

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ANDRÉ ALVES DA ROCHA  
GIORDANNO BRUNNO ZANELLA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SANTA ROSA  
FRANCISCO BELTRÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2016

ANDRÉ ALVES DA ROCHA  
GIORDANNO BRUNNO ZANELLA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SANTA ROSA –  
FRANCISCO BELTRÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Ambiental da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
como requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ticiane Sauer  
Pokrywiecki  
Coorientadores: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivane Benedetti  
Tonial  
Prof.<sup>a</sup> MSc. Naimara  
Vieira do Prado

FRANCISCO BELTRÃO

2016



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Francisco Beltrão

Diretoria  
Coordenação de Engenharia Ambiental  
Curso de Engenharia Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

### AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SANTA ROSA – FRANCISCO BELTRÃO - PR

por

**André Alves da Rocha e Giordanno Brunno Zanella**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 16 horas e 30 min. do dia 16 de junho de 2016, como requisito para aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. A Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Banca Examinadora:

---

**Marcelo Bortoli**

Coordenador do Curso de Engenharia  
Ambiental

---

**Ticiane Sauer Pokrywiecki**

Professora Orientadora

---

**Marcelo Bortoli**

Membro da Banca

---

**Ivane Benedetti Tonial**

Professora Coorientadora

---

**Denise Andréia Szymczak**

Coordenadora do TCC 2

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.”

“O mais competente não discute, domina a sua  
ciência e cala-se.” (Voltaire)

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades.

A toda a comunidade acadêmica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a todos os professores da graduação de Engenharia Ambiental, pela contribuição na nossa formação.

A nossa orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ticiane Sauer Pokrywiecki. As nossas coorientadoras Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivane Benedetti Tonial e Prof.<sup>a</sup> MSc. Naimara Vieira do Prado, pela sabedoria, paciência e companheirismo com que nos guiaram nesta jornada.

Aos professores Fernando Manosso e Marcelo Bortoli, por todas as contribuições ao trabalho.

Aos técnicos dos laboratórios da UTFPR-FB, João, Ronaldo e Sinara.

Aos nossos pais e familiares, por todo o incentivo e confiança depositado, sem o alicerce deles seria mais difícil vencer esse desafio.

Aos nossos amigos, que sempre nos apoiaram e incentivaram. Em especial, Sandramara, Lorrana, Nathana, Thiago, Willian, Lucas, Jean e a toda parceria de Francisco Beltrão.

Enfim, a todos os que por algum motivo, fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

## RESUMO

ROCHA, A. A. ZANELLA, G. B. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Santa Rosa – Francisco Beltrão - PR.** 2016. 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2016.

A importância e o cuidado com os recursos hídricos para garantia da sobrevivência é fundamental. Uma das principais preocupações da sociedade é o crescimento desordenado da população, que contribui para o aumento da geração de efluentes domésticos e diminui a disponibilidade hídrica de qualidade. O objetivo do estudo foi verificar através de análises físico-químicas, biológicas e ensaios toxicológicos com micro crustáceos *Artêmia salina sp.* a qualidade hídrica do Rio Santa Rosa. As amostras de água foram coletadas em cinco pontos diferentes com potenciais de poluição da água do Rio Santa Rosa. As análises realizadas foram pH, OD, temperatura da água, fósforo total, nitrogênio total, turbidez, sólidos totais, DBO, DQO, e coliformes termotolerantes. Os resultados obtidos contribuíram para estabelecer um IQA e relacionar o índice de mortalidade das *artêmias salinas* aos parâmetros avaliados. Para as comparações estatísticas foram utilizados Análise de Variância seguida pelo Teste de Tukey, ambos com 5% de significância. Os resultados obtidos nas análises de nitrogênio total, fósforo total e coliformes termotolerantes permaneceram acima do permitido pela legislação vigente.

**Palavras-chave:** Índice de Qualidade de Água. Toxicologia. Poluição hídrica.

## ABSTRACT

ROCHA, André. A. ZANELLA, Giordanno. B. **Quality Evaluation of River Santa Rosa – Francisco Beltrão - PR.** 2016. 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Bachelor of Environmental Engineering. Federal University of Technology - Paraná, Francisco Beltrão, 2016.

The importance of the hydrous resources is known as fundamental for humanities survival. One of the main concerns of society is the disorderly growth of the population, which will contribute to a massive raise of the domestic fluids generation and decrease the special class of hydrous accessibility. Considering the facts, it's necessary to test the water for any quality at all. To find out the hydrous quality of the Santa Rosa River batteries of physic-chemical and biological analyses, as well as toxicological tests with the micro crustaceans, *Artêmia salina sp*, were used. The samples used were from five different locations which had different potentials of pollution. For the tests was measured, the PH, OD, water temperature, total phosphor, total nitrogen, turbidity, total solids, DBO, DQO, and thermo tolerant coliforms. Obtained results contributed to establish an IQA and relate with the mortality level of the brine shrimp as well as the evaluated parameters. For the statistical analyses were used analyses of variance and Tukey's Test, both with 5% of significance. The obtained results of the total nitrogen, total phosphor and thermo tolerant coliforms analyses remained over the limit established by the present law.

**Key words:** Quality water level. Toxicology. Hydrous pollution.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1: Classificação a qualidade da água em função do IQA .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabela 2: Pesos atribuídos aos parâmetros do IQA .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabela 3: Coordenadas geográficas dos pontos de coleta. ....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 4: Valores de pH com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 5: Valores de temperatura com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 6: Concentração de oxigênio dissolvido com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 7: Valores de DBO com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>47</b>
<b>Tabela 8: Valores da DQO com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>48</b>
<b>Tabela 9: Valores de turbidez com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>49</b>
<b>Tabela 10: Concentração de sólidos totais com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>50</b>
<b>Tabela 11: Valores de fósforo total com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>52</b>
<b>Tabela 12: Concentração de nitrogênio total com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>53</b>
<b>Tabela 13: Valores de coliformes termotolerantes com a variância das médias no Rio Santa Rosa. ....</b>	<b>55</b>
<b>Tabela 14: Taxa de Mortalidade de artêmias (%) – Coleta 1 .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabela 15: Taxa de Mortalidade de artêmias (%) – Coleta 2. ....</b>	<b>57</b>
<b>Tabela 16: Taxa de Mortalidade de artêmias (%) – Coleta 3. ....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para cálculo do IQA. ....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2: Pontos de coleta. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3: Ponto de Coleta 1 ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 4: Ponto 2 de coleta. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 5: Ponto 3 de coleta ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 6: Ponto 4 de coleta. ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 7: Ponto 5 de coleta. ....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 8: Localização do Rio Santa Rosa em Francisco Beltrão – PR. ....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 9: Local onde foram realizadas as coletas de água. ....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 10: Mapa da Bacia do Baixo Iguaçu – Destaque: Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Santa Rosa – PR. ....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 11: Representação gráfica das médias de pH dos pontos de coleta. ....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 12: Representação gráfica das médias de temperatura dos pontos de coleta. ....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 13: Representação gráfica das médias de OD dos pontos de coleta. ....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 14: Representação gráfica das médias de DBO dos pontos de coleta. ....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 15: Representação gráfica das médias dos valores da DQO por pontos de coleta.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 16: Representação gráfica das médias da turbidez por pontos de coleta.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 17: Representação gráfica das médias dos sólidos totais por pontos de coleta....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 18: Representação gráfica das médias de fósforo total por pontos de coleta.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 19: Representação gráfica das médias de nitrogênio total por pontos de coleta..</b>	<b>54</b>
<b>Figura 20: Representação gráfica das médias de coliformes termotolerantes por pontos de coleta.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 21: Artêmia salina sp. após eclosão.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 22: Valor do IQA do Rio Santa Rosa.....</b>	<b>58</b>

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ANA</b>	Agência Nacional das Águas
<b>APHA</b>	American Public Health Agency
<b>CETESB</b>	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxigênio
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxigênio
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de Água
<b>FTU</b>	Unidades de Turbidez Formazina
<b>IAPAR</b>	Instituto Agronômico do Paraná
<b>IQA</b>	Índice de Qualidade de Água
<b>LAQUA</b>	Laboratório de Qualidade Agroindustrial
<b>LGQ</b>	Laboratório para Garantia de Qualidade
<b>OD</b>	Oxigênio Dissolvido
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>NBR</b>	Norma Brasileira Regulamentadora
<b>NMP</b>	Número mais provável
<b>NTK</b>	Nitrogênio Total Kjeldahl
<b>SANEPAR</b>	Companhia de Saneamento do Paraná
<b>UTFPR – FB</b>	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão
<b>UFC</b>	Unidade formadora de colônia

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
3 JUSTIFICATIVA .....	15
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1 POLUIÇÃO HÍDRICA .....	16
4.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL .....	17
4.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA).....	18
4.4 INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	21
4.4.1 Oxigênio Dissolvido.....	22
4.4.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio.....	23
4.4.3 Fósforo Total e Nitrogênio Total.....	24
4.4.4 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	25
4.4.5 Temperatura.....	25
4.4.6 Coliformes Termotolerantes .....	26
4.4.7 Sólidos Totais .....	26
4.4.8 Turbidez.....	27
4.4.9 Ensaio Ecotoxicológicos .....	28
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
5.2 DEFINIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS E COLETAS DAS AMOSTRAS.....	29
5.3 PARÂMETROS ANALISADOS.....	33
5.3.1 Ensaio físico-químicos e microbiológicos .....	33
5.3.2 Ensaio Toxicológicos.....	37
5.4 DETERMINAÇÃO DO IQA .....	37
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
6.1 ÁREA ESTUDADA.....	40
6.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO RIO SANTA ROSA.....	42
6.2 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DO CORPO HÍDRICO .....	55
6.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	57
7 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS .....	61

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos corpos hídricos é um dos grandes desafios do homem no momento. Lutar para preservar a água doce é uma das maneiras de se obter uma boa qualidade de vida, sendo vital para a sobrevivência da população mundial, porém o avanço da população contribui para o aumento da poluição e diminui sua disponibilidade.

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, fica estabelecido que a água é um recurso natural limitado, de domínio público e dotado de valor econômico, além de, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água (BRASIL, 1997). Devido ao avanço industrial, o crescimento desordenado das cidades aliados com o desperdício da água, torna esse recurso cada vez menos acessível. A água é utilizada para os mais variados fins, irrigação, dessedentação de animais, uso doméstico e industrial, e também é usada para receber efluentes industriais, esgotos e produtos variados da agricultura. Além disso, os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, dentre os quais, cada um em sua potencialidade, contribui com uma parcela de poluição no corpo hídrico. Isso reforça a importância de verificar através de parâmetros de qualidade, a real situação da água disponível.

Assim, surge a necessidade de um sistema de gestão integrada, dos recursos hídricos, capaz de avaliar e identificar os fatores que afetam a qualidade, propondo soluções por meio de indicadores ambientais.

A metodologia desenvolvida em 1970 pela “*National Sanitation Foundation*” nos Estados Unidos, propõe a geração do Índice de Qualidade da Água (IQA) que leva em consideração nove parâmetros, dentre os quais: oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, temperatura, potencial Hidrogeniônico (pH), turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total, Fósforo Total e Sólidos Totais.

A criação do IQA baseou-se em uma pesquisa de opiniões junto a especialistas no assunto, classificando os parâmetros mais importantes para qualidade da água acrescida de um peso relativo para cada variável (LIBÂNIO, 2008). No Brasil, a CETESB adaptou e difundiu a técnica, sua nota vai de zero a cem, sendo cem a nota máxima indicando excelentes condições do manancial, principalmente, para abastecimento público (LIBÂNIO, 2008).

De acordo com Tsutiya (2006) a principal preocupação com as cidades deve ser com a água para abastecimento público em quantidade e qualidade suficientes para manutenção de uma vida saudável.

O uso de indicadores de qualidade de água permite empregar variáveis correlacionadas com as alterações ocorridas na microbacia. As alterações podem ser de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO, 2002).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar por meio de parâmetros físico-químicos, microbiológicos, e ensaios de toxicidade, a qualidade da água do Rio Santa Rosa no município de Francisco Beltrão, além de verificar a influência dos diferentes usos e ocupações do solo na qualidade dessa água.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a qualidade da água do Rio Santa Rosa, localizado no município de Francisco Beltrão através dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e toxicológicos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mostrar no mapa dos resultados pontos de poluição da água do Rio Santa Rosa e estabelecer pontos de amostragem;
- Caracterizar os parâmetros físico-químicos e biológicos tais como: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total, nitrogênio total, potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, turbidez e coliformes termotolerantes;
- Realizar ensaios toxicológicos com organismos bioindicadores *Artemia* sp. salina;
- Analisar os resultados obtidos e compará-los com os valores aceitáveis da Resolução CONAMA 357/2005;
- Estabelecer o índice de qualidade das águas (IQA) do Rio Santa Rosa;
- Contribuir com informações sobre o Rio Santa Rosa.

### 3 JUSTIFICATIVA

A crescente demanda pela água evoluiu com o passar do tempo. A água é um recurso natural utilizado pela nação em diversos usos e para cada uso, necessita-se uma qualidade e quantidade adequada estabelecida. O foco da pesquisa foi avaliar alguns fatores que interferem e influenciam na qualidade do corpo hídrico estudado.

A crise hídrica em algumas regiões carrega consigo prejuízos à Saúde Pública, desenvolvimento sustentável, economia, setor energético e produção de alimentos. Um recurso tão precioso como a água, merece uma atenção especial para que haja um ecossistema aquático sadio. Sua importância engloba as dimensões sociais, econômicas e ambientais do desenvolvimento sustentável.

Esta pesquisa se justifica pela carência de dados referentes à qualidade da água disponível no Rio Santa Rosa, cujo qual, recebe produtos oriundos de atividades agrosilvopastoris, lançamento de efluentes industriais e domésticos, além de outras influências relacionadas à drenagem urbana e precipitação.

Os resultados do presente trabalho poderão contribuir com órgãos ambientais e servir de suporte para futuras pesquisas na área. Uma vez que o Rio Santa Rosa é o segundo maior no município, que em caso de emergência, seria uma alternativa para suprir a demanda do abastecimento público.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 POLUIÇÃO HÍDRICA

A alteração das características físicas, químicas e biológicas do bioma aquático está vinculada a ações antrópicas ou naturais que contribuem para o aumento da poluição da água. As ações antrópicas estão ligadas a intervenção do homem ao meio aquático, tais como, poluição e contaminação do corpo hídrico, lançamento de efluentes sem tratamento adequado e a falta de saneamento (SPERLING, 2005).

A poluição pode ser compreendida como qualquer alteração antrópica ou natural na qualidade da água dos diferentes ecossistemas. Entretanto, a contaminação está associada às características que afetam negativamente a Saúde Pública (BRAGA et al., 2005).

Para Sperling (2005), a poluição hídrica é o acréscimo de elementos, que diretamente ou indiretamente, alteram a qualidade da natureza hídrica e que prejudicam seus usos naturais. O maior problema está no consumo de oxigênio dissolvido causado pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, que pode prejudicar drasticamente a população aquática devido ao excesso de matéria orgânica, responsável por acelerar o consumo do oxigênio dissolvido, indispensável para a vida.

Quando há um aumento considerável na concentração de nutrientes, pode ocorrer eutrofização na água, que consiste principalmente no aumento do fósforo e do nitrogênio, onde há abundância de cianobactérias, as quais geram diferentes tipos de toxinas, prejudiciais aos seres vivos podendo até levar a morte (SPERLING, 2005).

A alteração no corpo hídrico depende do nível de poluentes que o atinge e prejudica a qualidade das águas. Cunha (2010) abrange o contexto das fontes poluidoras e as classifica como pontuais ou difusas. As denominadas pontuais são consideradas aquelas que possuem despejo contínuo de efluentes no manancial e elevadas concentrações de matéria orgânica. São identificadas de acordo com o tipo de fonte geradora, geralmente por lançamento de efluente doméstico e industrial, tanto o efluente tratado, quanto o bruto. Entretanto, nas difusas, os poluentes percorrem o manancial ao longo de sua extensão e se diluem em meio aquoso e turbulento, dificultando a identificação da origem do lançamento.

As cargas difusas não possuem essa facilidade na identificação, pois os lançamentos não são controlados e se espalham rapidamente em diferentes concentrações e localizações. O

uso e ocupação do solo referente às atividades agrícola e pecuária estão diretamente relacionados a eventos pluviométricos que devido à precipitação contribuem muito com o transporte de fertilizantes, areia, silte e argila através do escoamento superficial e percolação (BRAGA et al., 2005).

