade econômica brasileira é o IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, atribuído a Presidente Prudente 0,806 (o índice médio dos municípios brasileiros é de 0,778).

Honda *et al.* (2015) ressalta que a ocupação do solo urbano e a expansão do território de Presidente Prudente – SP foi estabelecida em função do histórico econômico, social e político da região, não existindo nenhuma ação de planejamento urbano ou cuidado com o meio ambiente.

Santos e Barbosa (2013) ao analisar os aspectos biogeográficos do Córrego do Limoeiro, observaram que o avanço da malha urbana em direção ao córrego foi um dos principais problemas relacionados à sua deterioração, tendo em vista que o mesmo é um divisor natural entre as cidades de Presidente Prudente e Álvares Machado, que se expandem em sua direção.

De acordo com Gomes *et al.* (2020) áreas urbanas afetam a qualidade da água por fontes de poluição difusa. Este mesmo autor considera que 28% da bacia hidrográfica do Córrego Limoeiro é formada por áreas urbanas, concentrando-se no perímetro urbano de Presidente Prudente, SP, e Álvares Machado, SP.

Para melhor compreendermos as características intrínsecas do Objeto de Estudo, devemos prioritariamente pesquisar os aspectos que o compõe a área investigada analisando: Relevo, Solo, Clima e Hidrografia (do município de Presidente Prudente) e por sequência a Bacia do Córrego Limoeiro.

## **2.2 Relevo**

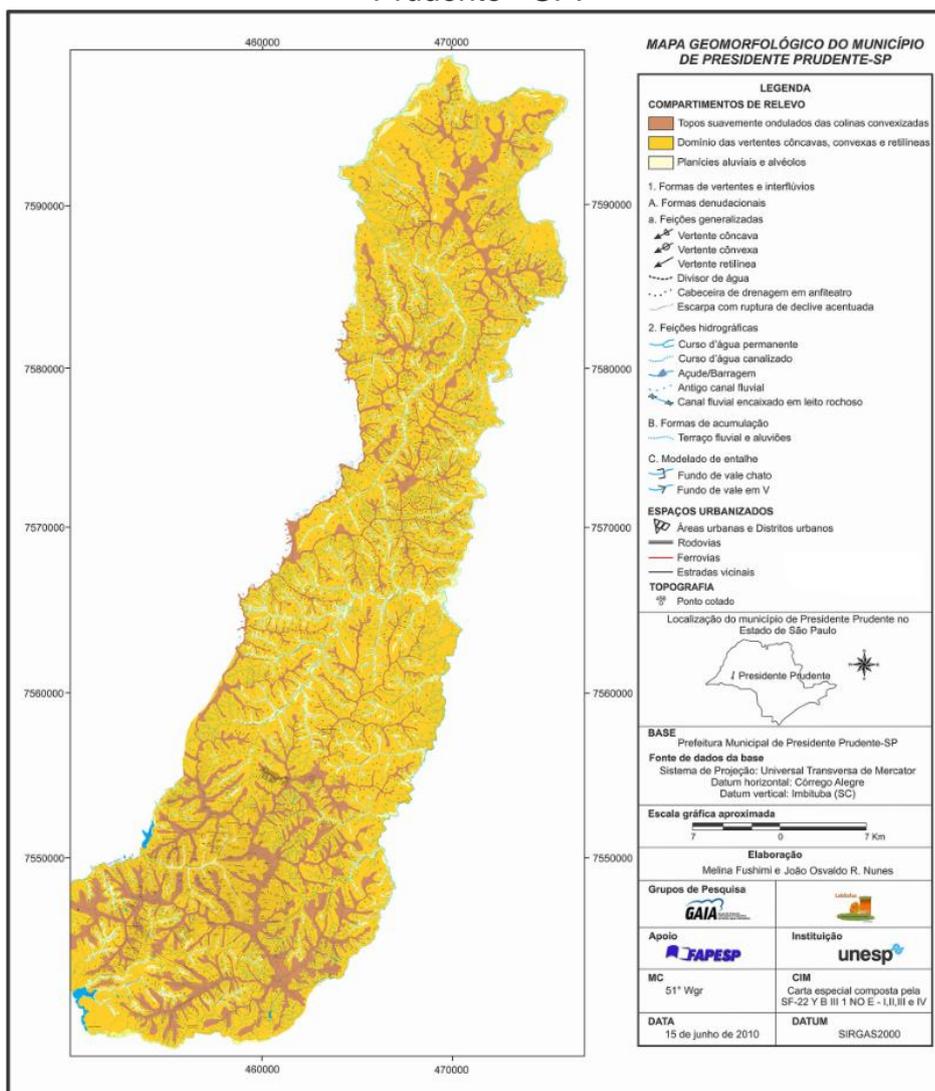
Com uma altitude média de 472 m acima do nível do mar (AMORIM, 2000, p. 45), o relevo do município de Presidente Prudente caracteriza-se por colinas pouco extensas e topos curtos e ondulados (vertentes convexas com declividades variando entre 5 a 15%), bem como colinas amplas de topos suavemente ondulados (topos achatados com vertentes pouco íngremes, variando entre 2 a 5%) (FUSHIMI *et al.*, 2012).

Definindo a localização das áreas com maior declividade no município de Presidente Prudente, Cardoso e Amorim (2014, p.43 *apud* AMORIM, 2000, p.45) colocam:

As colinas amplas estão presentes na porção norte do município, nas margens do Rio do Peixe, e “as colinas médias são observadas na extremidade sul onde se encontra o córrego do Cedro e os morrotes e espigões, predominantes no município abrangente cerca de 80% de seu território”.

Para Nunes *et al.* (2006, p. 06) a maior predominância são as colinas médias e baixas, com variação de altitudes entre 300 a 600 m com declividades médias alternando-se entre 10% a 20%. A Figura 02 caracteriza o perfil geomorfológico da área urbana e adjacências de Presidente Prudente - SP.

Figura 02 - Mapa Geomorfológico do município de Presidente Prudente - SP.



Fonte: Fushimi *et al.* (2012).

Miyazaki e Nunes (2018) ao reportarem as características do relevo de Presidente Prudente, em relação à Figura 02, fazem referência aos locais definidos por colinas suavemente onduladas, que podem ser identificados por espigões divisores de água, os topos com espessuras maiores formam o espigão principal que divide as águas pluviais para as bacias hidrográficas. Os topos mais estreitos são considerados como ramificações dos afluentes dos principais rios.

Quando observado o domínio das vertentes verifica-se que as côncavas tendem a concentrar águas pluviais, contribuindo para o abastecimento dos aquíferos, já as convexas apresentam a tendência para o escoamento superficial, influenciando na formação de erosões naturais que esculturam o relevo (MIYAZAKI; NUNES, 2018).

De acordo com Soares (2015) a bacia do Córrego Limoeiro apresenta o relevo com topos suavemente ondulados, com o domínio de vertentes côncavas-convexas retilíneas, neste tipo de relevo predominam-se os escoamentos superficiais difusos podendo causar erosões lineares, além das planícies aluviais presentes nas margens dos cursos hídricos, caracterizadas pela deposição de sedimentos trazidos pelas águas de escoamento superficial.

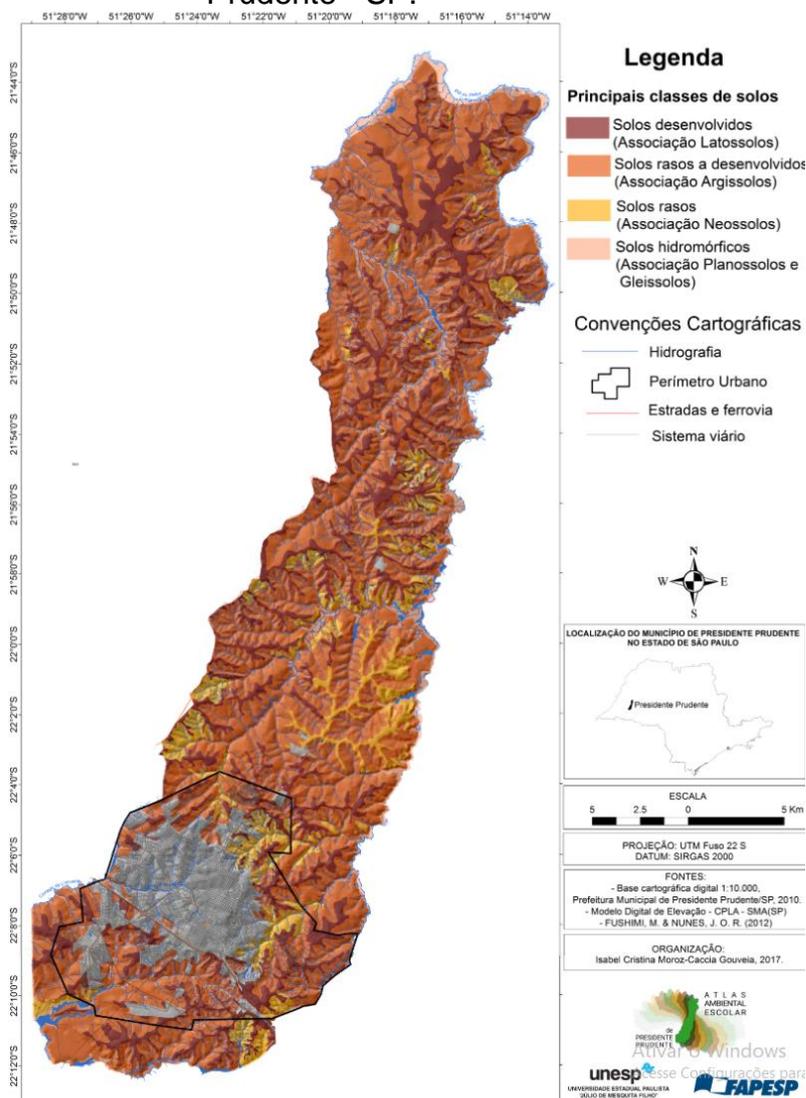
Soares (2015) enfatiza ainda que o Córrego do Limoeiro apresenta baixa variação em relação à altitude ao longo de sua extensão, em torno de 400 m. Segundo o autor, a altitude é um fator importante que permite a caracterização física da bacia hidrográfica, visto que, locais com elevada declividade podem reduzir a infiltração da água no solo possibilitando os processos erosivos pluviais e fluviais, além disto, a declividade pode relacionar-se com a velocidade de escoamento dos córregos e ao transporte de sedimentos.

### **2.3 Solo**

Para Nunes *et al.* (2006) os solos identificados nos setores leste e nordeste do município de Presidente Prudente são predominantemente os Argissolos Vermelhos-Amarelos e os Neossolos Rególicos de pouca profundidade, já no setor oeste predominam-se os Latossolos Vermelhos profundos e bem drenados. Fushimi *et al.* (2012), de forma geral, caracterizam que os solos com maior predominância neste município são os Argissolos Vermelhos e os Latossolos Vermelhos, formações estas ocorridas em rochas areníticas do Grupo Bauru. A

Figura 03 apresenta as principais classes de solos presentes no município de Presidente Prudente.

Figura 03 - Mapa das principais Classes de Solos encontradas no município de Presidente Prudente - SP.



Fonte: Fushimi *et al.* (2012).

Os Latossolos são solos usualmente encontrados em locais que apresentam relevos desde suaves ondulados a fortes ondulados, são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico instantaneamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A. Estes solos possuem profundidade variável, apresentam considerável teor de argila em profundidade e a transição entre os horizontes A e B pode ocorrer de forma abrupta ou gradual (SANTOS *et al.*, 2018).

Fushimi *et al.* (2012) enfatiza ainda que os Latossolos apresentam porosidade acentuada, com valores entre 50 a 60%, o que lhes conferem boa característica drenante. Já, os Argissolos são mais suscetíveis a processos erosivos quando apresentam mudança textural repentina entre o horizonte A ou E e o horizonte B.

Os Argissolos, normalmente de cores avermelhadas ou amareladas, apresentam profundidades variáveis e sua textura pode variar entre arenosa e argilosa (horizonte A) e de média a muito argilosa (horizonte B). A este tipo de solo também é atribuído características desde fortes a imperfeitamente drenantes, visto que, a maior parte dos Argissolos apresenta um evidente incremento de teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B (SANTOS *et al.*, 2018b).

Ridente Júnior (2000) classifica que a associação dos Latossolos Vermelho-Amarelo, no Córrego Limoeiro, ocorre em regiões de baixadas nos trechos de jusante da bacia hidrográfica ou em topo de colinas suaves.

Nunes (2005 *apud* PONTES, 2009, p.66) também evidencia que os solos predominantes no Córrego Limoeiro são os Latossolos, com profundidade extensa e boas características drenantes. Estas configurações podem propiciar o desenvolvimento de processos erosivos e conseqüentemente comprometer a qualidade da água, visto que, o transporte de solo para o leito do córrego pode acarretar o assoreamento do seu curso principal, diminuindo sua vazão e conseqüentemente a sua capacidade de autodepuração.

## 2.4 Clima

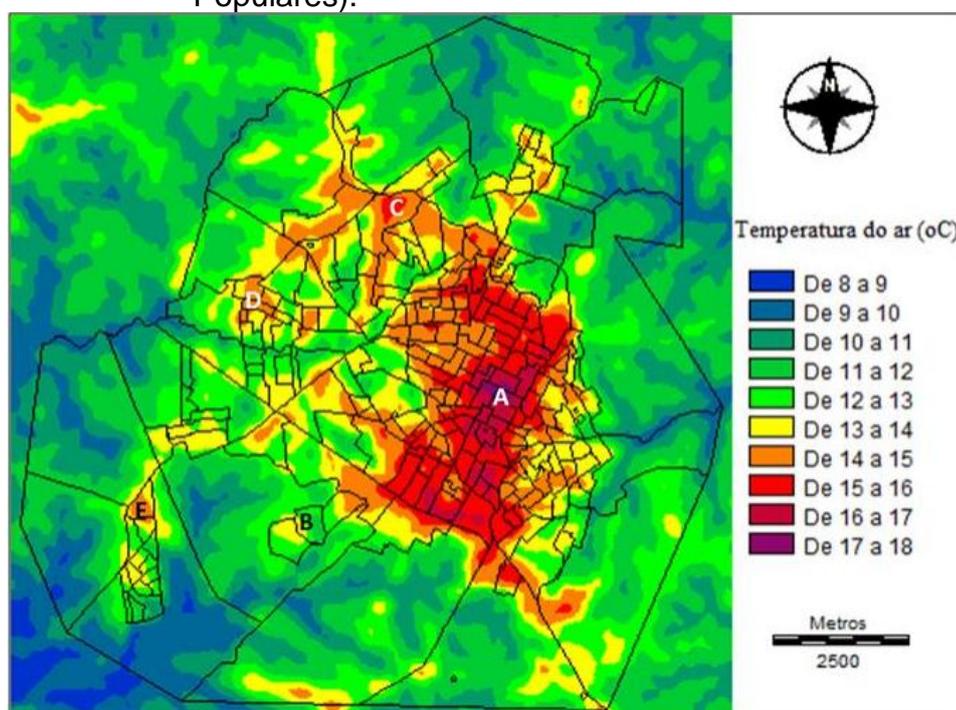
De acordo com Sant' Anna Neto; Tommaselli (2009 *apud* CARDOSO; AMORIM, 2014, p.43), Presidente Prudente possui as características climáticas durante o ano:

A cidade de Presidente Prudente localiza-se sob um regime de clima tropical, numa área de transição climática, sofrendo a atuação da maioria dos sistemas atmosféricos presentes na América do Sul. Enquanto os sistemas tropicais lhe conferem elevadas temperaturas de primavera e verão, os sistemas extratropicais ocasionam episódios de invasão das frentes frias e do ar polar no outono e inverno, provocando baixas temperaturas (SANT'ANNA NETO; TOMMASELLI, 2009 *apud* CARDOSO, 2014, p.43).

Com um clima predominantemente tropical, Presidente Prudente possui duas estações bem definidas, o verão/outono, com temperaturas médias das máximas entre 27°C e 29°C (sensação térmica mais quente) e elevados índices pluviométricos com volumes entre 150 e 200 mm mensais e invernos mais brandos, menores volumes de chuvas (médias entre 20 e 50 mm) e temperaturas entre 16°C e 18°C (AMORIM; MONTEIRO, 2011).

Deste modo, a sazonalidade climática de Presidente Prudente define-se em um período quente e chuvoso, compreendidos entre os meses de outubro e março e outro mais ameno e seco, entre abril e setembro (AMORIM; CARDOSO, 2015). A Figura 04 apresenta o mapa com as principais temperaturas no perímetro urbano de Presidente Prudente – SP.

Figura 04 - Modelagem das Ilhas de Calor Urbana de Presidente Prudente – 30/06/2014 – 21h (A – Centro Comercial; B – Condomínios Fechados; C, D, E – Bairros Populares).



Fonte: AMORIM; CARDOSO (2015, p. 42).

Para Amorim *et al.* (2015) o relevo do município tem papel fundamental na distribuição das temperaturas, especificamente por se tratar da atuação das massas polares, visto que, as menores temperaturas são identificadas nos fundos de vale, principalmente em locais com cobertura vegetal arbórea. Entretanto, é possível observar através da Figura 4, que os efeitos dos fundos de vale podem ser

minimizados em locais com alta densidade de construções e pequena quantidade de cobertura vegetal arbórea, onde as temperaturas são superiores quando comparadas aos locais afastados do centro urbano. De acordo com Soares (2015) compreender o clima é de suma importância para o planejamento do uso e da ocupação do solo de uma bacia hidrográfica.

Gomes *et al.* (2020) ao analisar a qualidade da água do Córrego Limoeiro, observou que no verão houve uma melhoria na vegetação arbórea no local de estudos, isto em função do aumento da quantidade de chuvas. Entretanto, na primavera, como o volume precipitado foi menor, este fator influenciou na redução da qualidade da vegetação, além disto, neste mesmo período verificou-se também maior quantidade de áreas com solos nus, devido a rotação de culturas das atividades agrícolas.

## 2.5 Hidrografia

O relevo do município Presidente Prudente apresenta uma subdivisão distinta entre seus pontos cardeais, desta forma a cidade encontra-se localizada sobre um divisor de águas das bacias hidrográficas do rio do Peixe e Paranapanema, norte e sul respectivamente, e a bacia do rio Santo Anastácio ao sudoeste.

O rio do Peixe possui aproximadamente 380 Km de extensão desde sua nascente localizada na cidade de Marília - SP até sua foz com o rio Paraná no município de Rosana - SP (MORAIS; ROCHA, 2016). Segundo Rodrigues *et al.* (2019) existe uma alta demanda dos recursos hídricos dos rios do Peixe e Santo Anastácio para o abastecimento público do município de Presidente Prudente - SP.

De acordo com Silva *et al.* (2016) a bacia do rio Santo Anastácio possui uma área de 198,30 Km<sup>2</sup>, está inserida na UGRHI - 22. Por décadas foi responsável por todo o abastecimento de Presidente Prudente, considerada uma das bacias mais importantes do oeste paulista. Em razão da poluição e da escassez de suas águas, atualmente é responsável por apenas 30% do abastecimento público de água para a cidade.

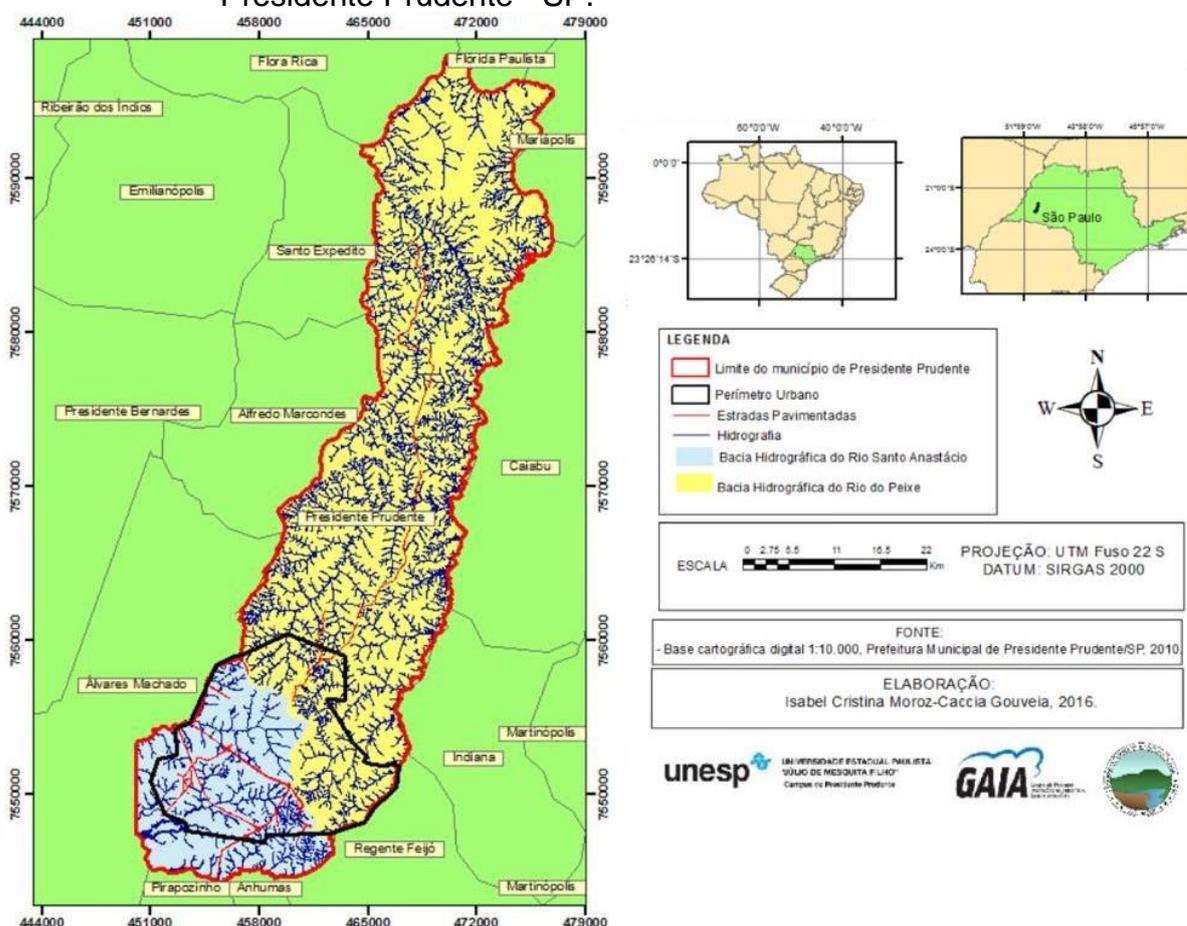
Amorim (2002, p.167 *apud* SANTOS; BARBOSA, 2013, p.72) definem os afluentes dos principais rios do município estudado:

A hidrografia do sítio urbano é formada por pequenos cursos d'água formadores dos córregos do Cedro e Limoeiro, ambos afluentes do Santo

Anastácio, e os córregos do Gramado e Cascata que são formadores do rio Mandaguari, o qual por sua vez, é afluente do rio do Peixe, localizado no setor leste-nordeste da cidade.

Analisando a Figura 05, é possível verificar os cursos d'água que compõem a rede hidrográfica do município de Presidente Prudente. Dentre estes, Teodoro e Nunes (2010, p. 86) destacam que a hidrografia do município é formada por pequenos cursos d'água, como o córrego do Veado e o córrego do Botafogo, sendo estes, responsáveis pela formação da bacia do Córrego Limoeiro e do Cedro, respectivamente.

Figura 05 - Mapa dos rios e afluentes que compõe a rede hidrográfica de Presidente Prudente - SP.



Fonte: Moroz *et al.* (2016).

Observa-se através da Figura 05 que as bacias que constituem a hidrografia de Presidente Prudente são: bacia hidrográfica do Rio do Peixe, representando a maior parcela deste município, e a bacia do rio Santo Anastácio, que em sua grande maioria apresenta-se no perímetro urbano. Nesta última está inserido o Córrego Limoeiro, denominado também como bacia hidrográfica, um

significativo curso d'água que já foi responsável pelo abastecimento público de Presidente Prudente.

## **2.6 Bacia Hidrográfica do Córrego Limoeiro**

A elevada quantidade de impactos negativos que estão ocorrendo sobre os recursos hídricos, seja no ambiente urbano ou rural, tem exigido da sociedade o empenho em desenvolver estratégias que visem melhorias em sua qualidade. Quando de alguma forma alteram-se a harmonia entre os fatores que influenciam uma bacia hidrográfica, sejam eles físicos ou antrópicos, modificam-se as características físicas, químicas e biológicas da água provocando assim a deterioração da sua qualidade (FIGUR; REIS, 2017, p.353).

Assim, para manter a qualidade dos recursos hídricos é necessário estabelecer efetivo programa de gestão das águas, ou seja, fixar um conjunto de procedimentos organizados, com o intuito de solucionar os problemas referentes ao uso e ao controle dos recursos hídricos, objetivando atender a demanda de fornecimento de água para sociedade, a partir de uma disponibilidade limitada (observando as limitações econômicas e ambientais e respeitando os princípios de justiça) (MEZOMO, 2008).

Ainda, de acordo com Mezomo (2008) a gestão dos recursos hídricos é constituída basicamente pela bacia hidrográfica, que se concebe em uma área drenada, parcial ou total, por um ou vários cursos d'água.

De acordo com Tucci (1997) as bacias hidrográficas são áreas de captação natural das águas pluviais que direcionam o escoamento para um único ponto de saída. As águas de precipitação são conduzidas por redes de drenagem, normalmente formadas por cursos d'água, que convergem para um leito principal.

O conceito de bacia hidrográfica aplicado nesta pesquisa será o mesmo determinado pelos autores/pesquisadores: Kosoy *et al.* (2007); Habersack *et al.* (2016), Schmitt *et al.* (2016) e Lorenzon *et al.* (2018), os quais definem que “a bacia hidrográfica é considerada uma unidade territorial de gestão dos recursos hídricos”.

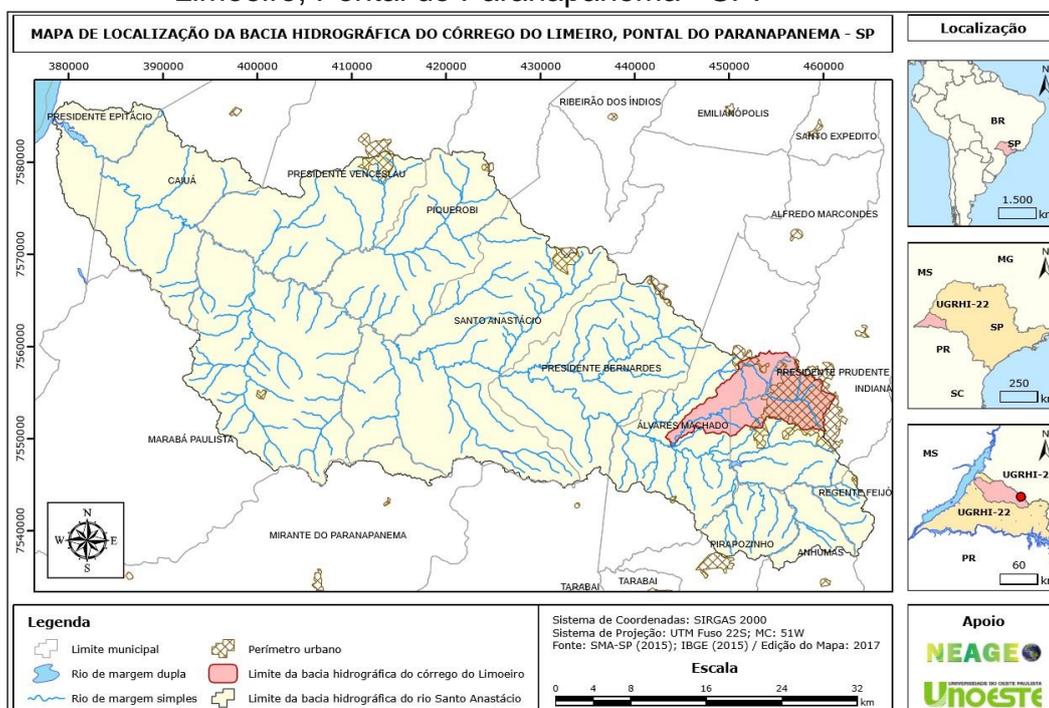
As atividades desenvolvidas em uma determinada área de bacia podem contribuir para a degradação de suas águas superficiais (SOUZA *et al.*, 2010). Para Amâncio *et al.* (2018) inúmeras podem ser as causas de contaminação das águas, destacam-se os resíduos químicos, despejo de lixo, infiltrações nos solos por

produtos químicos utilizados pela agricultura, esgotos domésticos e industriais sem o adequado tratamento, dentre muitos outros. Quando existe uma acentuada degradação dos recursos hídricos, seja através de ações antrópicas ou fenômenos naturais, por consequência ocorrem a diminuição em seus índices de qualidade.

Os impactos causados pela introdução de poluentes no meio aquático dependem dos aspectos peculiares que compõe a biodiversidade local e do agente poluente introduzido neste, do caminho que esse poluente percorre no meio e do uso que se faz do grupo de água. Os poluentes podem ser lançados no meio aquático de forma pontual ou difusa. As cargas pontuais são facilmente identificadas, tendo seu controle mais eficiente e rápido. Já, as cargas difusas não têm um ponto específico, pois, ocorrem ao longo da margem dos rios, ou por não serem geradas em um ponto específico (BRAGA *et al.*, 2005).

Segundo Sperling (1996) os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser analisados de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas, que podem ser traduzidas como parâmetros de qualidade da água.

Figura 06 - Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do Córrego do Limeiro, Pontal do Paranapanema - SP.



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente – SP e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015 *apud* GOMES, 2018).

Essa condição de poluição torna-se ainda mais grave devido à ocupação desordenada das bacias hidrográficas, sendo os mananciais mais próximos às zonas urbanas são os mais afetados (MENEZES *et al.*, 2016).

A área de estudos, denominada sub-bacia hidrográfica do Córrego do Limoeiro, é um corpo d'água enquadrado como classe 4, conforme as diretrizes do *Decreto Estadual n. 10.755, de 22 de novembro de 1977* (SÃO PAULO, 1977, grifo nosso), nas quais, deve ser destinado a navegação e harmonia paisagística, enquadrada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema – UGRHI - 22. O Córrego Limoeiro possui uma parte (Oeste) pertencente ao município de Álvares Machado e o restante pertencente a Presidente Prudente (RIDENTE JÚNIOR, 2000; SILVA; ARAÚJO, 2017). De acordo com Rocha *et al.* (2010) a UGRHI - 22 pertence ao Comitê das Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema (CBH - PP), que abrange 26 municípios e totaliza uma área de 11,838 Km<sup>2</sup>.

A Figura 06 demonstra a localização da sub-bacia hidrográfica do Córrego do Limoeiro em relação à bacia do Rio Santo Anastácio, bem como seu posicionamento na UGRHI - 22.

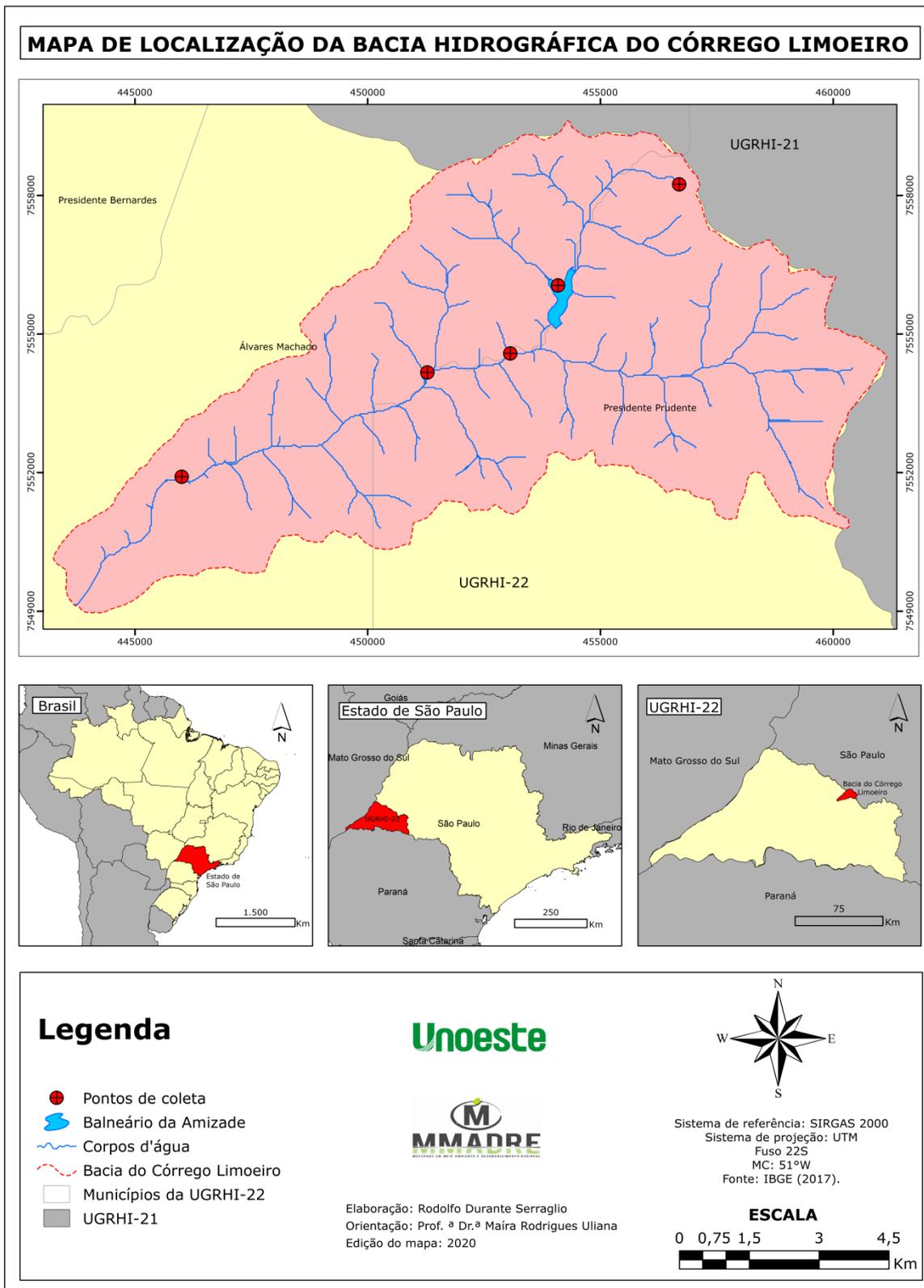
De acordo com Soares (2015), na porção alta desta bacia, encontra-se o reservatório de abastecimento, conhecido como Represa da Amizade, que possui uma vazão média de 143 L/s e atende à população das áreas urbanas dos dois municípios em situações estratégicas.