## 4.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A Lei das Águas nº 9433 (BRASIL, 1997), descreve a gestão das águas no Brasil e a responsabilidade para que seja promovida a garantia dos usos múltiplos dos recursos hídricos. Possui o objetivo de controlar os usos dos recursos hídricos e o meio ambiente de forma quantitativa e qualitativa, considera a água um recurso finito, vulnerável e dotado de valor econômico.

De acordo com a classificação do CONAMA nº 357/2005 e as diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos hídricos superficiais. Para manter o padrão da qualidade da água existem limites de tolerância que devem ser obedecidos antes do lançamento dos efluentes aos corpos hídricos. Tal resolução expõe que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário pagador e da integração (BRASIL, 2005).

A Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento de poluentes no meio ambiente e proíbe o lançamento em níveis nocivos ou perigosos que ofereçam riscos aos seres vivos, ao bem-estar humano e ao equilíbrio ecológico aquático.

De acordo com o artigo 42 da resolução do CONAMA 357/2005, enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas como Classe 2 e os teores máximos destes nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, são definidos pela mesma resolução (BRASIL, 2005).

Os usos previstos para classificação das águas doces Classe 2 são, de acordo com a resolução, abastecimento para consumo humano, preservação de comunidades aquáticas, recreação de 1º contato, irrigação irrestrita, aquicultura e pesca.

A Resolução do CONAMA 430/2011, descreve que os efluentes de qualquer fonte poluidora podem ser lançados ao corpo hídrico, desde que respeitem às condições e limites

previstos. Os efluentes de qualquer fonte poluidora poderá ser lançado após tratamento adequado, obedecendo às condições, padrões, exigências e normativas aplicáveis.

Em seu artigo 27º da resolução do CONAMA 430/2011 exige que fontes poluidoras busquem práticas para a gestão dos efluentes, aplicando técnicas para redução da geração e melhoria do efluente, bem como, providenciar o reuso de água. Em seu artigo 54º, está declarado que quem causar poluição que prejudique a saúde humana, cause a mortandade de animais ou a destruição da fauna está sob pena de multas e reclusão.

#### 4.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)

Conhecer a qualidade da água disponível é fundamental para a gestão dos recursos hídricos. A qualidade da água está associada à elevada capacidade de dissolução, sendo também considerada solvente universal. O recurso hídrico possui valores econômicos devido aos seus usos múltiplos, tais como, irrigação agrícola, abastecimento humano, dessedentação animal, consumo industrial, recreação e outros (LIBÂNIO, 2008).

O uso consuntivo é definido aos usos que utilizam a água e diminuem a disponibilidade natural, atividade de irrigação, uso doméstico, pecuária, termoeletricidade e transporte hidráulico são alguns exemplos. Entretanto, o uso não consuntivo é definido pelo uso da água e devolução ao manancial quase que em sua totalidade, tais como, usinas hidrelétricas, balneabilidade, recreação e navegação (TUCCI, 2006).

Os usos consuntivos podem ser exemplificados no setor de irrigação, abastecimento humano, dessedentação animal e setor industrial. O uso não consuntivo refere-se à utilização sem poluição e devolução quase que em sua totalidade ao manancial, um exemplo para uso não consuntivo são as usinas hidrelétricas, balneabilidade e recreação (LIBÂNIO, 2008; REBOUÇAS, 2002).

A CETESB (2013) apresenta os indicadores ambientais essenciais para determinar a poluição dos corpos hídricos causado pelo lançamento, principalmente, de efluentes domésticos. O índice de qualidade de água (IQA) foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas para fins de abastecimento público.

Muitas técnicas foram desenvolvidas e aprimoradas para estimar o índice de qualidade de água. Por volta de 1970 foi elaborado o IQA através da "*National Sanitation*

*Foundation*" nos Estados Unidos. A Cetesb adaptou essa metodologia em 1977, sendo a pioneira a utilizar o IQA no Brasil (MUNIZ, 2014).

O método do IQA considera nove parâmetros mais representativos que caracterizam a qualidade das águas, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, temperatura da água, pH da água, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. A cada parâmetro é atribuído um peso que corresponde a importância relativa no cálculo do IQA. Através dos pesos atribuídos a cada parâmetro são geradas curvas médias em relação à variação e a concentração.

O cálculo é feito por meio da ponderação desses parâmetros de acordo com a equação 1.

$$IQA = \sum_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 1})$$

onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

De acordo com Libânio (2008) há também a classificação dessas águas em função do IQA (Tabela 1).

**Tabela 1: Classificação a qualidade da água em função do IQA**

Nível de Qualidade	Intervalo de IQA	Cor de Referência
Excelente	$IQA > 90$	Azul
Bom	$70 < IQA \leq 90$	Verde
Médio	$50 < IQA \leq 70$	Amarelo
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	Marrom
Muito ruim	$0 < IQA \leq 25$	Vermelho

**Fonte: Adaptado de Libânio (2008).**

Essa metodologia foi desenvolvida por volta da década de 50 através de questionários aplicados aos especialistas da época, 142 cientistas e pesquisadores compunham esse grupo. Dos trinta e cinco parâmetros estabelecidos inicialmente, restaram nove parâmetros, identificados como os mais importantes e receberam pesos (w) de acordo com seu grau de importância, como pode ser observado na Tabela 2 (LIBÂNIO, 2008).

**Tabela 2: Pesos atribuídos aos parâmetros do IQA**

Parâmetro da Qualidade da Água	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

**Fonte: Libânio, (2008)**

Cada parâmetro possui um gráfico de curva média. No eixo das ordenadas encontra-se o valor de qualidade (q) (Figura 1).

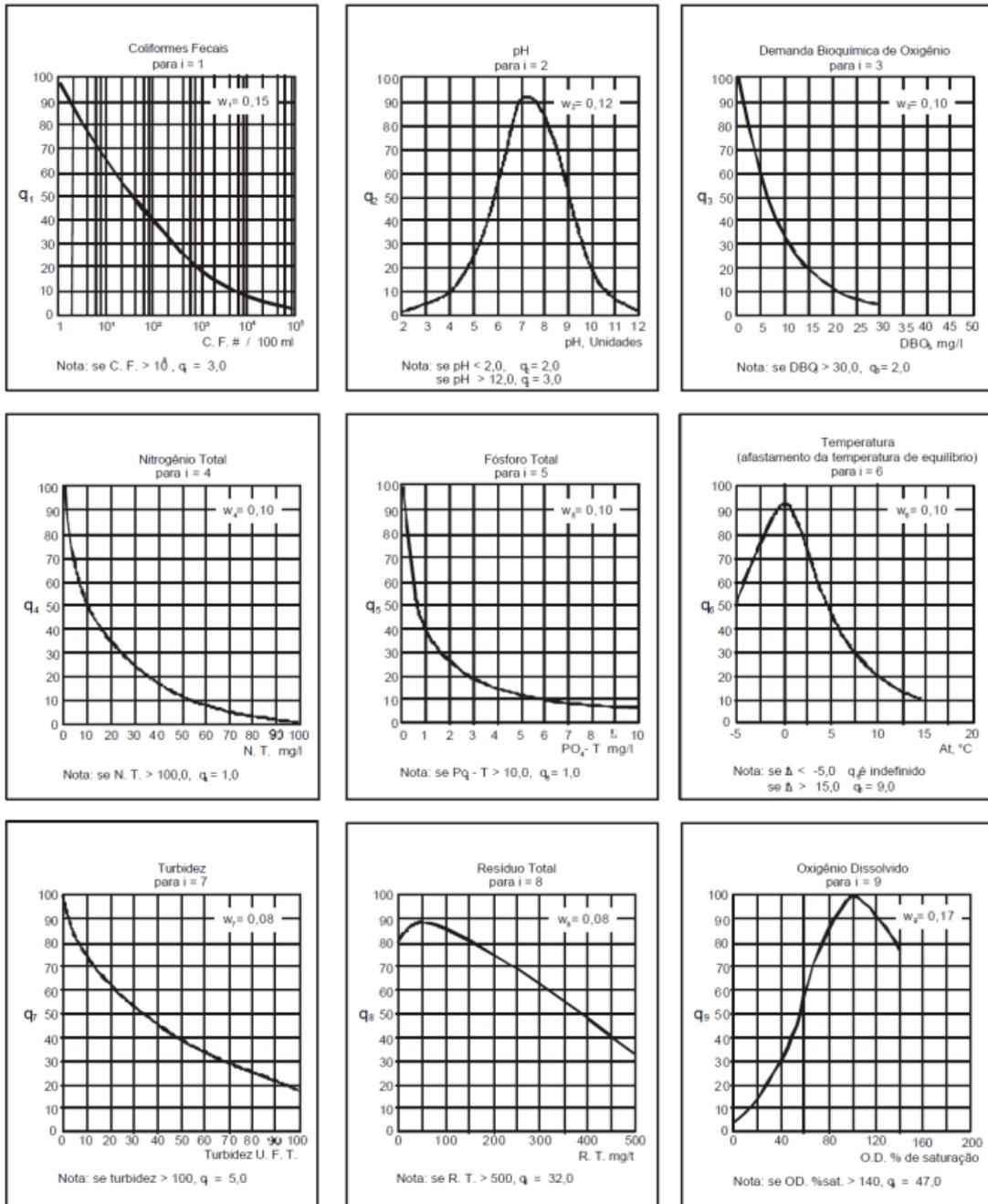


Figura 1: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para cálculo do IQA.  
 Fonte: (ANA, 2004).

#### 4.4 INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água pode ser quantificada, por meio das características físicas, químicas e biológicas, traduzidas na forma de parâmetros. O IQA reflete a interferência no manancial por efluentes domésticos, industriais e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos (VON SPERLING, 2005).

#### 4.4.1 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é um importante parâmetro, fundamental para a autodepuração dos rios, com aumento da poluição diminui-se a disponibilidade de oxigênio dissolvido que é consumido pela matéria orgânica em decomposição e prejudica a qualidade da vida aquática (SPERLING, 2005).

Organismos aeróbios e aquáticos são aqueles que necessitam do oxigênio dissolvido na água para sobrevivência (ANA, 2004). Para Sperling (2005), as baixas concentrações de oxigênio dissolvido podem representar lançamento de resíduos líquidos no curso de água, onde as águas poluídas apresentam baixa concentração de OD, devido aos compostos orgânicos consumirem o OD através da decomposição.

O nível de oxigênio dissolvido naturalmente na água propicia a biodiversidade nos ecossistemas. A concentração de OD, segundo Libânio (2008) está relacionada ao parâmetro mais importante em termos de expressão da qualidade do ambiente aquático, onde a quantidade de OD refere-se ao percentual da concentração de saturação e podem sofrer influência de temperatura, altitude, pressão atmosférica e salinidade.

A temperatura e o oxigênio dissolvido possuem relação direta, pois quando ocorre aumento da temperatura do corpo hídrico, seja por lançamento de efluentes industriais ou outras fontes, a concentração de OD diminui (LIBÂNIO, 2008).

Além das ações antrópicas no lançamento de efluentes nos corpos hídricos, os teores de OD podem variar naturalmente. Para Libânio (2008), as variações nas concentrações de OD estão associadas aos parâmetros físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos rios. As águas poluídas por efluentes domésticos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o OD é consumido através da decomposição da matéria orgânica (ANA, 2004).

As águas limpas possuem teor de oxigênio dissolvido superior a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que promovam valores menores para esse parâmetro (ANA, 2004). Esse corpo hídrico pode receber oxigênio dissolvido através de processos físicos naturais, dependem das características hidráulicas do corpo hídrico, contribuem para o aumento da concentração de oxigênio dissolvido através da turbulência das águas naturais.

#### 4.4.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) são parâmetros que determinam a presença de matéria orgânica. Para Libânio (2008), a importância desses indicadores é avaliar a qualidade das águas naturais, sendo que ambos os parâmetros apontam o consumo de oxigênio (mg/L) pelas bactérias durante a estabilização da matéria orgânica.

A DBO é definida pela quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água (ANA, 2004). Quando ocorre altos índices de  $DBO_{5,20}$ , pode ser evidência de lançamentos de grandes cargas orgânicas no corpo hídrico, dentre as grandes causas estão os esgotos domésticos, que causam diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água e prejudica a vida aquática através da mortandade (ANA, 2004).

A determinação da DBO, segundo Libânio (2008) ocorre com a diferença proposta na concentração de oxigênio dissolvido (OD) em uma amostra de água coletada, onde durante um período de cinco dias será consumido determinada quantidade de oxigênio em temperatura controlada de 20°C, período de incubação.

A DBO se torna maior no manancial quando acontecem despejos de resíduos orgânicos. O alto teor de matéria orgânica lançado pode resultar no completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2008).

A destinação incorreta das águas residuárias causa vários prejuízos à qualidade da água, entre elas, o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no corpo hídrico, diminuição do oxigênio dissolvido, alteração da temperatura, aumento da concentração de sólidos suspensos e sólidos dissolvidos na água. A eutrofização dos corpos hídricos pode se tornar consequência, bem como, proliferação de doenças por veiculação hídrica, mortalidade de espécies aquáticas, alteração do ecossistema aquático, entre outros (MATOS, 2005).

A DQO, segundo Cetesb (2008), pode ser exemplificada como a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica em um corpo hídrico, esse aumento da concentração de DQO, geralmente está associado aos despejos de resíduos líquidos de origem doméstica (esgoto) e efluentes industriais.

A DQO é um parâmetro importante para avaliar as pesquisas de lançamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A utilização da DQO com a DBO é primordial, pois permite observar a parcela de biodegradabilidade dos resíduos líquidos (CETESB, 2008).

#### 4.4.3 Fósforo Total e Nitrogênio Total

A presença de grande quantidade de nutrientes como nitrogênio e fósforo nos efluentes leva ao desenvolvimento em excesso de algas e por consequência tem-se a eutrofização de rios, riachos, lagos e lagoas (BRAGA et al., 2005). Santos et al. (2014) destacam o nitrogênio e o fósforo como principais colaboradores, quando em excesso, do crescimento elevado da biomassa eutrofizada.

O fósforo é encontrado nas amostragens, principalmente, quando há evidências de esgotos domésticos. Sperling (2005) destaca os ortofosfatos e os polifosfatos, estruturas mais complexas por possuírem dois ou mais átomos de fósforo. É um nutriente necessário para a fase de amadurecimento dos microrganismos, responsáveis por estabilizar a matéria orgânica.

As principais fontes de fósforo advêm dos efluentes domésticos com a presença de superfosfatados, coliformes termotolerantes presentes nos esgotos urbanos, drenagem pluvial das áreas agrícolas e efluentes industriais, principalmente, indústrias de fertilizantes, alimentícias, frigoríficos e matadouros.

As diversas formas de nitrogênio podem ser originadas através das águas pluviais que passam por áreas agrícolas e podem conter o nitrogênio orgânico, colaborador na dissolução de amônia e nitrato (CETESB, 2008).

Para Sperling (2005), o nitrogênio na atmosfera pode variar a forma e estado de oxidação. O nitrogênio pode ser encontrado na água na forma de nitrogênio molecular ( $N_2$ ), nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia ( $NH_3$  e  $NH_4^+$ ), nitrito ( $NO_2^-$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ).

Os nitratos são tóxicos aos seres humanos e em concentrações elevadas podem causar doenças letais às crianças, denominada metahemoglobinemia infantil (ANA, 2004). As principais fontes de nitrogênio nos corpos hídricos são oriundas de efluentes industriais, esgotos domésticos e fertilizantes.

O nitrogênio ( $N_2$ ) em um corpo d'água, de acordo com Sperling (2005), associado ao nitrato, pode representar uma poluição mais antiga, e associado ao nitrogênio, na forma orgânica ou de amônia, pode representar uma poluição mais recente. Esse parâmetro é utilizado para caracterização de corpos hídricos, das águas residuárias e das águas de abastecimento, tanto as brutas, quanto as naturais.

#### 4.4.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo Libânio (2008), a medida do pH é uma característica química que possui influência na solubilidade de diversos fluidos, na distribuição na forma livre ou ionizada de vários compostos químicos, podendo definir o nível de toxicidade desses elementos. O cálculo do pH é determinado em escala antilogarítmica – ( $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$ ) e compreende um intervalo que pode ir de 0 a 14, valores inferiores a 7 representam níveis de acidez, e superiores, condições alcalinas.

O pH representa a concentração de íons  $\text{H}^+$  que colabora para a avaliação das condições de acidez, neutralidade ou alcalinidade na água. O constituinte responsável pelo pH ocorre na forma de sólidos dissolvidos e gases dissolvidos (SPERLING, 2005).