O processo de uso e ocupação da Bacia do Córrego do Limoeiro pode ser descrito por Arana e Frois (2016, p.623) como:

Uma forma de compreender a dinâmica de ocupação da bacia do Limoeiro é por meio da relação dos loteamentos implantados. Os dados ordenados com base nas datas de implantação dos loteamentos foram espacializados para a elaboração do mapa de ocupação da área. Para a delimitação dos loteamentos, consultaram-se as plantas disponibilizadas na base virtual de Mapas e Informações Geográficas da prefeitura de Presidente Prudente (2014) sendo complementado por intermédio do trabalho de Sposito (1995). Consideraram-se os anos de implantação, de aprovação ou de planta do loteamento, nessa ordem de prioridade.

Ambos pesquisadores determinam categoricamente que o uso e ocupação do solo no Córrego do Limoeiro ocorreu mediante o loteamento, conforme especulação imobiliária, definindo a formação de diversos bairros, e áreas residenciais. A Figura 07 representa toda a área geográfica do Objeto de Estudo.

Figura 07 - Sub-bacia hidrográfica do Córrego do Limoeiro, Pontal do Paranapanema - SP.



Fonte: O autor.

Para Gomes *et al.* (2018) a sub-bacia do Córrego Limoeiro (Figura 07) possui uma área estimada em 92,16 Km<sup>2</sup> e um perímetro do curso d'água principal (Córrego Limoeiro) de aproximadamente 24 Km.

Mas, Arana e Frois (2016, p.620) alertam para os problemas ambientais no Córrego do Limoeiro ocasionados pela ação humana, dos quais, mesmo com denúncias não foram evitados/atenuados:

No caso do córrego do Limoeiro, foram insuficientes as medidas adotadas pelo poder para a proteção ambiental do corpo d'água como, por exemplo, o cercamento da APP (Área de Preservação Permanente). Ocorreram problemas ambientais constatados por meio de denúncias realizadas ao Ministério Público, como: danificação dos alambrados, utilização da área como pastagem, supressão da vegetação da APP, edificações invadindo a APP e deposição de resíduos sólidos em suas margens. O desrespeito por parte da população pode ser atribuído à falta de identificação com esse espaço residual.

Encerrando as discussões e proporcionando continuidade ao estudo proposto nesta pesquisa, nos direcionaremos ao próximo capítulo, que tem como objetivo descrever os processos referentes à Qualidade da Água.

### 3 QUALIDADE DA ÁGUA NO BRASIL

Neste ponto do estudo apresentaremos os processos intrínsecos sobre a qualidade da água, descrevendo as instituições de controle, as leis, suas diretrizes, bem como os parâmetros que envolvem os critérios biológicos e físico-químicos do Tratamento de Água adotados no Brasil.

#### 3.1 Qualidade da Água

Torna-se cada vez mais evidente a tendência mundial em se preservar os recursos naturais, seja através das legislações vigentes e/ou por decorrência de influência da população. McKinley *et al.* (2017) enfatiza quanto à demasiada escala e complexidade dos problemas ambientais que inserem substanciais desafios para a proteção ambiental e gestão dos recursos naturais. Desta forma, é inevitável que sejam realizados programas de recuperação ou renovação dos recursos naturais.

O crescimento industrial, comercial e agropecuário está ligado ao fato do aumento considerável da população mundial, originando assim, uma expressiva exploração dos recursos naturais, dentre eles a água de forma bastante agressiva e descontrolada.

Para Tundisi (2005) o desenvolvimento econômico e a complexidade das organizações das sociedades humanas causam alterações no ciclo hidrológico e na qualidade da água, o que de maneira direta afeta o ser humano, pois, os recursos hídricos estão sujeitos à ação e imprudência antropogênica.

Esta qualidade pode ser estimada por um conjunto de parâmetros, entre os quais citam-se a sua potabilidade, a segurança que apresenta para o ser humano e para o bem estar dos ecossistemas, podendo esta, apresentar variações com o decorrer do tempo (RICHTER; NETTO, 2007).

Oliveira *et al.* (2018) complementa que a qualidade da água desempenha uma função importante na vida humana e nas características de um ecossistema. Através da análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos é possível mensurar a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica, e conseqüentemente de uma região.

Serão elencados posteriormente os critérios e os índices que possibilitam a análise da qualidade das águas de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente.

### **3.2 Critérios de Análise da Qualidade da Água**

Para Andrade *et al.* (2018) os usos desregulados dos corpos d'água, por vezes, desencadeiam um processo de poluição dos mesmos, exigindo assim, a criação de planos de monitoramento e controle da qualidade da água, com a finalidade de garantir este recurso para usos atuais e futuros.

Pesquisadores como Almeida e Schwarzbold (2003) definem que os Índices de Qualidade de Águas, podiam ser considerados como importantes ferramentas para a abordagem e análise de diversos rios, por serem uma metodologia integradora, visto que, convertia várias informações em um único resultado numérico.

Atualmente, de acordo com Passos *et al.* (2018), diversos são os critérios que podem caracterizar a qualidade das águas. No Brasil, os padrões de qualidade são estabelecidos de acordo com a classificação dos cursos hídricos, por intermédio das definições de parâmetros numéricos ou qualitativos para os índices de qualidade, que definem a preservação das águas.

Os parâmetros e as diretrizes jurídicas fixados pela legislação brasileira para definir os índices de qualidade da água, na maioria das vezes, obedecem aos padrões internacionais. Tendo em vista que existe uma diferenciação entre as águas dos biomas nacionais com os cursos d'água internacionais, tal situação potencializa falhas nos dispositivos legais que regulamentam o tema.

Os índices de qualidade das águas são instrumentos de planejamento que auxiliam na tomada de decisões quanto à forma de gerenciamento dos recursos hídricos. Assim sendo, para manter a qualidade das águas, principalmente para abastecimento urbano, e uma eficaz conservação deste recurso é de suma importância entender em que se baseiam os índices que determinam a qualidade das águas (MISAGHI *et al.*, 2017, PASSOS *et al.*, 2018).

### 3.2.1 Índices de Caracterização da Qualidade da Água

De acordo com a ANA (2019), através do portal de qualidade das águas, avaliar e monitorar a qualidade das águas superficiais é de extrema importância para a gestão dos recursos hídricos, principalmente para orientar quanto aos diversos usos da bacia hidrográfica.

Desta forma, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) desde 1974 mantém em operação a Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Tal programa tem por objetivo levantar informações sobre as condições reinantes nos principais rios e reservatórios do estado. Para isso, o Estado de São Paulo, foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) estruturadas no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal (CETESB, 2018 – CETESB 50 anos de Histórias e Estórias).

Devido à variedade de parâmetros a serem estudados, os Índices de Qualidade de Águas (IQA) atualmente utilizados pela CETESB podem ser interessantes no sentido de facilitar a compreensão dos resultados. As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. O Índice do Estado Trófico (IET) tem por objetivo classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

A partir do ano de 2002, a CETESB passou a utilizar índices diferenciados para cada forma de uso da água, por exemplo, Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP), o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA) e o Índice de Balneabilidade (IB) (CETESB, 2017a – Apêndice D).

Quadro 01 - Indicadores de Qualidade da Água de acordo com a CETESB.

ÍNDICES	DEFINIÇÕES	FONTE
IQA - Índice de Qualidade das Águas	O IQA é um índice que foi adaptado pela CETESB a partir de um estudo realizado na década de 70 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos. Este índice utiliza-se de nove parâmetros para classificar a qualidade das águas, principalmente com finalidade de abastecimento público.	CETESB (2017)
IAP - Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público	O IAP origina-se a partir dos resultados de 2 outros índices, o IQA e o ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é formado pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água. Este índice é normalmente empregado em análises de rios ou reservatórios destinados ao abastecimento público.	CETESB (2017)
IET – Índice do Estado Trófico	O IET é um índice que determina nos cursos d'água a quantidade excessiva de algas e cianobactérias, classificando-os em diferentes graus de trofia. Este índice é exigido para os rios e reservatórios do Estado de São Paulo	CETESB (2017)
IB - Índice de Balneabilidade	O IB, aplicado em rios e reservatórios com praias de águas interiores, avalia a qualidade das águas para fins de recreação de contato primário.	CETESB (2017)
IVA - Índices de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas	O IVA avalia a qualidade das águas com a finalidade de proteger a Fauna e a Flora de forma geral. Este índice leva em consideração dois outros índices, o IPMCA – Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática e o IET – Índice do Estado Trófico. Sendo assim, o IVA fornece informações sobre o grau de trofia dos corpos d'água analisados, bem com fatores ecotoxicológicos.	(ZAGATTO <i>et al.</i> , 1999 <i>apud</i> CETESB, 2017 p.12)

Fonte: Dados Adaptados pelo Autor de CETESB (2017).

O Quadro 01 exhibe os índices de qualidade das águas anteriormente referenciados, com suas respectivas definições de acordo com a CETESB. Há de se destacar que ainda existem outros índices de qualidade da água, tanto apresentados pela CETESB quanto pela Agência Nacional das Águas (ANA) que não foram citados.

Este trabalho está restrito a análise de apenas um dos índices de qualidade da água, optou-se pelo IVA, cujo objetivo principal é avaliar a qualidade água da bacia hidrográfica para preservação da vida aquática.

### 3.2.1.1 Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática – IVA

Diferente dos índices que avaliam a qualidade da água para o consumo humano e recreação de contato primário, o IVA (Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática) tem a finalidade de avaliar as águas para fins de proteção da fauna e flora em geral.

Este índice leva em consideração a existência e a concentração de contaminantes químicos tóxicos, e duas das variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido). Estas variáveis são agrupadas no Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática (IPMCA) e no Índice do Estado Trófico (IET) de Carlson modificado por Lamparelli (2004).

Assim, o IVA, através dos graus de ponderação (Tabela 1), além de fornecer informações sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, concebe também dados sobre o seu grau de trofia (ZAGATTO *et al.*, 1999 *apud* CETESB, 2017a – Apêndice D).

Tabela 01 - Graus de Ponderação do IVA.

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
<b>Ótima</b>	$IVA \leq 2,5$
<b>Boa</b>	$2,6 \leq IVA \leq 3,3$
<b>Regular</b>	$3,4 \leq IVA \leq 4,5$
<b>Ruim</b>	$4,6 \leq IVA \leq 6,7$
<b>Péssima</b>	$6,8 \leq IVA$

Fonte: Adaptado CETESB (2017a - Apêndice D).

De acordo com a CETESB (2017a), o IVA é calculado da seguinte forma (eq. 01):

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET \quad \text{eq. 01}$$

onde:

IPMCA - Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática.

IET – Índice de Estado Trófico

A partir da determinação do valor de ponderação do IVA é possível classificar o corpo d'água em relação à qualidade para a proteção da vida aquática.

O IPMCA é um índice que classifica o grau de contaminação por substâncias que possam intervir nas comunidades aquáticas, sendo este dividido em dois grupos: 1) *Grupo de variáveis essenciais*, composto pelos parâmetros de

oxigênio dissolvido, pH e toxicidade; e 2) *Grupo de substâncias tóxicas*: cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, fenóis, surfactantes e zinco (CETESB, 2017a – Apêndice D, grifo nosso).

De acordo com a CETESB (2017a - Apêndice D), o IPMCA é composto por dois grupos de variáveis, o grupo de variáveis essenciais (1) e o grupo de substâncias tóxicas (2):

**1) O grupo de variáveis essenciais** (oxigênio dissolvido, pH e toxicidade). Para cada variável incluída no IPMCA, são estabelecidos três diferentes níveis de qualidade, com ponderações numéricas de 1 a 3 e que correspondem a padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, e padrões preconizados pelas legislações americana (USEPA, 1991) e francesa (Code Permanent: Environnement et Nuisances, 1986), que estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas na água, com o propósito de evitar efeitos de toxicidade crônica e aguda à biota aquática.

**2) Grupo de substâncias tóxicas** (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis). Neste grupo foram incluídas as variáveis que são atualmente avaliadas pela Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo e que identificam o nível de contaminação por substâncias potencialmente danosas às comunidades aquáticas. Esses níveis refletem as seguintes condições de qualidade de água. Nível A: Águas com características desejáveis para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos. Atende aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/2005 para águas classes I e II - (ponderação 1). As exceções são o Oxigênio Dissolvido (OD) para classe I cujo valor é = 6,0 mg/L O<sub>2</sub> e os Fenóis Totais. Nível B: Águas com características desejáveis para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém a reprodução pode ser afetada a longo prazo (ponderação 2). Nível C: Águas com características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos aquáticos (ponderação 3).

Com a finalidade de melhor entendimento, segue a Tabela 02 que define os grupos (Variáveis Essenciais e Substâncias Tóxicas), os tipos de variáveis, os níveis, a faixa de variação de concentração (valor obtido após análise laboratorial) e o grau de ponderação, para que assim, seja possível a classificação do IPMCA.

Dadas as ponderações para as variáveis determinadas em uma amostra de água, o IPMCA é calculado através da seguinte equação 02:

$$\text{IPMCA} = \text{VE} \times \text{ST} \quad \text{eq. 02}$$

onde:

VE: Valor da maior ponderação do grupo de variáveis essenciais;

ST: Valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas. Este valor é um número inteiro e o critério de arredondamento deverá ser o seguinte: valores menores que 0,5 serão arredondados para baixo e valores maiores ou iguais a 0,5 para cima.

O valor do IPMCA pode variar de 1 a 9, sendo subdividido em quatro faixas de qualidade, classificando as águas para proteção da vida aquática, conforme a Tabela 03.

Além dos índices comumente utilizados para caracterizar a qualidade dos recursos hídricos, outro índice que permite estimar a qualidade da água é o IET – Índice de Estado Trófico (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Tabela 02 - Variáveis componentes do IPMCA.

(continua)

Grupos	Variáveis	Níveis	Faixa de variação	Ponderação
Variáveis Essenciais (VE)	OD (mg/L)	A	≥ 5	1
		B	3 a 5	2
		C	< 3	3
	pH	A	6 a 9	1
		B	5 a < 6 e > 9 a 9,5	2
		C	< 5 e > 9,5	3
	Toxicidade	A	Não tóxico	1
		B	Efeito crônico	2
		C	Efeito agudo	3
Substâncias Tóxicas (ST)	Cádmio (mg/L)	A	≤ 0,001	1
		B	> 0,001 a 0,005	2
		C	> 0,005	3
	Cromo (mg/L)	A	≤ 0,05	1
		B	> 0,05 a 1	2
		C	> 1	3
	Cobre (mg/L)	A	≤ 0,02	1
		B	> 0,02 a 0,05	2
		C	> 0,05	3
	Chumbo (mg/L)	A	≤ 0,03	1
		B	> 0,03 a 0,08	2
		C	> 0,08	3
	Mercúrio (mg/L)	A	≤ 0,0002	1
		B	> 0,002 a 0,001	2
		C	> 0,001	3
	Níquel (mg/L)	A	≤ 0,025	1
		B	> 0,025 a 0,160	2
		C	> 0,160	3
	Fenóis (mg/L)	A	≤ 0,001	1
		B	> 0,001 a 0,050	2
		C	> 0,050	3
	Surfactantes (mg/L)	A	≤ 0,5	1
		B	> 0,5 a 1	2
		C	> 1	3

Tabela 02 - Variáveis componentes do IPMCA.

(conclusão)

Grupos	Variáveis	Níveis	Faixa de variação	Ponderação
Substâncias Tóxicas (ST)	Zinco (mg/L)	A	≤ 0,18	1
		B	> 0,18 a 1	2
		C	> 1	3

Fonte: Adaptado de CETESB (2017a - Apêndice D).

Tabela 03 - Graus de Ponderação do IPMCA.

Categoria	Ponderação
Boa	1
Regular	2
Ruim	3 e 4
Péssima	≥ 6

Fonte: Adaptado de CETESB (2017a - Apêndice D).

O segundo índice que compõe o IVA é o IET (Índice do Estado Trófico) que tem por objetivo classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seus efeitos relacionados ao crescimento excessivo das algas, ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas, diminuição na concentração do oxigênio dissolvido e aumento das populações de cianobactérias.

Quanto à eutrofização Lamparelli (2004, p.7, grifo nosso) define esse processo como: o enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes, sejam por processo natural ou provocado pelo homem, sendo os principais poluentes responsáveis pela eutrofização das águas: *o fósforo e o nitrogênio*, geralmente presentes em fertilizantes agrícolas, esgotos industriais e domésticos.

O processo de eutrofização natural ocorre de forma lenta e contínua. Sem a interferência humana, as chuvas trazem uma série de nutrientes para os cursos d'água, os lagos que antes se apresentavam com altas profundidades, por um processo de assoreamento, tornaram-se rasos, aumentando a atividade biológica e a concentração de nutrientes (HUMAN *et al.*, 2018; MACEDO *et al.*, 2010). Ainda de acordo com Macedo *et al.* (2010) e Dalu *et al.* (2019) a eutrofização artificial, caracterizada como cultural ou antrópica, pode advir de processos mais rápidos

associados a inúmeros fatores, como efluentes domésticos, industriais e atividades agrícolas, incluindo ainda os efluentes de sistemas de criação de organismos aquáticos.

De Melo *et al.* (2019) evidencia que os maiores níveis de eutrofização, que antes estavam associados ao processo de urbanização e conseqüentemente ao lançamento de efluentes domésticos e industriais nos rios, atualmente, relacionam-se com expansão da produção no setor agrícola.

Com o aumento da população nas zonas urbanas elevou-se também a demanda por alimentos, aliado a isto, ocorreu à necessidade de ampliar as produções agrícolas. De acordo com Pantano *et al.* (2016) a expansão do setor exigiu intensivo processo de mecanização agrícola e maior uso de fertilizantes nas lavouras para auxílio no aumento da produtividade.

Pantano *et al.* (2016) esclarece ainda que dois nutrientes comumente empregados na composição dos fertilizantes químicos, responsáveis pelo auxílio no crescimento das plantas, são o fósforo e o nitrogênio. Porém, em quantidades excessivas, estes elementos, pelo processo de lixiviação em períodos chuvosos, podem estar sendo carregados para os cursos d'água, visto que, o acúmulo destes pode dar início ao processo de eutrofização.

Neste viés analítico, os processos de eutrofização em rios podem ser definidos pelos autores: Barreto, Barros, Bonomo, Rocha e Amorim (2013, p. 2166):

O nitrogênio e o fósforo presentes nos rios e lagos são nutrientes de grande importância à cadeia alimentar, entretanto, quando descarregados em altas concentrações em águas superficiais e associados às boas condições de luminosidade provocam o enriquecimento do meio, fenômeno este denominado eutrofização. Segundo SMITH & SCHINDLER (2009), a eutrofização pode levar à alteração no sabor, no odor, na turbidez e na cor da água, à redução do oxigênio dissolvido, provocando crescimento excessivo de plantas aquáticas, mortandade de peixes e outras espécies aquáticas, além do comprometimento das condições mínimas para o lazer na água.

Assim, chegamos à interpretação do Quadro 02, ao qual, define as categorias de estado trófico de um corpo de água e suas características conforme as subdivisões em relação às classificações básicas.

Consolidando mais dados sobre eutrofização, Quevedo (2009, p.23) apresenta os principais problemas ocasionados em um ambiente eutrofizado: a) diminuição do oxigênio dissolvido no meio, ocasionando a mortandade peixes; b)

elevação da quantidade de matéria orgânica com a possibilidade de se produzir substância carcinogênicas se tratadas com cloro; c) modificações na constituição das espécies de peixes e d) crescimento desenfreado de algas, entre elas, as cianobactérias responsáveis pela liberação de toxinas.

Quadro 02 - Classificação do Estado Trófico dos Cursos d'água.

Estado Trófico	Características dos Corpos de Água	Referência
<b>Ultraoligotrófico</b>	Produtividade muito baixa e concentração de nutrientes insignificante, podem não originar prejuízos aos usos da água.	Barreto <i>et al.</i> (2013)
<b>Oligotrófico</b>	Ambiente com baixa produtividade biológica e baixa concentração de nutrientes.	Braga (2005, p.97)
<b>Mesotrófico</b>	Características intermediárias em relação aos oligotróficos e eutróficos.	Braga (2005, p.97)
<b>Eutrófico</b>	Produção vegetal excessiva e alta concentração de nutrientes.	Braga (2005, p.97)
<b>Supereutrófico</b>	Alta produtividade nos corpos d'água, baixa transparência, normalmente afetados por ações antrópicas, floração de algas e interferências nos seus usos múltiplos.	Barreto <i>et al.</i> (2013)
<b>Hipereutrófico</b>	Elevada concentração de matéria orgânica e nutrientes, comprometimento acentuado quanto a utilização, floração de algas, mortandade de peixes e consequências indesejáveis quanto aos seus usos múltiplos.	Barreto <i>et al.</i> (2013)

Fonte: O autor.

Assim, para determinar a classificação dos corpos d'água quanto ao estado de trofia é necessário a realização do cálculo do índice de eutrofização, na qual são utilizadas duas variáveis: clorofila a e fósforo total. De acordo com a CETESB (2017a - Apêndice D, p.10) esses dois parâmetros são satisfatórios para a determinação do IET, visto que:

Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET (P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila a, IET (CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo (CETESB, 2017a, p.10).

Portanto, para o cálculo do IET são levados em consideração dois parâmetros: a) clorofila a e b) fósforo total. As equações utilizadas para calcular o

IET em rios, segundo a CETESB, modificado por Lamparelli (2004) são apresentadas nas equações 3 e 4:

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20 \quad \text{eq. 3}$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20 \quad \text{eq. 4}$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

CL: concentração de clorofila *a* medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

ln: logaritmo natural.

O IET final correspondente a esses dois parâmetros é calculado através da média aritmética simples por meio da equação 5:

$$\text{IET} = [ \text{IET ( PT )} + \text{IET ( CL )} ] / 2 \quad \text{eq. 5}$$

Para corpos d'água onde o processo de eutrofização esteja devidamente estabelecido, os estados tróficos determinados pelos índices da clorofila *a* e do fósforo possivelmente coincidirão. Já, para locais onde existam variações de fatores ambientais, como a temperatura da água ou a alta turbidez, por exemplo, o índice relativo à clorofila *a* irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível de menor trofia àquele determinado pelo índice do fósforo (CETESB, 2017a - Apêndice D).

De forma a qualificar o corpo hídrico em graus de eutrofização, a CETESB utiliza-se do Índice de Estado Trófico (IET). Portanto, a CETESB calcula o IET conforme os dados apontados pela Tabela 04, nesta são apresentados os limites de cada nível de trofia para rios.

Tabela 04 - Classificação do Estado Trófico para rios segundo Índice de Carlson Modificado.

<b>Categoria (nível trófico)</b>	<b>Ponderação</b>	<b>P-total (<math>\text{mg.m}^{-3}</math>)</b>	<b>Clorofila <i>a</i> (<math>\text{mg.m}^{-3}</math>)</b>
Ultraoligotrófico	$\text{IET} \leq 47$	$\text{P} \leq 13$	$\text{CL} \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$	$13 < \text{P} \leq 35$	$0,74 < \text{CL} \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$	$35 < \text{P} \leq 137$	$1,31 < \text{CL} \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$	$137 < \text{P} \leq 296$	$2,96 < \text{CL} \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$	$296 < \text{P} \leq 640$	$4,70 < \text{CL} \leq 4,46$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 67$	$640 < \text{P}$	$7,46 < \text{CL}$

Fonte: Adaptado CETESB (2017a – Apêndice D).

Calculado o valor do IET (eq. 4) é possível verificar na Tabela 04 o nível trófico em que o curso d'água está classificado. A partir desta determinação constata-se, pela Tabela 05, o valor atribuído à ponderação de acordo com a classificação do IET.

Tabela 05 - Classificação do Índice de Estado Trófico – IET.

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação
Ultraoligotrófico	0,5
Oligotrófico	1
Mesotrófico	2
Eutrófico	3
Supereutrófico	4
Hipereutrófico	5

Fonte: Adaptado CETESB (2017a – Apêndice D).

O coeficiente de ponderação identificado através da classificação do IET, junto ao coeficiente de ponderação do IPMCA serão utilizados para determinar o valor do IVA.

### 3.2.1.2 Detalhamento dos Parâmetros da Água analisados pelo IVA

A determinação do Índice de Qualidade da Água para Preservação da Vida Aquática é realizada através da análise de um conjunto de parâmetros, sendo estes: oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, toxicidade, clorofila *a*, fósforo total, surfactantes, fenóis, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco. A seguir serão descritas as principais características de cada parâmetro:

**Oxigênio Dissolvido (OD):** O Oxigênio dissolvido em água é um parâmetro de muita importância para a sobrevivência da maioria dos organismos aeróbicos, através deste índice é possível também avaliar a saúde do ecossistema aquático, pouca quantidade de OD indica problemas na organização do sistema (FIGUR; REIS, 2017).

A quantidade de OD nos corpos d'água está relacionada a variados fatores. O aumento da concentração de oxigênio na água está associado à produção fotossintética e a reaeração atmosférica, já a diminuição da quantidade de OD está

relacionada com a decomposição da matéria orgânica e a respiração realizada pelos organismos aquáticos (JANZEN *et al.*, 2008).

Desta forma, para córregos que recebem algum tipo de carga poluidora, poderá ser afetada a capacidade de autodepuração ao longo do curso d'água, devido a conseqüente redução da quantidade de bactérias que fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios (CETESB, 2017b - Apêndice E). De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 a quantidade mínima de OD para a preservação da vida aquática, é de 4,0 mg.L<sup>-1</sup>, porém, existe variação de tolerância de espécie para espécie (BRASIL, 2005).

**Potencial hidrogeniônico (pH):** De acordo com Mezomo (2008), a concentração de hidrogênio iônico na água, pode ser medida a partir de uma escala logarítmica inversa, conhecida como potencial hidrogeniônico ou simplesmente escala de pH. Essa escala vai de 0 a 14, o pH = 7 considerado neutro. Os valores menores que 7 são classificadas como solução ácida e os maiores que 7, como alcalina (básica).

Para Braga *et al.* (2005), o pH encontrado nos córregos pode afetar direta ou indiretamente a fisiologia das espécies, visto que, o valor mensurado por meio de análises influencia em muitas reações químicas. O valor deste parâmetro normalmente é alterado por ação natural ou antrópica (deposição de reagentes em cursos d'água ou poluições atmosféricas).

**Toxicidade:** De acordo com Tersariol (2015) os efeitos relacionados à toxicidade dos corpos d'água são mensurados com base na avaliação das variáveis essenciais e do grupo de substâncias tóxicas.

Costa *et al.* (2008) enfatiza que a toxicidade em organismos aquáticos pode ocorrer em variados níveis de organizações, seja em comunidades, populações, indivíduos ou até mesmo em estruturas celulares. Esses elementos tóxicos podem ser retidos nos organismos e provocar efeitos prejudiciais aos seres vivos aquáticos.

A análise da toxicidade normalmente é realizada em laboratório, e tem como finalidade a avaliação dos efeitos tóxicos em organismos expostos a determinadas concentrações de poluentes (COSTA *et al.*, 2008).

**Clorofila a:** O aumento da concentração de clorofila a está associada à maior quantidade de nutrientes eutrofizantes na água. Quanto maior a quantidade de nutrientes e a incidência de luz solar, maior será o crescimento da biomassa

fitoplanctônica. Para locais onde a turbidez da água esteja elevada, impedindo a passagem de luz, menor será a produtividade primária das algas e conseqüentemente a concentração de clorofila *a* (CULLEN, 1982).

Para a CETESB (2017b) a clorofila *a* pode ser definida da seguinte forma:

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila *a* é a mais universal das clorofilas (*a*, *b*, *c*, e *d*) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa algal. Assim a clorofila *a* é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2017b – Apêndice E).

**Fósforo total (Pt):** O fósforo está presente nas águas através das descargas de esgotos sanitários, constituído principalmente por matéria orgânica fecal e detergente em pó utilizados em larga escala domesticamente. É encontrado também em grande quantidade em alguns efluentes industriais como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios. As águas drenadas tanto em áreas agrícolas quanto urbanas podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2017b – Apêndice E).

Ainda de acordo com o mesmo autor, o fósforo, por ser necessário em grande quantidade para as células, constitui um dos principais nutrientes para os processos biológicos, e por este motivo é um parâmetro importantíssimo em programas de caracterização de efluentes industriais a ser tratados por processo biológico. Porém, o excesso de fósforo presente nos esgotos sanitários e efluentes industriais pode favorecer o processo de eutrofização do corpo d'água.

**Surfactantes:** Para Bigard (2003 *apud* TERSARIOL, 2015) a concentração dos surfactantes está associada ao aumento do lançamento de efluentes domésticos ou industriais com grandes concentrações de detergentes sintéticos. Nos últimos anos houve um aumento na utilização destes materiais por serem mais solúveis que o sabão comum.

Além dos usos já especificados anteriormente, Ying (2006) salienta que os surfactantes são de uso generalizado e pode ser utilizado como emulsificantes, formulações de pesticidas, tratamento de tecidos, fibras, agentes umectantes e cosméticos.

Ainda de acordo com Ying (2006) dependendo da concentração de surfactantes no ecossistema, as atividades microbianas são capazes de degradar

este poluente, entretanto a biodegradação deste poderá causar acúmulo nos organismos.

Todavia, os efeitos tóxicos originados pelos surfactantes podem variar amplamente em diversas ordens de magnitude. Consequentemente, a generalização e extrapolação desses tipos de dados dificultam a mensuração quanto aos problemas originados (SPATARU *et al.*, 2017).

**Fenóis:** Para Cunha e Aguiar (2014) os principais segmentos industriais que utilizam em seus processos compostos fenólicos são: siderúrgicas, papel e celulose, têxtil, farmacêutica, entre outras. Este é um elemento que não ocorre naturalmente no ambiente, normalmente sua presença está relacionada à ação humana.

Fan *et al.* (2014) e Busca *et al.* (2008) complementam ainda que outros segmentos industriais que utilizam os fenóis em seus processos e que podem disponibilizar estes como poluentes em águas residuárias, são as indústrias de fabricação de pesticidas, explosivos, corantes, refinarias de petróleo, plásticos e couro.

Para os microrganismos, organismos aquáticos e para o ser humano, estes efluentes de origem industrial ou sanitária em grandes concentrações podem ser tóxicos. Tanto na Legislação Estadual (Artigo 18 do Decreto Estadual n.º 8.468/76, SÃO PAULO, 1976) quanto Federal (Artigo 16 da Resolução n.º 430/11 do CONAMA, BRASIL, 2011), para as águas naturais, os padrões dos compostos fenólicos é bastante restritivo, 0,5 mg.L<sup>-1</sup>. Em águas tratadas os fenóis, por meio de reações químicas com cloro livre, formam os clorofenóis, e produzem sabor e odor na água (CETESB, 2017b – Apêndice E).

De acordo com Singh *et al.* (2020) os fenóis podem ser uma ameaça significativa ao meio ambiente, visto que, podem apresentar efeitos altamente tóxicos e bioacumulativos sobre os organismos aquáticos, por exemplo. Os fenóis apresentam alta solubilidade em água, permitindo assim que este se mantenha em elevadas concentrações nos ambientes aquáticos (WEI *et al.*, 2016).

Singh *et al.* (2020) enfatiza ainda que os fenóis podem sofrer rápidas alterações químicas e biológicas e assim afetar drasticamente os ecossistemas através da redução do oxigênio dissolvido.

**Cádmio (Cd):** O cádmio é um metal que normalmente é liberado ao ambiente por efluentes industriais, sendo os principais segmentos: resíduos

industriais de galvanoplastias, acessórios fotográficos, equipamentos eletrônicos, lubrificantes, pigmentos de solda e fertilizantes. Para águas não poluídas, a concentração máxima permitida é de 1µg/L (CETESB, 2017b – Apêndice E).

De acordo com Lucon *et al.* (2020) o cádmio presente nos gases ou no solo, originados através processos industriais, normalmente são lixiviados para os corpos d'água em decorrência do escoamento superficial produzidos pela ação das chuvas. Este metal é considerado tóxico e com efeitos bioacumulativos sobre os organismos, mesmo que em pequenas quantidades.

**Chumbo (Pb):** O chumbo é um elemento que tem ampla utilização em diversos seguimentos industriais, como a fabricação de esmalte, inseticidas, vidros, ligas metálicas, tintas e fabricação de baterias. Na água normalmente ocorre pela deposição atmosférica ou lixiviação do solo (CETESB, 2017b – Apêndice E).

Tal metal é considerado:

[...] o chumbo é um dos poluentes mais comuns liberados nas águas naturais a partir de várias atividades industriais. As principais propriedades do chumbo são maciez, maleabilidade, ductilidade, pouca condutividade elétrica ( $4,81 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1} \text{ } \Omega^{-1}$ ), alta densidade ( $11340 \text{ kg m}^{-3}$ ), resistência à corrosão e estabilidade química no ar, solo e água (OLIVEIRA, 2012, p.10-11).

O chumbo é considerado um dos metais mais tóxicos, no campo científico, não se possui conhecimento da necessidade biológica deste metal, em níveis elevados é letal para a maioria dos organismos vivos (OLIVEIRA, 2012, p.11) e Bonifacio (2017, p.13) complementa:

Os animais aquáticos podem assimilar metais poluentes a partir da ingestão de particulados suspensos na água, ingestão do metal presente em sua presa natural e adsorção através do tecido, podendo ser excretado pela urina e fezes, mas com parcelas que ficam retidas no organismo (PHILLIPS; RUSSO, 1978).

**Cobre (Cu):** O cobre é um metal que pode estar naturalmente em pequenas quantidades no meio ambiente, devido ações de intemperismo e atividades vulcânicas, quando sua concentração aumenta é possível causar intoxicação nos seres humanos e nas comunidades aquáticas (SAMPAIO *et al.*, 2013).

Este elemento é normalmente utilizado em atividades de fundição e incineração, e principalmente na agricultura como algicida, pesticida, fungicida, entre outros. Se utilizado de forma descontrolada pode ser lixiviado para os córregos e lençol freático (CETESB, 2017b – Apêndice E).

**Cromo (Cr):** O cromo em sua forma natural está presente no meio ambiente por determinados minerais e materiais vulcânicos, quando em formato hexavalente, geralmente ocorre por processos industriais (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Para CETESB (2017b – Apêndice E) o cromo pode advir de setores industriais da produção de ligas metálicas, estruturas da construção civil, tintas, curtumes, fertilizantes e preservativos de madeiras. Quando localizado em valores superiores ao permitido, o cromo pode exercer efeitos tóxicos aos ecossistemas aquáticos.

Cardoso (2018) também enfatiza que este metal se lançado em corpos d'água em quantidades elevadas e sem tratamento adequado pode ser prejudicial à biota aquática.

**Mercúrio (Hg):** O mercúrio é um metal muito utilizado nos garimpos para a extração do ouro, além disto, é empregado também na produção de amalgamas, equipamentos elétricos, matéria prima para compostos de mercúrio, entre outros (CETESB, 2017b – Apêndice E).

É um elemento extremamente prejudicial ao ambiente, eternizando-se na biota por ter a propriedade de se bioacumular, atingindo concentrações muitas vezes elevadas (CETESB, 1996 *apud* DIAS *et al.*, 2007).

Já, Figueiredo (2015, p.28) descreve o mercúrio no meio aquático:

Os primeiros elos da cadeia alimentar aquática a absorverem mercúrio do sedimento são alguns peixes detritívoros e os fitoplânctons, em seguida esses últimos organismos são consumidos pelos zooplânctons, os quais são alimentos para diversas espécies de organismos aquáticos, sobretudo, os peixes.

E destaca: “*É importante ressaltar que os organismos aquáticos são capazes de concentrar elementos traço com valores muito superiores aos observadas no ambiente*” (ROCHA, 1985 *apud* FIGUEIREDO, 2015, p. 29, grifo nosso).

**Níquel (Ni):** Usualmente, o níquel é um metal utilizado na produção de moedas, pigmentos, aço inoxidável, manufaturas de baterias, entre outros. No meio aquático ele pode precipitar nas brânquias dos peixes e os matar por asfixia, além de ser tóxico, quando presente em soluções de pH baixo (CETESB, 2017b – Apêndice E).

**Zinco (Zn):** É um metal utilizado na fabricação de xampus, desodorantes, protetores solares, suplementos vitamínicos, galvanização do aço, borrachas com

pigmentos brancos, entre outros. Para os animais, a falta do zinco pode levar ao atraso no crescimento (CETESB, 2017b – Apêndice E).

Para Volpato (2010 *apud* CORRÊA, 2011, p.17-18, grifo dos autores) apontam as características do zinco e suas especificidades quando em altas concentrações no meio aquático:

*Zinco:* Em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de  $<0,0001$  a  $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ . É largamente utilizado na indústria e pode entrar no meio ambiente através de processos naturais e antrópicos, entre os quais destacam-se a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, produção de ferro e aço, efluentes domésticos. A água com alta concentração de zinco tem uma aparência leitosa e produz um sabor metálico ou adstringente quando aquecida.

Este capítulo permitiu uma análise teórica quanto aos componentes necessários para a realização do cálculo do Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática, e uma verificação prévia da origem e dos efeitos, dos parâmetros a serem analisados, necessários para a determinação das condições da qualidade da água do Córrego Limoeiro.

No próximo capítulo, serão abordados os procedimentos metodológicos para a realização da pesquisa, bem como todos os parâmetros, índices e evidências reunidas com as coletas do Trabalho de Campo.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

O presente capítulo apresenta os procedimentos metodológicos realizados no Trabalho de Campo desta pesquisa. São apresentadas informações sobre a delimitação da área de estudo, os procedimentos e datas das coletas, assim como, a definição e caracterização dos locais e do posicionamento geográfico dos pontos de coleta, os métodos analíticos utilizados e, finalmente, a apresentação e forma de análise dos resultados encontrados.

### 4.1 Períodos e Procedimentos das Coletas

As coletas para a realização das análises foram efetuadas em dois períodos do ano, a fim de observar a existência de variação na qualidade da água pelas diferentes condições climáticas.

Como na região existem duas estações bem definidas, o verão com maior quantidade de chuvas e o inverno com quantidade de precipitações pluviométricas reduzidas, este estudo efetuou uma coleta em cada período, criando uma série amostral.

Para que fossem efetuadas as coletas, fez-se necessário à preparação de todos os materiais e equipamentos essenciais aos procedimentos de pesquisa e conservação das amostras de água. Há de se observar que os principais utensílios utilizados foram frascos âmbar de 500 mL e de 1000 mL, devidamente esterilizados, balde de alumínio, luvas de borracha e caixa térmica com gelo. Para a medição *in loco* de alguns parâmetros utilizou-se os equipamentos, como: pHmetro e medidor portátil de oxigênio dissolvido.

Os dias escolhidos para as coletas foram determinados conforme orientação do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011), que sugere um período de 24 horas sem a ocorrência de chuvas precedendo a coleta, para que não ocorram interferências nos resultados.

A metodologia de coleta das amostras seguiu o guia anteriormente referenciado, que especifica que o material seja coletado em profundidades de 15 a 30 centímetros, em local com fluxo d'água (a favor do fluxo), e em frascos âmbar mantidos em caixa térmica com gelo durante o período amostral.

Os procedimentos analíticos iniciaram-se imediatamente após o fim das coletas, seguindo as metodologias da *American Public Health Association* (APHA, 2012). Foram eles: oxigênio dissolvido, pH, clorofila *a*, fósforo, surfactantes, fenóis, cobre, zinco, cádmio, cromo, níquel e chumbo.

## 4.2 Definição e Caracterização dos Pontos Amostrais

### 4.2.1 Métodos Analíticos Utilizados

Após a finalização de cada campanha de coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de análises químicas da Universidade do Oeste Paulista. Para que estas fossem preservadas e não tivessem suas características alteradas, seja na ocasião da coleta ou no preparo das amostras, foram adotados os métodos de preservação preconizados pelo *Standard Methods for Examination of Water and Waste Water, 21ª Edition* (APHA, 2012).

Na sequência serão listados os métodos analíticos utilizados para determinação dos parâmetros com o objetivo de construção do IVA.

O parâmetro, oxigênio dissolvido (OD), foi analisado *in loco* em todos os pontos de coleta, a fim evitar que o deslocamento das amostras até o laboratório de análises pudesse influenciar nos resultados (CETESB, 2011).

Para a análise do OD utilizou-se o equipamento Oxímetro (marca Hanna, modelo HI 9146-04), que determina a concentração em mg.L<sup>-1</sup>. O pH foi analisado utilizando o PHmetro Microprocessado de Bancada (marca Quimis, modelo Q400MT).

A clorofila-*a* (CL) foi determinada segundo o método de Wetzel e Likens (1991). Após a quantificação dos valores pelo espectrofotômetro UV-Vis nos comprimentos de onda de 665 e 750 nm, aplicou-se o método de cálculo de Lorenzen (1967) para a identificação das concentrações em mg.L<sup>-1</sup> através da equação 06:

$$Cl-a(\mu g/l) = \frac{[(U665 - U750) - (A665 - A750)] \cdot v \cdot F \cdot K}{V \cdot L} \quad \text{eq. 6}$$

Onde:

U665 = absorbância do extrato antes da acidificação no  $\lambda = 665$  nm

U750 = absorbância do extrato antes da acidificação no  $\lambda = 750$  nm

A665 = absorbância do extrato depois da acidificação no  $\lambda = 665$  nm

A750 = absorbância do extrato depois da acidificação no  $\lambda = 750$  nm

v = volume do etanol utilizado (10ml)  
F = fator para equiparar a redução em absorbância para a concentração inicial da clorofila ( $R/R-1 = 1,7/1-1,7 = 2,39$ )  
K = coeficiente de absorção da clorofila-a para etanol ( $1000/87 = 11,49$ )  
V = volume da água filtrada (L)  
L = comprimento da cubeta (cm)

A determinação da concentração de fósforo nas amostras foram realizadas por análises espectrofotométricas na região do UV-Vis em 882 nm segundo o método 4500-P F. do Standard Methods (APHA, 2012, tradução nossa).

Assim como, para a determinação dos surfactantes e dos fenóis também foram utilizados métodos estabelecidos pelo *Standard Methods*, os surfactantes pelo método 5540 C (indicado para águas brutas, tratadas, ou para consumo humano) e os fenóis através método 5530 D (Método Fotométrico Direto). As concentrações nas amostras foram identificadas por análises espectrofotométricas na região do UV-Vis a 652 nm (surfactantes) e 500 nm (fenóis) (APHA, 2012, tradução nossa).

Para a análise dos metais (cobre, zinco, cádmio, cromo, níquel, e chumbo), inicialmente, foi realizado o preparo das amostras através de sua digestão utilizando o ácido nítrico concentrado. Posteriormente, foi realizada a filtragem e o acondicionamento das amostras em refrigerador a 4°C até o momento da leitura.

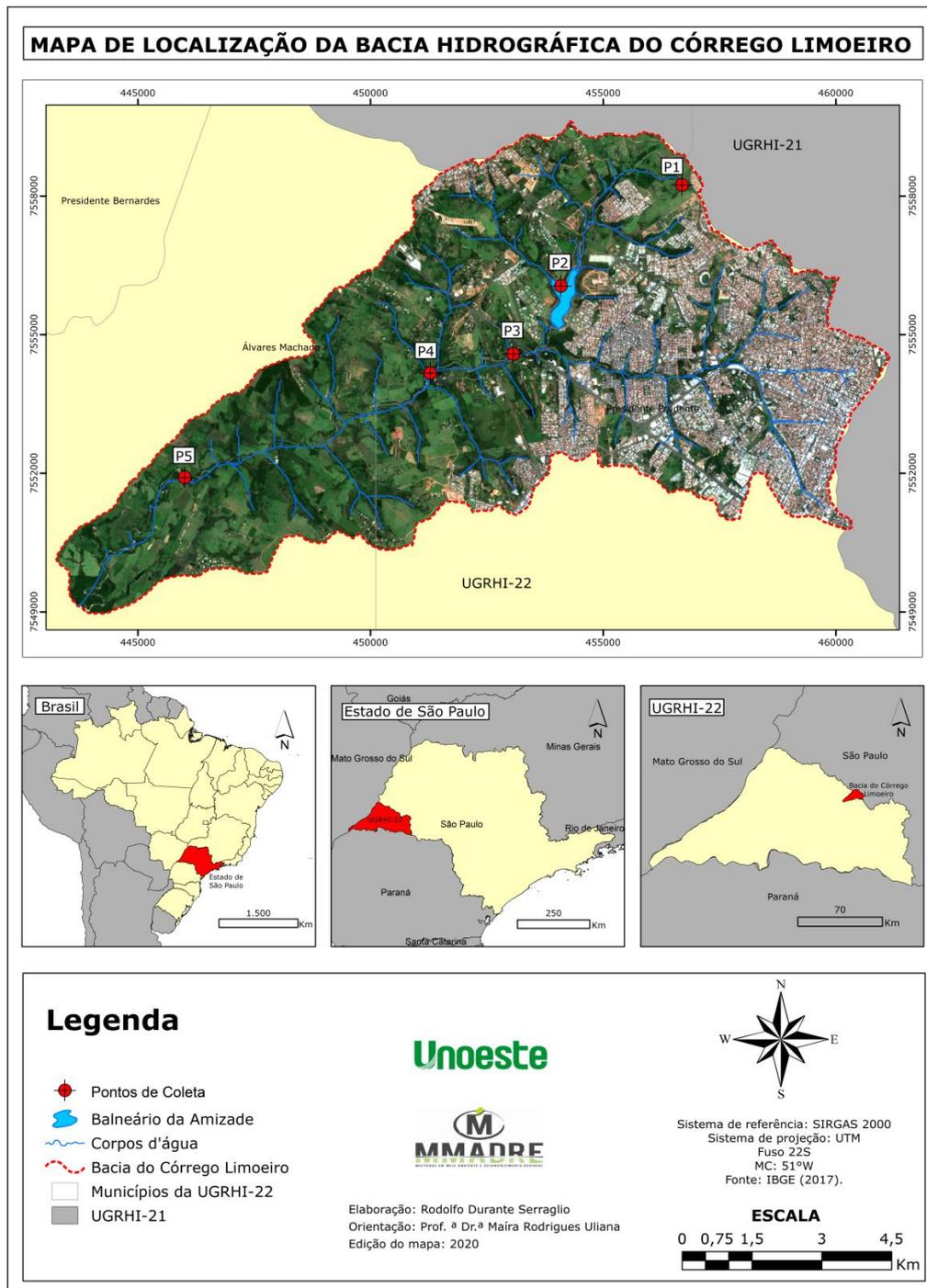
As leituras das concentrações de metais pesados foram determinadas através Espectrômetro de Absorção Atômica de Chama (FAAS) (marca Perkin Elmer, Modelo AAnalyst 200), equipado com lâmpada de deutério como corretor de fundo e lâmpadas de cátodo-oco contendo analito. Para atomização dos metais usou-se o gás acetileno.

As análises de todos os parâmetros foram realizadas em quintuplicata (5 repetições), com a finalidade de proporcionar ampla confiabilidade a pesquisa e possibilitar fiel análise dos resultados, que foram apresentados na forma de tabelas e gráficos, utilizando o *software Excel* como ferramenta para sua construção.

### 4.3 Pontos de Coleta

Os locais de coleta das amostras de água foram definidos ao longo do Córrego Limoeiro a fim de proporcionar uma perspectiva análise da água no afluente e possível identificação de poluentes. Na Figura 08 verifica-se a localização dos pontos amostrais na bacia do Córrego Limoeiro.

Figura 08 - Mapa de Localização dos Pontos na Bacia do Córrego do Limoeiro.



Fonte: O autor.

Foram escolhidos 5 pontos de coleta, numerados de 01 a 05, conforme o fluxo hídrico da bacia hidrográfica e trajeto para as campanhas de coleta, obedecendo como regra o menor tempo de acesso de um ponto ao outro.

A coleta teve início no ponto 01, em seguida no ponto 02, e sequencialmente nos pontos 04 e 05. O último ponto a ser coletado foi o 03, visto que, encontrava-se

próximo ao laboratório de análises. Assim, foram detalhadas as localizações e características observadas *“in loco”* de todos os pontos amostrais.

#### 4.3.1 Ponto de Coleta 01 – P. 01

O primeiro ponto de coleta, denominado P.01 (Coordenadas 22°04'48.6"S 51°25'11.2"W), corresponde à nascente do córrego (Figura 09), a escolha deste local partiu do pressuposto de que haveria pouca atividade antrópica, com a vegetação e a qualidade da água preservada.

Figura 09 - Localização Geográfica do Ponto 01 próximo a nascente do Córrego.



Fonte: Google Maps (2020a).

Figura 10 - Local de Coleta do Ponto 01.



Fonte: O autor.

Na ocasião das coletas foi possível verificar que este ponto encontra-se em uma propriedade privada, com criação de bovinos e equinos que acessam livremente o interior da nascente. Pode-se observar que a área está em estágio avançado de degradação, sem a presença de vegetação nativa, intensos processos erosivos e resíduos sólidos provenientes das áreas urbanizadas que estão disponíveis nas proximidades. Nas Figuras 10 e 11 é possível identificar o local de coleta e suas características previamente citadas.

Figura 11 - Falta de Vegetação e Processo Erosivo avançado na nascente do Córrego.



Fonte: O autor.

#### 4.3.2 Ponto de Coleta 02 – P.02

O ponto 02 (Figura 12) está localizado às margens do Balneário da Amizade (Coordenadas Geográficas 22°05'59.5"S 51°26'42.3"W). A definição deste ponto teve como base a utilização da área para atividades recreativas, o local é frequentado pela população para banhos, pescas, atividades físicas e lazer.

Em visita ao local foi observado que situa-se numa área visivelmente urbanizada, com a presença de condomínios e loteamentos. Nas coletas verificou-se que a água encontrava-se com índice de turbidez, mas, não foram realizados ensaios deste parâmetro, visto que, não é parte integrante do IVA. O local de coleta está situado no lado contrário da área frequentada pelos banhistas (Figura 13).

Figura 12 - Localização Geográfica do Ponto 02 no Balneário da Amizade.



Fonte: Google Maps (2020b).

Figura 13 - Local de Coleta do Ponto 02.



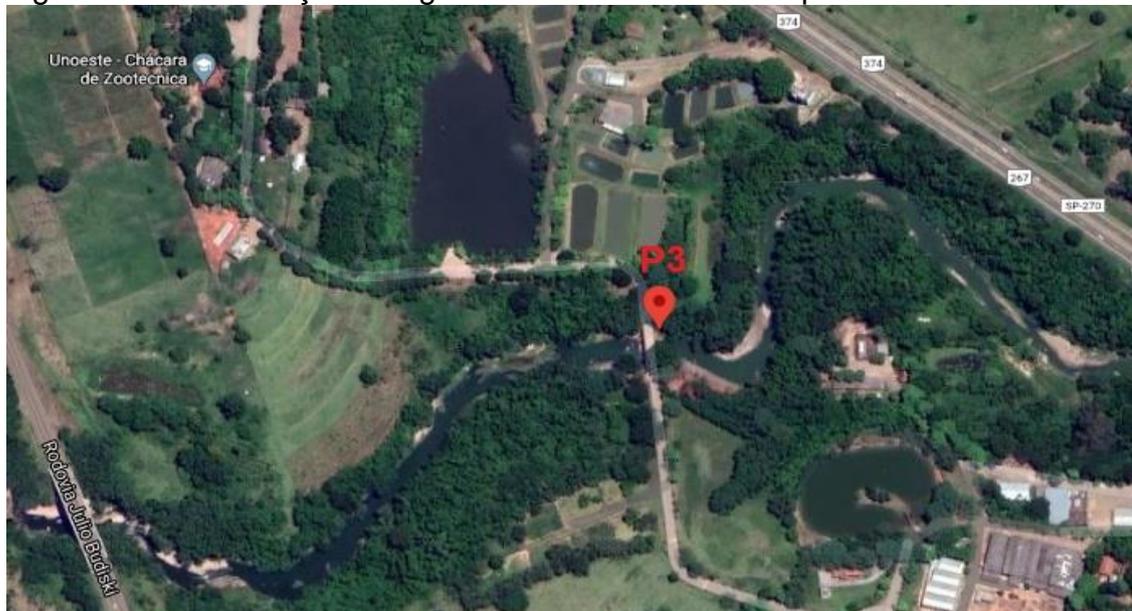
Fonte: O autor.

#### 4.3.3 Ponto de Coleta 03 – P.03

O ponto de coleta 03 está localizado dentro do Campus II da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE (Figura 14), à jusante do local de deságue do Córrego do Veado, aproximadamente 1 Km (Coordenadas 22°07'002."S 51°28'18.5"W). Esse córrego possui sua nascente dentro de área urbana, percorre uma parte de Presidente Prudente canalizado, carregando significativa parcela do

escoamento pluvial, e na porção não canalizada recebe efluentes de várias indústrias (TAKENAKA *et al.*, 2013, p.05).

Figura 14 - Localização Geográfica do Ponto 03 – Campus II – UNOESTE.



Fonte: Google Maps (2020c).

Figura 15 - Local de Coleta do Ponto 03.



Fonte: Autor (2020).

Neste ponto de coleta foi possível identificar a presença da mata ciliar na área de APP (Figura 15). Embora suas dimensões não sejam as mínimas indicadas pela legislação vigente e apresenta-se com baixa quantidade de espécies, a vegetação existente auxilia no processo de preservação do curso d'água (MALAMAN, 2020, p.40).

#### 4.3.4 Ponto de Coleta 04 – P.04

O ponto de coleta 04 está localizado em uma propriedade particular (Coordenadas Geográficas 22°11'67.9"S 51°47'23.1"W) e situa-se imediatamente após o descarte de efluente de esgoto tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto do Limoeiro – ETE/SABESP, que atende aos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado (Figura 16).

Figura 16 - Localização Geográfica do Ponto 04, após a ETE Limoeiro.



Fonte: Google Maps (2020d).

Figura 17 - Local de Coleta do Ponto 04.



Fonte: O autor.

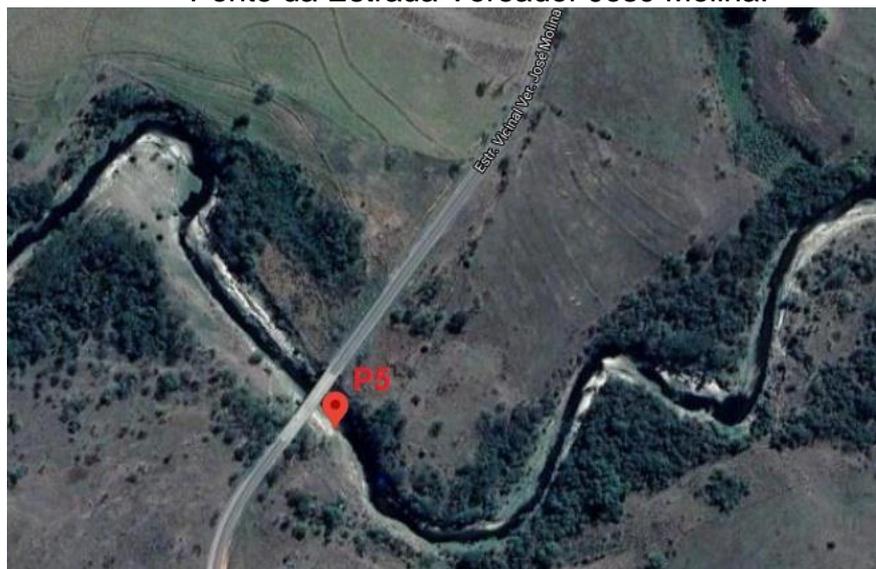
Nas duas campanhas de coleta foi observado que a água do córrego, neste ponto, encontrava-se com odor desagradável, entretanto verificou-se também que as áreas de APP estavam devidamente protegidas com vegetação nativa,

dificultando o acesso ao local para a realização das coletas, conforme demonstrado nas Figuras 16 e 17.

#### 4.3.5 Ponto de Coleta 05 – P.05

O ponto P.05 está localizado a aproximadamente seis quilômetros de distância do ponto de lançamento do efluente da ETE do Limoeiro, antes de sua confluência com o rio Santo Anastácio. Fica situado próximo a ponte da estrada vicinal Vereador José Molina, com as coordenadas geográficas 22°08'13.4"S 51°31'24.9"W (Figura 18). A coleta neste ponto teve como objetivo analisar a qualidade da água após passar por um período de autodepuração, devido a distância entre as áreas urbanas e o local de coleta.

Figura 18 - Localização Geográfica do Ponto 05, próximo à Ponte da Estrada Vereador José Molina.



Fonte: Google Maps (2020e).

O local é composto basicamente por áreas de pastagens, com livre acesso de bovinos nas APP, está parcialmente assoreado e encontra-se com vegetação herbácea predominante, favorecendo o surgimento de processos erosivos (Figura 19). Ainda neste local era notório a presença de resíduos sólidos às margens, bem como um odor desconfortável da água, no entanto, foi possível identificar visivelmente uma pequena quantidade de peixes.

Figura 19 - Local de Coleta do Ponto 05.



Fonte: O autor.

Com a apresentação dos métodos utilizados neste estudo, seguiremos para o próximo capítulo, que tratará sobre: Resultados e Discussão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão elencados os principais resultados identificados mediante as análises realizadas, com um comparativo entre os parâmetros e os pontos de coleta, a fim de diagnosticar quais locais da bacia do Córrego Limoeiro influenciam negativa ou positivamente sobre a preservação da vida aquática.

### 5.1 Períodos e Características dos Locais de Coleta

A bacia hidrográfica do Córrego do Limoeiro, área de estudos, está localizada, entre as coordenadas 443.000 e 460.000 Leste e 7.548.000 e 7.560.000 Norte, referente ao fuso 22 do sistema UTM, Datum horizontal Córrego Alegre, e Datum vertical Marégrafo de Imbituba - SC (RIDENTE JÚNIOR, 2000, p.09).

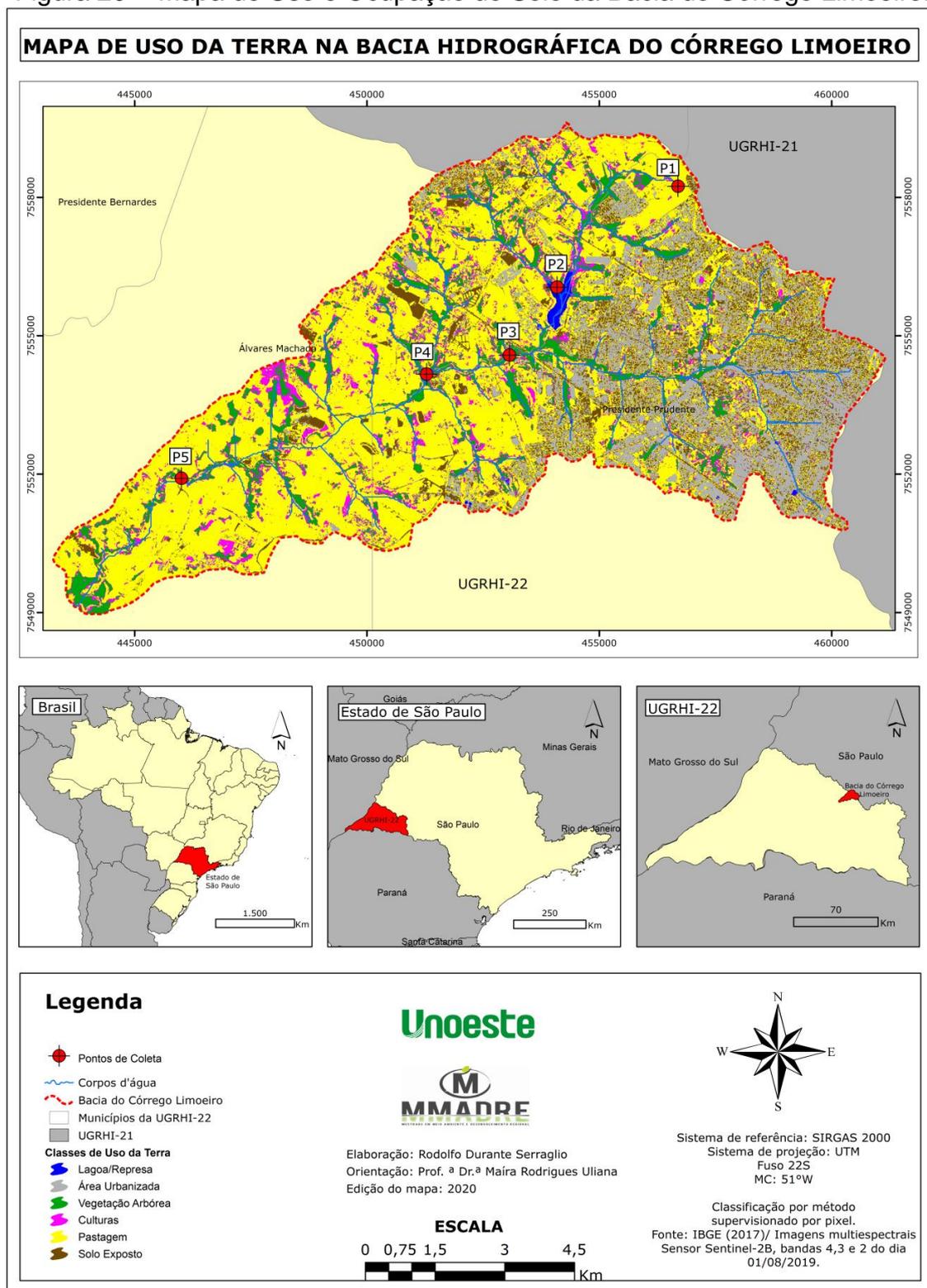
As áreas urbanas dos municípios de Presidente Prudente – SP e Álvares Machado – SP extrapolam os limites desta bacia hidrográfica, porém, o estudo restringiu-se à bacia, já que esta foi adotada como unidade de pesquisa.

Delimitando o Córrego do Limoeiro como pertencente ao espaço geográfico/territorial dos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, os autores Arana e Frois (2016, p.620, grifo nosso) mencionam:

*A bacia do Balneário da Amizade possui uma área de drenagem de 19,24 km<sup>2</sup>, tendo suas coordenadas geográficas 22°06'26,04''S de latitude e 51°26'43,50''W de longitude. Está inserida na bacia do alto curso do córrego do Limoeiro, que por sua vez encontra-se na bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, na divisa dos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, e a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema.*

Gomes *et al.* (2020) e Ridente Júnior (2000) enfatizam que a bacia do Córrego Limoeiro está posicionada na porção alta da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, que deságua no rio Paraná, pertencentes à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22), sendo esta uma das mais importantes bacias, uma vez que, atravessa o município mais populoso (Presidente Prudente) da região. A Figura 20 representa os pontos escolhidos para a coleta das amostras de água, assim como as principais formas de uso e ocupação do solo desta unidade de estudos.

Figura 20 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Limoeiro.



Fonte: O autor.

Gomes *et al.* (2018, p.83) e Soares (2015) afirmam em suas pesquisas, que as principais formas de uso e ocupação da bacia do Córrego Limoeiro são as áreas urbanizadas, vegetações herbáceas (pastagens), resquícios de floresta e

áreas com solos expostos (possível período de pré plantio ou pós colheita da agricultura, áreas destinadas a construção civil ou locais onde a vegetação foi suprida, deixando o solo suscetível a fatores como a erosão).

Sabe-se que o uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica frequentemente está em modificação, por meio de fatores naturais e/ou ações antrópicas. Nas campanhas de coletas realizadas nos meses de Março e Agosto de 2019, foi possível verificar que as descrições quanto uso e ocupação do solo da área de estudos, referenciadas por Gomes *et al.* (2018), na ocasião de sua análise (novembro de 2017), perduravam com as mesmas semelhanças.

Através da Figura 20 é possível identificar que a grande maioria da vegetação existente na bacia do Córrego Limoeiro é caracterizada por áreas de pastagens, seguida de áreas urbanizadas, vegetações arbóreas e áreas com solos expostos.

#### 5.1.1 Períodos da Coleta

A Primeira Coleta ocorreu no dia 30 de março de 2019, período este caracterizado por temperaturas elevadas e altas médias pluviométricas (período chuvoso – coleta 01), a Segunda Coleta foi realizada no dia 20 de agosto de 2019, período seco e com temperaturas mais amenas (período seco – coleta 02). A Tabela 06 demonstra a variação pluviométrica entre as campanhas de coleta.