As alterações do pH podem ser oriundas de atividades como respiração e fotossíntese, dissolução das rochas e lançamentos de efluentes domésticos e/ou industriais. Um pH entre 6 e 9 é mais adequado para a vida aquática ser estabelecida (LIBÂNIO, 2008).

#### 4.4.5 Temperatura

A temperatura do corpo hídrico é importante devido aos organismos aquáticos possuírem limite de tolerância térmica, influenciando uma série de parâmetros físico-químicos. Quando ocorre aumento de temperatura de 0 a 30° C, a viscosidade, a tensão superficial, o calor específico e o calor latente diminuem. Por outro lado, a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam a solubilização (CETESB, 2008).

Os efluentes lançados com temperatura inadequada podem influenciar em vários parâmetros físico-químicos, afetando drasticamente os organismos aquáticos devido aos limites de tolerância térmica e causando impactos negativos a população aquática (ANA, 2004).

A insolação e as variações de temperatura devido à mudança das estações do ano podem justificar a alteração da temperatura da água, evidenciando uma causa natural, entretanto, as causas antrópicas podem ser conexas aos despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas e caldeiras (LIBÂNIO, 2008).

Os corpos d'água variam de temperatura ao longo do dia e das estações do ano, trata-se de uma medição da intensidade de calor, que pode ocorrer através da transferência de calor por radiação, condução e convecção (ALMEIDA, 2013).

A importância da temperatura, segundo Sperling (2005) é relacionar essas variações ao aumento das reações física, química e biológica, a diminuição da solubilidade dos gases (oxigênio dissolvido) e aumento da transferência de gases que podem gerar mau cheiro.

#### 4.4.6 Coliformes Termotolerantes

Os termotolerantes não são exclusivamente do trato gastrointestinal de animais de sangue quente. Existem no grupo dos coliformes termotolerantes três gêneros: *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* dos quais dois gêneros *Enterobacter* e *Klebsiella* incluem cepas de origem não fecal (VON SPERLING, 1996).

As bactérias coliformes são gram-negativas, relacionadas com as fezes dos animais de sangue quente. Os coliformes termotolerantes são indicadores de poluição por efluentes sanitários e em temperaturas elevadas ideais (44,5° C) multiplicam-se com mais facilidade (CETESB, 2008).

A presença desses microorganismos assume papel importante como indicador da possibilidade de haver microrganismos patógenos que possam causar doenças por veiculação hídrica, tais como, febre tifóide, febre paratifóide e a cólera (CETESB, 2008).

Além disso, o lançamento de efluentes advindos das mais diversas formas no corpo hídrico pode promover a diminuição do oxigênio dissolvido, contribuindo para a proliferação de coliformes termotolerantes, prejudicando ainda mais a qualidade do manancial.

#### 4.4.7 Sólidos Totais

Os sólidos totais correspondem à soma dos sólidos dissolvidos, sólidos suspensos, ou ainda, as sobras de resíduos presentes na água após processo de calcinação, evaporação ou secagem, que definem as partes dispersas na água (sólidos totais, suspensos, dissolvidos, fixos

e voláteis). Os sólidos em suspensão ou dissolvidos no corpo hídrico podem prejudicar a passagem de luz, prejudicando a fotossíntese (ANA, 2004).

Os sólidos totais no corpo hídrico podem causar danos a toda população aquática e a sedimentação destes sólidos pode contribuir com a destruição dos microrganismos, pois diminui a incidência ou promove a inexistência da luz solar (ANA, 2004).

O tipo e quantidade de materiais dissolvidos dependem basicamente das características pedológicas e geológicas e dos usos da bacia hidrográfica. Quando ocorre o aumento dessa sedimentação no leito dos rios podem causar assoreamento e danos a vida aquática, destruindo organismos que fornecem alimentos, por exemplo, os microcrustáceos utilizados no teste ecotoxicológico. Com a diminuição da passagem de luz promove-se a decomposição anaeróbia (ANA, 2004).

#### 4.4.8 Turbidez

Constitui na interferência da passagem de um feixe de luz através da amostra de água devido à presença de partículas suspensas e dissolvidas no fluido (CETESB, 2008).

A principal fonte de turbidez é a erosão das margens dos rios em épocas chuvosas, causa natural que transporta elementos tais como, silte, areia, argila e outras partículas que ficam dispostas no corpo hídrico, tais como detritos orgânicos, algas, bactérias, entre outros. Ou ainda, causas antrópicas, remoção da cobertura do solo, remoção de matas ciliares, urbanização, e principalmente, lançamento de efluentes industriais e esgoto doméstico (ANA, 2004).

O lançamento de efluentes industriais e domésticos no corpo hídrico eleva a turbidez da água, altera o ecossistema aquático, reduz a fotossíntese da vegetação submersa, podendo diminuir a reprodução dos peixes e toda a comunidade biológica aquática (CETESB, 2008).

O aumento da turbidez, para fins de abastecimento público, prejudica o tratamento físico-químico aplicado na ETA, pois ocorre um gasto maior com reagentes químicos, diminui a eficiência da desinfecção e a fotossíntese (LIBÂNIO, 2008).

#### 4.4.9 Ensaios Ecotoxicológicos

Em virtude das atividades humanas no uso e ocupação do solo e nos ecossistemas aquáticos, busca-se incessantemente, melhorias na qualidade de água. Como complemento dos resultados para essa caracterização, ensaios toxicológicos foram utilizados com o intuito de avaliar a qualidade da água (PIMENTEL, 2011; SOUZA, 2002).

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos, analisados separadamente, não demonstram a união efetiva dos diferentes lançamentos em corpo hídrico. Os ensaios ecotoxicológicos podem tornar os resultados mais completos, permitindo avaliar através de bioensaios os efeitos nos sistema microbiológico e verificar sua sobrevivência simulando o que aconteceria de fato, na natureza (MAGALHÃES; FERRÃO, 2008).

No Brasil, a primeira utilidade da ecotoxicologia ocorreu em 1975, através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que sugeriu à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB), que participasse de um programa internacional, organizado pelo Comitê Técnico de Qualidade das Águas, *International Organization for Standardization* (ISO), cujo objetivo principal era realizar os ensaios com peixes para avaliar o grau de toxicidade (BERTOLETTI; ZAGATTO, 2008).

*Artemia salina* sp. são microcrustáceos, amplamente indicado para testes toxicológicos por ter alta sensibilidade, favorecendo a autenticidade da resposta do bioindicador em curto espaço de tempo. Sua eclosão é rápida (24 – 48h), o processo tem baixo custo e o ensaio avalia a taxa de mortalidade dos microcrustáceos (VILLARROEL et al., 2003).

O ensaio ecotoxicológico consiste em expor os microcrustáceos em diferentes concentrações de amostra e de água salina para avaliar por um período de tempo (24 – 72h) a porcentagem de artêmias sobreviventes e mortas.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A delimitação da área estudada foi realizada através de mapas de localização e delimitação da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Santa Rosa. Foram utilizados recursos como ArcMap 10.1 , Google Earth e GPS.

O ArcMap é o principal componente do ArcGIS da Esri. É possível utilizar dados geoespaciais dentro de um banco de dados.

O Google Earth é um programa de computador desenvolvido pela Google integrado com um sistema de busca, um ótimo recurso para ilustrar onde foram realizadas as coletas de água e suas influências no uso e ocupação do solo.

O GPS modelo eTrex 10 foi utilizado para georreferenciar os pontos de coleta analisados.

### 5.2 DEFINIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS E COLETAS DAS AMOSTRAS

As coletas das amostras de água foram realizadas nos meses de março, abril e maio do ano de 2016. Os cuidados na coleta e preservação das amostras de água até o laboratório foram efetuados conforme recomendação do guia nacional de coleta e preservação de amostras (ANA, 2012).

A coleta foi realizada em 5 pontos distintos que foram georreferenciados com um GPS da marca *Garmin* modelo *eTrex 10* (Tabela 3).

**Tabela 3: Coordenadas geográficas dos pontos de coleta.**

Pontos de Coleta	Latitude	Longitude	Altitude
<b>P1</b>	26° 2' 9,23" S	53° 4' 0,73" O	548m
<b>P2</b>	26° 2' 8,46" S	53° 3' 57,36" O	547m
<b>P3</b>	26° 2' 11,12" S	53° 3' 56,63" O	546m
<b>P4</b>	26° 2' 18,82" S	53° 3' 45,58" O	542m
<b>P5</b>	26° 2' 21,08" S	53° 3' 38,53" O	540m

A escolha dos pontos de coleta foi realizada através da observação do Rio Santa Rosa e possíveis influências na qualidade hídrica do manancial (Figura 2). O ponto de coleta 1 apresenta influência de atividades agrícolas desenvolvidas na região. O ponto de coleta 2 (P2) está situado em frente ao lançamento de efluente industrial e há uma fossa asséptica aparentemente desativada bem próximo do ponto 2. O ponto de coleta 3 (P3) é onde ocorre diluição dos efluentes de uma indústria alimentícia ao corpo hídrico. O ponto de coleta 4 (P4) possui uma tubulação de concreto que lança efluente com características domésticas, direcionada ao mesmo corpo hídrico e o ponto de coleta (P5) situa-se próximo da área de captação da própria indústria, que faz captação e tratamento para utilizar na produção.



**Figura 2:** Pontos de coleta.

**Fonte:** Adaptado de Google Earth (2016).

O tipo de amostragem utilizado foi o método simples, onde prevê a retirada de uma porção diretamente do corpo hídrico, sendo um local representativo.

Para as análises de DBO e DQO, as amostras de água foram encaminhadas ao laboratório LAQUA, vinculado a UTFPR – Campus Pato Branco. As análises de coliformes termotolerantes foram encaminhadas ao laboratório LGQ.

As demais análises foram realizadas no Laboratório de Água e Resíduos Líquidos da UTFPR, campus Francisco Beltrão. A natureza das amostras coletadas foi de água superficial (0 a 30 cm de profundidade), sempre elaborada pelo mesmo mecanismo para garantir que o processo fosse igual em todo o período de coletas.



Figura 3: Ponto de Coleta 1



Figura 4: Ponto 2 de coleta.



Figura 5: Ponto 3 de coleta



Figura 6: Ponto 4 de coleta.



Figura 7: Ponto 5 de coleta.

### 5.3 PARÂMETROS ANALISADOS

#### 5.3.1 Ensaio físico-químico e microbiológico

Foram analisados nove parâmetros físico-químicos e microbiológicos utilizados para propor o Índice de Qualidade da Água (IQA): oxigênio dissolvido; coliformes termotolerantes; potencial hidrogeniônico; demanda bioquímica de oxigênio; temperatura; nitrogênio total; fósforo total; turbidez e sólidos totais.

Os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, temperatura, fósforo total, nitrogênio Kjeldahl, turbidez e sólidos totais foram analisados no Laboratório de Águas e Resíduos Líquidos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão (UTFPR-FB).

Todos os testes foram realizados em triplicata, considerando as médias entre os resultados obtidos e respeitando o Standard Methods (APHA, 2012).

- pH e Temperatura

Para determinação do pH e da temperatura, foram utilizados o método potenciométrico conforme metodologia descrita pela NBR 14339 (ABNT, 1999). Foi feito a calibração do pHmetro marca MS Tecnopon, modelo mPA, conforme recomendações do fabricante. Após a calibração do aparelho com soluções tampão pH 4 e 7, foram realizadas as medições do pH e temperatura.

- Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método de Winkler (Método titulométrico), que através da oxidação do hidróxido manganoso pelo oxigênio dissolvido na água e adição de iodeto de potássio na amostra, observa-se a formação de precipitado marrom. Após a acidificação, o precipitado é dissolvido. A quantidade de oxigênio dissolvido na amostra é determinada através da titulação com uma solução de tiosulfato de sódio, *Standard Methods* (APHA, 1998).

- Turbidez

A turbidez das amostras foi determinada de acordo com a metodologia descrita no *Standard Methods*, utilizando método nefelométrico. Foi preparada uma solução padrão de Formazin com turbidez conhecida para a curva padrão, foram preparadas diluições com as seguintes concentrações de Formazin: 6 FTU, 12 FTU, 20 FTU, 32 FTU, 40 FTU, 80 FTU. As absorbâncias das amostras e da solução padrão foram feitas em espectrofotômetro, de marca Thermo Scientific, modelo Helios Zeta, em um comprimento de onda de 450 nm. Com os valores de absorbância das diluições foi plotado o gráfico que relaciona absorbância e turbidez, encontrando o valor de turbidez das amostras.

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

As análises de DBO e DQO foram feitas no laboratório LAQUA, utilizando o Standard Methods.

Para análise da DBO, os frascos herméticos são submetidos ao processo de transbordo. Isso faz com que seja removido todo o oxigênio do frasco. Os frascos são tampados e incubados por 5 dias a uma temperatura de 20°C.

A DBO foi avaliada através da diferença de oxigênio dissolvido inicial e oxigênio dissolvido final (APHA, 1998).

- Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO é responsável por oxidar toda a matéria orgânica ou inorgânica presente na amostra devido a presença de ácido sulfúrico. O procedimento envolve três soluções que foram preparadas em laboratório, solução digestora, ácido sulfúrico reagente e uma solução de biftalato de potássio para padronização da curva.

Para a DQO a metodologia requer uma curva padrão com diferentes concentrações para saber se o preparo dos reagentes foi adequado, quanto mais próximo de 1 for  $r^2$ , melhor é o nível de confiança dos resultados das análises. A leitura no espectrofotômetro é realizada após calibração e ajuste de absorvância para 600nm. Faz a leitura da curva padrão, em triplicatas de cada concentração, realizadas de acordo com o *Standard Methods* (APHA, 1998).

- Nitrogênio total Kjeldahl (NTK)

A determinação do Nitrogênio total (Kjeldahl) consiste na digestão da amostra a uma temperatura de 370 °C com ácido sulfúrico concentrado. Em cada tubo foi adicionado 1,5 g de mistura catalítica, 10 mL da amostra, 5 mL de peróxido de hidrogênio (água oxigenada) e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, respectivamente nessa ordem. Os tubos contendo as amostras e reagentes foram cobertos com funis e colocadas no bloco digestor.

O processo de digestão inicia a uma temperatura inicial de 100 °C. De acordo com a metodologia, a solução nos tubos de ensaio deve obedecer ao período de trinta minutos em cada temperatura desejada, 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 350 °C. A temperatura de 370 °C foi mantida por uma hora até terminar o processo de digestão.

A destilação é a segunda etapa. Foram adicionados 50 mL de água destilada em cada tubo e no dosador foi adicionado 40 mL de NaOH 40%. Um erlenmeyer foi acoplado na saída do destilador, contendo 30 mL de ácido bórico 4% e três gotas de indicador (verde de bromocresol e vermelho de metila).

A terceira etapa utilizou uma solução padrão de ácido clorídrico para cada amostra destilada. Utilizou-se o volume gasto de ácido clorídrico para os cálculos do NTK (Equação 3).

$$NTK = [V * F_c * 0,1 * 0,014 * 100]/P \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

NTK = teor de nitrogênio total na amostra (%);

V = volume da Solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra (mL);

F = fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L;

P = peso de 10 mL de água destilada = (9,8 g).

O NTK encontrado foi multiplicado por 10 para obter o valor em mg/L.

- Fósforo Total

Para determinar o fósforo total foi utilizado o método titulométrico (APHA, 1998). O procedimento consiste na comparação da intensidade de cor entre o branco (reagentes com água destilada) e a cor obtida na amostra. Para o preparo das soluções foram utilizados 5 mL de ácido sulfúrico em cada erlenmeyer, foi adicionado 10 gotas da solução de molibdato de amônio e 10 gotas de cloreto estânico. As amostras ficaram na coloração azul forte e as amostras contendo a água destilada ficaram azul mais claro. Para a titulação, foi utilizado solução de fosfato biácido de potássio até a mudança de intensidade de cor.

- Sólidos Totais

Os sólidos totais foram determinados através de cápsulas de metal devidamente secas e limpas, através da NBR 10664 (ABNT, 1989). Foram adicionados 10 mL de amostra, foram levadas à estufa por 24 horas, 110 °C. Após esse tempo, as amostras foram postas no

dessecador para não absorver a umidade durante o resfriamento. As cápsulas metálicas foram pesadas para a determinação do material remanescente (Equação 4).

$$R = \frac{(m_2 - m_1) * 1000}{V} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

R = resíduo total, em mg/L.

M<sub>2</sub> = massa da cápsula com resíduo total (mg).

M<sub>1</sub> = massa da cápsula vazia (mg).