Tabela 06 - Dados Pluviométricos registrados durante o Período Seco e Chuvoso de 2019.

Coletas	1ª Coleta - Chuvoso		2ª Coleta – Seco	
	Data	Precipitação (mm)	Data	Precipitação (mm)
<b>Data da Coleta</b>	30/03/2019	0	20/08/2019	0
<b>15 dias anteriores</b>	15/03 a 30/03	51,6	05/08 a 20/08	0
<b>30 dias anteriores</b>	01/03 a 30/03	236,7	20/07 a 20/08	4,5

Fonte: Somar Meteorologia (2019).

Na Tabela 06 é possível verificar que o volume acumulado de chuvas no mês de março (236,7 mm), ocasião da primeira coleta, é consideravelmente

superior à quantidade precipitada no mês de agosto, segunda coleta (4,5 mm), evidenciando a distinção entre as estações predominantes na região.

Os períodos de coleta das amostras foram definidos com a finalidade de verificar os efeitos da sazonalidade sobre os resultados dos parâmetros analisados. Há de se destacar que no período chuvoso o volume acumulado de precipitações foi expressivamente superior ao período seco (Tabela 06), correspondendo este a aproximadamente 1,90% do valor total referente ao período chuvoso. Isto demonstra a segregação dos fatores climáticos em dois períodos (seco e chuvoso) na região de Presidente Prudente, conforme referenciado por Amorim, Dubreuil e Cardoso (2015).

Quando observadas as Tabelas 07 e 08, referentes às concentrações dos parâmetros, é possível verificar que a distinção entre os períodos seco e chuvoso pode ter influenciado sutilmente nos resultados analíticos. Presumia-se que no período seco, devido à redução da vazão do córrego, as concentrações dos parâmetros analisados fossem expressivamente maiores que as do período chuvoso, porém, aproximadamente 60% dos parâmetros analisados na segunda coleta, foram superiores aos limites estabelecidos pela legislação vigente. No período chuvoso 43% das análises estiveram acima do valor máximo permitido. Através dos estudos disponibilizados por Figueiredo *et al.* (2019), Silva *et al.* (2016b) e Donadio *et al.* (2005) é possível verificar também esta variação entre os resultados obtidos em 2 (dois) períodos de coleta, há de se considerar que os parâmetros, os locais, e os períodos de coleta são semelhantes à área de estudos desta pesquisa.

Serão descritos posteriormente os valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), de acordo com a classificação adotada para o córrego denominado como área de estudos, bem como os resultados obtidos através das análises físico-químicas para cada parâmetro.

## **5.2 Análises Físico-químicas**

Em 22 de novembro de 1977 o Córrego Limoeiro foi definido pelo Decreto Estadual 10.755, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores, como classe 4 (quatro). De acordo com a resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, referência legal que ampara esta pesquisa, os cursos d'água

com classificação 4 podem ser utilizados para navegação e harmonia paisagística (BRASIL, 2005).

Pontes (2009) evidencia que esta classificação atribuída ao córrego está devidamente relacionada ao fato de que, na época, os esgotos domésticos eram lançados *in natura* no corpo d'água, sendo este uma das maiores fontes de poluição do município. Porém, a partir da década de 1990 o cenário foi atualizado, a companhia responsável pela concessão dos serviços de água e esgoto iniciou o processo de tratamento dos efluentes domésticos de Presidente Prudente na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) localizada próximo a Rodovia Júlio Budiski (SP- 501) na bacia do Córrego Limoeiro.

Apesar do córrego receber esta classificação, seu enquadramento não representa a real situação em que se encontra, tendo em vista a remoção da principal carga poluente há um período aproximado de 30 (trinta) anos. Através das visitas *in loco*, na ocasião das coletas, foram identificadas outras atividades atualmente desenvolvidas, tais como: recreação, pesca, irrigação de pomares e ainda dessedentação de animais nas áreas rurais. Malaman (2020, p.41) também observou em sua pesquisa características de uso do córrego semelhantes às anteriormente listadas, e ainda sugerida a reclassificação do córrego para classe 3 (três), que abrange as características supracitadas.

Considerando este período em que o corpo d'água passou por um processo de autodepuração e as mudanças nas características visualmente identificadas, serão utilizados como valores máximos permitidos para os parâmetros analisados, os correspondentes à Classe 3 da Resolução CONAMA 357/05, que abrange as atividades atualmente desenvolvidas.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, a fim de preservar a vida dos ecossistemas aquáticos, os valores máximos permitidos para cada parâmetro analisado, referentes aos corpos d'água de classe 3, são identificados na Tabela 07 (BRASIL, 2005).

Tabela 07 - Parâmetros Analisados e Valores Máximos permitidos para Corpos d'água de Classe 3.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Classe do Corpo D'água
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 4,0 mg.L <sup>-1</sup>	3
Potencial Hidrogeniônico	6,0 a 9,0	3
Clorofila a	0,060 mg.L <sup>-1</sup>	3
Fósforo total	0,150 mg.L <sup>-1</sup>	3
Surfactantes	0,500 mg.L <sup>-1</sup>	3
Fenóis	0,010 mg.L <sup>-1</sup>	3
Cádmio	0,010 mg.L <sup>-1</sup>	3
Chumbo	0,033 mg.L <sup>-1</sup>	3
Cobre	0,013 mg.L <sup>-1</sup>	3
Cromo	0,050 mg.L <sup>-1</sup>	3
Mercúrio	0,002 mg.L <sup>-1</sup>	3
Níquel	0,025 mg.L <sup>-1</sup>	3
Zinco	5,000 mg.L <sup>-1</sup>	3

Fonte: Organizador pelo autor com dados de Brasil (2005).

Assim, nos locais onde os recursos hídricos analisados apresentaram valores acima do máximo permitido, de acordo com os parâmetros indicados na Tabela 07, podemos inferir que estão ocorrendo prejuízos à manutenção da vida aquática.

### 5.2.1 Análise dos Parâmetros nos Períodos de Coleta

Devido ao volume de precipitações acumulados no mês da primeira coleta ser relativamente alto, quando comparado à do período seco (Tabela 05), esperava-se que a maioria das concentrações dos parâmetros analisados seriam inferiores ao valor máximo permitido pela legislação, visto que, com o aumento da vazão do córrego amplia-se sua capacidade de diluição, bem como a condução dos contaminantes para outras localidades, assim como, em épocas de estiagem reduz-se o efeito de diluir provocado pelas precipitações (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013). Entretanto, mesmo no período de chuvas, as concentrações de 43% dos parâmetros analisados foram superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357 de 2005 (BRASIL, 2005), conforme observado na Tabela 08.

Tabela 08 - Análise dos Parâmetros físico-químicos Período Chuvoso.

Parâmetros Analisados	Valores Máximos Permitidos (VPM)	1ª Coleta (Março/2019)				
		P. 01	P. 02	P. 03	P. 04	P. 05
OD mg.L <sup>-1</sup>	Não inferior a 4,0	8,740	7,320	4,45	5,02	5,08
pH	6,0 a 9,0	6,430	6,856	7,244	7,438	7,514
Clorofila a mg.L <sup>-1</sup>	0,060	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000
Fósforo mg.L <sup>-1</sup>	0,150	0,077	0,051	0,493	0,903	6,482
Surfactantes mg.L <sup>-1</sup>	0,500	0,461	0,945	0,886	0,346	0,745
Fenóis mg.L <sup>-1</sup>	0,010	0,049	0,092	0,187	0,044	0,044
Cobre mg.L <sup>-1</sup>	0,013	0,078	0,250	0,348	0,438	0,548
Zinco mg.L <sup>-1</sup>	5,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,018
Cádmio mg.L <sup>-1</sup>	0,010	0,166	0,228	0,402	0,468	0,510
Cromo mg.L <sup>-1</sup>	0,050	0,074	0,000	0,032	0,000	0,000
Níquel mg.L <sup>-1</sup>	0,025	0,062	0,100	0,000	0,242	0,270
Chumbo mg.L <sup>-1</sup>	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fonte: O autor.

Nota: \*VPM de acordo com a Resolução do CONAMA Nº 357/2005 para Classe 3/ Águas Doces.

Na ocasião da segunda coleta, período seco, o volume acumulado de chuvas para os 30 dias anteriores foi expressivamente reduzido - 4,5 mm (Tabela 05). Quando analisada a Tabela 09, verifica-se que aproximadamente 60% dos parâmetros investigados, em todos os pontos de coleta, ficaram acima do máximo permitido, e as concentrações evidentemente superiores ao período chuvoso.

Tabela 09 - Análise dos Parâmetros físico-químicos Período Seco.

Parâmetros Analisados	Valores Máximos Permitidos (VPM)	2ª Coleta (Agosto/2019)				
		P. 01	P. 02	P. 03	P. 04	P. 05
OD mg.L <sup>-1</sup>	Não inferior a 4,0	7,360	7,630	5,13	6,37	4,92
pH	6,0 a 9,0	9,240	9,516	9,316	9,190	9,128
Clorofila a mg.L <sup>-1</sup>	0,060	0,000	0,010	0,000	0,004	0,008
Fósforo mg.L <sup>-1</sup>	0,150	0,000	0,000	1,973	0,404	1,860
Surfactantes mg.L <sup>-1</sup>	0,500	1,680	1,332	1,093	1,595	1,424
Fenóis mg.L <sup>-1</sup>	0,010	0,000	0,000	0,000	0,098	0,000
Cobre mg.L <sup>-1</sup>	0,013	0,135	0,159	0,146	0,201	0,158
Zinco mg.L <sup>-1</sup>	5,000	0,144	0,442	0,146	0,336	0,133
Cádmio mg.L <sup>-1</sup>	0,010	0,116	0,133	0,136	0,132	0,133
Cromo mg.L <sup>-1</sup>	0,050	3,182	2,802	4,831	4,123	3,210
Níquel mg.L <sup>-1</sup>	0,025	0,566	0,639	0,511	0,477	0,430
Chumbo mg.L <sup>-1</sup>	0,033	4,155	3,683	4,022	4,136	5,648

Fonte: O autor.

Nota: \*VPM de acordo com a Resolução do CONAMA Nº 357/2005 para Classe 3/ Águas Doces.

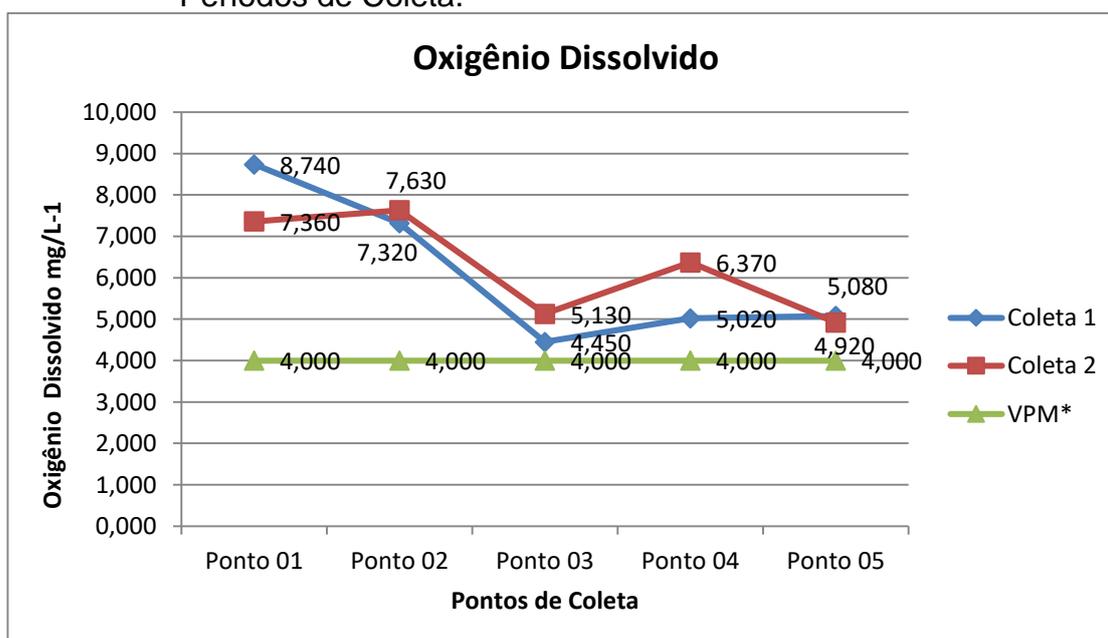
Gomes *et al.* (2020) ao analisar o Índice de Qualidade da Água – IQA da bacia do Córrego Limoeiro identificou uma interação entre a sazonalidade climática e as atividades humanas. Alguns dos períodos com déficit hídrico (inverno), com baixo volume de precipitação, influenciaram positivamente a qualidade das águas, isto devido a maior percolação dos recursos hídricos no solo e redução do escoamento superficial, por consequência redução de poluentes no corpo d'água. Em outra ocasião (outono e primavera), com excedente de chuvas, aumentou-se o volume do córrego e contribuiu para a diluição dos poluentes, melhorando também a qualidade das águas.

A seguir serão retratados os principais resultados obtidos em cada período de coleta, assim como, uma análise dos principais aspectos que podem contribuir ou danificar os ecossistemas aquáticos.

#### 5.2.1.1 Oxigênio Dissolvido

Através das Tabelas 08 e 09 é possível verificar que em todos os pontos de coleta o Oxigênio Dissolvido (OD) estava dentro dos padrões exigidos pela legislação. Embora os pontos P.03 (Coleta 01) e P.05 (Coleta 02) aproximaram-se do limite, em nenhum dos locais a concentração foi inferior a  $4 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{O}_2$ .

Figura 21 - Determinação da Concentração do Oxigênio Dissolvido nos Períodos de Coleta.



Fonte: Autor (2020).

É perceptível que os valores de OD, para as duas campanhas de coleta, foram menores a partir do Ponto 03. Para melhor visualização a Figura 21 demonstra os resultados obtidos nas Tabelas 08 e 09.

Pelo fato de serem locais que podem estar recebendo efluentes, seja de origem oculta (P.03, localizado logo após a foz do Córrego do Veado que percorre grande parte do perímetro urbano de Presidente Prudente - SP), ou fontes conhecidas (P.04, após o lançamento do efluente tratado da ETE Limoeiro) acredita-se que esta redução de OD esteja associada a ações antrópicas.

Embora os níveis de oxigênio dissolvido foram satisfatórios para todos os pontos de coleta, quando comparados a legislação vigente, é necessário precaução para que estas concentrações não reduzam além dos limites e prejudiquem as comunidades aquáticas.

Post *et al.* (2018) afirma que níveis reduzidos de oxigênio dissolvido podem diminuir o desenvolvimento e o crescimento de espécies aquáticas, induzindo à mortalidade e criando condições propícias para a eutrofização.

As reduções do OD na água podem estar associadas aos seguintes fatores: lançamento de efluentes industriais ricos em matérias orgânicas e nutrientes nos corpos d'água, locais com vegetação ciliar preservada (acúmulo de matéria orgânica em decomposição e baixa produção primária de oxigênio devido à ausência de luminosidade pelo sombreamento, podendo limitar a concentração de OD) e a urbanização, através de escoamento urbano (NAUBI; ZARDARI, 2016, PEÁEZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2001, LUO *et al.*, 2018).

Além disto, Esteves (1998) enfatiza que a temperatura é outro fator que pode influenciar na concentração de oxigênio dissolvido na água, pois quanto maior a temperatura menor será a solubilidade, diminuindo sua concentração nos corpos hídricos. Observando as temperaturas da água registradas durante as coletas (mínima de 24°C máxima de 25°C) identificou-se uma baixa relação com a concentração de OD no Córrego Limoeiro, tendo em vista a pequena variação de temperaturas. Já, na pesquisa apresentada por De Queiroz *et al.* (2010) a amplitude térmica entre 16°C e 22°C pode ter influenciado na concentração de OD na água do córrego analisado.

### 5.2.1.2 pH

De acordo com Esteves (1998 p. 64) o pH é um dos parâmetros ambientais mais importantes no auxílio à análise da qualidade da água, entretanto, o elevado número de fatores que podem influenciá-lo torna-o um dos mais difíceis índices de serem interpretados.

O pH, para a coleta do período chuvoso (Tabela 08), apresentou oscilações consideradas aceitáveis para todos os pontos avaliados, ou seja, de 6 a 9, dentro dos padrões recomendados pela legislação CONAMA (BRASIL, 2005). Comportamento similar foi notado para períodos chuvosos, que também podem ser observados nas pesquisas realizadas por PIRATOBA *et al.* (2017), BISOGNIN *et al.* (2017) e QUEIROZ *et al.* (2010).

Para a segunda coleta, período seco (Tabela 09), os valores do pH para todos os pontos de amostragem, mesmo que sutilmente, estabeleceram-se acima do máximo permitido (9), indicando um aumento no grau de alcalinidade da água (CETESB, 2017b – Apêndice E). O mesmo foi constatado por Pereira *et al.* (2016) ao analisar o uso da terra e a degradação da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi (PA), demonstrando em sua pesquisa que o pH da água para o período menos chuvoso apresentou uma relativa alcalinidade, segundo o autor, este fenômeno pode estar associado às contribuições geológicas da região.

Duarte-dos-Santos *et al.* (2017) afirma que a composição geoquímica do solo pode influenciar no pH da água, porém, no estudo realizado por SongyanYu *et al.* (2016) nenhum uso da terra mostrou uma relação significativa com o valor do pH.

De acordo com Esteves (1998, p. 64) a ocorrência de elevados teores de pH em ambientes aquáticos podem estar associados ao reduzido índice de precipitações. Ainda de acordo com o autor, córregos com alcalinidade acentuada podem propiciar a floração de algas ou crescimento de densas comunidades de macrófitas aquáticas.

Nos estudos apresentados por Amorim *et al.* (2017), Souza *et al.* (2010) e Medeiros *et al.* (2018), o pH mostrou-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação, porém, com uma elevação entre o período chuvoso e o período seco.

Já, Donadio *et al.* (2005) que analisou a qualidade da água na bacia hidrográfica do Córrego Rico, localizada na região Nordeste do Estado de São Paulo, verificou que os valores obtidos para o pH nos diferentes pontos de amostragem não variaram muito entre os períodos seco e chuvoso.

Há de se considerar que o Ministério da Saúde através da portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano, em seu artigo 39, preconiza que os valores aceitáveis do pH para consumo humano podem variar entre 6,0 e 9,5. Caso os padrões de qualidade fossem analisados através desta vertente, para a coleta do período seco, as medições estariam atendendo a legislação. Porém, como a resolução que parametriza esta pesquisa atribui outros limites, determinando um intervalo entre 6,0 e 9,0, o resultado amostral situou-se acima do máximo permitido, indicando um potencial agravante para a manutenção das comunidades aquáticas. Rossiter *et al.* (2015) afirma ainda, que com o pH acima de 9,5 podem ocorrer reações tóxicas na água, representando um risco potencial.

Para Araújo e Oliveira (2013, p. 252) os valores afastados da neutralidade (7,0) podem influenciar diretamente os ecossistemas aquáticos, uma vez que o desequilíbrio deste indicador pode causar alterações na fisiologia das espécies através de reações químicas. Esteves (1998) complementa que “o pH atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extra celular e entre os organismos e o meio”.

Ante as pesquisas analisadas e os resultados obtidos, que demonstram uma considerável elevação do pH entre o período seco e chuvoso, isto para todos os pontos de coleta, presume-se que este fato pode estar associado ao baixo índice pluviométrico ou ao lançamento clandestino de efluentes químicos, visto que, a ocorrência não está apenas em locais isolados, mas, em todo o perímetro analisado. Outro fator que pode estar influenciando neste parâmetro é o solo, entretanto não foram realizadas análises químicas deste com finalidade de identificar possíveis fontes de contaminação.

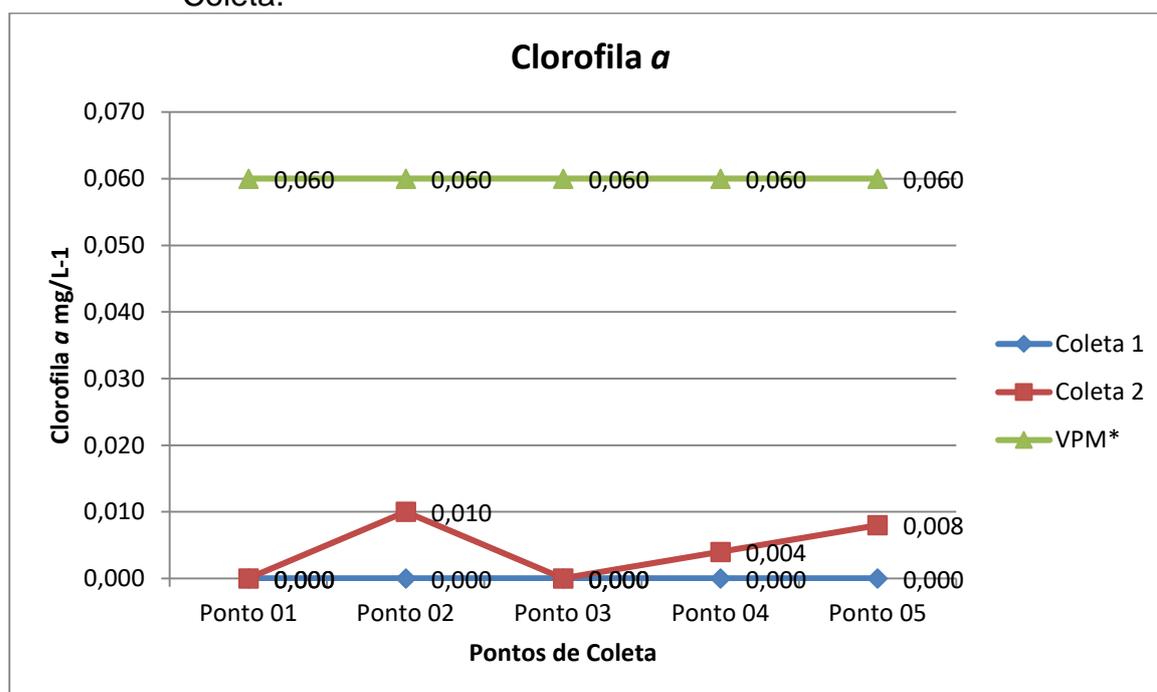
### 5.2.1.3 Clorofila a

Outro parâmetro importante à análise da qualidade da água é a Clorofila a, quando observado os resultados obtidos nos dois períodos de coleta, através das Tabelas 08 e 09, verifica-se que para todos os pontos as concentrações estabeleceram-se em níveis inferiores ao prescrito pela legislação CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Há de se considerar que o mesmo foi observado por Gomes *et al.* (2020) ao analisar este parâmetro na bacia do Córrego Limoeiro.

De acordo com Maranhão (2012) a concentração de clorofila a na água está associada à disponibilidade de nutrientes inorgânicos dissolvidos. Vasco *et al.* (2011) ao analisar qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, afirma também que as maiores concentrações identificadas em sua pesquisa estão associadas às estações de coleta com maior quantidade de nutrientes derivados dos locais com elevada contribuição antrópica.

Já, Sadeghian *et al.* (2018) evidencia que não somente a disponibilidade de nutrientes e a luz determinam a concentração de Clorofila a na água, mas, também o tipo de espécie, o estágio da vida e as condições de luminosidade anteriores.

Figura 22 - Determinação da Concentração da Clorofila a nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Verificando as concentrações de clorofila *a* nas análises realizadas (Figura 22), verifica-se que o Ponto 02, coleta do período seco, foi o local com maior concentração deste parâmetro, seguido pelo Ponto 04 e Ponto 05 respectivamente, do mesmo período de coleta. Assinala-se que o P.02 está localizado na represa do Balneário da Amizade, ambiente lântico e que podem ocorrer variadas interações biológicas (HUSER *et al.*, 2016).

Nos estudos realizados por Kovács *et al.* (2017) e Tanos *et al.* (2015) verificou-se que os locais com características semelhantes a lagos, onde o tempo de residência de suas águas aumenta, a velocidade do fluxo diminui e melhora-se as condições de luminosidade, corroborando para um aumento de nutrientes disponíveis, eleva-se o teor da clorofila *a*.

Na coleta realizada no período chuvoso foram verificadas quantidades insignificantes de clorofila *a* para todos os pontos de análise, supõe-se que o aumento das precipitações contribui para uma maior diluição dos nutrientes em ambientes aquáticos, podendo isto ter influenciado nas baixas concentrações da clorofila *a* (BOTELHO; TORNISIELO, 2014).

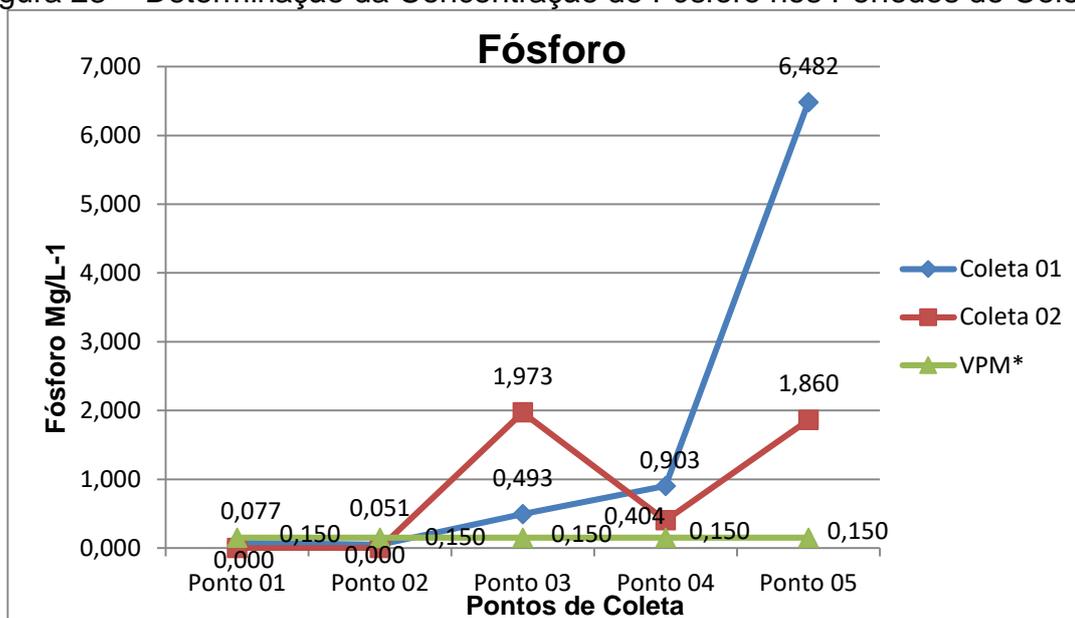
Embora nas ocasiões de coleta não fossem identificadas grandes áreas com atividades agrícolas, outro fator limitante ao teor de clorofila *a* na água é a aplicação de algicidas, reduzindo o nível de crescimento das algas (CETESB, 2017a – Apêndice D).

A Clorofila *a* e o fósforo são importantes parâmetros para o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET) que analisa o grau de eutrofização dos cursos d'água (BOTELHO; TORNISIELO, 2014).

#### 5.2.1.4 Fósforo

Nas análises realizadas através desta pesquisa, verificaram-se elevados índices de fósforo presentes em alguns pontos do Córrego Limoeiro (P.03, P.04 e P.05), quando comparado aos padrões máximos fixados pela legislação regulamentadora, resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

Figura 23 - Determinação da Concentração de Fósforo nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Por meio da Figura 23 é possível visualizar as concentrações do fósforo total para as duas campanhas de coleta, bem como o valor máximo estabelecido pela resolução anteriormente referenciada.

Constata-se que na nascente do Córrego Limoeiro (P.01) e no Balneário da Amizade (P.02), para os dois períodos de amostragem, os valores estabeleceram-se abaixo do máximo permitido, indicando regularidade em relação a este parâmetro.

Já, os pontos situados dentro do Campus II da UNOESTE (P.03), após o lançamento do efluente tratado pela ETE Limoeiro (P.04) e especialmente o Ponto 05, localizado na zona rural antes da confluência com o rio Santo Anastácio, ficaram acima do permitido pela legislação.

Em relação a estes (P.03, P.04 e P.05) não houve uma regularidade em relação ao período seco ou chuvoso, P.03 na coleta do período seco (1,970 mg.L<sup>-1</sup>) apresentou concentração acima do período chuvoso (0,493 mg.L<sup>-1</sup>), já os Pontos 04 e 05 mostram-se com teores de fósforo superiores na primeira coleta.

Martins *et al.* (2017) ao analisar qualidade da água do rio Setúbal (MG) constataram que no período de estiagem as concentrações de fósforo foram superiores ao período chuvoso, atribuindo ao fato de existirem no local fontes pontuais de lançamento de efluentes (despejo de esgotos urbanos), o mesmo também foi observado por Decker *et al.* (2018).

Damasceno *et al.* (2015) em pesquisa semelhante, registrou maiores valores de fósforo nos períodos chuvosos e associou isso a processos naturais, da dissociação dos sedimentos em suspensão e da lixiviação do solo pelas águas das chuvas, ou seja, fonte difusa.

Arruda *et al.* (2017) afirma, ao analisar qualidade da água do Rio Tibagi (PR) que os teores elevados de fósforo podem estar associadas ao uso e ocupação do solo, em especial às atividades agrícolas e pecuária em diversas regiões ao longo de uma bacia. Esteves (1998) reitera ainda que além destas fontes citadas anteriormente, o fósforo pode ser oriundo de produtos de limpeza.

Em relação aos resultados identificados nesta pesquisa, equiparados com as referências identificadas, é notório que as elevadas concentrações de fósforo para os pontos P.03 e P.04 podem estar associadas ao lançamento de efluentes no corpo d'água. Vale salientar que o Ponto 04 está localizado imediatamente após o lançamento do efluente tratado da ETE Limoeiro e o Ponto 03 após o deságue do Córrego do Veado, que percorre grande parte da área urbana de Presidente Prudente – SP, localizações propícias ao descarte irregular de produtos com altas concentrações de fósforo.

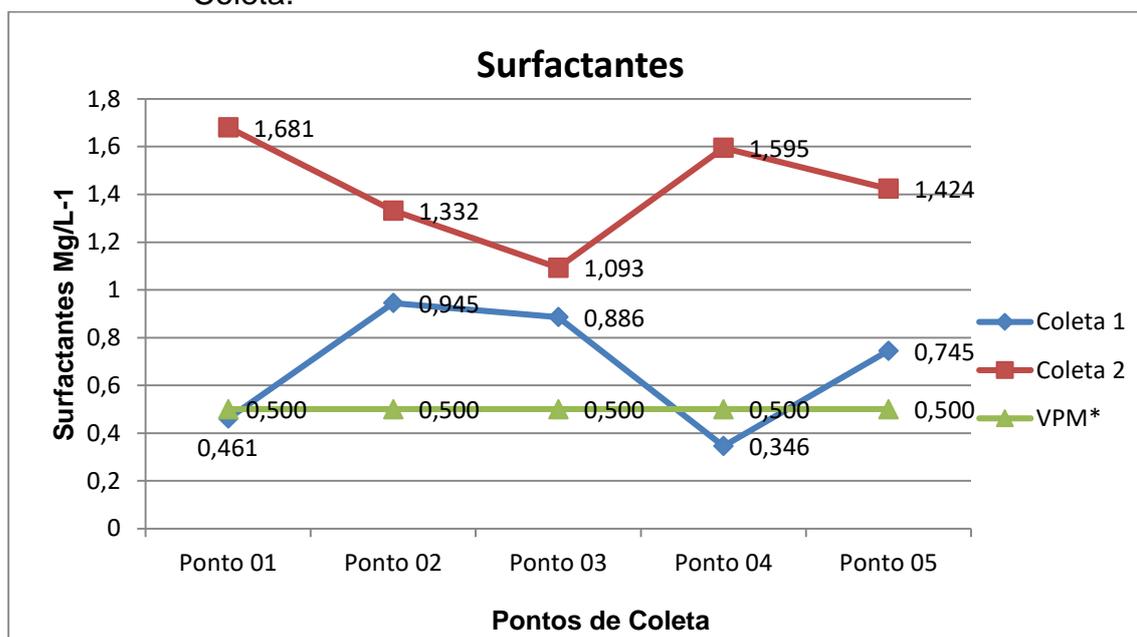
Já, o P.05, observando os elevados teores deste parâmetro, entende-se que somadas as concentrações advindas dos outros pontos de coleta, exista ainda algum tipo de descarte irregular que esteja ocasionando esta situação, no entanto, neste perímetro do córrego, é predominante a existência de propriedades rurais.

Contudo, considera-se que todos estes fatores (produção agrícola, pecuária, lixiviação do solo, esgotos urbanos, entre outros) podem ter influenciado para os elevados níveis de fósforo presentes no Córrego Limoeiro.

#### 5.2.1.5 Surfactantes

De acordo com a CETESB (2017b – Apêndice E) outro parâmetro que pode contribuir para os efeitos de eutrofização dos córregos são os surfactantes ou detergentes.

Figura 24 - Determinação da Concentração de Surfactantes nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Estes por sua vez, são definidos como “compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas” e possuem em sua composição, na maioria das vezes, o fósforo. CETESB (2017b – Apêndice E) e Ying (2006) apontam que um dos principais responsáveis pelo lançamento de surfactantes nos corpos d’água são os esgotos sanitários, estes possuem aproximadamente de 3 a 6 mg.L<sup>-1</sup> de detergentes.

Nas análises realizadas no Córrego Limoeiro verificou-se que apenas os Pontos 01 e 04 da coleta do período chuvoso estabeleceram-se abaixo do valor máximo fixado pela legislação (0,500 mg.L<sup>-1</sup>). Para todos os locais de amostragem da coleta do período seco e os Pontos 02, 03 e 05 da coleta do período chuvoso as concentrações ultrapassaram o valor máximo permitido (Figura 24).

É possível verificar através da Figura 24 que, para todos os pontos de coleta, as concentrações dos surfactantes para o período seco foram superiores ao chuvoso, isso possivelmente ocorreu devido à redução na vazão do córrego e maior concentração do poluente, seja através de fontes pontuais ou difusas.

Para Cordeiro *et al.* (2018) existe uma tendência das concentrações de surfactantes serem maiores próximos aos pontos de lançamentos de efluentes (ETE), o qual pode possuir grande quantidade de sabões utilizados nas residências. Observa-se que no Ponto 04 (ETE – Limoeiro) (Figura 24), embora no

período chuvoso a concentração tenha se mantido abaixo do máximo permitido, para o período seco foi um dos maiores teores identificados ( $1,595 \text{ mg/L}^{-1}$ ).

Constata-se também que nas duas campanhas de coleta as concentrações dos surfactantes no Ponto 02, localizado no Balneário da Amizade, estabeleceram-se acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). O mesmo foi observado por Simonetti *et al.* (2019), ao analisar o uso e ocupação da terra na qualidade da água dos principais cursos de água da Área de Proteção Ambiental de Itupararanga - SP, embora os valores dos surfactantes tenham ficado abaixo do limite máximo, foi identificado que as maiores concentrações estavam em pontos inseridos em reservatórios.

A pesquisa realizada por Tersariol (2015), quanto ao monitoramento e diagnóstico ambiental do córrego do Bugre em Alumínio (SP), apresenta valores semelhantes de concentrações de surfactantes ( $0 \text{ a } 2,730 \text{ mg.L}^{-1}$ ) em relação aos teores identificados nesta pesquisa. Para o autor, os níveis elevados deste parâmetro podem estar associados ao lançamento de esgoto doméstico sem tratamento no corpo d'água.

Um dos fatores indicativos de surfactantes na água é a presença de espumas, o excesso deste poluente altera a tensão superficial nos corpos hídricos podendo comprometer a quantidade de oxigênio dissolvido na água, e consequentemente, por exercerem efeitos tóxicos sobre os ecossistemas e causar danos às comunidades aquáticas (SPERLING, 1996; CETESB, 2017b – Apêndice E). Em relação ao curso d'água analisado não foram observados locais com acúmulos de espumas, isto pode estar atribuído a baixa velocidade de escoamento da água.

Desta forma, sobre os resultados obtidos para este parâmetro, supõe-se que o Córrego Limoeiro, devido as variações inconstantes nas concentrações identificadas, esteja recebendo algum tipo de efluente que possui em sua composição química os surfactantes, haja visto que em todos os pontos foram identificados resquícios do poluente, inclusive na nascente. Entende-se que um dos principais fatores que esteja contribuindo para estas concentrações, seja a proximidade da malha urbana ao córrego e os lançamentos clandestinos realizados nas redes de drenagem de águas pluviais, cujas destinações são os corpos d'água mais próximos.

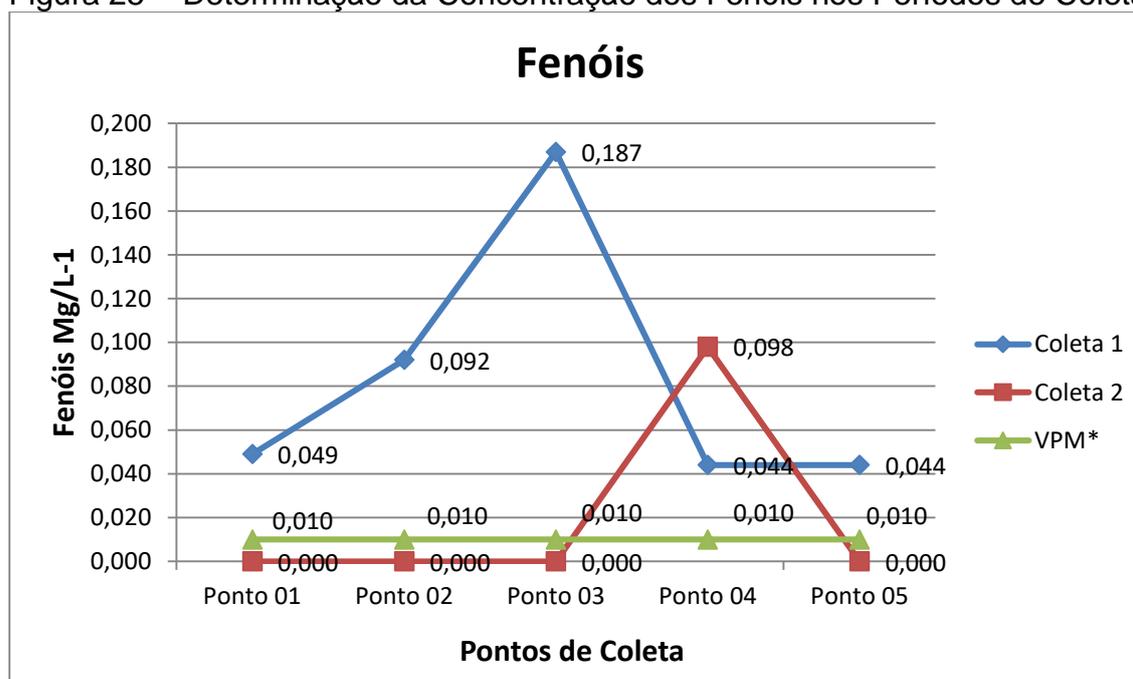
### 5.2.1.6 Fenóis

Outro parâmetro analisado nesta pesquisa foram os Fenóis, produzidos normalmente a partir de efluentes sanitários e industriais. Em concentrações elevadas podem ser prejudiciais ao homem, aos organismos e microrganismos aquáticos (CETESB, 2017b – Apêndice E; RAMOS *et al.*, 2018).

Os resultados obtidos através das análises não seguiram uma padronização em relação aos períodos de coleta. Entretanto, para o período chuvoso em todas as estações de coleta, os teores de fenóis encontraram-se acima do máximo permitido pela legislação. Na segunda coleta (período seco) apenas o Ponto 04 apresentou concentração acima do que a Resolução CONAMA determina. Por meio da Figura 25 é possível verificar as informações descritas.

Assim como citado anteriormente, para todos os pontos analisados no período chuvoso as concentrações de fenóis fixaram-se acima de  $0,010 \text{ mg/L}^{-1}$ , valor máximo permitido. Desde a nascente, até o Ponto 05, os teores de fenóis foram consideravelmente elevados, quando comparados aos estudos apresentados por Tersariol (2015) e Ramos *et al.* (2018), suas concentrações variaram entre  $0,0040$  a  $0,0170 \text{ mg.L}^{-1}$ , e,  $0,008$  a  $0,048 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente.

Figura 25 - Determinação da Concentração dos Fenóis nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Maranho *et al.* (2017) ao verificar a qualidade da água do Ribeirão Samambaia, São Pedro - SP, em períodos de coleta semelhantes a esta pesquisa, verificaram aumento na concentração (0,01 a 0,11 mg.L<sup>-1</sup>) de fenol da montante para jusante da cidade, o fato foi associado a possibilidade de lançamentos de efluentes do município de São Pedro no córrego.

Fator semelhante pode ser observado através da Figura 25, em que os maiores teores identificados foram nos Pontos 03 (Coleta 01) e 04 (Coleta 02), dois locais que podem estar associados aos lançamentos de efluentes, visto que, o Ponto 03 localiza-se após o deságue do Córrego do Veado, este que em sua grande parcela percorre o perímetro urbano de Presidente Prudente - SP, e o Ponto 04 localizado imediatamente após o lançamento de efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de Presidente Prudente.

De acordo com Turtola *et al.* (2002) e Soares *et al.* (2018) fatores como o uso e ocupação do solo e o aumento da atividade de agricultura na região de uma sub-bacia também podem contribuir para a elevação da concentração de fenóis na água.

Em síntese, diante das referências identificadas e as características do local de estudos, as concentrações de Fenóis estão relacionadas a descarte irregulares no corpo d'água, seja através de lançamentos diretos (P.04, período seco, estação de tratamento de esgoto) ou indiretos (redes de águas pluviais). É notável que no período chuvoso estiveram as maiores concentrações, e que estas estão cumulativas desde a nascente, isto relacionado aos possíveis segmentos industriais (postos de combustíveis, fábricas de produtos químicos, entre outros) localizados no perímetro urbano de Presidente Prudente que podem estar contribuindo para esta contaminação.

#### 5.2.1.7 Metais Tóxicos

Outros parâmetros analisados que podem influenciar na qualidade das águas de uma bacia hidrográfica são os metais tóxicos. Incontáveis são as atividades, das quais podem representar fontes de metais em corpos hídricos e ocasionar efeitos potencialmente nocivos sobre as comunidades aquáticas (MAGALHÃES *et al.*, 2016).

De acordo com Al-Senani; Al-Fawzan (2018, tradução nossa), além das fontes de disseminação natural dos metais tóxicos (erosão geológica, desastres naturais por precipitações e deposições atmosféricas, entre outros) existem também as de origens artificiais ou antropogênicas. A industrialização, a urbanização e a agricultura são fontes que corroboram para o aumento do teor de metais tóxicos no meio ambiente, em especial nos ecossistemas aquáticos (AHMAD *et al.*, 2018).

A principal forma de disseminação dos metais, de origem natural ou antrópica, é por meio dos escoamentos superficiais proveniente das precipitações chuvosas. Por apresentar forma livre ou iônica permanecem no ambiente aquático, facilitando a bioacumulação nos tecidos de animais aquáticos, tais como os peixes (QUEIROZ, 2006).

Uma das principais fontes de disponibilização de metais tóxicos no meio ambiente é através da utilização de fertilizantes minerais e agroquímicos no setor agrícola. Nestes podem ser encontrados traços de impurezas, entre as quais se destacam os metais tóxicos, cádmio, cromo, chumbo e zinco, usualmente vistos nos fertilizantes, e cobre, chumbo, manganês e zinco eliminados pelos pesticidas (SILVA *et al.*, 2018; MAGALHÃES *et al.*, 2016).

Alguns dos metais são essenciais aos seres vivos, tais como cobalto, cobre, ferro e zinco, porém, se encontrados em concentrações elevadas podem exercer efeitos tóxicos sobre nosso organismo. Outros, como por exemplo: mercúrio, cromo, cádmio, arsênio e chumbo, são considerados não essenciais e representam uma grande ameaça para os seres vivos (AHMAD *et al.*, 2018; GAWAD, 2018; VARÃO *et al.*, 2019).

#### 5.2.1.7.1 Cobre

Gawad (2018) salienta que o cobre é um elemento essencial para a função normal e os componentes de algumas enzimas em todos os organismos vivos, entretanto, se encontrado em concentrações superiores aos limites máximos exigidos pela legislação regulamentadora podem ser prejudiciais aos ecossistemas.

Nas análises realizadas no Córrego Limoeiro foram identificadas altas concentrações de cobre em todos os pontos de coleta, quando comparados a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), que estabelece um teor máximo

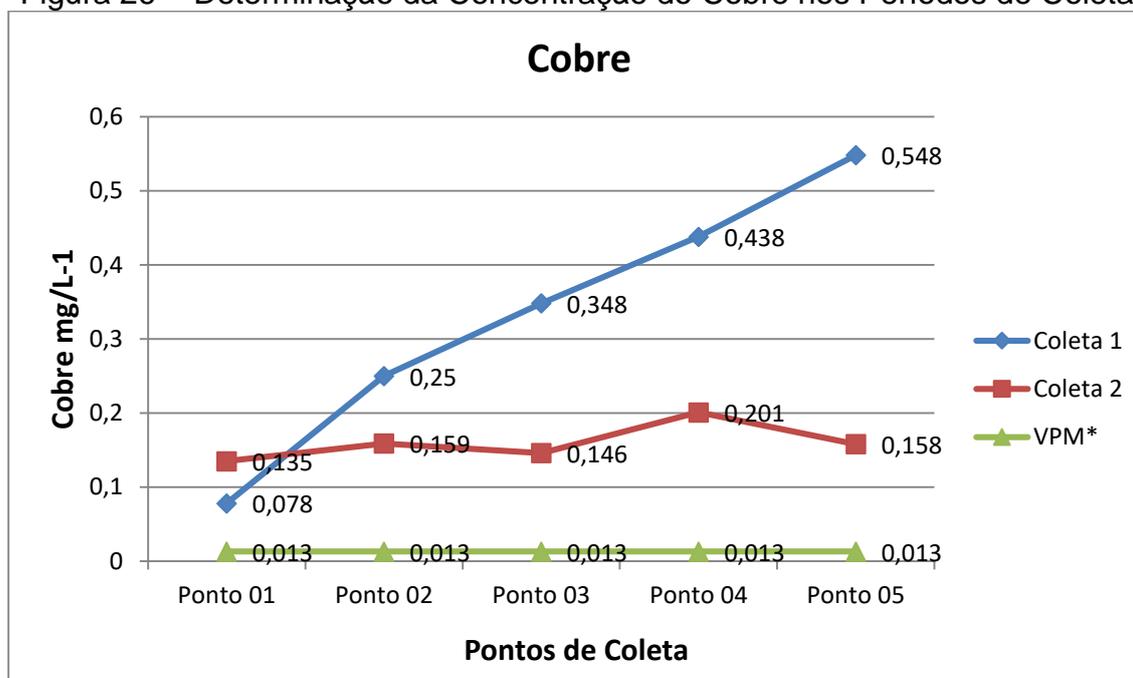
de 0,013 mg.L<sup>-1</sup> para cursos d'água de classe 3, nota-se também (Figura 26) que os valores identificados na coleta do período chuvoso, com exceção do P.01, foram evidentemente superiores à coleta do período seco.

Malaman (2020) ao analisar os metais pesados na mesma bacia hidrográfica e nos mesmos pontos de amostragem desta pesquisa, igualmente em dois períodos de coleta (seco e chuvoso), observou também que para todos os locais as concentrações do cobre ultrapassaram os limites máximos, e em quase todos os pontos, com exceção do P.04 (período seco), os teores foram superiores na estação chuvosa.

A pesquisa disponibilizada por Grieco *et al.* (2017), verificou que as concentrações de cobre em desacordo com a legislação foram identificadas na coleta do período seco, indicando possíveis lançamentos de efluentes industriais no córrego.

Para a coleta do período seco, é possível verificar que as concentrações, mesmo que acima do limite, mantiveram-se constantes ao longo de todos os pontos amostrais, contudo, na coleta 02 (período chuvoso) houve um aumento gradual nos teores de cobre, desde a nascente até o Ponto 05.

Figura 26 - Determinação da Concentração do Cobre nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Um dos fatores que pode corroborar para o aumento da concentração de cobre na água é uso excessivo de agroquímicos no setor agrícola, que possuem em grande parte de suas composições este elemento químico (BENITES *et al.*, 2014). Outro fator que pode contribuir para a poluição dos corpos d'água através do cobre é a sua proximidade com os centros urbanos, através do descarte irregular de produtos ou efluentes que contenham este elemento (MAGALHÃES *et al.*, 2016).

Observando os resultados das análises, é notório que os elevados índices de cobre nas águas do Limoeiro podem estar ocorrendo devido ao lançamento de efluentes no corpo d'água. Acredita-se que estas concentrações não tenham relação direta com os agroquímicos, visto que, o poluente não está em pontos isolados, mas assim em todo perímetro analisado. Outro fator que contribuiu para este diagnóstico é de que no período chuvoso houve um aumento gradual de sua concentração ao longo dos pontos, isto devido as precipitações que elevam o fluxo d'água do córrego e conseqüentemente o lançamento clandestino de efluentes não tratados.

Pereira *et al.* (2019) ao determinar os níveis de metais pesados em amostras de peixes coletadas da Lagoa Mangueira - RS, identificou uma tendência desse metal em se concentrar nas amostras de tecido das vísceras de todas as espécies estudadas. Esperava-se que as concentrações médias fossem superiores em apenas algumas das espécies de peixes, em especial, as que estão no topo da cadeia alimentar, porém, em todos os espécimes de peixes analisados identificou-se a presença de cobre.

#### 5.2.1.7.2 Zinco

Ainda de acordo com o estudo disponibilizado por Pereira *et al.* (2019), outro metal quantificado em todas as espécies de peixes foi o zinco, considerado majoritário, este elemento apresentou o mesmo padrão de distribuição em todas as espécies. A absorção desse metal pode ocorrer tanto pela dieta dos peixes, quanto pelas brânquias no processo de filtração da água durante a respiração.

Chen *et al.* (2016) evidencia que as características físicas e químicas do meio afetam a biodisponibilidade do zinco e a sensibilidade dos peixes nas águas superficiais.

O zinco é um dos metais considerado como um elemento essencial aos seres vivos, sua ausência em plantas, por exemplo, pode levar à repressão de seu crescimento (MALAMAN, 2020) contudo, em teores elevados podem ser tóxicos aos organismos de água doce (ZHEN WANG *et al.*, 2019).

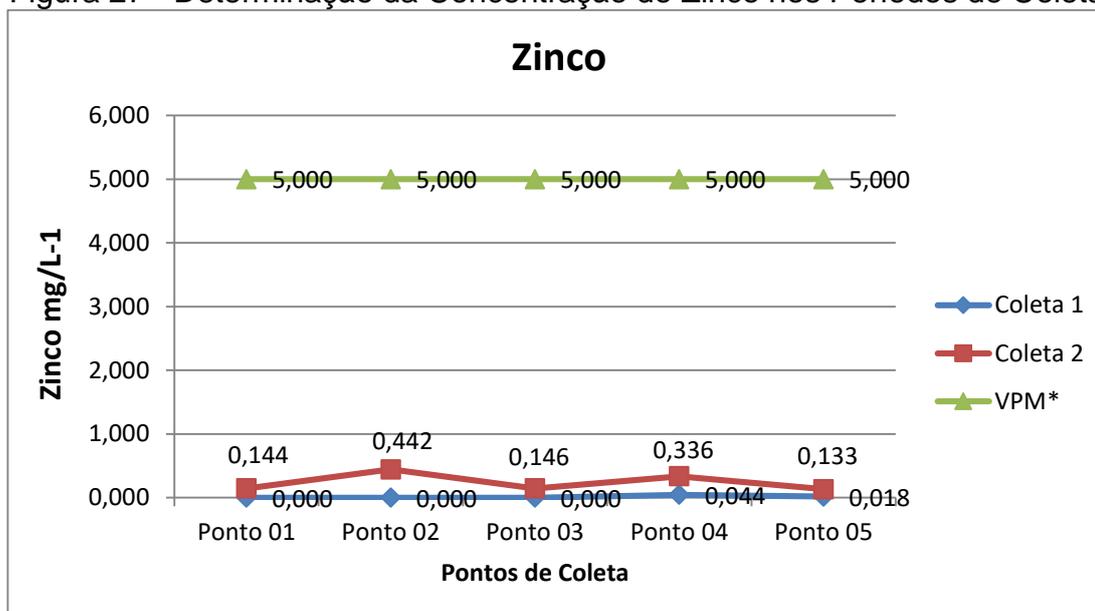
Para Noulas *et al.* (2018), níveis elevados de zinco na água podem ser uma indicação da poluição, por exemplo, os processos industriais de lixiviação de zinco nas águas superficiais ou subterrâneas que podem afetar seriamente os ecossistemas aquáticos e a saúde humana.

Angheben *et al.* (2019), ao analisar a presença de metais pesados em tecidos musculares de espécies de peixes nativas do Rio das Antas - RS, identificou que a concentração do zinco apresentou-se acima do permitido pela legislação. Associou-se o fato a ocorrência das atividades de pecuária e agricultura existentes na região, que carecem da aplicação de fertilizantes e que, ocasionalmente, são levados aos rios pelas águas das chuvas.

Carvalho *et al.* (2017) analisou o potencial toxicológico do zinco e do cádmio em algas e organismos aquáticos, verificou que a concentração (cádmio  $17 \mu\text{g.L}^{-1}$  e zinco  $20 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) imposta a estes não influenciou no crescimento das algas, porém, houve indicação de toxicidade crônica nos organismos analisados (*C. dúbia*).

Nos cinco pontos de análises do Córrego Limoeiro (Coleta 01 e 02) as concentrações médias do zinco estabeleceram-se abaixo do máximo permitido pela legislação (Figura 27). Verifica-se também que as concentrações na coleta do período seco foram superiores em relação ao período chuvoso, em todos os pontos analisados.

Figura 27 - Determinação da Concentração do Zinco nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Malaman (2020) identificou fatores semelhantes ao analisar a concentração do zinco nesta mesma unidade de pesquisa, com exceção da nascente do Córrego Limoeiro, que apresentou maior concentração na coleta do período seco em relação ao período chuvoso.

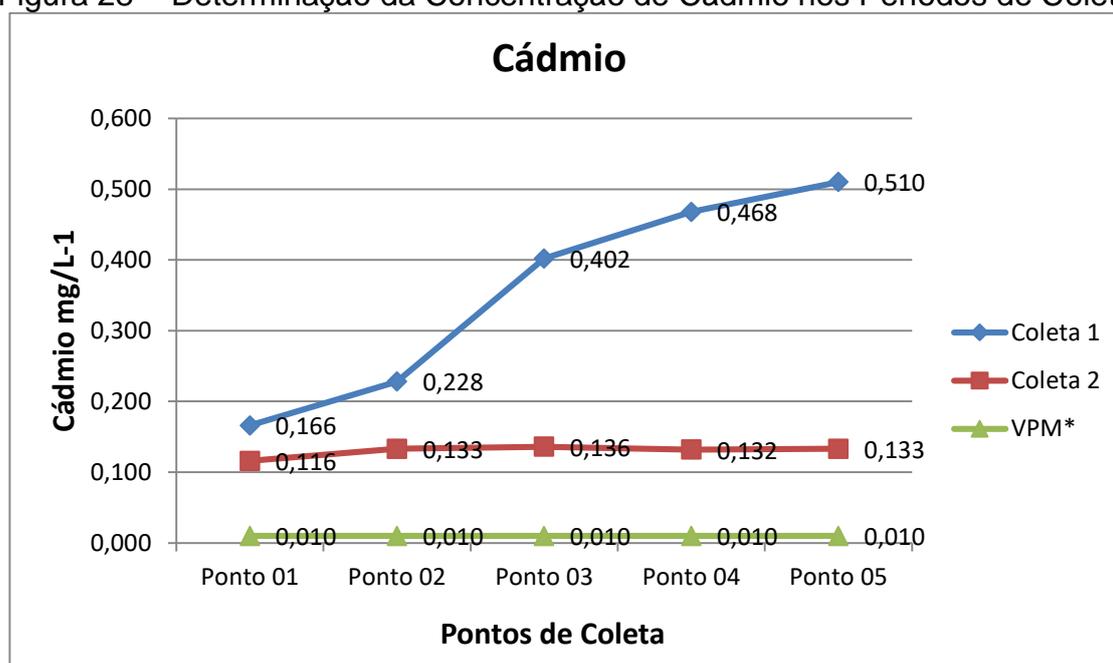
Desta forma, mesmo que no período seco houve uma elevação da concentração de zinco no corpo hídrico (isto possivelmente devido a redução do fluxo d'água e consequentemente aumento da concentração dos poluentes) ainda assim, os valores ficaram abaixo do máximo permitido, podendo contribuir para a sobrevivência da vida aquática nestes locais de estudos.

#### 5.2.1.7.3 Cádmio

O cádmio foi outro parâmetro analisado nesta pesquisa que apresentou concentrações acima do valor máximo permitido pela legislação, nos dois períodos de coleta, e em todos os pontos de análises, conforme identificado na Figura 28.

Outro fator identificado (Figura 28) foi que o teor de cádmio no período chuvoso, assim como, o cobre, além de um crescimento gradual ao longo dos pontos, foi consideravelmente superior aos resultados obtidos na estação seca.

Figura 28 - Determinação da Concentração de Cádmiu nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

A poluição das águas ocasionada pelo cádmio pode ocorrer devido a variados segmentos, tais como resíduos industriais (galvanoplastia, equipamentos eletrônicos, soldas, produção de pigmentos, entre outros) e domésticos, queima de carvão mineral, e fertilizantes aplicados no setor agrícola. Por ser o metal bioacumulativo, pode se concentrar nos organismos aquáticos, nas plantas e por consequência, no ser humano (CETESB, 2017b – Apêndice E).

Devido ao cádmio ser utilizado em diversos segmentos, seja de origem industrial, doméstica ou agropecuária, não foi possível identificar a principal fonte de lançamento no Córrego Limoeiro, no entanto, assim como outros metais que também apresentaram características semelhantes (período seco e chuvoso) quanto a suas concentrações, entende-se que este poluente esteja sendo descartado, principalmente em períodos chuvosos, por estabelecimentos industriais existentes no município de Presidente Prudente.

Nobrega *et al.* (2019) e Proença *et al.* (2016) ao investigar a qualidade da água em seus locais de estudos, identificaram também concentrações médias significantes de cádmio, em análise estatística encontrou uma correlação positiva com os teores de cobre e o chumbo, podendo este ser um indicativo de que os metais tem a mesma origem.

Notoriamente, é possível visualizar (Figura 28) o aumento gradual da concentração de cádmio ao longo dos pontos analisados, possibilitando deduzir que o lançamento não está ocorrendo pontualmente, existem diferentes estabelecimentos que trabalham com este metal tóxico em seus produtos, e estão realizando o descarte inadequado.

Carvalho *et al.* (2017) ao analisar a presença de cádmio e ferro em amostras de água da sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri em Sergipe, verificou que as concentrações de cádmio identificadas estavam acima do máximo permitido pela legislação, e também acima do permissível para a manutenção da vida aquática. Neste estudo, os teores de cádmio obtidos foram superiores na coleta do período seco, atribuiu-se o fato a possível existência de fontes pontuais de lançamento de efluentes não tratados de atividades desenvolvidas ao longo do rio, acredita-se que a via de entrada deste metal na água do rio não tenha relação com o escoamento superficial devido à chuva.

Garcia (2017) analisou seis pontos de coleta às margens da represa do Guarapiranga (SP) com o intuito de verificar as concentrações de chumbo, mercúrio e cádmio em amostras de sedimentos. Foram identificadas quantidades alarmantes de cádmio e chumbo, sugerindo um monitoramento contínuo das águas da represa, visto que, em grandes quantidades podem ocorrer danos irreversíveis às questões ambientais e a saúde pública.

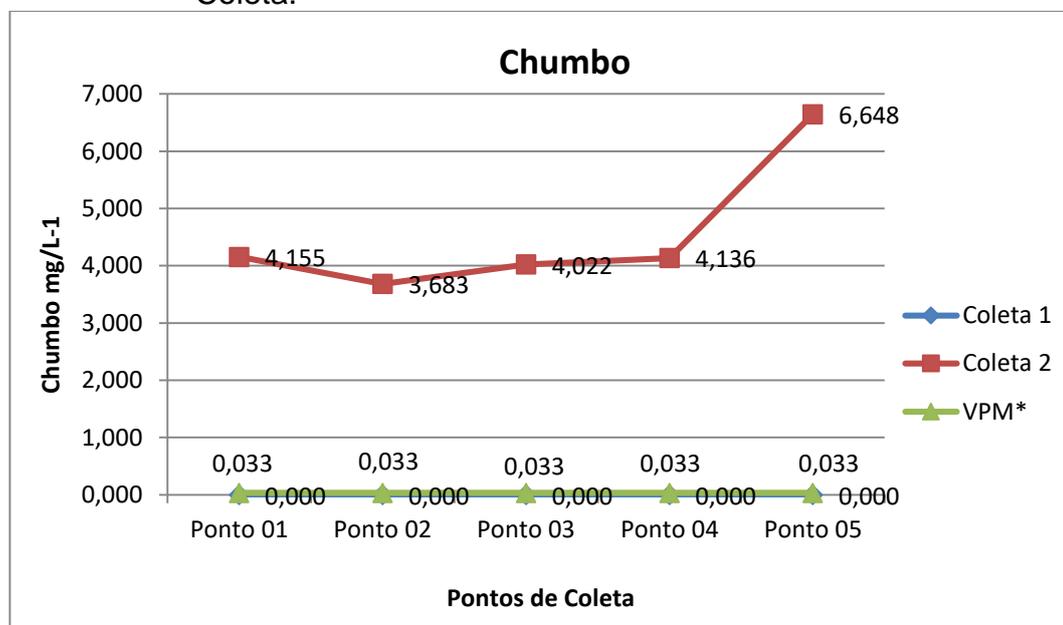
#### 5.2.1.7.4 Chumbo

Em relação à análise do chumbo na bacia do Córrego Limoeiro, para a coleta do período seco, foram identificadas concentrações exorbitantes deste poluente, quando comparado aos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/05 para córregos de classe 3 (BRASIL, 2005), conforme identificado na Figura 29. No período chuvoso não foram encontrados teores deste metal existentes na água, conforme se verifica através da Figura 29.

Concentrações semelhantes de chumbo foram observadas por Gonçalves *et al.* (2017) ao analisar a disponibilidade do metal no Córrego do Veado, Presidente Prudente - SP, à jusante do ponto de lançamento de efluentes tratados de um curtume de couro. Foram analisadas amostras de água do corpo hídrico e identificadas concentrações consideravelmente acima do permitido pela legislação

vigente ( $6,61 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Observa-se que o Córrego do Veado deságua no Córrego Limoeiro, sendo este o Ponto 03 analisado nesta pesquisa.

Figura 29 - Determinação da Concentração de Chumbo nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Entretanto, não somente foram identificadas altas concentrações no P.03 e seguintes, mas, também nos Pontos 01 e 02, nascentes e Balneário da Amizade, respectivamente. Observando as localizações dos principais curtumes de Presidente Prudente, estes situam-se a jusante do P.01 e P.02, ampliando a possibilidade de outras fontes de contaminação.

As concentrações elevadas do chumbo também podem ser justificadas por Moreira-Silva *et al.* (2017) ao analisar os teores deste poluente na região de Presidente Prudente – SP, devido à proximidade de locais com falhas geológicas. O estudo contemplou a análise do solo em 6 (seis) pontos de coleta em região de falha geológica e 2 (dois) pontos em região sem falhas, as análises foram efetuadas em diferentes profundidades. Ainda de acordo com o estudo anterior as concentrações obtidas para os locais com falhas excederam os valores de referência e prevenção (faixa de  $271,22$  a  $843,30 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e se estabeleceram em níveis superiores aos locais sem falhas ( $6,83$  a  $15,95 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

Proença *et al.* (2016) ao analisar a concentração de chumbo nas partículas atmosféricas da região de Presidente Prudente, nas proximidades de falhas

geológicas, identificou-se também elevados índices do poluente. De acordo com os autores, as possíveis fontes de disseminação foram às emissões de veículos, obras de construção civil e remoção de tinta de edifícios mais antigos.

Kaur *et al.* (2019) em sua pesquisa realizada no rio Sutlej, (Índia), com a finalidade de verificar a presença de metais pesados em diferentes espécies de peixes, identificou que o chumbo foi que apresentou maior concentração (acima dos níveis permitidos) e estava presente em todas as espécies analisadas. Para os autores, a presença dos metais pode estar associada ao lançamento urbano de produtos químicos de lavanderias, tratamento de couro e produtos agrícolas. Outros metais presentes nas espécies de peixes foram: cromo, cobre e zinco.

Diante das possibilidades alternativas de lançamento do chumbo em corpos d'água, anteriormente referenciadas, compreende-se que não só os curtumes, mas, também outros segmentos industriais não identificados, estão realizando descartes inadequados, podendo deteriorar a qualidade da água do Córrego Limoeiro para a preservação da vida aquática. Enfatiza-se a necessidade de avaliar as características do solo nas proximidades do córrego a fim de verificar se estes elevados teores relacionam-se as falhas geológicas.