V = volume da amostra (mL).

### 5.3.2 Ensaio Toxicológicos

O teste de toxicidade aguda com *Artemia* sp. foi preparado de acordo com o método proposto por Guerra (2001). Os ovos de *Artemia* sp. foram submetidos a uma solução de sal marinho sintético (30 g/L), aerados mecanicamente, para induzir sua eclosão.

Após a eclosão, 7 a 10 náuplios (microcrustáceos), foram contados e transferidos para tubos de ensaio contendo 1 mL das amostras, diluídas em solução salina nas seguintes concentrações: 100,0%, 50,0%, 25,0%, 12,5%, 6,2% e 3,1%. Cada grupo amostral nessas concentrações foi realizado em triplicatas, ou seja, aproximadamente 90 tubos de ensaio foram utilizados por coleta. Os microcrustáceos podem ser submetidos a essas concentrações de 24 a 72 horas em tubos de ensaio devidamente autoclavados. A contagem do número de náuplios mortos ocorreu aproximadamente 30 horas após o procedimento ter sido realizada, foram considerados microcrustáceos mortos aqueles que permaneceram imóveis durante vinte segundos de observação com lupa (GUERRA, 2001).

### 5.4 DETERMINAÇÃO DO IQA

Para o cálculo do IQA foram selecionados os nove parâmetros e seus pesos tolerantes. Os pesos relativos foram estabelecidos de acordo com as variáveis relacionadas. O IQAData foi o mecanismo utilizado para avaliar a qualidade do corpo hídrico e seus valores para observação.

O cálculo foi realizado pelo *software* IQADData, utilizando os laudos obtidos pelo laboratório LGQ, localizada no município de Francisco Beltrão, laboratório LAQUA (UTFPR – Campus Pato Branco) e análises realizadas no Laboratório de Águas e Resíduos Líquidos da UTFPR-FB.

## 5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises físico-químicas, microbiológicas e toxicológicas dos pontos analisados foram testados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro Wilk e homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, ambos com 5% de significância. As médias dos parâmetros em cada ponto de coleta foram comparados pela análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com 5% de significância. Para as análises estatísticas utilizou-se o *software* R versão 3.1.0 (R Development Core Team, 2014).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 ÁREA ESTUDADA

O município de Francisco Beltrão está localizado no sudoeste do Paraná (Figura 8). De acordo com o Censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Francisco Beltrão está estimada em 86.499 habitantes e possui uma área de 735,111 km<sup>2</sup> (IBGE, 2015).



Figura 8: Localização do Rio Santa Rosa em Francisco Beltrão – PR.  
Fonte: Os autores. Software ArcMap 10.1 (2016).

A sub-bacia hidrográfica do Rio Santa Rosa possui uma área de aproximadamente 175 km<sup>2</sup>. A nascente se encontra nas proximidades da comunidade do Alto Jacutinga, na região do Km 8 e possui 36 km de extensão, é o afluente de maior vazão do Rio Marrecas (Figura 9). As várias ramificações de corpos hídricos nessa sub-bacia ajudam a aumentar a vazão do Rio Santa Rosa, sendo o Rio Erval um rio de terceira ordem. O Rio Santa Rosa pode

ser considerado de quarta ordem, esse fenômeno ocorre quando dois rios de terceira ordem se unem, como é o caso do Rio Erval que deságua no Rio Santa Rosa.

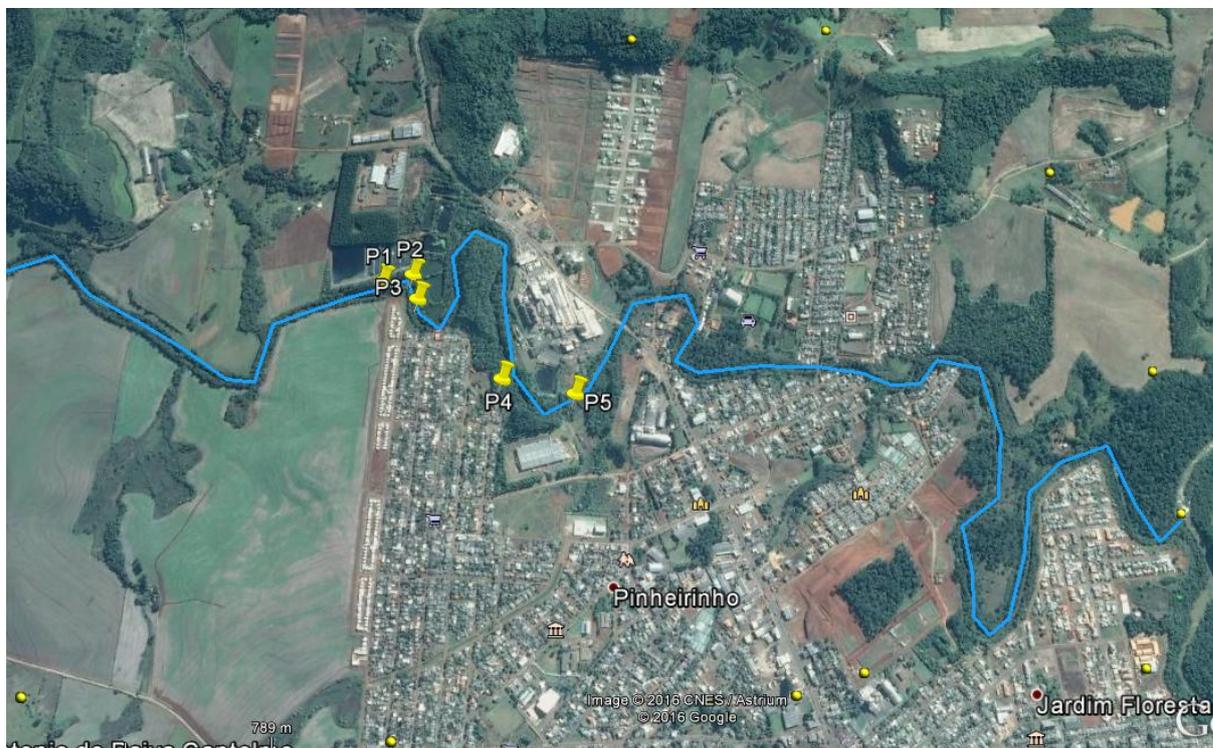


Figura 9: Local onde foram realizadas as coletas de água.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

Segundo o Instituto Agrônomo do Paraná, a média anual de precipitação se encontra na faixa de 2.500 a 3.500 mm no Paraná, está inserida na zona climática subtropical mesotérmica úmida. Na bacia Hidrográfica do Baixo Iguacú a pluviosidade média anual de 1.700 mm a 2.500 mm (IAPAR, 2014).

Para o município de Francisco Beltrão, a precipitação anual em 2015 foi de 2.542 mm (IAPAR, 2016).

Os eventos pluviométricos quando muito intensos, acarretam em enchentes no município devido à formação geológica, planícies e depressões. Alguns pontos de Francisco Beltrão estão situados na área de incidência de alagamentos.

Seu solo é de formação vulcânica, com derramamentos ocorridos no período Jurássico-Cretácio Inferior, constituído por rochas vulcânicas básicas como o basalto e pertencente à formação Serra Geral (MINEROPAR, 2001).

O Comitê de Bacias Hidrográficas do Baixo Iguacú possui 12 sub-bacias delimitadas. A sub-bacia do Rio Marrecas e a sub-bacia do Rio Santa Rosa (em destaque) são as que mais contribuem para eventuais enchentes na região (Figura 10).

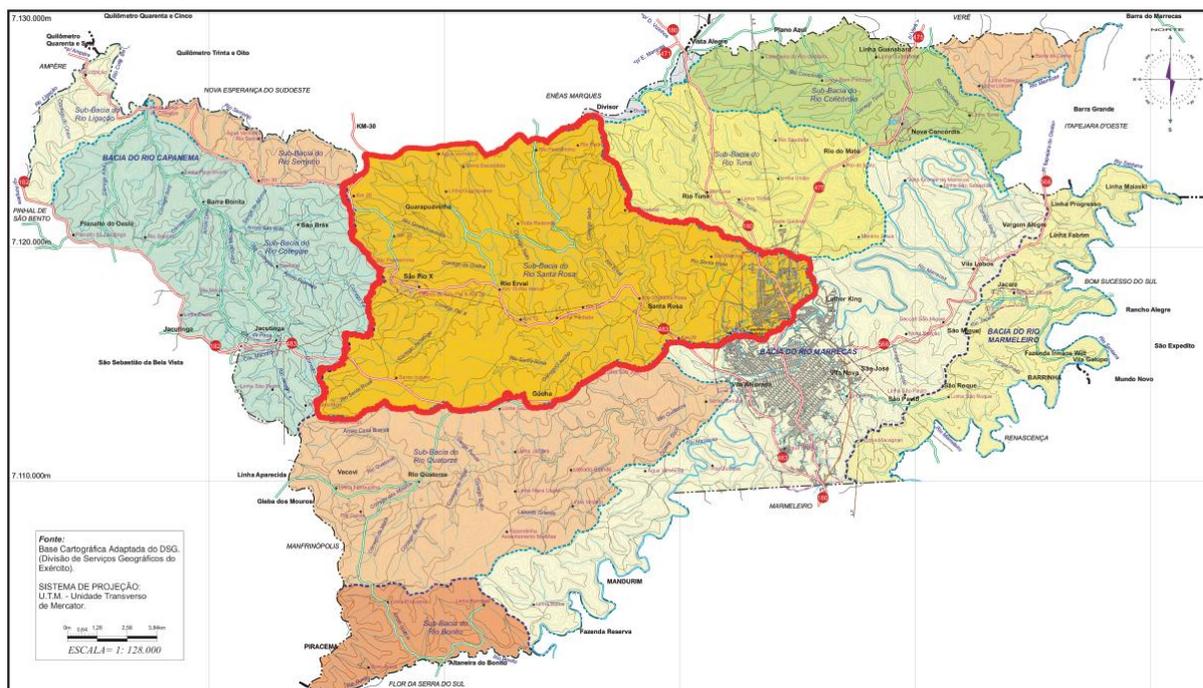


Figura 10: Mapa da Bacia do Baixo Iguazú – Destaque: Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Santa Rosa – PR.  
Fonte: Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão.

Deve-se considerar que corpos d'água possuem características heterogêneas em todo o seu domínio, por esse motivo os locais de amostragem devem se adequar as características da bacia hidrográfica e as necessidades de informação do estudo (CETESB, 2011).

Toda o Rio Santa Rosa possui uma faixa estreita de mata ciliar, além de possuir uso e ocupação do solo na maioria do percurso do rio. Atividades agrosilvopastoris, lançamentos de efluentes industriais tratados e domésticos podem ser percebidos ao se deparar com a urbanização e a indústria, próximos do bairro Pinheirão, local que margeia o rio. Sua foz deságua no Rio Marrecas, manancial responsável pelo abastecimento público do município de Francisco Beltrão.

## 6.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO RIO SANTA ROSA

As análises físico-químicas e biológicas foram realizadas para verificar o real estado de qualidade das águas superficiais do Rio Santa Rosa de classificação 2 e compará-los com o permitido pela Resolução do CONAMA n° 357 de 2005 e outras normativas, a qual, impõe limites de tolerância para lançamentos de efluentes industriais e domésticos em corpos hídricos. Isso ocorre devido a outorga de uso preponderante do corpo hídrico, tendo em vista

que, a água é utilizada para vários fins, sendo dessedentação humana e animal os mais importantes. Além disso, é necessário preservar o ecossistema aquático e suas comunidades para garantir um ecossistema ecologicamente equilibrado (BRASIL, 2005).

- **pH**

A influência das alterações dos valores de pH podem estar relacionadas com características geológicas, decomposição das rochas e instabilidade de alguns minerais relacionados com o intemperismo (MACHADO, 2006). De acordo com a Resolução do CONAMA n° 357 de 2005, os critérios de proteção da vida aquática devem fixar pH entre 6,0 e 9,0.

O pH está relacionado aos íons de hidrogênio dissolvidos na água. Está diretamente ligado à geologia do meio ambiente. Como a região em estudo tem predomínio de rochas do tipo basáltico, a água tende a ter pH em torno da neutralidade (LIBÂNIO, 2010; SANCHES, et al., 2010).

Para Alves et al. (2008), a variação de pH depende das relações existentes entre a matéria orgânica, os seres vivos, rochas, ar e água. Os valores mais baixos de pH podem estar associados com a decomposição da matéria orgânica, presente nas amostras (Tabela 4).

**Tabela 4: Valores de pH com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	6,88	6,73	7,03	5,97	5,99	
Abr. 2016	6,10	5,99	5,87	5,49	5,39	6 a 9
Mai. 2016	6,31	6,24	6,48	5,18	5,93	
Média	6,61±0,163 a	6,46±0,167 a	6,76±0,483 b	5,64±0,069 c	5,68±0,074 c	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os outros pontos estão de acordo com o permitido pela legislação, como pode ser observado na média dos valores de pH obtido nos pontos analisados (Figura 11).

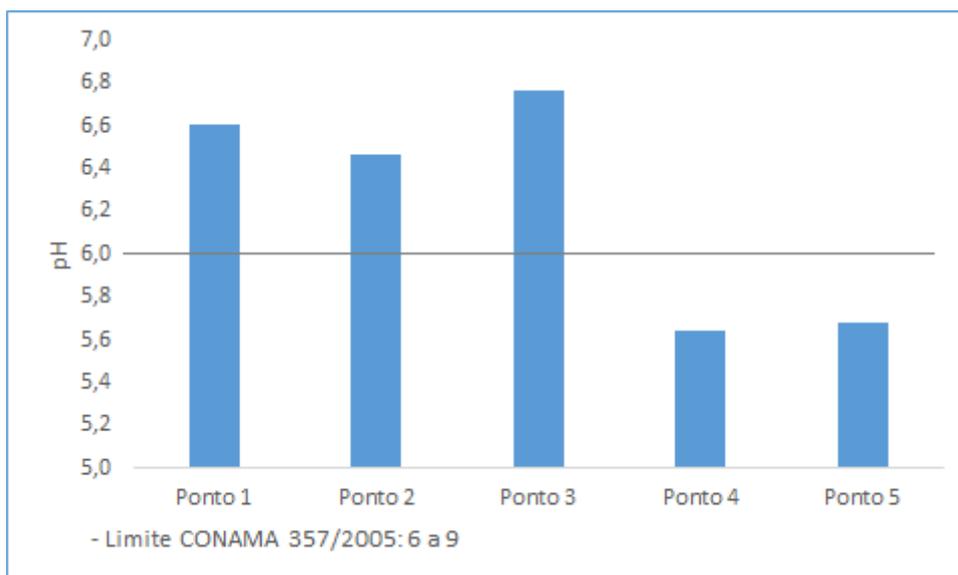


Figura 11: Representação gráfica das médias de pH dos pontos de coleta.

### • Temperatura

Para Von Sperling (2005), é natural a temperatura da água variar dentro do limite de 0 °C a 30 °C , considerando o regime climático e a estação do ano de cada região. A fauna e a flora aquática possuem limites de tolerância térmica, necessitam de temperaturas adequadas para crescimento, migração e reprodução.

Na Tabela 5 estão as médias obtidas de temperatura, as variações de temperatura ocorrem devido a sazonalidade e mudanças de clima durante o ano. Os efluentes que o Rio Santa Rosa recebe não possuem características que favoreçam a alteração da temperatura, mantendo-se dentro da normalidade.

**Tabela 5: Valores de temperatura com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	19,21	19,50	19,60	19,86	20,10	
Abr. 2016	20,30	18,91	19,60	19,83	18,91	Não se aplica
Mai. 2016	17,76	18,90	18,80	18,90	18,00	
Média	18,88±0,8700	19,18±0,2200	19,31±0,2400	19,36±0,3700	19,97±0,8000	
	a	b	b	b	ab	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A Figura 12 demonstra que a média das temperaturas em cada ponto manteve-se entre 18,89°C e 19,26 °C.

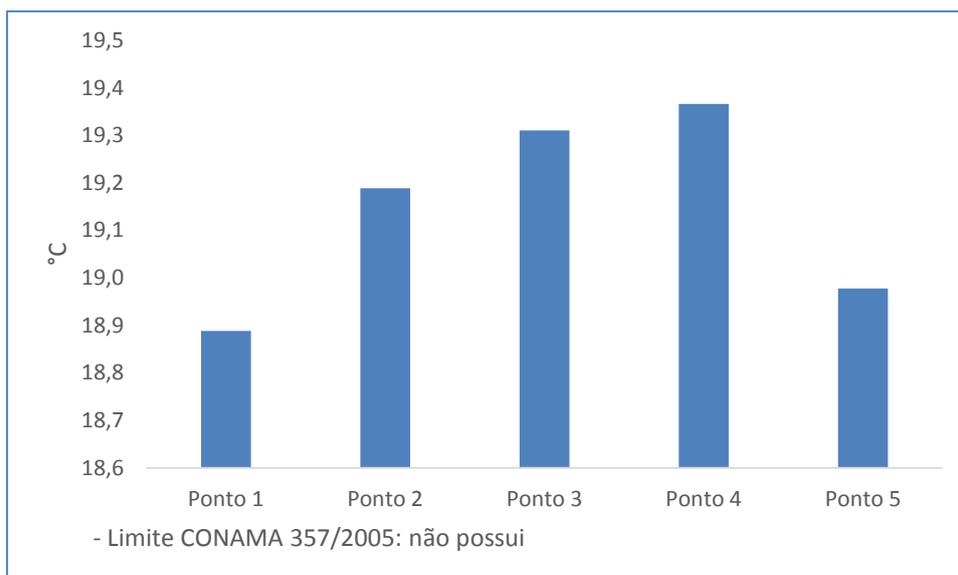


Figura 12: Representação gráfica das médias de temperatura dos pontos de coleta.

- **Oxigênio dissolvido**

O ecossistema aquático necessita de oxigênio dissolvido para realizar trocas gasosas e manter o ecossistema ativo. As concentrações de oxigênio podem estar relacionadas com temperatura, pressão e salinidade da água. O oxigênio atmosférico dissolve-se em águas devido à diferença de pressão parcial. Isso depende das características hidráulicas sendo proporcional a velocidade do manancial, quanto maior a turbulência do rio, maior será a quantidade de oxigênio dissolvido (MACHADO, 2006).

Os resultados obtidos para OD nos cinco pontos analisados nas três coletas realizadas foram comparados com a Resolução do CONAMA 357/2005 e podem ser observados na Tabela 6.

Os pontos amostrados obtiveram valores muito próximos do limite exigido (> 5 mg/L). Apenas no ponto 4 encontrou-se abaixo desse valor que pode estar relacionado ao lançamento de esgoto doméstico.

A escolha desse indicador foi devido à importância que ele recebe pelo IQA, sendo que, resultados muito baixos dessas concentrações podem indicar parcelas orgânicas ou ainda lixiviação de fertilizantes oriundos da agricultura.

**Tabela 6: Concentração de oxigênio dissolvido com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	5,10	5,10	5,13	4,98	5,21	
Abr. 2016	5,11	5,10	5,17	4,95	5,19	> 5 mg/L
Mai. 2016	5,10	5,10	5,12	5,00	5,24	
Média	5,10±0,100 a	5,10±0,100 a	5,15±0,010 a	4,97±0,015 b	5,25±0,260 c	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Na Figura 13 pode-se observar que o valor médio de oxigênio dissolvido obtido para o ponto 4 nas três coletas possui valor inferior ao limite permitido pela resolução vigente. O restante das médias permanece dentro do limite tolerado.

A contribuição desses valores baixos de OD pode estar relacionada aos defensivos agrícolas utilizados nas proximidades do Rio Santa Rosa, esgoto doméstico sem tratamento adequado e efluentes industriais (MUNIZ, 2014).

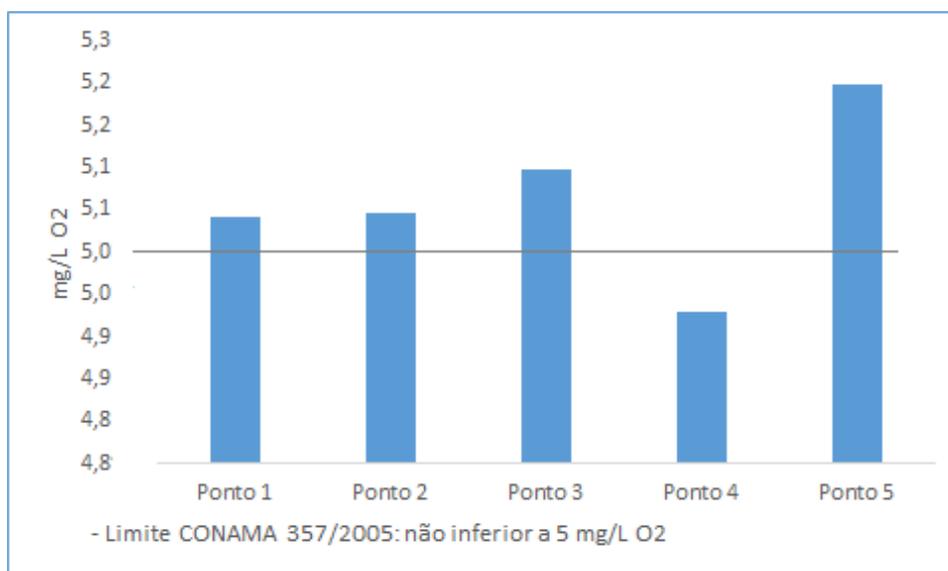


Figura 13: Representação gráfica das médias de OD dos pontos de coleta.

## • DBO

As concentrações da DBO variaram entre 5,4 e 6,4 mg/L, constata-se que os valores são superiores a legislação para rios de classe II com limite permitido de até 5 mg/L de O<sub>2</sub>.

Os resultados podem representar matéria orgânica presente no corpo hídrico, que pode contribuir com o consumo de oxigênio através do processo de digestão aeróbia da matéria orgânica (CETESB, 2013) (Tabela 7).

**Tabela 7: Valores de DBO com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	5,5	5,4	5,8	5,9	6,4	
Abr. 2016	5,6	5,4	5,8	5,8	6,2	até 5mg/L
Mai. 2016	5,8	5,7	6,0	5,9	6,4	
Média	5,6±0,02 a	5,5±0,02 b	5,8±0,01 c	5,8±0,02 d	6,3±0,01 e	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A Figura 14 mostra os valores médios obtidos para o parâmetro de DBO, confirmando um aumento na média do ponto 5 que corresponde a 12,43% de interferência no equilíbrio da vida aquática.

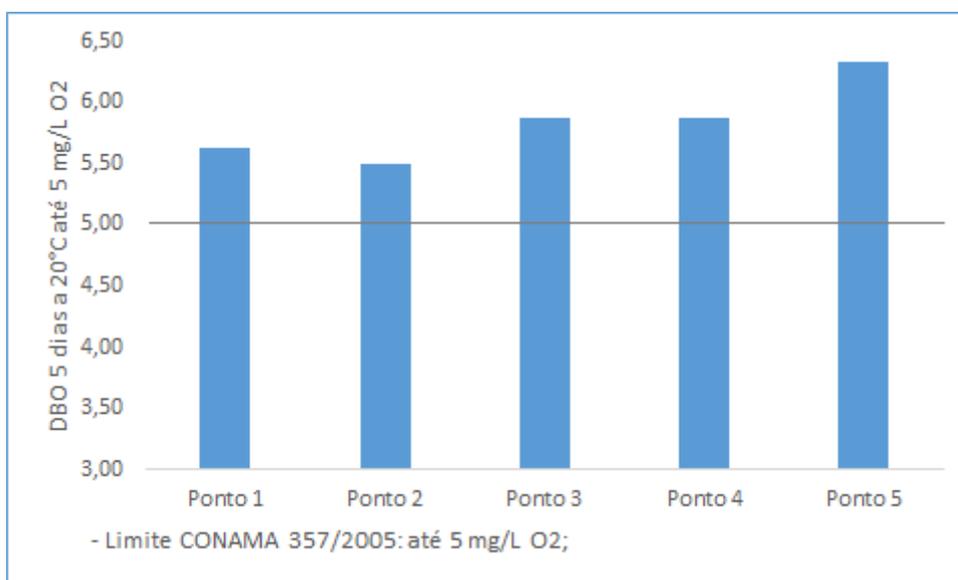


Figura 14: Representação gráfica das médias de DBO dos pontos de coleta.

- **DQO**

A resolução do CONAMA n° 357 de 2005 não estabelece limites para a demanda química de oxigênio, tanto para a classificação de corpos d'água quanto para emissão de efluentes líquidos.

Embora a DQO não possua valores previsto por lei, autores como Chapman e Kimstach (1998) definem que para água superficiais não poluídas, o valor de 20 mg/L seria o limite aceitável.

Autores como Tozzo e Golçalves (2004) encontraram valores muito superiores para DQO no riacho Japira, localizado no município de Apucarana, o corpo hídrico teve sua qualidade deteriorada pela urbanização e apresentou valores entre 64,03 e 640,30 mg de O<sub>2</sub>/L.

Os dados de DQO obtidos no presente estudo estão apresentados na Tabela 8 e corroboram com a informação de Chapman e Kimstach (1998), cujos valores estão todos abaixo de 20 mg de O<sub>2</sub>/L.

**Tabela 8: Valores da DQO com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	11,20	12,75	14,30	15,30	19,20	
Abr. 2016	11,16	12,72	14,27	14,27	18,92	Não possui.
Mai. 2016	12,17	13,55	14,81	15,29	18,42	
Média	11,49 $\pm$ 0,2500 a	13,00 $\pm$ 0,1700 b	14,46 $\pm$ 0,1000 c	14,95 $\pm$ 0,2600 d	18,84 $\pm$ 0,1200 e	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Na Figura 15, pode-se perceber um aumento no valor da DQO, principalmente no ponto 4, onde o oxigênio consumido indica oxidação química de matéria orgânica.

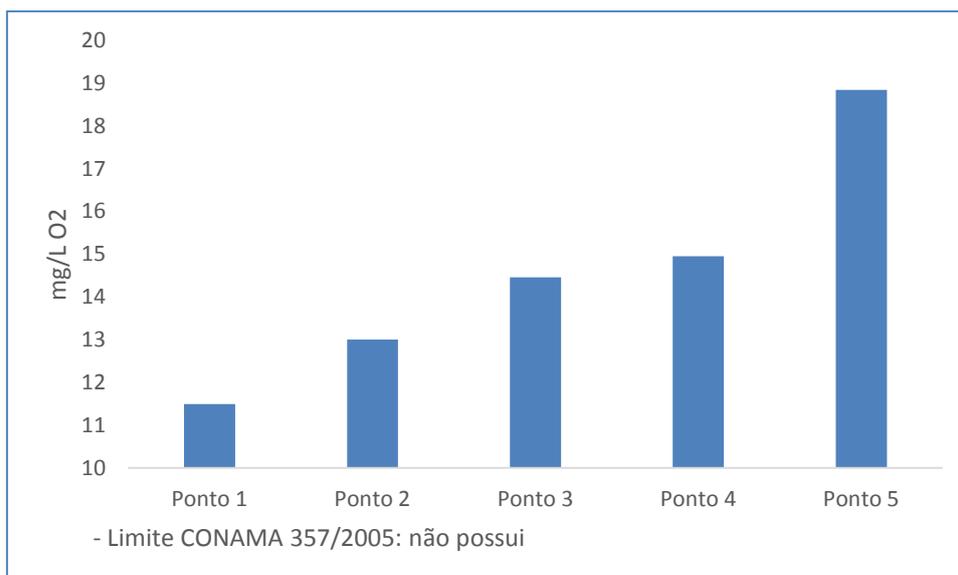


Figura 15: Representação gráfica das médias dos valores da DQO por pontos de coleta.

### • Turbidez

Os sólidos totais e a turbidez podem interferir na incidência de luz, impossibilitando algumas atividades fisiológicas dos microorganismos. (CETESB, 2003).

Os resultados de turbidez se mantiveram dentro dos valores permitidos na legislação (100 UNT), havendo pouca variabilidade entre os pontos de coleta. O ponto 3 apresenta um leve aumento devido a emissão de efluentes, onde a carga adicional de sólidos em suspensão, eleva esse indicador de qualidade da água.

Isso representa a que ainda há passagem do feixe de luz no corpo hídrico pelo fato de não exceder o limite permitido pela Resolução do CONAMA 357 / 2005. A ocorrência de alta turbidez acarretaria na falta de fotossíntese para vegetação submersa e algas, além de influenciar em comunidades aquáticas (CETESB, 2013).

**Tabela 9: Valores de turbidez com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	24,44	24,30	24,70	24,04	23,10	
Abr. 2016	17,98	17,6	18,75	17,35	17,21	Até 100 UNT
Mai. 2016	20,030	19,85	20,89	19,04	18,32	
Média	20,82±8,300 ac	20,56±8,800 ac	21,41±7,120 a	20,35±7,900 ab	19,54±7,410 b	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A Figura 16 mostra ligeiro aumento na média de turbidez do ponto 3, ponto onde está caracterizado o efluente de indústria de alimentos.

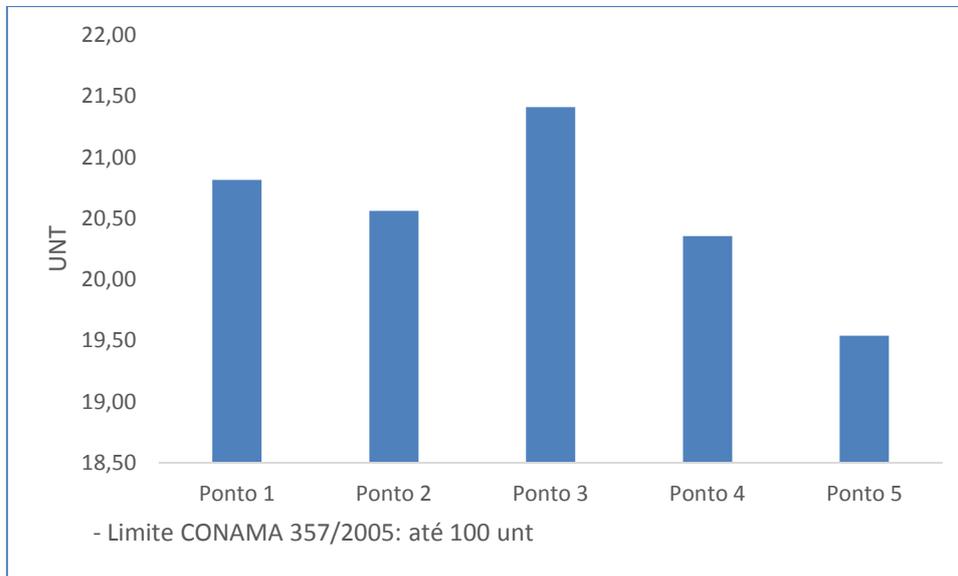


Figura 16: Representação gráfica das médias da turbidez por pontos de coleta.

- **Sólidos totais**

Este parâmetro está associado à presença de sedimentos no corpo hídrico, proveniente de arraste superficial, exposição e fragilidade do solo e a despejos domésticos e industriais.

A quantidade de sólidos nas águas pode variar muito dependendo do período acompanhando a tendências de outros parâmetros, o ponto 3 obteve as concentrações mais elevadas. Os sólidos totais somam sólidos suspensos, dissolvidos e voláteis. Esses podem reter bactérias e matéria orgânica ao corpo hídrico, colaborando com a decomposição anaeróbia (CETESB, 2013).

**Tabela 10: Concentração de sólidos totais com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	
Mar. 2016	196,7	370,00	396,7	333,3	223,3	
Abr. 2016	126,7	286,7	453,3	340,00	190,00	mg / L
Mai. 2016	206,50	365,5	401,3	334,3	186,3	
Média	176,6±0,0010 a	340,7±0,003 b	417,1±0,004 c	335,8±0,003 b	199,8±0,002 d	

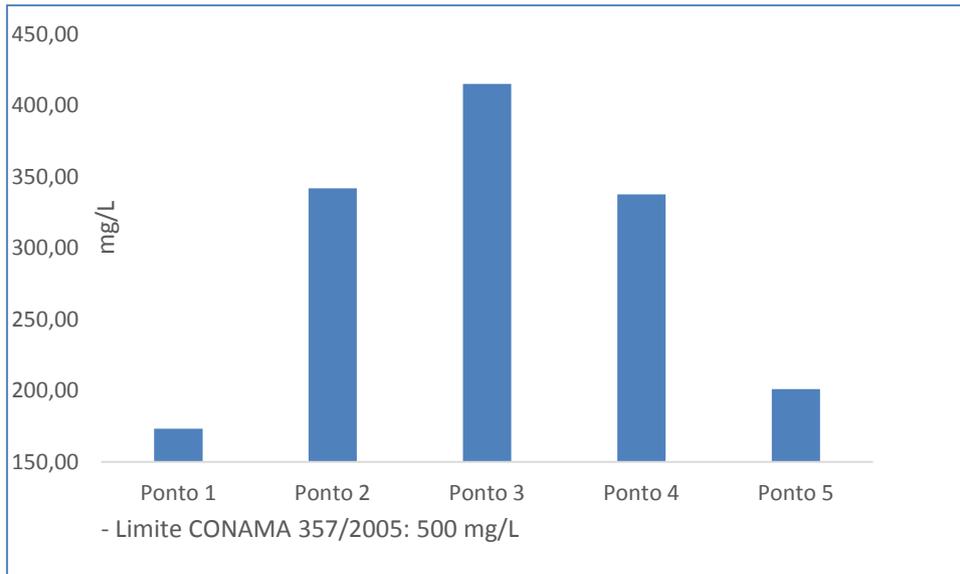


Figura 17: Representação gráfica das médias dos sólidos totais por pontos de coleta.