#### 5.2.1.7.5 Cromo

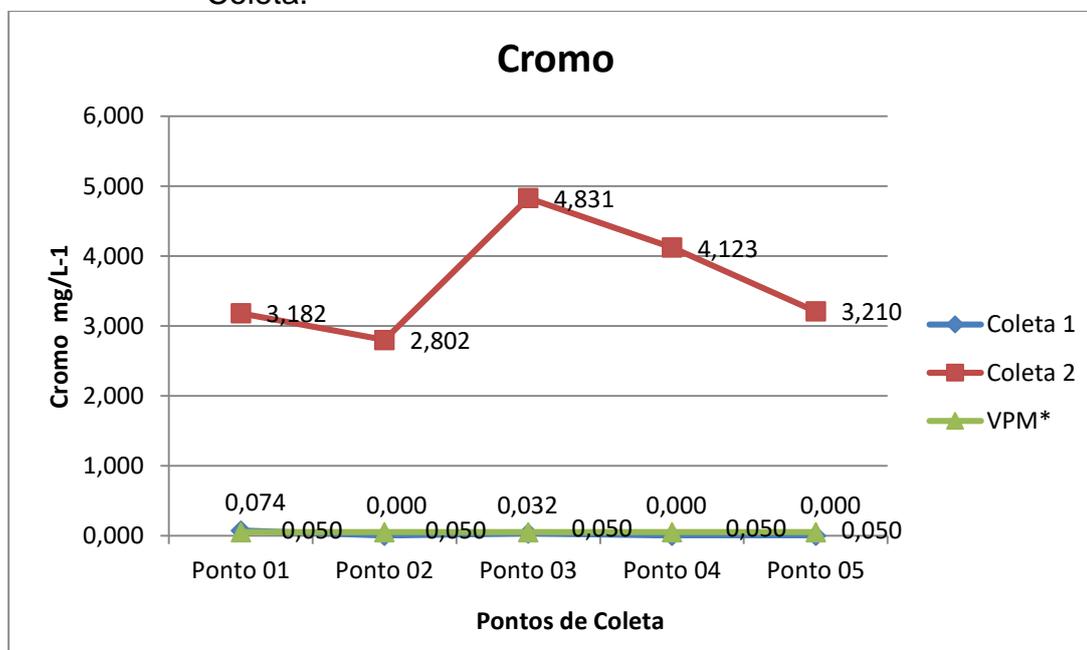
O cromo foi outro metal tóxico analisado na bacia do Córrego Limoeiro, cujas concentrações em todos os pontos de coleta assemelham-se aos resultados obtidos pelo chumbo (Figura 30).

Para todos os locais de análise, na coleta do período seco, o cromo apresentou teores acima dos níveis máximos permitidos pela legislação, porém, no período chuvoso apenas os Pontos 01 e 03 apresentaram-se em níveis identificáveis, sendo que no primeiro ponto a concentração estava acima do máximo permitido, conforme pode ser observado na Figura 30.

Nas análises da água realizadas por Malaman (2020) para todos os locais de coleta, com exceção do Ponto 01 no período seco, as concentrações de cromo também estiveram acima do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) no entanto, os maiores valores foram obtidos na coleta do período seco, resultados semelhantes aos identificados nesta pesquisa.

Ainda de acordo com Malaman (2020) os setores industriais que utilizam o cromo em seus processos são: curtimento de couro e produção de aço inoxidável.

Figura 30 - Determinação da Concentração de Cromo nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

Queiroz (2006) ao analisar a qualidade da água superficial do rio Piracicaba, identificou concentrações de cromo acima dos valores preconizados pela legislação para a proteção da vida aquática, o fato foi associado à existência de indústrias de galvanoplastia que utilizam o processo de cromagem para o revestimento de peças, e também diversos curtumes que lançam seus efluentes no rio. Além disto, foi verificado o potencial bioacumulante deste metal nos peixes no curso d'água e identificado que para todos os pontos de coleta os valores estavam acima do permitido.

Elevada concentração de cromo também foi identificada no rio Karnaphuli, em Bangladesh, onde foram coletadas amostras de água em dois períodos (verão e inverno) e os teores de cromo para ambos ultrapassaram os limites estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS (ALI *et al.*, 2016).

Shieunda *et al.* (2019) analisou a presença de cromo na água superficial, nos sedimentos e nos peixes do rio Sosiane (Quênia). Verificou-se que para todos os pontos de coleta as concentrações deste poluente no corpo hídrico (0,010 a 1,390 mg.L<sup>-1</sup>) e nos peixes (0,213 a 0,337 mg.kg<sup>-1</sup>) encontraram-se em níveis

acima dos valores máximos permitidos. As análises foram realizadas em dois períodos (seco e chuvoso) e as maiores concentrações foram obtidas na estação chuvosa, para o autor estes altos teores de cromo podem estar associados a ações antrópicas.

Considerando os resultados identificados no Córrego Limoeiro, e as principais fontes de utilização deste metal em seus processos, acredita-se que as elevadas concentrações podem estar relacionadas aos descartes de curtumes, e indústrias de galvanoplastia situadas na malha urbana de Presidente Prudente, isto é evidente observando que a maior concentração identificada foi no P.03, entretanto, assim como verificado em outros metais, também foram encontrados poluentes na nascente do córrego, suscitando a possibilidade de indústrias clandestinas estarem descartando seus resíduos irregularmente, visto que, o P.01 está a montante da densa malha urbana do município.

#### 5.2.1.7.6 Níquel

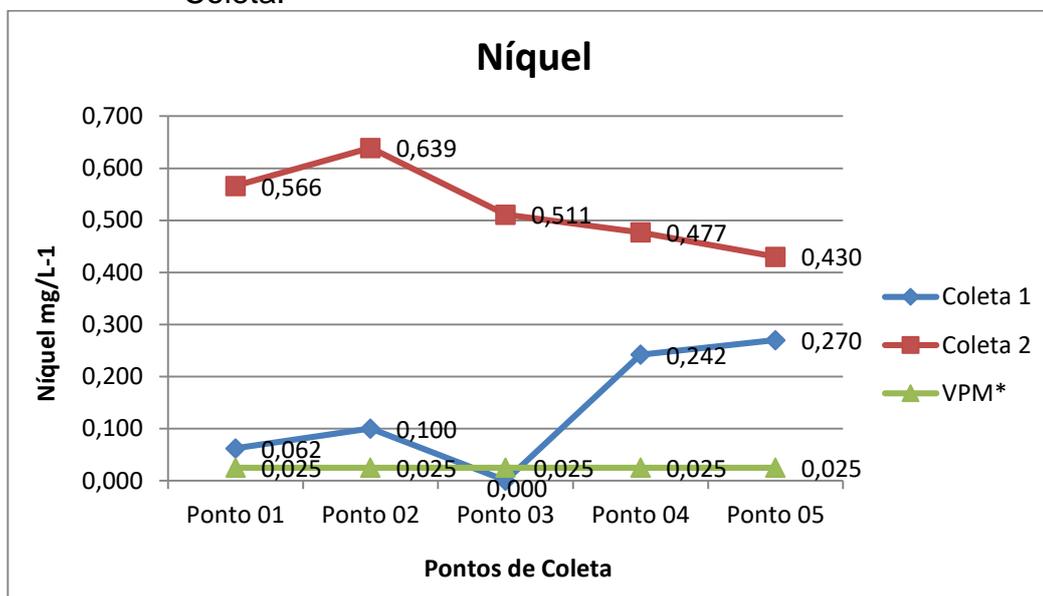
O último metal pesado analisado na bacia do Córrego Limoeiro foi o níquel. Através dos resultados obtidos pelas análises (Figura 31) é possível verificar que com exceção do Ponto 03 da coleta do período chuvoso, todos os outros pontos, para as duas estações de amostragem, atingiram teores acima do limite máximo estabelecido pela resolução.

Outro fator a se observar através da Figura 31 é diferença de concentrações do níquel em relação aos períodos de coleta, a estação seca apresentou valores consideravelmente superiores ao período chuvoso.

Silva *et al.* (2018) ao analisar a concentração de metais pesados em águas superficiais, observou em seus resultados que as concentrações de níquel nos locais de análise não seguiram uma linearidade entre os períodos sazonais. Já, no Córrego Limoeiro as concentrações do período seco destacaram-se quando comparado ao período chuvoso.

De Jesus *et al.* (2015) verificaram índices elevados de metais pesados nas nascentes do Rio Subaé, Feira de Santana - BA, entre eles o Níquel, que apresentou teor acima dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira. Estes valores encontrados são provenientes da influência das áreas urbanas com descarte de efluentes nos mananciais hídricos.

Figura 31 - Determinação da Concentração de Níquel nos Períodos de Coleta.



Fonte: O autor.

De acordo Scarlatti *et al.* (2019) para os locais onde existem variações de concentrações dos metais pesados em períodos de coletas diferentes, estes podem estar associados a lançamentos pontuais de efluentes industriais. Há de se considerar que as indústrias, na maioria das vezes, possuem o controle quanto à retenção ou a disponibilização do poluente nos corpos hídricos.

Sendo este um metal tóxico também utilizado em processos industriais, acredita-se que os processos de descarte inadequado no corpo d'água seja similar aos outros metais anteriormente discutidos.

Após a especificação prévia de cada elemento que compõe o Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática – IVA, serão apresentados a seguir os resultados obtidos por meio das análises físico-químicas, realizadas nas duas campanhas de coleta na bacia do Córrego Limoeiro para obtenção do cálculo do IVA.

Deste modo, como o objetivo desta pesquisa é avaliar a qualidade da água para a manutenção da vida aquática, tais usos como: abastecimento público, industrial, agrícola, recreação, entre outros, não foram diretamente analisados.

### 5.3 Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática – IVA

De acordo com Silva e Jardim (2006) a dificuldade em calcular um índice de qualidade das águas está no fato de condensar em um único número (usualmente relacionado a um estado de qualidade: ótima, boa, regular, ruim e péssima, por exemplo) uma realidade de difícil interpretação. Associado a isto, pode-se correlacionar que a qualidade da água está interligada com as suas formas de uso.

Entretanto, Peláez-Rodríguez *et al.* (2000) salientam que, compreender a qualidade da água dos cursos hídricos é fundamental para o seu manejo. Nesta lógica, enfatizam ainda a necessidade de existência de um índice demonstrativo da qualidade dos recursos hídricos que possa servir como informação básica no gerenciamento ambiental de uma bacia hidrográfica.

De acordo com Silva e Jardim (2006) um índice de qualidade da água pode ser projetado de acordo com a realidade da bacia hidrográfica a qual está inserido, ou seja, a análise deste índice pode levar em consideração somente as variáveis ambientais críticas que afetam determinado curso d'água em um determinado momento.

Em vários países do mundo pesquisadores tem adotado índices para avaliar a qualidade das águas, cada um com suas particularidades e objetivos (DAMASCENO *et al.*, 2015, ŞENER *et al.*, 2017, WU *et al.*, 2018, EWAID *et al.*, 2017, BORA *et al.*, 2017).

Neste sentido o IVA pode ser considerado um importante instrumento para subsidiar atividades educativas e de gestão de uma bacia hidrográfica, visto que, pode integrar e expressar diferentes informações sobre a qualidade das águas (PELÁEZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2000).

Utilizado para avaliar a qualidade dos cursos d'água, o IVA tem a função de proteger a fauna e a flora aquática. Para o cálculo deste índice são considerados dois sub índices, sendo o primeiro o IPMCA, composto pelo grupo de variáveis essenciais e o grupo de substâncias tóxicas, e o segundo o IET, que avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e ao seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas ou ao aumento de macrófitas aquáticas.

### 5.3.1 Cálculo do IPMCA - Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática

De acordo com a CETESB (2017a – Apêndice D), o IPMCA identifica o nível de contaminação da água por substâncias potencialmente danosas às comunidades aquáticas. Os parâmetros utilizados para determinar o valor deste índice são: oxigênio dissolvido, pH e toxicidade, sendo estes três responsáveis pela composição do grupo das variáveis essenciais (VE).

Para esta pesquisa não foi possível realizar o teste de toxicidade devido à falta de equipamentos e recursos. Segundo Queiroz *et al.* (2017) e De Queiroz *et al.* (2018), que também não realizaram o teste de toxicidade em suas análises, uma das alternativas a fim de permitir a estimativa do IVA, é utilizar para este parâmetro o coeficiente de ponderação 3 (três), ou seja, nível C, que corresponde ao efeito tóxico agudo.

Porém, a CETESB (2017a – Apêndice D) define as situações em que é facultativa a realização do teste de toxicidade:

- Quando a concentração do oxigênio dissolvido for menor do que 3 mg/L;
- Quando o teste de toxicidade for semestral. Nesses casos, a ausência de resultados do grupo de Substâncias Tóxicas do IPMCA não implicará na inviabilidade do cálculo do IVA (CETESB, 2017a – Apêndice D).

Entretanto, para esta pesquisa, como o nível de oxigênio dissolvido (OD) foi superior a 3 mg.L<sup>-1</sup>, nos dois períodos de amostragem e para todos os pontos de coleta, optou-se pela retirada da Toxicidade para a estimativa do IPMCA.

O outro grupo que compõe o cálculo do IPMCA é o de substâncias tóxicas, este leva em consideração a análise dos seguintes parâmetros: surfactantes, fenóis, cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e cádmio.

Dentre todos os parâmetros que compõe este grupo, o único que não foi possível realizar as análises foi o mercúrio, também devido à falta de equipamentos e recursos disponibilizados.

Entretanto, a ausência destas avaliações não inviabilizou o cálculo do IVA, pois, a legislação regulamentadora CETESB (2017a – Apêndice D, grifo nosso) não elenca nenhuma restrição quanto à ausência de algum parâmetro, diferente do IQA (Índice de Qualidade da Água) que determina a seguinte orientação: “No caso de

*não se dispôr do valor de alguma das nove variáveis, o cálculo do IQA é inviabilizado”.*

Além disto, o IVA possibilita a inclusão de novas variáveis que venham a ser consideradas importantes para a avaliação da qualidade das águas, mesmo em nível regional. Deste modo, mesmo com a ausência da análise da toxicidade e do mercúrio foi possível estimar o cálculo do IPMCA e por seqüência do IVA.

Para o cálculo do IPMCA em cada ponto de coleta, inicialmente, são atribuídos coeficientes de ponderação, que variam de 1 a 3 para cada parâmetro analisado (Tabela 02). Após, a atribuição dos graus de ponderação para todos os parâmetros, calcula-se um IPMCA para o grupo das variáveis essenciais, denominado IPMCA-VE, e um IPMCA para o grupo das substâncias tóxicas, indicado como IPMCA-ST. Logo, o IPMCA Final em cada ponto será o resultado da multiplicação destes grupos anteriormente referenciados.

A seguir é possível identificar nas Tabelas 10 e 11, os valores referentes aos cálculos do IPMCA de cada parâmetro dos grupos de variáveis essenciais e substâncias tóxicas, assim como, o IPMCA final em cada ponto de coleta do Córrego Limoeiro, nos períodos seco e chuvoso.

Ao verificar o IPMCA para o período chuvoso (Tabela 10), é possível constatar que as concentrações dos parâmetros analisados foram caracterizadas em coeficientes de ponderação, de acordo com suas faixas de concentrações (Tabela 02).

Observa-se que em todos os pontos de coleta, os parâmetros do grupo de variáveis essenciais (VE) apresentaram coeficientes de ponderação 1 (um), conseqüentemente o IPMCA para o grupo VE resultou no mesmo grau de ponderação em todos os pontos, visto que, para o seu cálculo considera-se o valor da maior ponderação do grupo de variáveis essenciais.

De acordo com a CETESB (2017a – Apêndice D), os cursos d'água podem ser classificados em níveis (A, B ou C), especificados pela Tabela 02, em função dos seus graus de ponderação, que refletem as condições de qualidade de água. Corpos d'água com coeficientes de ponderação de grau 1 são classificados como classe **A**, ou seja, apresentam características desejáveis para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos. Desta forma, em todos os pontos de coleta, o grupo das variáveis essenciais para o período chuvoso apresentou adequada qualidade para a preservação da vida aquática.

Quando verificado o IPMCA em relação ao grupo ST (IPMCA-ST) é possível notar que para todos os pontos de análise os coeficientes de ponderação foram classificados como 3 (três), isto porque para o seu cálculo são considerados os valores médios das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas.

Tabela 10 - Cálculo do IPMCA do Córrego Limoeiro no Período Chuvoso.

**COLETA 01 - 30/03/2019 - Período Chuvoso**

Parâmetros avaliados		Pontos coletados					Legislação Vigente - CONAMA 357/05	
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5		
VE	OD	Média	8,74	7,33	4,25	5,02	5,08	não inferior 4 mg.L <sup>-1</sup>
	IPMCA-OD		1	1	1	1	1	
	pH	Média	6,4	6,9	7,2	7,4	7,5	6 a 9
		DP*	0,14	0,17	0,04	0,08	0,09	
IPMCA-pH		1	1	1	1	1		
Surfactantes	Média	0,4608	0,9453	0,8864	0,3455	0,7451	0,5000 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,1080	0,4130	0,2111	0,0899	0,1643		
IPMCA-Surfactantes		1	2	2	1	2		
Fenóis	Média	0,0490	0,0918	0,1872	0,0440	0,0440	0,0100 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,0037	0,0068	0,0116	0,0121	0,0141		
IPMCA-Fenóis		2	3	3	2	2		
Cobre	Média	0,0780	0,2500	0,3480	0,4380	0,5480	0,0130 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,0856	0,1943	0,0864	0,0823	0,0383		
IPMCA-Cobre		3	3	3	3	3		
Zinco	Média	0,000	0,000	0,000	0,044	0,018	5,000 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,000	0,000	0,000	0,027	0,015		
IPMCA-Zinco		1	1	1	1	1		
ST	Cádmio	Média	0,166	0,228	0,402	0,468	0,510	0,01 mg.L <sup>-1</sup>
		DP*	0,072	0,025	0,056	0,060	0,029	
IPMCA-Cádmio		3	3	3	3	3		
Cromo	Média	0,0740	0,0000	0,0320	0,0000	0,0000	0,0500 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,0699	0,0000	0,0444	0,0000	0,0000		
IPMCA-Cromo		2	1	1	1	1		
Níquel	Média	0,062	0,100	0,000	0,242	0,270	0,025 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,063	0,090	0,000	0,199	0,280		
IPMCA-Níquel		2	2	1	3	3		
Chumbo	Média	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0330 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
IPMCA-Chumbo		1	1	1	1	1		
<b>IPMCA-VE</b>			1	1	1	1	1	
<b>IPMCA-ST</b>			3	3	3	3	3	
<b>IPMCA-FINAL</b>			3	3	3	3	3	

Fonte: O autor.

Nota: P\* - Desvio Padrão.

Analisando a Tabela 10 é possível perceber que em cada ponto de coleta ao menos 3 (três) parâmetros apresentaram ponderações 3 (três), certificando assim os resultados para o IPMCA-ST.

Para a CETESB (2017a – Apêndice D) cursos d'água com este coeficiente de ponderação (3) classificam-se como nível C, águas com características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos aquáticos. Os parâmetros influenciadores que resultaram nestas condições para o IPMCA-ST do período chuvoso foram o cobre, cádmio, níquel e fenóis.

É perceptível que três dos parâmetros citados acima (cobre, cádmio e níquel) estavam presentes em quase todos os pontos de coleta, com graus de ponderação 3 (três) e foram determinantes na identificação do IPMCA-ST, com exceção do Ponto 03 em que ao invés do níquel, os fenóis apresentaram este grau de ponderação.

Desta forma, como o grupo das variáveis essenciais e o grupo das substâncias tóxicas, para o período chuvoso, apresentaram coeficientes de ponderação semelhantes em todos os pontos de coleta, e a obtenção do IPMCA - Final é calculada através da multiplicação destes dois coeficientes, verificou-se para este período que a ponderação do IPMCA Final foi de grau 3, classificando-o como **Ruim** para proteção da vida aquática (Tabela 03).

Em relação ao período seco os resultados obtidos para o IPMCA Final foram diferentes do período chuvoso, conforme observa-se na Tabela 11.

Diferente do período chuvoso, o parâmetro pH, do grupo das variáveis essenciais, apresentou coeficientes de ponderação de grau 2 para todos os pontos de coleta, induzindo que o IPMCA-VE apresenta este mesmo coeficiente em todos os pontos, visto que, sua determinação ocorre a partir do valor da maior ponderação do grupo de variáveis essenciais. Os coeficientes de grau 2 são classificados como nível **B** (Tabela 02), o que equivale dizer que estas águas apresentam ainda características desejáveis para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém, a reprodução pode ser afetada a longo do tempo.

Em relação ao grupo de substâncias tóxicas, o IPMCA-ST apresentou as mesmas características em relação ao período chuvoso, coeficiente de ponderação de grau 3 para todos os pontos de análise, no entanto, a quantidade de parâmetros que apresentaram neste grau de ponderação foi superior para o período seco.

Nota-se através da Tabela 11 que os parâmetros, surfactantes, cobre, cádmio, cromo, níquel e chumbo para todos os pontos de coleta apresentaram ponderação de grau 3, equivalente a qualidade da água de nível **C** (Tabela 02).

Tabela 11. Cálculo do IPMCA do Córrego Limoeiro no Período Seco

Parâmetros avaliados		Pontos coletados					Legislação Vigente - CONAMA 357/05	
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5		
VE	OD	Média	7,36	7,63	5,13	6,37	4,92	não inferior 4 mg.L <sup>-1</sup>
	IPMCA-OD		1	1	1	1	2	
	pH	Média	9,2	9,5	9,3	9,2	9,1	6 a 9
		DP*	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	
IPMCA-pH		2	2	2	2	2		
Surfactantes	Média	1,6813	1,3323	1,0932	1,5955	1,4238	0,5000 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP	0,0314	0,0555	0,0616	0,2771	0,0549		
IPMCA-Surfactantes		3	3	3	3	3		
Fenóis	Média	-0,082	-0,013	-0,092	0,0975	-0,043	0,0100 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,0037	0,0176	0,0331	0,0068	0,0225		
IPCMA-Fenóis		1	1	1	3	1		
Cobre	Média	0,1352	0,1594	0,1464	0,2006	0,1578	0,0130 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,0214	0,0086	0,0493	0,0213	0,0119		
IPMCA-Cobre		3	3	3	3	3		
Zinco	Média	0,144	0,442	0,146	0,336	0,341	5,000 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,025	0,687	0,109	0,119	0,198		
IPMCA-Zinco		1	2	1	2	2		
ST	Cádmio	Média	0,116	0,133	0,136	0,132	0,133	0,01 mg.L <sup>-1</sup>
		DP*	0,023	0,011	0,016	0,012	0,018	
IPMCA-Cádmio		3	3	3	3	3		
Cromo	Média	3,182	2,8016	4,831	4,1228	3,2104	0,0500 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,5637	1,0019	0,838	1,2113	0,8222		
IPMCA-Cromo		3	3	3	3	3		
Níquel	Média	0,566	3,683	4,022	4,136	5,648	0,025 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,068	0,909	0,232	0,427	1,623		
IPMCA-Níquel		3	3	3	3	3		
Chumbo	Média	4,155	3,6828	4,022	4,1358	5,648	0,0330 mg.L <sup>-1</sup>	
	DP*	0,5995	0,9088	0,2322	0,4274	1,6233		
IPMCA-Chumbo		3	3	3	3	3		
<b>IPMCA-VE</b>			2	2	2	2	2	
<b>IPMCA-ST</b>			3	3	3	3	3	
<b>IPMCA-FINAL</b>			6	6	6	6	6	

Fonte: O autor.

Nota: DP\* - Desvio Padrão.

Neste nível, assim como, já especificado anteriormente, as águas possuem características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos aquáticos.

Quando multiplicado o IPMCA-VE, com grau 2 para todos os pontos, e o IPMCA-ST com grau 3, também em todos os pontos de análise, obteve-se o coeficiente de ponderação para o IPMCA - Final grau 6. Observando a Tabela 03, que classifica as ponderações em categorias (Boa, Regular, Ruim e Péssima), verifica-se que, em todos os pontos a qualidade da água é definida como **Péssima**.

Portanto, o IPMCA Final do Córrego Limoeiro para os dois períodos de coleta não apresentaram características adequadas para a manutenção da qualidade da vida aquática, no entanto, o período seco (Péssimo) foi relevantemente inferior ao período chuvoso (Ruim).

Assim como o IPMCA, outro índice utilizado para calcular o IVA é o Índice de Estado Trófico (IET), que determina as características da água quanto aos seus graus de trofia e quanto ao enriquecimento por nutrientes, seus efeitos estão relacionados ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

### 5.3.2 Cálculo do IET - Índice de Estado Trófico

Em relação do Índice de Estado Trófico – IET, para cada ponto de coleta foram utilizadas as médias geométricas das concentrações de fósforo total e clorofila *a* para cálculo do IET(P) e IET(CL), isto para o período seco e chuvoso, sendo o IET - Final resultante da média aritmética simples dos índices sazonais relativos ao fósforo total e a clorofila *a* (CETESB, 2017a – Apêndice D).

Ainda de acordo com a CETESB (2017a – Apêndice D) as variações sazonais dos processos ambientais podem influenciar no grau de eutrofização dos corpos d'água. Períodos como a primavera propiciam aos cursos hídricos maior incidência de luminosidade, elevada disponibilidade de nutrientes e maiores temperaturas, que podem ocasionar um incremento ao IET, diferente do período do inverno em que os recursos são escassos e limitantes a este índice.

A primeira coleta realizada em de março de 2019, período consolidado como chuvoso, apresentou características satisfatórias em relação ao Índice de Estado Trófico do Córrego Limoeiro, conforme demonstrado na Tabela 12.

É possível notar por meio da Tabela 12, que as concentrações médias do parâmetro clorofila *a* foram insignificantes em todos os pontos de coleta, resultando consequentemente em um IET - CL com valor 0 (zero) em todos estes locais. Em relação ao fósforo total foram identificadas concentrações em todos os pontos de análise, que possibilitaram o cálculo do IET- P, conforme visualizado na Tabela 17.

Tabela 12 - Cálculo do IET do Córrego Limoeiro no Período Chuvoso.

Parâmetros avaliados		Pontos coletados					Legislação Vigente - CONAMA 357/05
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	
Clorofila <i>a</i> (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,06 mg.L <sup>-1</sup>
	DP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>IET-CL</b>		0	0	0	0	0	
Fósforo (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	0,077	0,051	0,493	0,903	6,482	0,15 mg.L <sup>-1</sup>
	DP	0,02	0,01	0,12	0,35	0,52	
<b>IET-P</b>		21	19	30	33	44	
<b>IET-FINAL</b>		10	9	15	17	22	
<b>IET PONDERAÇÃO</b>		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	

Fonte: Autor (2020).

Nota: DP\* - Desvio Padrão.

Para o cálculo do IET - Final do período chuvoso, foi realizada a média aritmética simples entre o IET - CL e o IET - P, desta forma, é notável que os resultados do IET - Final para este período, foram tendenciosos ao IET - P, isto porque para todos os pontos de coleta o IET - CL não apresentou concentrações significantes, tendo sua ponderação com valor 0 (zero).

A partir dos resultados obtidos para o IET - Final, utilizamos a Tabela 04 para classificar o estado trófico da bacia do Córrego Limoeiro segundo o Índice de Carlson, e posteriormente identificar o coeficiente de ponderação correspondente a estas classes.

No período chuvoso, para todos os pontos de captação, o córrego foi classificado como Ultraoligotrófico. De acordo com dados já referenciados anteriormente (Quadro 02), a classe Ultraoligotrófica pode ser caracterizada por

apresentar produtividade muito baixa e concentração de nutrientes insignificante, podendo não originar prejuízos aos usos da água. Após, a identificação desta classe utilizou-se da Tabela 05 a fim converte-la em um coeficiente de ponderação referente ao seu estado trófico, cujo valor foi de 0,5 para todos os pontos amostrais (faz-se necessário a identificação deste valor para o posterior cálculo do IVA).

Em relação ao período seco, embora em alguns locais de análises foram identificadas concentrações para a clorofila *a* (Pontos 02, 04 e 05), diferente do período chuvoso que apresentou valores insignificantes para todos os pontos, os valores para o IET Ponderação foram semelhantes para os dois períodos de coleta, conforme demonstrado na Tabela 13.

Tabela 13 - Cálculo do IET do Córrego Limoeiro no Período Seco.

Parâmetros avaliados		Pontos coletados					Legislação Vigente - CONAMA 357/05
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	
Clorofila <i>a</i> (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	0	0,01	0	0,004	0,008	0,06 mg/L-1
	DP	0	0	0	0	0	
<b>IET-CI</b>		0	10	0	3	8	
Fósforo (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	0	0	1,973	0,404	1,86	0,15 mg/L-1
	DP	0	0	0,1	0,09	0,28	
<b>IET-P</b>		0	0	37	29	37	
<b>IET-FINAL</b>		0	5	19	16	23	
<b>IET PONDERAÇÃO</b>		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	

Fonte: Autor (2020).

Nota: DP\* - Desvio Padrão.

Observa-se por meio da Tabela 13 que o IET - CL dos Pontos 01 e 03 apresentaram-se com valor 0 (zero), assim como, os Pontos 01 e 02 para o IET - P, isto porque não foram identificadas concentrações destes parâmetros nos locais de coleta. No entanto, atenta-se ao fato de que no Ponto 01, desta coleta, tanto o IET - CL (clorofila *a*) quanto o IET - P (fósforo total) apresentaram índices não identificados, conseqüentemente resultaram em um IET - Final com valor 0 (zero).

Assim como, no período chuvoso, devido às ponderações do IET -Final apresentarem valores abaixo de 47, e o fósforo e a clorofila *a* dentro dos padrões especificados (Tabela 04), todos os pontos de coleta foram classificados como Ultraoligotrófico, ou seja, o Córrego Limoeiro, para este período e em relação a

este índice, apresentou produtividade muito baixa e concentração de nutrientes insignificante, podendo não originar prejuízos as comunidades aquáticas.

Após, a classificação do estado trófico dos pontos de coleta no Córrego Limoeiro, verificou-se na Tabela 05 a ponderação para estas classes. Como para todos os locais de amostragem o estado trófico foi Ultraoligotrófico, a ponderação foi exclusivamente 0,5.

Logo, com os coeficientes de ponderação do IPMCA e do IET para os dois períodos de coleta, é possível estimar o cálculo do IVA - Final para o Córrego Limoeiro.

### 5.3.3 Cálculo do IVA – Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática

Para o cálculo do IVA foram utilizadas as ponderações finais do IPMCA e o IET em cada período de coleta, a fim de estimar a qualidade da água da bacia do Córrego Limoeiro na estação seca e chuvosa.

Aplicado as formulações para determinar o coeficiente de ponderação do IVA, utilizamos a Tabela 01 para classificar os pontos de análise do curso d'água em 5 categorias: ótima, boa, regular, ruim e péssima. Estas categorias são responsáveis por definir a situação em que córrego analisado encontra-se quanto à qualidade da água para preservação da vida aquática.

A Tabela 13 apresenta os coeficientes de ponderação do IPMCA e do IET, em relação ao período o chuvoso, para o cálculo do IVA.

O período chuvoso atingiu um grau de ponderação para o IVA no valor de 4,1. Utilizando a Tabela 01 para classificar a categoria em que se enquadram os pontos analisados do Córrego Limoeiro, é possível verificar que todos os locais de coleta condizem à categoria Regular.

Tabela 14 - Cálculo do IVA do Córrego Limoeiro no Período Chuvoso.

<b>COLETA 01 - 30/03/2019 - Período Chuvoso</b>					
<b>ÍNDICES</b>	<b>Pontos coletados</b>				
	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Ponto 5</b>
<b>IPMCA PONDERAÇÃO</b>	3	3	3	3	3
<b>IET PONDERAÇÃO</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>IVA-PONDERAÇÃO</b>	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
<b>IVA-CATEGORIA</b>	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular

Fonte: Autor (2020).

Em relação à coleta do período seco, o IVA calculado evidenciou índices de ponderação relativamente superiores ao período chuvoso, conforme demonstrado na Tabela 14.

Tabela 15 - Cálculo do IVA do Córrego Limoeiro no Período Seco.

<b>COLETA 02 - 20/08/2019 - Período Seco</b>					
<b>ÍNDICES</b>	<b>Pontos coletados</b>				
	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Ponto 5</b>
<b>IPMCA PONDERAÇÃO</b>	6	6	6	6	6
<b>IET PONDERAÇÃO</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>IVA</b>	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
<b>IVA - CATEGORIA</b>	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima

Fonte: O autor.

O grau de ponderação para o IVA em todos os pontos de coleta foi de 7,7. Neste período a qualidade da água do Córrego Limoeiro foi classificada como Péssima (Tabela 01), denotando apresentar características impróprias para a manutenção da vida aquática.

#### 5.3.4 Discussão dos Resultados

No presente estudo o IVA classificou a água do Córrego Limoeiro, para a manutenção da vida aquática, como regular e péssima para os períodos chuvoso e seco, respectivamente. Estes cenários podem estar sendo construídos principalmente pela variedade de fatores que estão intervindo no ambiente, seja de origem natural ou antrópica.

Presumia-se que houvesse uma diferenciação no IVA entre os pontos de coleta, especialmente o ponto 3 (três) por estar estrategicamente posicionado após o desague do Córrego do Veado, que atravessa o perímetro urbano de Presidente Prudente - SP, e o ponto 4 (quatro) por localizar-se a jusante do lançamento de efluente tratado da ETE da SABESP. Entretanto, devido as faixas de variação dos coeficientes de ponderação, o IVA foi classificado com a mesma terminologia para todos os pontos, inclusive na nascente do córrego.