- **Fósforo Total**

De acordo com Rocha (2005), o fósforo é um dos elementos mais importantes requeridos pela biota, sendo o primeiro elemento limitante da produtividade biológica e o principal responsável pela eutrofização artificial de ecossistemas aquáticos.

Os valores obtidos para o fósforo total podem ser observados na Tabela 11. Em todos os pontos em ambas as coletas, são possíveis observar valores bem acima do permitido pela legislação.

As concentrações de fósforo total obtidas apresentaram variações de 0,76 a 1,16 mg/L, sendo possível afirmar o indicativo de que o Rio Santa Rosa recebe cargas de fosfato de origem natural e/ou artificial (ESTEVES, 1998). As amostras de água coletadas no ponto 3 apresentam o efluente industrial diluído ao corpo hídrico.

Santos *et al.* (2014) menciona que alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas.

**Tabela 11: Valores de fósforo total com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	0,77	0,76	1,2	1,2	1,1	
Abr. 2016	0,96	0,89	1,1	1,0	0,97	< 0,10 mg/L
Mai. 2016	0,84	0,79	1,0	0,97	0,77	
Média	0,86±0,01 a	0,82±0,01 b	1,1±0,01 c	1,05±0,01 d	0,93±0,26 e	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A média dos dados obtidos pode ser observada na Figura 18. Os resultados apresentaram em média um valor nove vezes acima do permitido pela legislação.

O excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais pode contribuir com o processo de eutrofização, principalmente em corpos hídricos lânticos, onde a vazão da água é mais baixa (CETESB, 2013).

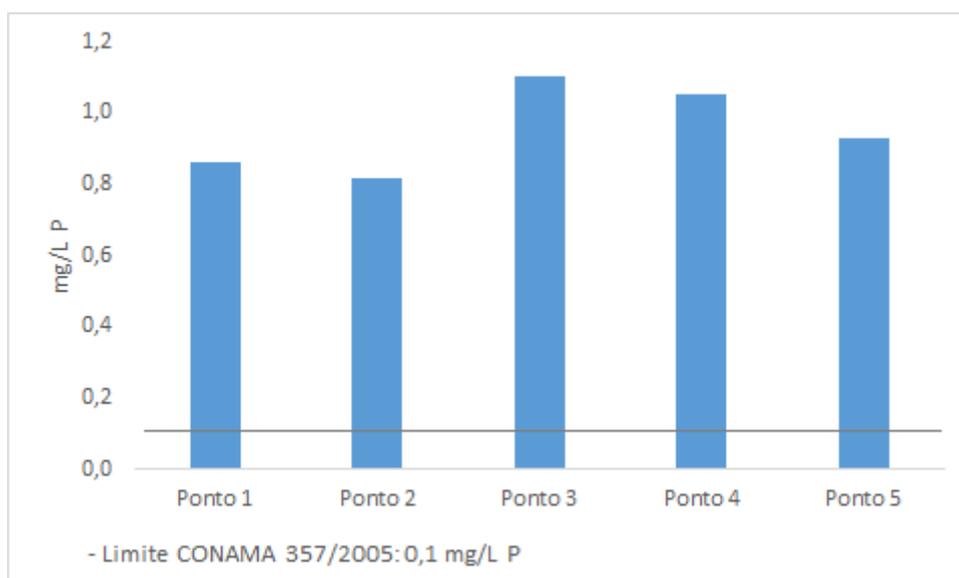


Figura 18: Representação gráfica das médias de fósforo total por pontos de coleta.

- **Nitrogênio Total**

Para nitrogênio total o limite estabelecido não deve ultrapassar 2,18 mg/L para ambientes lóticos. De acordo com os dados obtidos, a concentração de nitrogênio total está acima do limite do CONAMA 357/2005 em todos os pontos amostrados (Tabela 12).

As coletas de água no Ponto 4 são as concentrações de nitrogênio total mais elevadas. Souza e Santos (2014) descrevem que os esgotos sanitários possuem, em geral, as principais fontes de nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e outros nutrientes.

**Tabela 12: Concentração de nitrogênio total com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	2,55	2,69	3,31	3,7	3,19	
Abr. 2016	2,56	2,70	3,60	3,90	3,48	< 2,18 mg/L
Mai. 2016	2,45	2,65	3,24	3,84	3,10	
Média	2,52±0,010 a	2,68±0,010 b	3,38±0,030 c	3,88±0,020 d	3,26±0,032 e	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

É possível observar na Figura 19 as médias obtidas; apresentam uma quantidade maior da concentração de nitrogênio total, principalmente nos pontos de coleta 3, 4 e 5. De acordo com Cetesb (2013), algumas indústrias de cortume, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, matadouros e frigoríficos podem influenciar a qualidade do corpo hídrico através da descarga de nitrogênio orgânico e amoniacal.

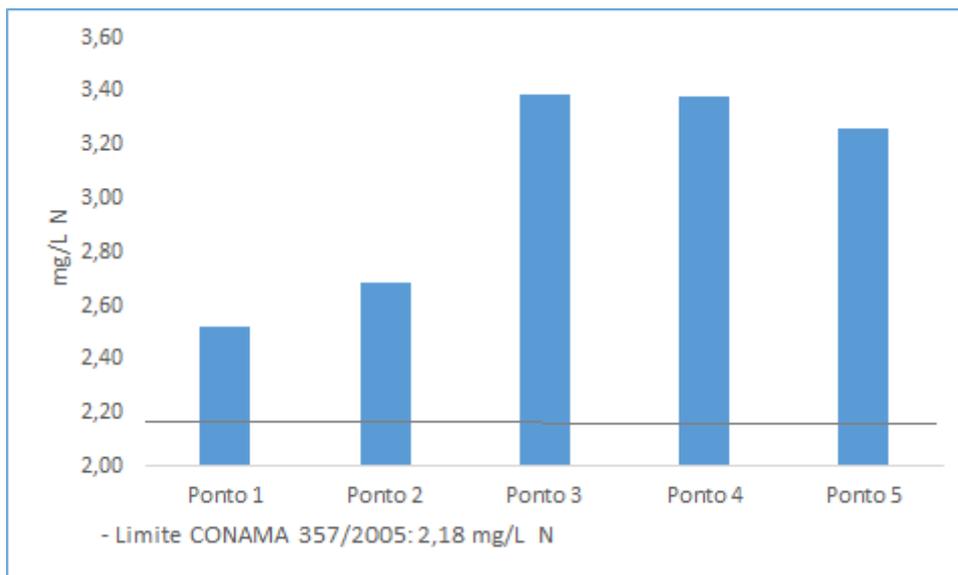


Figura 19: Representação gráfica das médias de nitrogênio total por pontos de coleta.

- **Coliformes Termotolerantes**

As análises de coliformes termotolerantes foram efetuadas pelo Laboratório LGQ na primeira e na segunda coleta. Na primeira coleta, notou-se uma baixa quantidade de unidades formadoras de colônia (UFC), com relação a segunda e a terceira coleta notou-se um aumento significativo de coliformes termotolerantes presente nas amostras.

Os coliformes termotolerantes são microorganismos representados principalmente pela *Escherichia coli*, e outras bactérias. *Escherichia coli* é exclusivamente de origem fecal, estando presente em densidades elevadas nas fezes humanas, mamíferos e aves (SOROCABA, 2010).

Considerando o limite estabelecido pela Resolução do CONAMA n° 357 de 2005 de 1000 NMP/100mL para o indicador de coliformes termotolerantes, quase todas as amostras extrapolam o limite estabelecido, exceto a primeira coleta.

As maiores extrapolações ocorreram na segunda e na terceira coleta (Tabela 13), o que pode ser justificado, pelo tamanho do Rio Santa Rosa não ser muito grande, possuir baixa vazão e possuir populações ribeirinhas em seu entorno, além de receber efluentes industriais.

A ocorrência desses coliformes termotolerantes na água podem indicar poluição, com um risco potencial de organismos patogênicos presentes no corpo hídrico, responsáveis por doenças de veiculação hídrica (CETESB, 2011).

**Tabela 13: Valores de coliformes termotolerantes com a variância das médias no Rio Santa Rosa.**

Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	CONAMA 357/2005
Mar. 2016	670,00	670,00	450,00	430,00	220,00	
Abr. 2016	1500	1200	2700	1300	580,00	< 1000 NMP
Mai. 2016	2948	3909	5948	3909	3544	/ 100 mL
Média	1706 $\pm$ 996,8 a	1926 $\pm$ 2263 b	3032 $\pm$ 570,3 c	1879 $\pm$ 2458,4 d	1448 $\pm$ 2495 e	

Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Na Figura 20, os valores obtidos para coliformes termotolerantes mostraram que todos os pontos estão acima do limite de 1000 NMP / 100 mL, considerando a média por ponto de coleta. No Ponto 3, o valor está duas vezes acima do tolerado pela legislação.

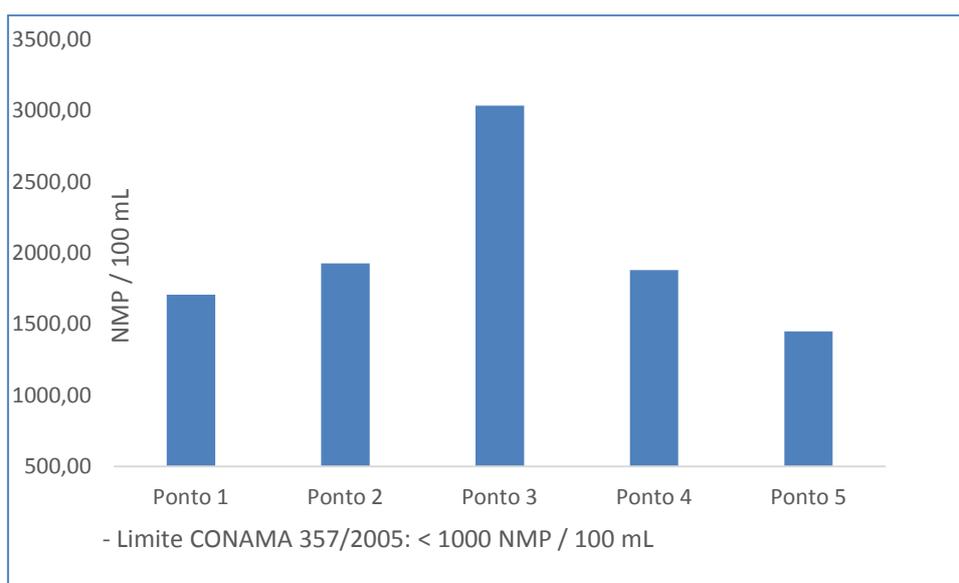


Figura 20: Representação gráfica das médias de coliformes termotolerantes por pontos de coleta.

## 6.2 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DO CORPO HÍDRICO

A *Artemia salinas sp.* pode evidenciar a qualidade das amostras através da toxicidade. Ao expor os micro crustáceos em diferentes concentrações de amostra e solução salina, pode-se verificar se há algum agente interferindo na sobrevivência dos náuplios.

Na figura 21, é possível visualizar os microcrustáceos antes de serem expostos a condições de ensaio toxicológico.

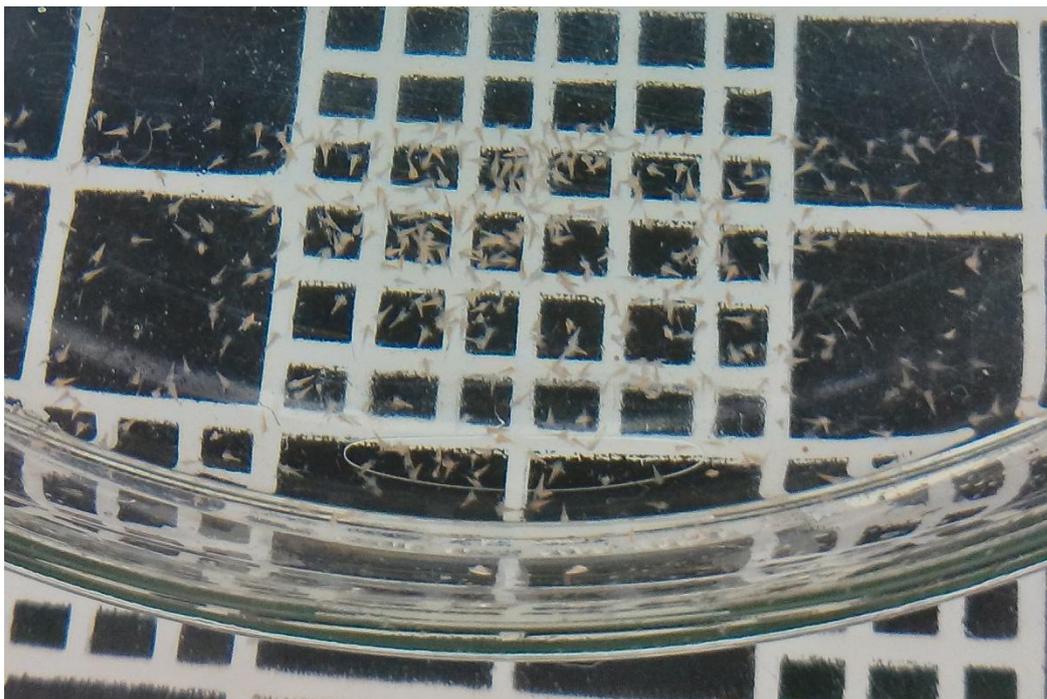


Figura 21: *Artêmia salina sp.* após eclosão.

Na primeira coleta, o ponto 3, em concentração de 100,00% amostra de água, houve 62% de mortalidade dos náuplios. O ponto 4 em concentração de 100% amostra de água obteve aproximadamente 89% de mortalidade. O ponto 5, em concentração de 50% amostra, 50% água salina, obteve 36,7% de mortalidade (Tabela 14).

**Tabela 14: Taxa de Mortalidade de artêmias (%) – Coleta 1**

Concentração	3,10%	6,10%	12,25%	25,0%	50,00%	100,00%
<b>Ponto 1</b>	3,00	4,00	0,00	7,00	6,70	4,10
<b>Ponto 2</b>	3,00	3,90	0,00	0,00	7,00	5,00
<b>Ponto 3</b>	0,00	0,00	3,40	8,30	17,4	62,0
<b>Ponto 4</b>	0,00	0,00	0,00	12,3	21,3	89,0
<b>Ponto 5</b>	4,10	0,00	3,33	14,0	36,7	100

Fonte: Autoria própria (2016).

Para a coleta 2, percebe-se que nas concentrações 3,1%, 6,1% e 12,25%, para ambos os pontos, a taxa de mortalidade foi baixa, não ultrapassando 10%. Entretanto nas concentrações 100%, nos ponto 4 e 5, houve aproximadamente 90% de mortalidade de náuplios (Tabela 15).

**Tabela 15: Taxa de Mortalidade de artêmias (%) – Coleta 2.**

Concentração	3,10%	6,10%	12,25%	25,0%	50,00%	100,00%
Ponto 1	2,80	3,30	4,10	6,23	9,70	3,33
Ponto 2	5,66	9,66	0,00	3,33	6,32	4,10
Ponto 3	0,00	3,33	7,00	7,25	18,9	80,0
Ponto 4	0,00	0,00	0,00	9,71	44,3	89,0
Ponto 5	2,95	3,78	6,24	13,6	43,9	91,6

Fonte: Autoria própria (2016).

Para a terceira coleta, os pontos 3, 4 e 5, na concentração 100% de amostra de água, obtiveram mortalidade com mais de 88% dos náuplios.

Os resultados do teste de toxicidade serviram para tornar mais eficaz os resultados das análises. Conforme aumentado as concentrações, notou-se que as artêmias responderam de maneira similar nos pontos 4 e 5.

**Tabela 16: Taxa de Mortalidade de artêmias (%) – Coleta 3.**

Concentração	3,10%	6,10%	12,25%	25,0%	50,00%	100,00%
Ponto 1	2,76	3,03	7,53	6,89	7,53	2,76
Ponto 2	6,20	13,3	0,00	3,33	6,91	3,33
Ponto 3	0,00	3,03	6,92	9,12	15,1	93,3
Ponto 4	0,00	0,00	0,00	9,02	47,0	96,6
Ponto 5	3,33	3,22	3,33	12,3	46,5	88,5

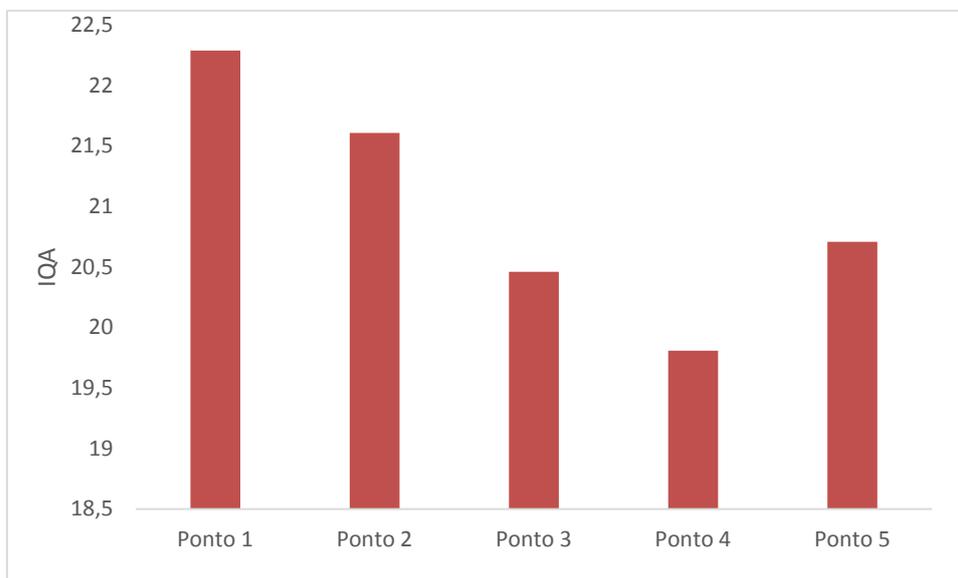
Fonte: Autoria própria (2016).

### 6.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA

O IQAData foi criado junto a Programa de Pós-graduação em Sistemas e Processos Industriais da UNISC, para o desenvolvimento e a aplicação de índices de qualidade da água (IQA), tendo como referência o modelo adotado pela National Sanitation Foundation (NSF, 2007).

Observando o corpo hídrico em estudo e os resultados obtidos, foi estabelecido o IQA através dos nove parâmetros (pH, oxigênio dissolvido, temperatura da água, turbidez, coliformes termotolerantes, DBO, fósforo total, nitrogênio total e sólidos totais) e seus respectivos pesos, para que fosse possível saber a qualidade da água deste manancial. Os resultados foram anexados e avaliados pelo software IQAData (Posselt, 2010).

Na figura 22 temos o gráfico que mostra a situação do IQA do manancial, em todos os pontos analisados se apresentou um índice de muito ruim para o IQA, com valores abaixo de 25 pontos.



**Figura 22: Valor do IQA do Rio Santa Rosa.**

Parâmetros como coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total apresentaram valores acima da Resolução Conama 357/05, sendo o último com resultado oito vezes maior que o permitido, contribuindo para a deterioração da qualidade da água.

Os pontos 1 e 2 obtiveram índices muito próximos, 22,29 e 21,62 pontos, respectivamente, ambos possuem características muito semelhantes, ambos estão a montante dos principais fatores que reduziram a qualidade do corpo hídrico, a emissão de efluentes industriais no ponto 3 e descarga de esgoto doméstico no ponto 4.

O ponto 3 teve uma redução expressiva na sua qualidade, quando comparados aos pontos 1 e 2, obtendo o índice de 20,46 pontos. Conforme citado previamente, possui uma fonte de emissão de efluentes industriais, da qual contribuiu para deterioração de seu Índice de Qualidade da Água. Conforme Goulart e Callisto (2003) os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas, como a emissão de efluentes industriais.

As principais causas que afetam a qualidade da água de rios e lagos decorrem, de esgotos domésticos tratados de forma inadequada ou pela inexistência de sistema de tratamento, causando o despejo direto no manancial. (MORAESA e JORDÃO, 2002).

Ao final do trecho de interesse, o ponto E apresentou um aumento no valor do índice, com 20,71 pontos, fato esse atribuído possivelmente a capacidade de regeneração natural do corpo hídrico, conforme salienta Dias (2008), os ambientes naturais possuem capacidade de regeneração natural frente à ações antrópicas.

## 7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nas análises físicas, químicas e microbiológicas pode-se observar que os resultados analisados estiveram, em sua maioria, acima do permitido pela Resolução do CONAMA n° 357 de 2005, principalmente no número mais provável de coliformes termotolerantes, nitrogênio e fósforo total. As análises apresentaram resultados preocupantes com relação ao IQA, especificamente, nos pontos de coleta 3, 4 e 5.

Os valores de IQA para o Rio Santa Rosa demonstraram dados alarmantes de deterioração da qualidade da água, onde todos os pontos analisados obtiveram classificação muito ruim. Os recursos hídricos formam a base de qualquer sistema econômico, sua qualidade e quantidade estão diretamente ligadas à qualidade de vida da população. A gestão de recursos hídricos deve lembrar que esse recurso é renovável, porém escasso, notoriamente as políticas públicas, devem estar em consonância com o fato.

Quanto aos ensaios toxicológicos com os micro crustáceos, as amostras analisadas em concentração de 50% e 100% foram as que se mostraram mais tóxicas para os microrganismos, principalmente nos pontos 4 e 5, onde houve evidência de lançamento de efluentes domésticos. Ressalta-se a importância de se conhecer a qualidade dos recursos hídricos para uma melhor conservação, tendo em vista, o uso e ocupação do solo em seu entorno. Contudo, esta água não poderá ser utilizada para fins de abastecimento público e industrial.

## REFERÊNCIAS

APHA (1998). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, American *Water Works Association*, *Water*.

APHA, American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association & WPCF, Water Environment Federation, 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21<sup>nd</sup> ed. APHA, AWWA & WEF, Washington, D.C., 1085p.

BERTOLETTI, Eduardo; ZAGATTO, Pedro A. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Rima, 2008.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. **Indicadores de Qualidade – Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Brasília DF: Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 23 abril 2015.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 23 abr. 2015.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2011.

BRAGA, B; HESPANHOL, B.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. **Água na medida certa: Hidrometria no Brasil**. Brasília DF: 2012. 72p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/AguaNaMedidaCerta.pdf>>. Acesso em: 23 abril 2015.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. **Portal da Qualidade das águas**. Disponível em <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/introdu%C3%A7%C3%A3o.aspx>>. Acesso em: 23 abril 2015.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 23 abril 2015.

CARVALHO, D. F.; MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. **Hidrologia: irrigação e drenagem**. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA/LICA%20Parte%201.pdf>>. Acesso em: 17 de junho de 2015.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de Qualidade das Águas**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas\\_interiores/documentos/indices/02.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas_interiores/documentos/indices/02.pdf)>. Acesso em: 24 de Abr. de 2015.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo . **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo** - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 24 de Abr. de 2015.

CHAPMAN, D. **Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. London: Chapman e Hall, 1996.

CUNHA, C.A.G. **A sub-bacia do Rio Jacupiranga: análise dos aspectos sócio-econômicos e ambientais como subsídio para o manejo sustentável da região do Vale da Ribeira de Iguape, São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

DIAS, Richard Brasil et al. **Um estudo de aspectos relacionados à gestão econômica dos recursos hídricos**. 2008. Tese de Doutorado. tese de doutorado. UFSC, Florianópolis–2004-disponível em: <[http://www.cse.ufsc.br/~gecon/coord\\_mono/2004.2/Richard% 20Brasil% 20Dias. pdf.](http://www.cse.ufsc.br/~gecon/coord_mono/2004.2/Richard%20Brasil%20Dias.pdf)> Acessado em: 01/06/2016.

EATON, A. D., L. S. Clesceri, E. W. Rice, A. E. Greenberg, and M. A. H. Franson. 2005. **Standard methods for the examination of water and wastewater: Centennial edition**. Washington DC: American Public Health Association. 1368 p.

FREITAS, V. P., **Águas: aspecto jurídico e ambientais**. Curitiba: Juruá, 2000.

GOULART, M. D.; CALLISTO, Marcos. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. *Revista da FAPAM*, v. 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

GRANZIERA, M. L. M., **Direito de Águas: Disciplina Jurídica das Águas Doces**. São Paulo: Atlas S. A., 2006.

GUERRA, R., 2001, **Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents**. *Chemosphere*, 44:1737-1747. doi:10.1016/S0045-6535(00)00562-2.

**Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2008.

MACHADO, W.C.P. **INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PATO BRANCO**. Tese (Doutorado em Geologia), UFPR, Curitiba, 2006.

MAGALHAES, Danielly D. P.; FERRAO-FILHO, Aloysio. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2882847>>. Acesso em: 12 mar. 2016.

MATOS, Antônio Teixeira. **Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais**. Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental / UFV. Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2005. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYNoAL/tratamento-residuos-agroindustriais>>. Acesso em: 04 mai. 2015.

MINEROPAR, Minerais do Paraná . **Pojeto Riquezas Minerais – Relatório Final**. Curitiba PR: 2002. 9 Pg. Disponível em: <[http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/relatorios\\_concluidos/39\\_relatorios\\_concluidos.pdf](http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/relatorios_concluidos/39_relatorios_concluidos.pdf)>. Acesso em: 25 de abril 2015.

MORAESA, D. S.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. *Rev Saúde Pública*, v. 36, n. 3, p. 370-74, 2002.

MUNIZ, Daphne Heloisa de Freitas. **Proposição de um Índice de Qualidade de Água para rrigação (IQAI) com base no monitoramento e caracterização de águas superficiais em ambientes rurais do Cerrado**. 2014. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

NSF - National Sanitation Foundation. **NSF Consumer Information: Water Quality Index (WQI)**. Disponível em: [http://www.nsf.org/consumer/earth\\_day/wqi.asp](http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp). Acesso em: 05/06/2016.

PIMENTEL, M. F., SILVA JUNIOR, F. C. G., SANTAELLA, S. T., LOTUFO L. V. C. **O Uso de Artemia sp. como Organismo-Teste para Avaliação da Toxicidade das Águas Residuárias do Beneficiamento da Castanha de Caju Antes e Após Tratamento em Reator Biológico Experimental**. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, v. 6, n. 1, 2011, 15-22 doi: 10.5132/jbse.2011.01.003. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Sandra\\_Santaella/publication/236159426\\_O\\_Uso\\_de\\_Artemia\\_sp.\\_como\\_Organismo\\_teste\\_para\\_Avaliao\\_da\\_Toxicidade\\_das\\_guas\\_Residurias\\_do\\_Beneficiamento\\_da\\_Castanha\\_de\\_Caju\\_Antes\\_e\\_Aps\\_Tratamento\\_em\\_Reator\\_Biologico\\_Experimental/links/00b4951686658228fd000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sandra_Santaella/publication/236159426_O_Uso_de_Artemia_sp._como_Organismo_teste_para_Avaliao_da_Toxicidade_das_guas_Residurias_do_Beneficiamento_da_Castanha_de_Caju_Antes_e_Aps_Tratamento_em_Reator_Biologico_Experimental/links/00b4951686658228fd000000.pdf)>

PINTO, Daniel Brasil Ferreira. **Qualidade dos Recursos Hídricos superficiais em sub-bacias hidrográficas da região Alto Rio Grande – MG**/ Daniel Brasil Ferreira Pinto – Lavras: UFLA, 2007. 89 p.

PINTO FILHO, J. L. O.; Santos, E. G.; Souza, M. J. J. B. **Proposta de índice de qualidade de água para a Lagoa do Apodi**, RN, Brasil. *Holos*, v.28, p.69-76, 2012. 49 Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/692/531>>. Acesso em: 24 de Abr. de 2015.

POSSELT, E. L., Costa, A. B. **Software IQAData 2010**. Registro no INPI n° 10670-2, Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais PPGSPI, UNISC, 2010. Disponível em:< <http://www.unisc.br/ppgspe>>

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

SANTOS, Camila Regina dos Santos; SZYMANSKI, Nayara; BERTOLDO, Danieli Cristina; SCHONS, Danielle Cristina; VEIGA, Thaísa; SCHWANTES, Daniel. **Análises físico-químicas das águas do rio do ouro em ouro verde do oeste – PR. XI Congresso Nacional de Meio Ambiente de poços de caldas – MG. 2014.**

SOUZA, Juliana Rosa de; MORAES, Maria Eugênia Bruck de; SONODA Sérgio Luiz; SANTOS, Haialla Carolina Rialli Galvão. **A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**. Revista Eletrônica do Prodema. Fortaleza – BA. 2014

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água e microbacia sob uso agrícola e urbano**. Jaguariúna. v. 59, n1, p. 181-186, jan./mar. 2002.

TSUTIYA, M. T., **Abastecimento de água**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

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

VILLARROEL, M. J.; SANCHO, E.; FERRANDO M.D.; ANDREU E. Acute, chronic and sublethal effects of the herbicide propanil on *Daphnia magna*. **Chesmophere**, v. 53, n. 8, 2003.

## ANEXOS:

## ANEXO A – Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes.1ª coleta. Ponto 1



## LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO</b>	<b>806 / 2016</b>
----------------------------	-------------------

**CLIENTE**

Empresa Solicitante: GIORDANNO ZANELLA  
 CNPJ/CPF: 412.557.308-54  
 Endereço: Rua Manaus, 19 - Alvorada CEP.:85601200 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: (46) 9900-6138 e-mail: giordanno\_zanella@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 1) Data de Entrada: 16/03/2016 11:09 Data de Fabricação: NI* Embalagem: frasco vidro Temp. de Coleta: NI* Temp. no Receb.: Ambiente °C Informações Adicionais: --- Data de início das análises: 16/03/2016	Data e Hora da Coleta: 16/03/2016 10:00 Data da Validade: NI* Nº do Lote: NI* Nº do Lacre: NI* Quantidade de Amostra: 500 mililitro Data de término das análises: 17/03/2016
---	---

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	6,7x10 <sup>2</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 -

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministerio da Saúde - Potabilidade da Agua

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 9222 D. 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia ; NI(\*): Não informado ; I.M. :Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 17 de Março de 2016

Douglas Stanguerlin  
Responsável Técnico  
CRBio 83131/07D

## ANEXO B – Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 1ª coleta. Ponto 2


**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE**  
**ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA**
**RELATÓRIO DE ENSAIO** **807 / 2016**
**CLIENTE**

Empresa Solicitante: GIORDANNO ZANELLA  
 CNPJ/CPF: 412.557.308-54  
 Endereço: Rua Manaus, 19 - Alvorada CEP.:85601200 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: (46) 9900-6138 e-mail: giordanno\_zanella@hotmail.com

**DADOS DA AMOstra**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 2)  
 Data de Entrada: 16/03/2016 11:15  
 Data de Fabricação: NI\*  
 Embalagem: frasco vidro  
 Temp. de Coleta: NI\*  
 Temp. no Receb.: Ambiente °C  
 Informações Adicionais: —  
 Data de início das análises: 16/03/2016

Data e Hora da Coleta: 16/03/2016 10:00  
 Data da Validade: NI\*  
 Nº do Lote: NI\*  
 Nº do Lacre: NI\*  
 Quantidade de Amostra: 500 mililitro  
 Data de término das análises: 17/03/2016

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	6,7x10 <sup>2</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 -

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde - Potabilidade da Água

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 9222 D. 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia ; NI(\*): Não informado ; I.M. :Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 17 de Março de 2016

Douglas Stanguerlin  
 Responsável Técnico  
 CRBio 83131/07D

## ANEXO C – Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 1ª coleta. Ponto 3



## LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE

### ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO</b>	<b>808 / 2016</b>
----------------------------	-------------------