O mesmo foi identificado por Peláez-Rodríguez *et al.* (2000) ao analisar a qualidade da água para a preservação da vida aquática da bacia do rio Jacaré-Guaçu, verificou que o IVA do rio foi classificado como “Ruim” em quase todos os pontos de coleta, até mesmo na nascente do rio, isto devido aos assentamentos humanos e atividades agropecuárias localizadas nas proximidades. Desta forma, verificando o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do córrego Limoeiro pode-se correlacionar os resultados obtidos para o IVA com os mesmos fatores anteriormente referenciados.

Ainda de acordo com Peláez-Rodríguez *et al.* (2000) os resultados do IVA foram influenciados pelo estado trófico (IET), especificamente devido as concentrações de fósforo total. Analisando a composição do IVA do Córrego Limoeiro (Tabelas 08 e 09) identifica-se o contrário, o IPMCA para os dois períodos atingiu os índices mais elevados.

Em relação ao IET houve sutil contribuição para o cálculo do IVA, visto que, a maior parte dos pontos analisados no Limoeiro caracterizou-se como Ultraoligotrófico, ou seja, baixos teores de fósforo total e clorofila *a*. Ainda assim, o fósforo total foi o parâmetro influenciador no cálculo do IET por apresentar as maiores concentrações.

O IET do período chuvoso, na maior parte dos pontos de coleta, notoriamente foi superior ao período seco, isto porque as maiores concentrações

de fósforo total também foram detectadas neste período (chuvoso). Durante a estação chuvosa, a presença de fósforo na bacia hidrográfica pode ser um indicativo da entrada de fertilizantes, esgotos domésticos e industriais através do escoamento (DUARTE-DOS-SANTOS *et al.*, 2017; BORTOLETTO *et al.*, 2015, CARVALHO *et al.*, 2015).

Gomes *et al.* (2020) ao analisarem o estado trófico da bacia do Córrego Limoeiro em função da sazonalidade climática, identificou que com o aumento do volume de água no curso d'água há uma melhora no IET, no entanto, verificou que o IET dos períodos secos não são influenciados exclusivamente pelo índice pluviométrico, mas sim, por todas as características dos processos ambientais.

Duarte-dos-Santos *et al.* (2017) verificando o IVA da bacia do rio Bacanga, São Luís - MA, mostrou que o processo de deterioração do curso d'água ocorreu em função das elevadas concentrações dos parâmetros que compõem o IET. Desta maneira, Queiroz *et al.* (2018) evidenciaram que para o período chuvoso o IPMCA da água do riacho do Lago Azul (afluente do Rio Paraguai, no perímetro urbano de Barra do Bugres - MT) classificou-a como "Ruim" para a manutenção da vida aquática, e que, predominantemente, o grupo das variáveis essenciais induziu ao resultado obtido.

Logo, nas duas campanhas de coleta realizadas no Córrego Limoeiro a diminuição da qualidade da água do ocorreu em função do IPMCA, que apresentou maiores coeficientes de ponderação em relação do IET. Identificou-se que as piores concentrações para o IPMCA, e por seguinte para o IVA, foram obtidas no período seco, diferente do estudo realizado por Duarte-dos-Santos *et al.* (2017) em que o IVA para o período chuvoso exibiu condições inferiores de qualidade da água para manutenção da vida aquática.

Villa-Achupallas *et al.* (2018) avaliaram a qualidade da água do rio Yacuambi (sudeste do Equador) identificaram um comprometimento da preservação da vida aquática, e atribuiu o fato a inadequação de parâmetros que compõem o grupo ST estarem em desacordo com a legislação vigente.

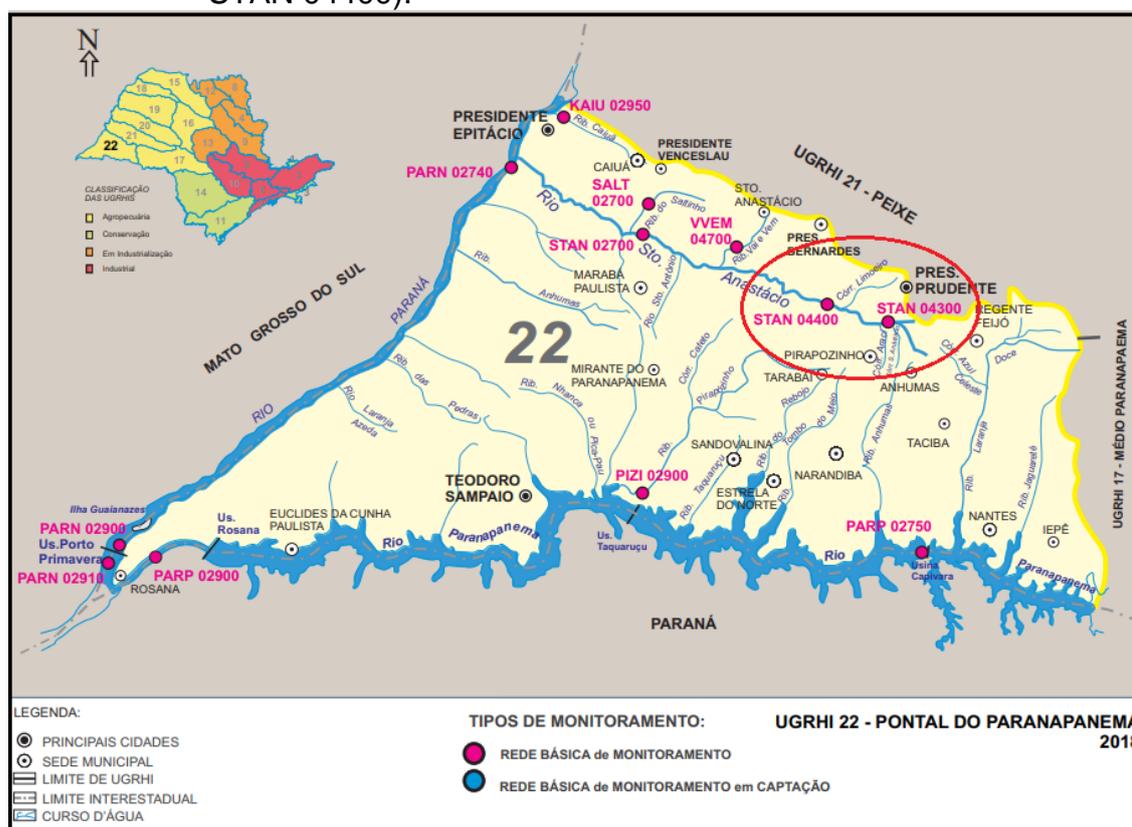
Mediante aos relatórios emitidos pela CETESB, quanto à qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo (CETESB, 2018 - Apêndice J), é possível constatar que os resultados obtidos através destas análises foram semelhantes aos identificados no local de estudo. Há de se considerar que os relatórios apresentados não foram especificamente da bacia do Córrego Limoeiro, entretanto,

os índices demonstrados referenciam a qualidade da água do rio Santo Anastácio, sendo este, receptor do curso d'água da área de estudos.

É notável que uma das estações de coleta no rio Santo Anastácio, denominada **STAN 04400**, localiza-se posteriormente ao local de deságue do Córrego Limoeiro (CETESB, 2018 – Apêndice G). Desta forma, é possível verificar a possibilidade deste curso d'água estar influenciando quanto a sua qualidade para manutenção da vida aquática. A **Figura 32** permite a visualização da rede de monitoramento da qualidade das águas da UGRHI 22, especificamente do Rio Santo Anastácio e suas estações de coletas.

A verificação quanto à possível influência do Córrego Limoeiro no IVA do rio Santo Anastácio, ocorreu devido à existência de outra estação de coleta, intitulada STAN 04300.

Figura 32 - Mapa de Monitoramento da UGRHI 22 (Rio Santo Anastácio – STAN 04400).



Fonte: Adaptado de CETESB (2018 – Apêndice G).

É perceptível, através da Figura 32, a existência de municípios e cursos d'água que desaguam no rio Santo Anastácio a montante deste ponto de análise, no entanto, a sua jusante, verifica-se que entre a STAN 04300 e a STAN 04400 o

Córrego Limoeiro contribui com sua vazão, é necessário considerar que não foi verificada a existência de outras possíveis fontes de contribuição.

Quando analisado o histórico dos índices de qualidades das águas da UGRHI - 22, especialmente o IVA do rio Santo Anastácio (CETESB, 2018 - Apêndice M), é possível identificar que o Córrego Limoeiro pode ser um dos agravantes quanto à qualidade da água para a preservação da vida aquática. Os resultados obtidos para os anos de 2014 a 2018 demonstram que o IVA do rio Santo Anastácio para a estação STAN 04400 foi inferior em todos os anos quando comparado a STAN 04300 (Tabela 16).

Os graus de ponderação do IVA para as análises anuais foram referenciados em cores, de acordo com suas classificações estabelecidas pela Tabela 01. Conforme os relatórios anuais de qualidade das águas disponibilizados pela CETESB, as análises são comumente realizadas nos meses de fevereiro, junho, agosto e dezembro, com exceção do ano de 2018 em que não houve a análise do mês de agosto (CETESB, 2018 – Apêndice J).

Tabela 16 - Histórico do IVA da UGRHI - 22, Rio Santo Anastácio.

UGRHI	Sist. Hídrico	Ponto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
22	Ribeirão CAIUÁ - UGRHI 22	KAIU02950						3,8	
	Ribeirão do Saltinho	SALT02700				3,3	2,5	4,3	
	Rio Paraná	PARN02900	2,1	2,6	2,0	2,4	2,6	2,3	
	Rio Paranapanema	PARP02750	2,5	2,5	2,6	2,6	2,5	2,4	
		PARP02900	2,1	2,6	2,9	2,6	2,8	3,1	
	Rio Pirapozinho	PIZI02900				3,4	2,7	3,0	
	Rio Santo Anastácio	STAN02700		3,8	4,7	3,5	3,5	3,5	5,2
		STAN04300			3,0	2,9	4,0	3,5	3,2
STAN04400				7,6	6,8	4,3	4,0	7,1	

Fonte: Adaptado CETESB (2018 - Apêndice M).

Desta forma, as médias do IVA para os anos analisados abrangeram o período seco (abril a setembro) e o chuvoso (março a outubro).

Observando o IVA do rio Santo Anastácio, especificamente o ponto STAN 04300, nota-se que a qualidade da água para os anos de 2013, 2014 e 2018 foram caracterizadas como “Boa”, no entanto, nestes mesmos anos, a qualidade da água na estação STAN 04400 foi classificada como “Péssima”. É imprescindível

memorar que este ponto localiza-se após o deságue do Córrego Limoeiro, e que nesta pesquisa, para a coleta do período seco, a classificação do IVA deste córrego também foi “Péssima”.

Em relação aos anos de 2016 e 2017, nas duas estações de coleta (STAN 04300 e STAN 04400) o IVA apresentou-se como “Regular”, ainda assim, os resultados obtidos para o ponto STAN 04400 foram superiores ao STAN 04300. Ao analisar a qualidade da água do Córrego Limoeiro para a preservação da vida aquática, período chuvoso, verificou-se que o corpo d'água, similarmemente, obteve o IVA como “Regular”. Diante as circunstâncias é possível afirmar que o Córrego Limoeiro pode exercer comportamento poluidor em relação à qualidade da água do rio Santo Anastácio.

Outro fator observado, identificado no item 4.3 deste estudo, é que mesmo a água do Córrego Limoeiro apresentando características impróprias para preservação da vida aquática, ainda assim, em alguns pontos de coleta, notou-se visualmente a presença de fauna aquática. Este fator pode estar associado à quantidade necessária de oxigênio dissolvido para a sobrevivência das espécies (SILVA; JARDIM, 2006), assim como, a capacidade de resiliência da fauna em adaptar-se à ambientes perturbados.

## 6 CONCLUSÕES

A qualidade da água está associada à suas formas de uso. Concluiu-se através desta pesquisa que o Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática (IVA), na bacia do Córrego Limoeiro, categorizou-se como “Péssimo” para a coleta do período seco e “Regular” para a estação chuvosa, em todos os pontos de análise.

Notoriamente, o IPMCA foi predominante em relação ao IET na determinação do IVA. Nas duas campanhas de coleta e em todos os pontos de análise, os parâmetros que compõe o IPMCA induziram em maiores coeficientes de ponderação quando comparado aos resultados obtidos através do IET.

Embora as concentrações do fósforo (nos dois períodos de coleta, para os pontos P.03, P.04 e P.05) apresentaram-se superiores ao limite estabelecido pela legislação vigente, o IET em todos os pontos de análise foi classificado em Ultraoligotrófico, categoria esta que pode não originar prejuízos aos usos da água. Já, em relação ao IPMCA as concentrações identificadas por meio das análises dos parâmetros, induziram este índice a coeficientes de ponderação que categorizaram a qualidade da água do Limoeiro para a proteção da vida aquática como “Ruim” para o período chuvoso e “Péssimo” para a estação seca.

Evidenciou-se que as ações antrópicas influenciaram negativamente na qualidade da água do Córrego Limoeiro para a preservação da vida aquática. Nos dois períodos de coleta, os parâmetros analisados que apresentaram altas concentrações e por sequência elevado potencial poluente são de origens antrópicas, que chegam ao corpo d’água de forma direta, através dos lançamentos de efluentes sejam eles legalizados, clandestinos ou indireta, por meio dos variados usos do solo, associados ao escoamento superficial das precipitações. Vale salientar que a qualidade da água do Córrego Limoeiro, embora atualmente inapropriada para preservação da vida aquática, poderia estar em piores condições se não houvesse o sistema de tratamento de efluente implantado na década de 90.

Ao final desta pesquisa é possível concluir quanto à importância da conservação de pequenos cursos d’água para o abastecimento público e manutenção das comunidades aquáticas. Estes córregos são instrumentos que garantem a qualidade da água de grandes afluentes, nota-se que o Córrego Limoeiro pode estar influenciando na qualidade da água do rio Santo Anastácio, o

que justificaria a necessidade de cuidados das bacias hidrográficas de menores dimensões.

Recomendamos a análise dos organismos presentes nas comunidades aquáticas do Córrego Limoeiro, a fim de verificar o potencial bioacumulante dos parâmetros analisados nesta pesquisa, que compõe o IVA.

## REFERÊNCIAS

AHMAD, I. *et al.* Synthesis and characterization of molecular imprinted nanomaterials for the removal of heavy metals from water. **Journal of Materials Research and Technology**, v.7, n.3, p.270-282, jul./sept., 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785416300497>. Acesso em: 23 abr. 2020.

ALI, M. M. *et al.* Preliminary assessment of heavy metals in water and sediment of Karnaphuli River, Bangladesh. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v.5, p.27-35, may 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221515321630002>. Acesso em: 25 abr. 2020.

ALMEIDA, M. A. B; SCHWARZBOLD, A. Avaliação das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, v.8, n.1, p. 81-97, jan./mar. 2003. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/155e/6124b0ceba6975e488a23ae230a2106d47c1.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

AL-SENANI, G. M.; AL-FAWZAN, F. F. Adsorption study of heavy metal ions from aqueous solution by nanoparticle of wild herbs. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v.44, n.3, p.187-194, sept. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428518300463> . Acesso em: 23 abr. 2020.

AMÂNCIO, D. V. *et al.* Qualidade da água nas Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Capivari e Mortes, Minas Gerais. Revista **SCIENTIA AGRARIA**, Curitiba, v.19, n.1, p.75-86, jan./mar., 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/53175>. Acesso em: 20 mai. 2020.

AMORIM, D. G. *et al.* Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 251-259, 2017. [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522016005009101&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522016005009101&script=sci_arttext). Acesso em: 21 mai. 2020

AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciência Humanas – USP, São Paulo, 2000.

AMORIM, M. C. C. T. Características do clima urbano de Presidente Prudente/SP. *In: SANT'ANNA NETO, J. L. (org.). Os climas das cidades brasileiras*. Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, 2002. p. 165-196.

AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. **Confins**, v. 13, 2011, Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/7284>. Acesso em: 21 mai. 2020.

AMORIM, M.; DUBREUIL, V.; CARDOSO, R. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.11, n.16, jan./jul. 2015. Disponível em: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01187918/document>. Acesso em: 23 mar. 2020.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Portal da Qualidade das Águas.**, 2019. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/default.aspx>. Acesso em: 25 mai. 2020.

ANDRADE, L. R. S. *et al.* Qualidade das águas superficiais da universidade federal de campina grande: riscos e benefícios para reúso. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.2, p.170-184, 2018. Disponível em: <<http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2018.002.0015/1229>>. Acesso em: 19 de mar. 2020.

ANGHEBEN, F. M. *et al.* Concentração de Metais em Peixes de Diferentes Níveis Tróficos, Ocorrentes no Rio das Antas, RS – Brasil. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v.8, n.4, p.152-164, out/dez. 2019. Disponível em: [http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/7748/47](http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7748/47). Acesso em: 23 abr. 2020.

APHA. **Standard methods for the examination of water and waste water.** Washington, DC, New York: American Public Health Association, 2012. v.22.

ARANA, A. R. A.; FROIS, M. R. Planejamento urbano ambiental: diretrizes para o zoneamento na bacia do córrego do Limoeiro em Presidente Prudente – SP. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 3, p. 619-635, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/107550/124688>. Acesso em: 24 mar. 2020.

ARAÚJO, M. C.; OLIVEIRA, M. B. M. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v.8, n.3, p. 247-257, set./dez., 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n3/v8n3a21.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2020.

ARRUDA, N. M. B.; KNOPIK, J.; SOTTOMAIOR, F. H. Avaliação da qualidade da água do Rio Tibagi antes da formação do reservatório da UHE Mauá, por meio de análise fatorial. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.22, n.6, p.1075-1083, nov./dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n6/1809-4457-esa-22-06-1075.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

BARRETO, L. V. *et al.* Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v.9, n.16, p.2167, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/biologicas/EUTROFIZACAO.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

BENITES, L. M. *et al.* Avaliação do potencial mutagênico de cobre da água do rio Uruguai. **Ciência e Natura**, v.36, n.2, p.107-113, mai-ago 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13610/pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BISOGNIN, R. P. *et al.* Análise e Divulgação da Qualidade da Água de Nascentes, Afluentes e Ponto de Captação do Arroio Lajeado Erval Novo no Município de Três Passos – RS. **R. gest. sust. Ambient.**, Florianópolis, v.6, n.2, p. 44-55, jul./set., 2017. Disponível em: [http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3625/3158](http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3625/3158). Acesso em: 15 abr. 2020.

BONIFACIO, E. **Avaliação de Bioacumulação de Chumbo e sua Influência sobre o crescimento em Alevinos de Tilápia do Nilo**. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana – PR, 2017. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10293/1/AP\\_COLIQ\\_2017\\_2\\_%2001.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10293/1/AP_COLIQ_2017_2_%2001.pdf). Acesso em: 06 jun. 2020.

BORA, M.; GOSWAMI, D. C. Water quality assessment in terms of water quality index (WQI): case study of the Kolong River, Assam, India. **Applied Water Science**, v. 7, n. 6, p. 3125-3135, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-016-0451-y>. Acesso em: 16 jul. 2020.

BORTOLETTO, E. C.; *et al.* Water quality monitoring of the Pirapó River watershed, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.75, n.4, p.148-157, 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842015000900148&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842015000900148&script=sci_arttext). Acesso em: 16 jul. 2020.

BOTELHO, R. G.; TORNISIELO, V. L. Avaliação Espaço-Temporal da Clorofila a e do Índice de Estado Trófico do Rio Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Holos Environment.**, v.14, n.2, p.124 -134, 2014. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/8198/6341>. Acesso em: 21 abr. 2020.

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

BRASIL. **Lei N° 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm). Acesso em: 21 mai. 2020.

BRASIL. **Portaria N° 2.914, de 12 de Dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 19 abr. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio AMBIENTE. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705). Acesso em: 14 abr. 2020.

BUSCA, G. *et al.* Technologies for the removal of phenol from fluid streams: a short review of recent developments. **Journal of hazardous materials**, v.160, n.2-3, p.

265-288, 2008. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389408004172>. Acesso em: 03 jun. 2020.

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**, v 8, n.1, p. 186-205, 2013. Disponível em:  
[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2013000100014&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2013000100014&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 21 mai. 2020.

CARDOSO, B. N. P. **Efeito da contaminação de cromo de macroinvertebrados aquáticos no córrego Monte Alegre**: estrutura da comunidade e teste de toxicidade. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – São Carlos, 2018. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-20062018-101942/publico/Dissertacao\\_Bruna\\_N\\_P\\_Cardoso.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-20062018-101942/publico/Dissertacao_Bruna_N_P_Cardoso.pdf). Acesso em: 21 mai. 2020.

CARDOSO, R. S.; AMORIM, M. C. C. T. Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v.28, p.39-64, 2014. Disponível em:  
<<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/90004>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

CARVALHO, K. Q. *et al.* Influence of urban area on the water quality of the Campo River basin, Paraná State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.75, n.4, p.96-106, 2015. Disponível em:  
[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842015000900096&lng=en&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000900096&lng=en&tlng=en). Acesso em: 14 jul. 2020.

CARVALHO, M. M. *et al.* Estudo da toxicidade de metais (zinco e cádmio) sobre *Ceriodaphniadubia*, por multivias de exposição e recuperação biológica de descendentes. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.22, n.5, p. 961-968, Rio de Janeiro, set./out. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-s1413-41522017158722.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

CHEN, W. Y. *et al.* Site-specific water quality criteria for lethal/sublethal protection of freshwater fish exposed to zinc in southern Taiwan. **Chemosphere**, v.59, p.412-419, set. 2016. Disponível em:  
[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653516307858?casa\\_token=czOkwDtuGwIAAAAA:GM\\_nklxAG9oHIAOocXZSDV5eL08yuZtZzqUWzh\\_RnlEkUNZ2CSPdpcTAeul8atOzXo6DE\\_Yg5c0n](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653516307858?casa_token=czOkwDtuGwIAAAAA:GM_nklxAG9oHIAOocXZSDV5eL08yuZtZzqUWzh_RnlEkUNZ2CSPdpcTAeul8atOzXo6DE_Yg5c0n). Acesso em: 23 abr. 2020.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Apêndice G – Mapas das UGRHs**. São Paulo, 2018. Disponível em:  
[https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%AAndice-G\\_Mapas-das-UGRHs.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%AAndice-G_Mapas-das-UGRHs.pdf). Acesso em: 15 jun. 2020.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Apêndice J – Resultados do monitoramento.** São Paulo, 2018. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%AAndice-J\\_Resultados-do-Monitoramento.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%AAndice-J_Resultados-do-Monitoramento.pdf). Acesso em: 29 jun. 2020.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Apêndice M – Histórico da Média dos Índices de Qualidade.** São Paulo, 2018. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%AAndice-M\\_-Hist%C3%B3rico-da-M%C3%A9dia-dos-%C3%8Dndices-de-Qualidade.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2019/10/Ap%C3%AAndice-M_-Hist%C3%B3rico-da-M%C3%A9dia-dos-%C3%8Dndices-de-Qualidade.pdf). Acesso em: 29 jun. 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **CETESB 50 Anos de Histórias & Estórias.** São Paulo, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/Livro-CETESB-50-anos.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia Nacional de Coleta a Preservação de Amostra:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Organizadores: Carlos Jesus Brandão *et al.* São Paulo: CETESB/Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo:** Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas. São Paulo, 2017a. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo:** Apêndice E – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. São Paulo, 2017b. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatórios.** São Paulo, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 30 jun. 2020.

CORDEIRO, E. B. *et al.* Avaliação da Qualidade da Água de um Lago de Efluentes da Cantina Universitária da UNIPAMPA Campus São Gabriel. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 20., 2018, Campinas - SP. **Anais...** Campinas: ABAS, 2018. p. 1-4. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29445/19046>. Acesso em: 22 abr. 2020.

CORRÊA, P. F. **Importância da Avaliação Ecotóxica de Sedimentos Aquáticos como Ferramenta na Perícia Ambiental Judicial**. 2011. Monografia (Pós-Graduação em Auditoria e Perícia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma – SC, 2011, 41f. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1028/1/Patr%c3%adcia%20Figueiredo%20Corr%c3%aa.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

COSTA, C. R. *et al.* A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422008000700038&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422008000700038&script=sci_arttext). Acesso em: 01 jun. 2020.

CULLEN, J. J. The deep Chlorophyll maximum: Comparing vertical profiles of chlorophyll a. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 39, p.791-803, 1982. Disponível em: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f82-108#.XobJI0BKjMx>. Acesso em: 20 mar. 2020.

CUNHA, F. S.; AGUIAR, A. P. Métodos para Remoção de Derivados Fenólicos de Efluentes Aquosos. **Rev. Virtual Quim.**, v.6, n.4, p.844-865, 10 mar. 2014. Disponível em: <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/462/446>. Acesso em: 22 mar. 2020.

DALU, T. *et al.* River nutrient water and sediment measurements inform on nutrient retention, with implications for eutrophication. **Science of The Total Environment.**, v. 684, p. 296-302, 2019. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971932193X?casa\\_token=2\\_Z\\_QkFGyNEAAAAA:kIFxcStkhYjw11KFzB3QiDhMbe8tVAihJVYz8QoYeLyPdm1LfubQZagXtylg\\_NQ9ERbhllwhg4Vs](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971932193X?casa_token=2_Z_QkFGyNEAAAAA:kIFxcStkhYjw11KFzB3QiDhMbe8tVAihJVYz8QoYeLyPdm1LfubQZagXtylg_NQ9ERbhllwhg4Vs). Acesso em: 02 jun. 2020.

DAMASCENO, M. C. S. *et al.* Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, v.10, n.3, p.598-613, 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1980-993X2015000300598&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1980-993X2015000300598&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 21 abr. 2020.

DANIEL, M. H. B.; CABRAL, A. R. A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, v.19, n.4, p.487-492, 2011. Disponível em: [http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011\\_4/artigos/csc\\_v19n4\\_487-492.pdf](http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_487-492.pdf). Acesso em: 13 jul. 2020.

DECKER, A. *et al.* Análise Ambiental e Qualidade da Água da Lagoa dos Patos nas Proximidades de uma Tradicional Comunidade de Pescadores. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v.7, n.2, p.105-123, abr./jun. 2018. Disponível em: [http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/6202/3746](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6202/3746). Acesso em: 22 abr. 2020.

DIAS, D. C. *et al.* Avaliação histopatológica do baço, coração e encéfalo de tilápia *Oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758) exposta ao cloreto de mercúrio. **Boletim do**

**Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 213-220, 2007. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/756/738>. Acesso em: 03 jun. 2020.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rido, São Paulo, Brasil. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, jan./apr, 2005. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162005000100013&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162005000100013&script=sci_arttext). Acesso em: 07 abr. 2020.

DUARTE-DOS-SANTOS, A. K. *et al.* Índice de proteção da vida aquática em uma bacia urbana do rio Bacanga no norte do Brasil, São Luís – MA. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v.77, n.3, jul./set. 2016. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842016005123101&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842016005123101&script=sci_arttext). Acesso em: 02 mai. 2020.

EWAID, S. H.; ABED, S. A. Water quality index for Al-Gharraf river, southern Iraq. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 43, n. 2, p. 117-122, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428517300213>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. p. 43 263.

FRITZSONS, E. *et al.* As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 239-248, 2003.

FAN, Y. *et al.* Extraction of phenols from water with functionalized ionic liquids. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 53, n. 51, p. 20024-20031, 2014. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie503432n>. Acesso em: 03 jun. 2020.

FIGUEIREDO, H. P. *et al.* Water quality in urban environmental protection area in the Cerrado Biome, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.191, n.117, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-019-7194-9>. Acesso em: 07 abr. 2020.

FIGUEIREDO, W. S. **Estratégias Metaloproteômicas na Investigação de Biomarcadores de Mercúrio em Amostras de Tecido Muscular de Tucunarés**. 2015. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015, 97f. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/18485/1/2015\\_WillyaneSilvaFigueiredo.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/18485/1/2015_WillyaneSilvaFigueiredo.pdf). Acesso em: 06 jun. 2020.

FIGUR, C.; REIS, J. T. A influência do uso e cobertura da terra nos parâmetros da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Abaúna, em Getúlio Vargas, RS. **Ciência e Natura**, v.39, n.2, pp. 352-365, maio/ago. 2017, Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467551029013.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Principais classes de solos do município de Presidente Prudente – SP: Identificação e Caracterização. **B. goiano. geogr.** Goiânia, v.32, n. 1, p.45-58, jan./jun., 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3371/337127361003.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

GARCIA, J. B. P. **Avaliação de Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg) e Cádmiio (Cd) no Sedimento de Margem da Represa do Guarapiranga, uma Questão de Saúde Pública.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Santo Amaro, São Paulo, 2017, 59f. Disponível em: <http://200.229.206.179/bitstream/handle/123456789/171/Jo%c3%a3o%20Brogot%c3%a1%20Perdig%c3%a3o%20Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 abr. 2020.

GAWAD, S. S. A. Acute toxicity of some heavy metals to the fresh water snail, *Theodoxus niloticus* (Reeve, 1856). **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v.44, n.2, p.83-87, jun.2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S168742851830027X>. Acesso em: 23 abr. 2020.

GOOGLE MAPS. **22°04'48.6"S 51°25'11.2"W**, 2020a. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/22%C2%B004'48.6%22S+51%C2%B025'11.2%22W/@-22.0801667,-51.4219665,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-22.0801667!4d-51.4197778.4697093,5888>. Acesso em: 02 mai. 2020.

GOOGLE MAPS. **22°05'59.5"S 51°26'42.3"W**, 2020b. Disponível em: [https://www.google.com.br/maps/place/22%C2%B005'59.5"S+51%C2%B026'42.3"W/@-22.0998659,-51.4472687,595](https://www.google.com.br/maps/place/22%C2%B005'59.5). Acesso em: 02 mai. 2020.

GOOGLE MAPS. **22°07'00.2"S 51°28'18.5"W**, 2020c. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/22%C2%B007'00.2%22S+51%C2%B028'18.5%22W/@-22.1167222,-51.4739943,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-22.1167222!4d-51.4718056>. Acesso em: 02 mai. 2020.

GOOGLE MAPS. **22°07'00.2"S 51°28'18.5"W**, 2020d. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/22%C2%B007'00.2%22S+51%C2%B028'18.5%22W/@-22.1167222,-51.4739943,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-22.1167222!4d-51.4718056>. Acesso em: 02 mai. 2020.

GOOGLE MAPS. **22°08'13.4"S 51°31'24.9"W**, 2020e. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/22%C2%B008'13.4%22S+51%C2%B031'24.9%22W/@-22.1370556,-51.525772,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-22.1370556!4d-51.5235833>. Acesso em: 02 mai. 2020.

GOMES, F. D. G. *et al.* Climatic seasonality and water quality in watersheds: a study case in Limoeiro River watershed in the western region of São Paulo State,

Brazil. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 27, p. 30034-30049, 2020. Disponível em:  
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-020-09180-7#citeas>. Acesso em: 09 jun. 2020.

GOMES, F. D. G. *et al.* Monitoramento de qualidade de águas superficiais em sub-bacias hidrográficas: Proposta de fluxo de trabalho. **Colloquium Exactarum**, v. 10, n. 3, p.18-93, jul./set. 2018. Disponível em:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/9716/1a091099371fc5623fe4fe10759f0cffed10.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.

GONÇALVES, B. C.; MACENA, D. A.; GOMES, V. M. Concentração de Crômio em Água e Sedimento em Área de Descarte de Resíduos de Curtume. **Colloquium Exactarum**, v.9, n. Especial, p.81-87, jul./dez 2017, Disponível em:  
<http://www.unoeste.br/site/enepe/2017/suplementos/area/Exactarum/3%20-%20Qu%C3%ADmica/CONCENTRA%C3%87%C3%83O%20DE%20CR%C3%94MIO%20EM%20%C3%81GUA%20E%20SEDIMENTO%20EM%20%C3%81REA%20DE%20DESCARTE%20DE%20RES%C3%8DDUOS%20DE%20CURTUME.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

GRIECO, A. A. *et al.* Diagnóstico espacial e temporal de condições físico-químicas e microbiológicas do Córrego do Tanquinho, Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 12, n.2, p. 282-298, mar./abr., 2017. Disponível em:  
<https://www.redalyc.org/pdf/928/92849898010.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

HABERSACK, H. *et al.* Challenges of river basin management: current status of, and prospects for, the River Danube from a river engineering perspective. **Science of the Total Environment**, v. 543, p. 828-845, 2016. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715309402?via%3Dihub>. Acesso em: 26 mai. 2020.

HONDA, S. C. A. L. *et al.* Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 1, p. 62-73, 2015. Disponível em:  
<https://periodicos.pucpr.br/index.php/Urbe/article/view/4372/4297>. Acesso em: 09 de jun. 2020.