**CLIENTE**

Empresa Solicitante: GIORDANNO ZANELLA  
 CNPJ/CPF: 412.557.308-54  
 Endereço: Rua Manaus, 19 - Alvorada CEP.:85601200 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: (48) 9900-8138 e-mail: giordanno\_zanella@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 3) Data de Entrada: 16/03/2016 11:15 Data de Fabricação: NI* Embalagem: frasco vidro Temp. de Coleta: NI* Temp. no Receb.: Ambiente °C Informações Adicionais: -- Data de início das análises: 16/03/2016	Data e Hora da Coleta: 16/03/2016 10:00 Data da Validade: NI* Nº do Lote: NI* Nº do Lacre: NI* Quantidade de Amostra: 500 mililitro Data de término das análises: 17/03/2016
--	---

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	4,5x10 <sup>2</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 -

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde - Potabilidade da Água

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 9222 D. 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia; NI(\*): Não informado; I.M.: Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 17 de Março de 2016

Douglas Stangerlin  
Responsável Técnico  
CRBio 83131/07D

## ANEXO D– Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 1ª coleta. Ponto 4


**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE**  
**ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA**

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO</b>	<b>809 / 2016</b>
----------------------------	-------------------

**CLIENTE**

Empresa Solicitante: GIORDANNO ZANELLA  
 CNPJ/CPF: 412.557.308-54  
 Endereço: Rua Manaus, 19 - Alvorada CEP.:85601200 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: (46) 9900-8138 e-mail: giordanno\_zanella@hotmail.com

**DADOS DA AMOstra**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 4) Data de Entrada: 16/03/2016 11:15 Data de Fabricação: NI* Embalagem: frasco vidro Temp. de Coleta: NI* Temp. no Receb.: Ambiente °C Informações Adicionais: --- Data de início das análises: 16/03/2016	Data e Hora da Coleta: 16/03/2016 10:00 Data da Validade: NI* Nº do Lote: NI* Nº do Lacre: NI* Quantidade de Amostra: 500 mililitro Data de término das análises: 17/03/2016
---	---

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	4,3x10 <sup>2</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 -

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministerio da Saúde - Potabilidade da Água

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 9222 D. 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia ; NI(\*): Não informado ; I.M. :Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 17 de Março de 2016

Douglas Stanguerlin  
 Responsável Técnico  
 CRBio 83131/07D

ANEXO E– Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 1ª coleta. Ponto 5



**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE**  
ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA

**RELATÓRIO DE ENSAIO**

**810 / 2016**

**CLIENTE**

Empresa Solicitante: GIORDANNO ZANELLA  
CNPJ/CPF: 412.557.308-54  
Endereço: Rua Manaus, 19 - Alvorada CEP.:85601200 - Francisco Beltrão - PR  
Telefone: (46) 9900-6138 e-mail: giordanno\_zanella@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 5)  
Data de Entrada: 16/03/2016 11:16  
Data de Fabricação: NI\*  
Embalagem: frasco vidro  
Temp. de Coleta: NI\*  
Temp. no Receb.: Ambiente °C  
Informações Adicionais: ---  
Data de início das análises: 16/03/2016  
Data e Hora da Coleta: 16/03/2016 10:00  
Data da Validade: NI\*  
Nº do Lote: NI\*  
Nº do Lacre: NI\*  
Quantidade de Amostra: 500 mililitro  
Data de término das análises: 17/03/2016

**RESULTADOS**

**MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	2,2x10 <sup>2</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 -

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministerio da Saúde - Potabilidade da Agua

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 9222 D. 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia ; NI(\*): Não informado ; I.M. :Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 17 de Março de 2016

Douglas Stanguerlin  
Responsável Técnico  
CRBio 83131/07D

## ANEXO F– Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 2ª coleta. Ponto 1


**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE**  
**ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA**
**RELATÓRIO DE ENSAIO****1102 / 2016****CLIENTE**

Empresa Solicitante: ANDRÉ ALVES DA ROCHA  
 CNPJ/CPF: 049.432.829-03  
 Endereço: Av. Júlio Assis Cavalheiro, 85 - Centro CEP.:85601000 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 9974-0993 e-mail: aa.andrealves@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 1)  
 Data de Entrada: 13/04/2016 10:08  
 Data de Fabricação: NI\*  
 Embalagem: frasco vidro  
 Temp. de Coleta: NI\*  
 Temp. no Receb.: 10 °C  
 Informações Adicionais: ---  
 Data de início das análises: 13/04/2016

Data e Hora da Coleta: 13/04/2016 09:00  
 Data da Validade: NI\*  
 Nº do Lote: NI\*  
 Nº do Lacre: NI\*  
 Quantidade de Amostra: 500 mililitro  
 Data de término das análises: 14/04/2016

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	1,5x10 <sup>3</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 - 9222 D

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde - Potabilidade da Água

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia; NI(\*): Não informado; I.M.: Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 14 de Abril de 2016

## ANEXO G– Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 2ª coleta. Ponto 2



**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE**  
ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO</b>	<b>1103 / 2016</b>
----------------------------	--------------------

**CLIENTE**

Empresa Solicitante: ANDRÉ ALVES DA ROCHA  
 CNPJ/CPF: 049.432.829-03  
 Endereço: Av. Júlio Assis Cavalheiro, 85 - Centro CEP.:85601000 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 9974-0993 e-mail: aa.andrealves@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 2)	Data e Hora da Coleta: 13/04/2016 09:00
Data de Entrada: 13/04/2016 10:10	Data da Validade: NI*
Data de Fabricação: NI*	Nº do Lote: NI*
Embalagem: frasco vidro	Nº do Lacre: NI*
Temp. de Coleta: NI*	Quantidade de Amostra: 500 mililitro
Temp. no Receb.: 10 °C	
Informações Adicionais: --	
Data de início das análises: 13/04/2016	Data de término das análises: 14/04/2016

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	1,2x10 <sup>3</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 - 9222 D

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde - Potabilidade da Água

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia; NI(\*): Não informado; I.M.: Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 14 de Abril de 2016

Douglas Stangerlin  
Responsável Técnico  
CRBio 83131/07D

## ANEXO H– Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 2ª coleta. Ponto 3


**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE**  
**ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA**
**RELATÓRIO DE ENSAIO** **1104 / 2016**
**CLIENTE**

Empresa Solicitante: ANDRÉ ALVES DA ROCHA  
 CNPJ/CPF: 049.432.829-03  
 Endereço: Av. Júlio Assis Cavalheiro, 85 - Centro CEP.:85601000 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 9974-0993 e-mail: aa.andrealves@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 3)  
 Data de Entrada: 13/04/2016 10:10 Data e Hora da Coleta: 13/04/2016 09:00  
 Data de Fabricação: NI<sup>o</sup> Data da Validade: NI<sup>o</sup>  
 Embalagem: frasco vidro Nº do Lote: NI<sup>o</sup>  
 Temp. de Coleta: NI<sup>o</sup> Nº do Lacre: NI<sup>o</sup>  
 Temp. no Receb.: 10 °C Quantidade de Amostra: 500 mililitro  
 Informações Adicionais: —  
 Data de início das análises: 13/04/2016 Data de término das análises: 14/04/2016

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	2,7x10 <sup>3</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 - 9222 D

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministerio da Saúde - Potabilidade da Agua

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia ; NI(\*): Não informado ; I.M. : Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 14 de Abril de 2016

Douglas Stanguerlin  
 Responsável Técnico  
 CRBio 83131/07D

## ANEXO I– Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 2ª coleta. Ponto 4



**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE**  
**ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA**

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO</b>	<b>1105 / 2016</b>
----------------------------	--------------------

**CLIENTE**

Empresa Solicitante: ANDRÉ ALVES DA ROCHA  
 CNPJ/CPF: 049.432.829-03  
 Endereço: Av. Júlio Assis Cavalheiro, 85 - Centro CEP.:85601000 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 9974-0993 e-mail: aa.andrealves@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 4)  
 Data de Entrada: 13/04/2016 10:10 Data e Hora da Coleta: 13/04/2016 09:00  
 Data de Fabricação: NI<sup>o</sup> Data da Validade: NI<sup>o</sup>  
 Embalagem: frasco vidro Nº do Lote: NI<sup>o</sup>  
 Temp. de Coleta: NI<sup>o</sup> Nº do Lacre: NI<sup>o</sup>  
 Temp. no Receb.: 10 °C Quantidade de Amostra: 500 mililitro  
 Informações Adicionais: —  
 Data de início das análises: 13/04/2016 Data de término das análises: 14/04/2016

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	1,3x10 <sup>3</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 - 9222 D

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministerio da Saúde - Potabilidade da Agua

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia ; NI(\*): Não informado ; I.M.: Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 14 de Abril de 2016

Douglas Stanguerlin  
 Responsável Técnico  
 CRBio 83131/07D

## ANEXO J– Laudo do laboratório LGQ – Coliformes termotolerantes. 2ª coleta. Ponto 5



## LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE

### ANÁLISES AMBIENTAIS, ALIMENTOS E ÁGUA

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO</b>	<b>1106 / 2016</b>
----------------------------	--------------------

**CLIENTE**

Empresa Solicitante: ANDRÉ ALVES DA ROCHA  
 CNPJ/CPF: 049.432.829-03  
 Endereço: Av. Júlio Assis Cavalheiro, 85 - Centro CEP.:85601000 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 9974-0993 e-mail: aa.andrealves@hotmail.com

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA DO RIO SANTA ROSA (PONTO 5) Data de Entrada: 13/04/2016 10:11 Data de Fabricação: NI* Embalagem: frasco vidro Temp. de Coleta: NI* Temp. no Receb.: 10 °C Informações Adicionais: — Data de início das análises: 13/04/2016	Data e Hora da Coleta: 13/04/2016 09:00 Data da Validade: NI* Nº do Lote: NI* Nº do Lacre: NI* Quantidade de Amostra: 500 mililitro Data de término das análises: 14/04/2016
---	---

**RESULTADOS****MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausência (*)	5,8x10 <sup>2</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2012 - 9222 D

Legenda: (\*) Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde - Potabilidade da Água

**Metodologia:**

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22nd.ed.2012.

Observação: Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada; UFC: Unidade formadora de colônia ; NI(\*): Não informado ; I.M. :Incerteza de Medição

Francisco Beltrão, 14 de Abril de 2016

Douglas Stanguerlin  
Responsável Técnico  
CRBio 83131/07D

ANEXO K – Laudo do laboratório LAQUA – Coliformes termotolerantes; DQO; DBO.  
Ponto 1.



Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Unidade Pato Branco  
Laboratório de Qualidade Agroindustrial  
LAQUA - Alimentos e Água



### LAUDO DE ANÁLISE N°. 2352 UTFPR/2016

Solicitante: André Alves  
Coletor da Amostra: André  
Produto: Água  
Identificação da amostra: Ponto 01  
Data da coleta:  
Data do recebimento da amostra no laboratório:  
Cidade/Estado: Francisco Beltrão – PR  
N°. de registro: 2352/2016

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS

Parâmetros	Resultados
Demanda Química de Oxigênio - DQO	11,16 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5 dias</sub>	5,6 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Nitrogênio Total	2,45 mg.L <sup>-1</sup> N

**Metodologia Utilizada:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed.

### CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Parâmetros	Resultados
Coliformes totais a 35°C	<5948,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>
Coliformes termotolerantes a 45°C	2948,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>

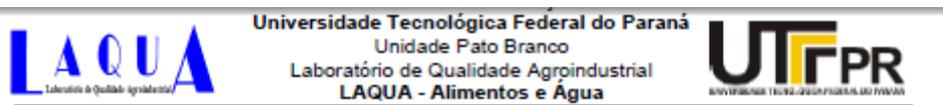
(1) - Número Mais Provável

**Metodologias Utilizadas:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed

Pato Branco – PR, 08 de junho de 2016.

Prof. Me. Pedro Paulo Pereira  
CRQ 09300206 IX Região

ANEXO L – Laudo do laboratório LAQUA – Coliformes termotolerantes; DQO; DBO. Ponto 2.



LAUDO DE ANÁLISE N°. 2353 UTFPR/2016

Solicitante: André Alves  
 Coletor da Amostra: André  
 Produto: Água  
 Identificação da amostra: Ponto 02  
 Data da coleta:  
 Data do recebimento da amostra no laboratório:  
 Cidade/Estado: Francisco Beltrão – PR  
 N°. de registro: 2353/2016

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS

Parâmetros	Resultados
Demanda Química de Oxigênio - DQO	12,72 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Demanda Bioquímica de Oxigênio –DBO <sub>5 dias</sub>	5,40 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Nitrogênio Total	2,65 mg.L <sup>-1</sup> N

**Metodologia Utilizada:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed.

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Parâmetros	Resultados
Coliformes totais a 35°C	<5948,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>
Coliformes termotolerantes a 45°C	3909,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>

(1) - Número Mais Provável

**Metodologias Utilizadas:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed

Pato Branco – PR, 08 de junho de 2016.

Prof. Me. Pedro Paulo Pereira  
 CRQ 09300206 D.O. Região  
 Responsável Técnico

ANEXO M – Laudo do laboratório LAQUA – Coliformes termotolerantes; DQO; DBO.  
Ponto 3.



Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Unidade Pato Branco  
Laboratório de Qualidade Agroindustrial  
LAQUA - Alimentos e Água



### LAUDO DE ANÁLISE N°. 2354 UTFPR/2016

Solicitante: André Alves  
Coletor da Amostra: André  
Produto: Água  
Identificação da amostra: Ponto 03  
Data da coleta:  
Data do recebimento da amostra no laboratório:  
Cidade/Estado: Francisco Beltrão – PR  
N°. de registro: 2354/2016

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS

Parâmetros	Resultados
Demanda Química de Oxigênio - DQO	14,27 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Demanda Bioquímica de Oxigênio -DBO <sub>5</sub> dias	5,80 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Nitrogênio Total	3,24 mg.L <sup>-1</sup> N

**Metodologia Utilizada:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed.

### CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Parâmetros	Resultados
Coliformes totais a 35°C	<5948,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>
Coliformes termotolerantes a 45°C	5948,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>

(1) - Número Mais Provável

**Metodologias Utilizadas:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed

Pato Branco – PR, 08 de junho de 2016.

Prof. Me. Pedro Paulo Pereira  
CRQ 09300206 IX Região

ANEXO N – Laudo do laboratório LAQUA – Coliformes termotolerantes; DQO; DBO.  
Ponto 4.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Unidade Pato Branco  
Laboratório de Qualidade Agroindustrial  
LAQUA - Alimentos e Água



### LAUDO DE ANÁLISE N°. 2355 UTFPR/2016

Solicitante: André Alves  
Coletor da Amostra: André  
Produto: Água  
Identificação da amostra: Ponto 04  
Data da coleta:  
Data do recebimento da amostra no laboratório:  
Cidade/Estado: Francisco Beltrão – PR  
N°. de registro: 2355/2016

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS

Parâmetros	Resultados
Demanda Química de Oxigênio – DQO	14,27 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO <sub>5 dias</sub>	5,80 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Nitrogênio Total	3,84 mg.L <sup>-1</sup> N

Metodologia Utilizada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed.

### CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Parâmetros	Resultados
Coliformes totais a 35°C	<5948,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>
Coliformes termotolerantes a 45°C	3909,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>

(1) - Número Mais Provável

Metodologias Utilizadas: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed

Pato Branco – PR, 08 de junho de 2016.

Prof. Me. Pedro Paulo Pereira  
CRQ 09300206 DA Região  
Responsável Técnica

ANEXO O – Laudo do laboratório LAQUA – Coliformes termotolerantes; DQO; DBO. Ponto 5.



Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Unidade Pato Branco  
Laboratório de Qualidade Agrícola  
LAQUA - Alimentos e Água



### LAUDO DE ANÁLISE N°. 2356 UTFPR/2016

Solicitante: André Alves  
Coletor da Amostra: André  
Produto: Água  
Identificação da amostra: Ponto 05  
Data da coleta:  
Data do recebimento da amostra no laboratório:  
Cidade/Estado: Francisco Beltrão – PR  
N°. de registro: 2356/2016

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – QUÍMICAS

Parâmetros	Resultados
Demanda Química de Oxigênio – DQO	18,92 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO <sub>5</sub> dias	6,20 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Nitrogênio Total	3,10 mg.L <sup>-1</sup> N

**Metodologia Utilizada:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed.

### CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Parâmetros	Resultados
Coliformes totais a 35°C	<5948,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>
Coliformes termotolerantes a 45°C	3544,00 NMP/100mL <sup>(1)</sup>

(1) - Número Mais Provável

**Metodologias Utilizadas:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21ª ed

Pato Branco – PR, 08 de junho de 2016.

Prof. Me. Pedro Paulo Pereira  
CRQ 09300206 D.O. Região  
Responsável Técnico