HUMAN, L. R. D. *et al.* Natural nutrient enrichment and algal responses in near pristine micro-estuaries and micro-outlets. **Science of the total environment**, v. 624, p. 945-954, 2018. Disponível em:  
[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717336100?casa\\_token=ViVth8q4NeEAAAAA:BMaO3SL3HZyEhBZ7tKPTcSblgbsC-0XXvWK2OLvAMkm\\_QgDnA4EHJM04MXwVy-xY-B-DOY6aXlItb](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717336100?casa_token=ViVth8q4NeEAAAAA:BMaO3SL3HZyEhBZ7tKPTcSblgbsC-0XXvWK2OLvAMkm_QgDnA4EHJM04MXwVy-xY-B-DOY6aXlItb). Acesso em: 01 jun. 2020.

HUSER, B. J. *et al.* In-lake measures for phosphorus control: The most feasible and cost-effective solution for long-term management of water quality in urban lakes. **Water Research**, v.97, p.142 – 152, jun.2016. Disponível em:  
[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004313541530138X?casa\\_t](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004313541530138X?casa_t)

oken=gb72YNwafuAAAAAA:c3KzBPGZGmGgo8opLNsvv3TdMEyfowSweghYQ6RJ\_Z-75DKdzos5gHT7wCtul\_5pE-iPesOz0OZk. Acesso em: 26 abr. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Município: **Presidente Prudente**, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/presidente-prudente.html>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Município: **Presidente Prudente**, 2015. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/panorama>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Município: **Presidente Prudente**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/presidente-prudente.html>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Município: **Presidente Prudente**, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/panorama>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IWATA, T. A. C. O comércio exterior no município de Presidente Prudente – SP: Uma análise dos fluxos de exportações no período de 2000 a 2008. Artigo – **Revista Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v. 8, n.15, p.217-240, dez. 2019. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/6898/Iwata>. Acesso em: 15 mar. 2020.

JANZEN, Johannes Gerson et al. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.13, n.3, jul./set., 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522008000300006&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522008000300006&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 20 mar. 2020.

JESUS, T. B. *et al.* Avaliação da Potencialidade de Utilização de Espécies de Macrófitas como Acumuladoras de Metais Pesados. **Rev. Virtual Quim.**, v.7, n.4, p.1102-1118, 2015. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v7n4a05.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

KAUR, N. *et al.* Studies on persistent organic pollutants residue in water, sediment and fish tissues of River Sutlej, India. **Journal of Environmental Biology**, v. 40, n. 2, p. 258-264, 2019. <https://search.proquest.com/docview/2188100104?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>. Acesso em: 21 mai. 2020.

KOSOY, N. *et al.* Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. **Ecological economics**, v. 61, n. 2-3, p. 446-455, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800906001522?via%3Dihub>. Acesso em: 26 mai. 2020.

KOVÁCS, J. *et al.* The role of annual periodic behavior of water quality parameters in primary production – Chlorophyll-a estimation. **Ecological Indicators**, v.78, p.311-321, jul. 2017. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X17301103?casa\\_token=\\_SLLm\\_m4Gl8AAAAA:F3Hxpv4jM\\_GLMYV7J4kMeNHCu8W11jMm3VtcA4XCrCQbviE4dJQ-QylZ3yi4\\_gqUQiZ0cu5G2xqc](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X17301103?casa_token=_SLLm_m4Gl8AAAAA:F3Hxpv4jM_GLMYV7J4kMeNHCu8W11jMm3VtcA4XCrCQbviE4dJQ-QylZ3yi4_gqUQiZ0cu5G2xqc). Acesso em: 21 abr. 2020.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento.** Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004, 238f. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-20032006-075813/es.php>. Acesso em: 19 mar. 2020.

LEITE, José Ferrari. **A ocupação do Pontal do Paranapanema.** São Paulo: Hucitec, 1998.

LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectrophotometric equations. **Limnol. Oceanogr.**, v.12, p.343-346, 1967.

LORENZON, A. S. *et al.* A new methodology for royalties distribution of the Itaipu hydroelectric plant: The hydrographic basin as the unit of analysis. **Journal of environmental management**, v. 217, p. 710-717, 2018. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971830344X?casa\\_token=K7yzKVqEC1QAAAAA:-FOXk5AKAQsIPm\\_flcDKRs83ZWisCo3Zej70qA2c9QolhD0gu1xPKsk-fkSvZ87oCzuqZqQ0ZbjP](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971830344X?casa_token=K7yzKVqEC1QAAAAA:-FOXk5AKAQsIPm_flcDKRs83ZWisCo3Zej70qA2c9QolhD0gu1xPKsk-fkSvZ87oCzuqZqQ0ZbjP). Acesso em: 26 mai. 2020.

LUCON, T. N. *et al.* Cadmium behavior in a karst environment hydrological cycle. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-07894-2>. Acesso em: 03 jun. 2020.

LUO, K. *et al.* Impacts of rapid urbanization on the water quality and macroinvertebrate communities of streams: A case study in Liangjiang New Area, China. **Science of The Total Environment**, v.621, p.1601-1614, abr. 2018. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717327729?casa\\_token=YshYo2o26M0AAAAA:aDPHTH6Og0dCm-1CdVHyi-r7MuT77kjPHNQxF75FS5C1ia9UfqJZOOSjAruzP87-YYuCFu8ynDcj](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717327729?casa_token=YshYo2o26M0AAAAA:aDPHTH6Og0dCm-1CdVHyi-r7MuT77kjPHNQxF75FS5C1ia9UfqJZOOSjAruzP87-YYuCFu8ynDcj). Acesso em: 18 abr. 2020.

MACEDO, C. F. *et al.* Eutrofização e Qualidade da Água da Piscicultura: Consequências e Recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v.36, n. 2, p.149-163, 2010. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/911/892>. Acesso em: 19 mar. 2020.

MAGALHÃES, G. C. *et al.* Metais potencialmente tóxicos em rios a montante do Pantanal. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v.11, n.4, p.833-850, out./dez., 2016.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v11n4/1980-993X-ambiagua-11-04-00833.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

MALAMAN, A C. P. *et al.* Citogenotoxicidade de águas fluviais urbanas em Presidente Prudente (SP), Brasil, através do teste *Allium cepa*. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.2, p.249-265, 2020. Disponível em: <http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.002.0026/1953>. Acesso em: 21 mai. 2020.

MARANHO, L. A. **Avaliação da qualidade da água do rio Corumbataí (SP) por meio de variáveis bióticas e abióticas**. Tese (Doutorado em Ciências) – USP – Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2012, 106f. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde-24092012-154727/publico/LucineideAparecidaMaranhaoRevisada.pdf> . Acesso em: 20 abr. 2020.

MARANHO, L. A. *et al.* Avaliação da qualidade da água do Ribeirão Samambaia (São Pedro, São Paulo, Brasil) através de parâmetros físicos e químicos, índice de estado trófico e teste de toxicidade com *Daphnia magna*. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.22, n.1, p.195-201, , jan./fev., 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522017000100195&lng=pt&tlng=pt#t3](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000100195&lng=pt&tlng=pt#t3). Acesso em: 22 abr. 2020.

MARTINS, G. L. A. *et al.* Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas – MG após construção de barragem. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v.12, n.6, p.1025–1039, nov./dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v12n6/1980-993X-ambiagua-12-06-01025.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

MCKINLEY, D. C. *et al.* Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. **Biological Conservation**, v.208, p.15-28, 2017. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320716301963?casa\\_token=6hJXBbWMpaYAAAAA:hNkOkEI31ug5K61JKWAQCTyk9a6njA0mdeg7ewQ3R0GbbxFa7nMt6VecsjwwUZ5sRkxpVleoW79\\_](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320716301963?casa_token=6hJXBbWMpaYAAAAA:hNkOkEI31ug5K61JKWAQCTyk9a6njA0mdeg7ewQ3R0GbbxFa7nMt6VecsjwwUZ5sRkxpVleoW79_). Acesso em: 02 jun. 2020.

MELO, M. T. *et al.* Variabilidade das classes de água e índice de estado trófico do riacho Queima Pé. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 1, p. 68-79, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/845/pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020

MENEZES, J. P. C. *et al.* Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 21, n.3, p.519-534, jul/set, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v21n3/1809-4457-esa-21-03-00519.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2020.

MEZOMO, Á. M. **A Qualidade das águas como subsídio para a gestão ambiental**. 2008, 209 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) UFRGS -

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008, 209f. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/16666>. Acesso em: 08 mar. 2020.

MISAGHI, F. *et al.* Introducing a water quality index for assessing water for irrigation purposes: A case study of the GhezelOzan River. **Science of the Total Environment**, v. 589, p. 107-116, 2017. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717304916?casa\\_token=c](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717304916?casa_token=c). Acesso em: 02 jun. 2020.

MIYAZAKI, L. C. P.; NUNES, J. O. R. Análise da Vulnerabilidade Socioambiental à Ocupação do Relevo da cidade de Presidente Prudente / SP. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v.9, n.2, p. 1-81, jul./dez. 2018. Disponível em: <http://200.19.146.79/index.php/braziliangeojournal/issue/view/1877>. Acesso em: 25 mai. 2020.

MORAIS, Eduardo Souza.; ROCHA, Paulo Cesar. Formas e processos fluviais associados ao padrão de canal meandrante: o baixo rio do peixe, SP. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 3, 2016. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/813/544>. Acesso em: 25 mai. 2020

MOREIRA-SILVA, M. R. *et al.* Evidence for a correlation between total lead concentrations in soils and the presence of geologic faults. **Environmental Chemistry Letters**, v.15, p.481-488, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-017-0617-3#Tab1>. Acesso em: 24 abr. 2020.

MOROZ, C. G. *et al.* Mapa geomorfológico semidetalhado do município de Presidente Prudente – SP. IN: SINAGEO – Geomorfologia: compartimentação de paisagem, processo e dinâmica, 11., 2016, Maringá. **Anais...** Maringá:UFJF, 2016. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-58-668.html>. Acesso em: 22 mar. 2020.

MOURA, M. A.; ARANA, A. R. A. SOCIEDADE E AMBIENTE: análise dos impactos ambientais em Teodoro Sampaio – SP. **Campo-território: revista de geografia agrária**, v.14, n.33, p.208-230, ago. 2019. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/41638/27705>. Acesso em: 26 mai. 2020.

NAUBI, I. *et al.* Effectiveness of Water Quality Index for Monitoring Malaysian River Water Quality. **Pol. J. Environ. Stud.**, v. 25. n.1, p.231-239, 2016. Disponível em: [https://pdfs.semanticscholar.org/676b/3a4f7b2c392c2de78bb0c071e05b7d4d9a29.pdf?\\_ga=2.262088781.1960077757.1587143231-1780703853.1587143231](https://pdfs.semanticscholar.org/676b/3a4f7b2c392c2de78bb0c071e05b7d4d9a29.pdf?_ga=2.262088781.1960077757.1587143231-1780703853.1587143231) . Acesso em: 17 abr. 2020.

NOBREGA, T. F.; SOUZA, R. F.; MEDEIROS, G. F. Efeito da Precipitação e Ocupação do Solo sobre a Qualidade da Água Superficial de Reservatório Urbano no Litoral do Nordeste Brasileiro. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v.8, n.2, p.626-647, abr./jun. 2019. Disponível em:

[http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/6393/4449](http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6393/4449). Acesso em: 24 abr. 2020.

NOULAS, C.; TZIOUVALEKAS, M.; KARYOTIS, T. Zinc in soils, water and food crops. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.49, p.252-260, 2018. Disponível em:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0946672X17308386?casa\\_token=v2e6IXD8QTUAAAAA:M46URDKDNFp\\_6eFBWm5c4sQpLOjUBtBbjZBPrRT-KYjS\\_vNI7az8QYYbuSczjBPP8kXxQquHo6ha](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0946672X17308386?casa_token=v2e6IXD8QTUAAAAA:M46URDKDNFp_6eFBWm5c4sQpLOjUBtBbjZBPrRT-KYjS_vNI7az8QYYbuSczjBPP8kXxQquHo6ha). Acesso em: 23 abr. 2020.

NUNES, J. O. R. *et al.* **Mapeamento geomorfológico do perímetro urbano do município de Presidente Prudente – SP**. SIMPÓSIO DE GEOMORFOLOGIA/ REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY – TROPICAL AND SUBTROPICAL GEOMORPHOLOGY PROCESSES, METHODS AND TECHNIQUES, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, p. 1-11, 2006. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/10/440.pdf>.

Acesso em: 28 fev. 2020.

NUNES, J. O. R.; PERUSI, M. C.; SAMIZAVA, T. M. **A Aplicação dos Conhecimentos Geomorfológicos como Critério para a Implantação de um Aterro Sanitário de Médio Porte no Município de Presidente Prudente, SP**, Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2005.

OLIVEIRA, A. P. **Avaliação da Influência dos Macronutrientes na Bioacumulação do Chumbo pela *Eichhornia Crassipes***. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012, 132f. Disponível em:

<http://portalpos.unioeste.br/media/File/Ana%20Paula.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

OLIVEIRA, C. A. A Formação de Eixos Urbanos em cidades médias: O caso de Presidente Prudente (SP). **Revista Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v., 6, n.13, p. 28-47, nov., 2019. Disponível em:

<https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/6533/pdf>. Acesso em: 25 mai. 2020.

OLIVEIRA, D. V.; DEBATIN, E. L.; VENTURELLI, R. B. Análise dos Parâmetros de Cromo e Hidrazina do Rio Itajaí Mirim da cidade de Brusque (SC) e seus efeitos na Saúde pelo consumo indireto dessas águas. **RIES**, Caçador, v.6, n.1, p.117-123, 2017. Disponível em:

<http://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/1316/628>. Acesso em: 21 mai. 2020.

OLIVEIRA, D. G. *et al.* Land use and its impacts on the water quality of the CachoeirinhaInvernada Watershed, Guarulhos (SP). **Revista Ambiente & Água**, v.13, n.1, 2018. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2018000100301&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2018000100301&lng=en&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 02 jun. 2020.

PANTANO, G. *et al.* Sustentabilidade no Uso do Fósforo: Uma Questão de Segurança Hídrica e Alimentar. **Quim. Nova**, v.39, n.6, p. 732-740, 2016.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v39n6/0100-4042-qn-39-06-0732.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2020.

PASSOS, A. L. L. *et al.* Critério para Avaliação da Qualidade de Água no Brasil: Um Questionamento sobre os Parâmetros Utilizados. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v.7, n.2, p. 290-303, mai-ago, 2018. Disponível em: [https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1100262/1/eduardocriteriosparaa\\_valiacaodaqualidade.pdf](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1100262/1/eduardocriteriosparaa_valiacaodaqualidade.pdf). Acesso em: 26 mar. 2020.

PELAEZ, M. *et al.* Análise da Qualidade da Água e Aplicação do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) em Duas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu. *Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI*, p.95-114, 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320719574\\_ANALICE\\_DA\\_QUALIDADE\\_DA\\_AGUA\\_E\\_APLICACAO\\_DO\\_INDICE\\_DE\\_PROTECAO\\_DA\\_VIDA\\_AQUATICA\\_IVA\\_EM\\_DUAS\\_SUB-BACIAS\\_DA\\_BACIA\\_HIDROGRAFICA\\_DO\\_RIO\\_JACARE\\_GUACU](https://www.researchgate.net/publication/320719574_ANALICE_DA_QUALIDADE_DA_AGUA_E_APLICACAO_DO_INDICE_DE_PROTECAO_DA_VIDA_AQUATICA_IVA_EM_DUAS_SUB-BACIAS_DA_BACIA_HIDROGRAFICA_DO_RIO_JACARE_GUACU). Acesso em: 18 abr. 2020.

PEREIRA, B. W. F. *et al.* Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté, v.11, n.2, abr./jun., 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/928/92845330020.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

PEREIRA, F. O. P.; SANTOS, L.; SANCHES FILHO, P. J. Avaliação da contaminação ambiental por metais pesados, através da análise de peixes coletados da Lagoa Mangueira/RS. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.10, n.1, p.180-194, 2019. Disponível em: <http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.001.0015/1573>. Acesso em: 23 abr. 2020.

PIRATOBA, A. R. A. *et al.* Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 12, n.3, p. 435-456, 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2017000300435&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2017000300435&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 21 mai. 2020.

PONTES, M. R. **Valoração Contingente de um Projeto de Recuperação da Qualidade das Águas – O Caso do Córrego Limoeiro em Presidente Prudente, SP.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009, 96f. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4278/2763.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 abr. 2020.

POST, C.J.; COPE, M.P.; GERARD, P.D. *et al.* Monitoring spatial and temporal variation of dissolved oxygen and water temperature in the Savannah River using a sensor network. *Environ. Monit. Assess.*, v.190, n.272, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-6646-y>. Acesso em: 21 mai. 2020.

PRESIDENTE PRUDENTE. **Mapas e Informações Geográficas**. Presidente Prudente, 2020. Disponível em: [http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/central\\_mapas.xhtml](http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/central_mapas.xhtml). Acesso em: 25 mai. 2020.

PROENÇA, C. A. *et al.* Simultaneous determination of Cd, Pb, and Cu in atmospheric particulate matter from different regions of the city of Presidente Prudente, Sao Paulo, Brazil. **Chemistry and Ecology**, v.32, n.6, p 598-607, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02757540.2016.1171321?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 21 mai. 2020.

QUEIROZ, M. M. F. *et al.* Influência o Uso do Solo na Qualidade da Água de uma Microbacia Hidrográfica Rural. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p.200-210, out./dez.2010. Disponível em: <https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/407/390>. Acesso em: 17 mar. 2020.

QUEIROZ, M. T. A. **Bioacumulação de Metais Pesados no Rio Piracicaba, Minas Gerais, Aplicando a Análise Por Ativação Neutrônica Instrumental**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Unileste - Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, Coronel Fabriciano, 2006, 112f. Disponível em: [https://www.unileste.edu.br/portal/mestrado/dissertacoes/dissertacao\\_marluce.pdf](https://www.unileste.edu.br/portal/mestrado/dissertacoes/dissertacao_marluce.pdf). Acesso em: 23 abr. 2020.

QUEIROZ, T. M.; MELO, M. T. Índices de qualidade da água do riacho queima pé no município de Tangará da Serra/MT, região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.8, n.4, p.74-84, 2017. Disponível em: <http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2017.004.0007/1142>. Acesso em: 02 mai. 2020.

QUEIROZ, T. M.; OLIVEIRA, J. R.; MARCHETTO, M. Qualidade ambiental em afluente de cabeceira do Rio Paraguai sob influência de agricultura e urbanização. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 8, p. 82-92, 2018. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/2561>. Acesso em: 16 jul. 2020.

QUEVEDO, C. M. G. **As atividades do homem e a evolução da dinâmica do fósforo no meio ambiente**. 2009. 247f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Publica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-08012010-110552/pt-br.php>. Acesso em: 19 mar. 2020.

RAMOS, S. T. B. *et al.* Water quality of springs in areas under different land uses in the southern highlands of Santa Catarina. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v.13, n.4, p.1-10, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v13n4/1980-993X-ambiagua-13-04-e2201.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

RICHTER, C. A., NETTO, J. M. A. **Tratamento de Água** : Tecnologia atualizada. 1. ed. São Paulo : Blucher, 2007.

RIDENTE JÚNIOR, J. L. **Prevenção e Controle da Erosão Urbana: Bacia do Córrego do Limoeiro e Bacia do Córrego do Cedro, municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP**. Dissertação (Mestrado) – UNESP – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Câmpus de Rio Claro, Orientador: Prof. Dr. Leandro Eugenio Silva Cerri, 2000, 128f. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92809/ridentejunior\\_jl\\_me\\_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92809/ridentejunior_jl_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=). Acesso em: 25 mar. 2020.

RODRIGUES, B. M. *et al.* Avaliação da influência do uso e cobertura da terra na qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Pirapozinho (SP). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 3, p. 738-753, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/237355>. Acesso em: 26 mai. 2020.

ROSSITER, K. W. L. *et al.* Diagnóstico da qualidade da água ao longo da transposição de um canal de concreto: um estudo de caso do canal do sertão alagoano, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 36, p. 145-154, 2015. Disponível em: [http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/196](http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/196). Acesso em: 21 mai. 2020.

SADEGHIAN, A. *et al.* Improving in-lake water quality modeling using variable chlorophyll  $\alpha$ /algal biomass ratios. **Environmental Modeling & Software**, v.101, p.73-85. mar.2018. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815217306953?casa\\_token=VY72JWr0Nw8AAAAA: AQ4NsYybD0Z2aRDG0z5k4zTHi80n95zA6WVPqoVR9VkABymdkFM-fB5kQi7QWOJeLuw52CBoE8pC](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815217306953?casa_token=VY72JWr0Nw8AAAAA: AQ4NsYybD0Z2aRDG0z5k4zTHi80n95zA6WVPqoVR9VkABymdkFM-fB5kQi7QWOJeLuw52CBoE8pC). Acesso em: 21 abr. 2020.

SANTOS, F. R.; BARBOSA, H. P. Um Estudo Comparativo de dois Córregos Urbanos em Presidente Prudente (SP): Colônia Mineira e Limoeiro. **GeoAtos**, Presidente Prudente, n.13, v.2, p.69-89, jul./dez. 2013. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/2403/pdfhg>. Acesso em: 27 mai. 2020.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília:Embrapa Solos, 2018b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 21 mai. 2020.

SANTOS, R. C. L. *et al.* Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.23, n.1, jan/fev, 2018a, p.33-46. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v23n1/1809-4457-esa-s1413-41522017159832.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto N° 8.468, de 08 de Setembro de 1976**. Atualizado com redação dada pelo Decreto 54.487, de 26 de Junho de 2009 – Aprova o Regulamento da Lei n° 997, de 31 de Maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo, 1976 Disponível em: [https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/decretos/1976\\_Dec\\_Est\\_8468.pdf](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/decretos/1976_Dec_Est_8468.pdf). Acesso em: 03 jun. 2020

SÃO PAULO (Estado). **Decreto N° 10.755, de 22 de Novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n° 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](http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/enquadramento/Dec_Est_10755.pdf). Acesso em: 21 mai. 2020.

SCARLATTI, V. M. *et al.* Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais do Município de Rio Claro/SP. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v.38, n.3, p.741-754, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13798/11323>. Acesso em: 25 abr. 2020.

SCHMITT, A. L. *et al.* Proposta de zoneamento ambiental aplicado à Microbacia do Rio Vargem dos Pinheiros, Angelina, Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 411-434, 2016. Disponível em: [http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/2582/2626](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2582/2626). Acesso em: 26 mai. 2020.

ŞENER, Ş.; ŞENER, E.; DAVRAZ, A. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). **Science of the Total Environment**, v. 584, p. 131-144, 2017. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717301122?casa\\_token=5jSsOgZfmWcAAAAA:44NHWCdJIAjACzwH8frmrjAToWx1zPJMf-qEDitl6o8kNsTMqvwLvSxa\\_AQ4qGgv-cnXT0Qo9XdP](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717301122?casa_token=5jSsOgZfmWcAAAAA:44NHWCdJIAjACzwH8frmrjAToWx1zPJMf-qEDitl6o8kNsTMqvwLvSxa_AQ4qGgv-cnXT0Qo9XdP). Acesso em: 15 jul. 2020

SHIEUNDA, O. R. *et al.* Analysis of Spatial and Temporal Levels of Heavy Metals in Water, Sediments and Fish in Sosiani River. **International Journal**, v. 7, n. 1, p. 20-40, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Edward\\_Neyole/publication/339339920\\_Analysis\\_of\\_Spatial\\_and\\_Temporal\\_Levels\\_of\\_Heavy\\_Metals\\_in\\_Water\\_Sediments\\_and\\_Fish\\_in\\_Sosiani\\_River/links/5e4c4710299bf1cdb9355ce2/Analysis-of-Spatial-and-Temporal-Levels-of-Heavy-Metals-in-Water-Sediments-and-Fish-in-Sosiani-River.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edward_Neyole/publication/339339920_Analysis_of_Spatial_and_Temporal_Levels_of_Heavy_Metals_in_Water_Sediments_and_Fish_in_Sosiani_River/links/5e4c4710299bf1cdb9355ce2/Analysis-of-Spatial-and-Temporal-Levels-of-Heavy-Metals-in-Water-Sediments-and-Fish-in-Sosiani-River.pdf). Acesso em: 21 mai. 2020

SHUBO, T. **Sustentabilidade do Abastecimento e da Qualidade da Água Potável Urbana**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003, 125f. Disponível em: <http://teses.icict.fiocruz.br/pdf/shubotcm.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2020.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia-SP. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 689-694, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010040422006000400012&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010040422006000400012&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 16 jul. 2020

SILVA, L. S. *et al.* Metais pesados em águas utilizadas para consumo humano e irrigação de culturas. **Rev. Ambient. Água.**, v.13, n.4, p.1-10, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v13n4/1980-993X-ambiagua-13-04-e1999.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

SILVA, M. P.; SANTOS, F. M.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental da Bacia do Córrego da Olga, UGRHI Pontal do Paranapanema – São Paulo. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v.28, n.3, p.409-428, set./dez. 2016 Disponível em: <http://200.19.146.79/index.php/sociedadennatureza/article/view/34241/pdf>. Acesso em: 25 mai. 2020.

SILVA, Marcia Aparecida da.; ARAÚJO, Renata Ribeiro. Análise Temporal da Qualidade da Água no Córrego Limoeiro e no Rio Pirapozinho no Estado de São Paulo – Brasil. Revista **FORMAÇÃO (ONLINE)**, v.1, n.24, p.182-203, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/4656/3797>. Acesso em: 21 mai. 2020.

SILVA, R. S. B. *et al.* Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do Lixão de Salinópolis, PA. **Revista Ambiente & Água**, v.13, n.2, 2018. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92860561004>. Acesso em: 25 abr. 2020.

SILVA, R. A. S. *et al.* Avaliação da qualidade de água de abastecimento público na estação de tratamento de água do município de Rosário do Catete, Sergipe. In: SEMANA DE PESQUISA DA UNIVERSIDADE TIRADENTES: “A PRÁTICA INTERDISCIPLINAR ALIMENTANDO A CIÊNCIA”, 18., 2016, Aracaju – SE. **Anais...** Aracaju: SEMPESq, 2016. p Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/index.php/sempeq/article/view/4063>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C.; ROSA, A. H. Análise da influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água da APA Itupararanga (SP), Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 01-27, jul. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n72p01/40322>. Acesso em: 22 abr. 2020.

SINGH, T. *et al.* Chapter 11 - An effective approach for the degradation of phenolic waste: phenols and cresols. **Abatement of Environmental Pollutants**. Elsevier, 2020. p. 203-243. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128180952000114>. Acesso em: 03 jun. 2020.

SOARES, A. L. C.; PINTO, C. C.; BARBOSA, T. B. C. Análise das Tendências Temporais dos Parâmetros de Qualidade de Água da Bacia do Rio Paracatu em Função do Uso e Ocupação do Solo. **Sustentare**, Edição Especial, II SBHSF, v.2, n.3, p.1-13, 2018. Disponível em: [http://periodicos.unincor.br/index.php/sustentare/article/view/5213/pdf\\_35](http://periodicos.unincor.br/index.php/sustentare/article/view/5213/pdf_35). Acesso em: 23 abr. 2020.

SOARES, F. B. Subsídios para o planejamento ambiental: Estudo de caso da Bacia do Balneário da Amizade – São Paulo. **FORMAÇÃO**, v.2, n.22, p.252-278, 2015. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/viewFile/3300/3079>. Acesso em: 21 mai. 2020.

SOMAR METEOROLOGIA. **Dados registrados no mês de Março de 2019 em Presidente Prudente – SP**. Presidente Prudente, 2019. Disponível em: [http://somarmeteorologia.com.br/security/defesa\\_civil/mapas.php?cid=PresidentePrudente-SP&mes=03&ano=2019](http://somarmeteorologia.com.br/security/defesa_civil/mapas.php?cid=PresidentePrudente-SP&mes=03&ano=2019). Acesso em: 21 abr. 2020.

SOUZA, C. F.; BACICURINSKI, I.; SILVA, E. F. F. Avaliação da qualidade da água do rio Paraíba do Sul no município de Taubaté – SP. **Revista Biociências**, v.16, n.1, 2010. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1102/773>. Acesso em: 19 abr. 2020.

SPATARU, P. *et al.* Influence of the interaction of calcium carbonate particles with surfactants on the degree of water pollution in small rivers. **Ecol. Process**, v. 6, n.18, 2017. Disponível em: <https://ecologicalprocesses.springeropen.com/articles/10.1186/s13717-017-0086-4>. Acesso em: 03 jun. 2020.

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

TAKENAKA, E. M. M. *et al.* Águas Residuais Industriais: O caso de um frigorífico no município de Presidente Prudente – SP. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.9, n.11, p.167-176, 2013. Disponível em: [http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/view/669/693](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/669/693). Acesso em: 27 mar. 2020.

TANOS, P. *et al.* Optimization of the monitoring network on the River Tisza (Central Europe, Hungary) using combined cluster and discriminant analysis, taking seasonality into account. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.187, n.575, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-015-4777-y#citeas>. Acesso em: 21 abr. 2020.

TEODORO, P. H. M.; NUNES, J. O. R. Os alagamentos em Presidente Prudente – SP: Um trabalho interdisciplinar embasado no mapeamento geomorfológico. **Formação**, v.2, n.17, p.81-102, 2010. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/formação/article/view/456/490>. Acesso em 21 mar. 2020.

TERSARIOL, P. P. S. **Diagnóstico da bacia hidrográfica do córrego do Bugre em Alumínio – SP**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) UNESP – Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2015, 78f. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/124024>. Acesso em: 21 mar. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a Escassez**. 2. ed. São Paulo: RiMa, 2005.

TURTOLA, S. *et al.* Concentrações secundárias de metabólitos e emissões de terpenos do xilema do pinheiro silvestre após fertilização florestal a longo prazo. **Journal of Environmental Quality (Online)**, v.31, n.5, p.1694, 2002.

VARÃO, A. M. *et al.* Avaliação da qualidade de água no Rio Grande no segmento entre estação de tratamento de esgoto do município de Barreiras – BA. **ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas**, 2019. p.1-8. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29552/19099>. Acesso em: 23 abr. 2020.

VASCO, A. N. *et al.* Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v.6, n.1, 2011. Disponível em: [http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/592/pdf\\_427](http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/592/pdf_427). Acesso em: 20 de abr. 2020.

VILLA-ACHUPALLAS, M. *et al.* Waterquality in the tropical Andes hotspot: theYacuambiriver (south eastern Ecuador). **Science of the Total Environment**, n.633, p.50-58, 2018. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718309240?casa\\_token=CnBBomnczXMAAAA:QIE7kO4IoGL3-juAB1cBlo-\\_2-lo1gYvTSG7uo-HZLhZmtiYI7Lby7h3ICLYC3kjaFj\\_cmbudzdA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718309240?casa_token=CnBBomnczXMAAAA:QIE7kO4IoGL3-juAB1cBlo-_2-lo1gYvTSG7uo-HZLhZmtiYI7Lby7h3ICLYC3kjaFj_cmbudzdA). Acesso em: 29 jun. 2020.

WANG, Z. *et al.* Effects of silver and zinc on tropical freshwater organisms: Implications on water quality guidelines and ecological risk assessment. **Chemosphere**, v.225, p.897-905, jun. 2019. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351930534X?casa\\_token=DYES5RCpF\\_0AAAAA:sSNEw42-cpcAan142JuiZIC3d7c07KZD3patsik1dV5iRprlHeiWh\\_AnEBb3Ut8VqsGMA40DhrNe](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351930534X?casa_token=DYES5RCpF_0AAAAA:sSNEw42-cpcAan142JuiZIC3d7c07KZD3patsik1dV5iRprlHeiWh_AnEBb3Ut8VqsGMA40DhrNe). Acesso em: 23 abr. 2020.

WEI, X. *et al.* Characterization of phenol and cresol biodegradation by compound-specific stable isotope analysis. **Environmental Pollution**, v. 210, p. 166-173, 2016. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749115301652?casa\\_token=qx2VOTAqjAQAAAA:1O9S1CKlgctHY7WMIVL1eXuxHJy5ZHkOqA4yYHL7pH2uo0\\_3dAti-w7gpmsKQciDbLEOHtjR\\_2-C](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749115301652?casa_token=qx2VOTAqjAQAAAA:1O9S1CKlgctHY7WMIVL1eXuxHJy5ZHkOqA4yYHL7pH2uo0_3dAti-w7gpmsKQciDbLEOHtjR_2-C). Acesso em: 03 jun. 2020.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological Analyses**. New York. Springer - Verlag, 1991.

WU, Z. *et al.* Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China. **Science of the Total Environment**, v. 612, p. 914-922, 2018. Disponível em:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717323148?casa\\_token=5lD1b0pXRCsAAAAA:UDO9DSn2v0KTPAPQ1SjzrEFZZo68vOJ-RMqbHLy2ThkFIRMKjRrXI0eokP8QGsU2fVKQJUv\\_Xcwz](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717323148?casa_token=5lD1b0pXRCsAAAAA:UDO9DSn2v0KTPAPQ1SjzrEFZZo68vOJ-RMqbHLy2ThkFIRMKjRrXI0eokP8QGsU2fVKQJUv_Xcwz). Acesso em: 15 jul. 2020.

YING, G. G. Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment. **Environment International**, v.32, n.3, p.417-431, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16125241/>. Acesso em: 03 jun. 2020.