

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO

RUI DOS SANTOS ALVES NETTO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA URBANA NA ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA  
ÁGUA DO RIO LONQUEADOR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO  
2019

RUI DOS SANTOS ALVES NETTO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA URBANA NA ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA  
ÁGUA DO RIO LONQUEADOR**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UTFPR, Câmpus Francisco Beltrão.

**Orientador:** Prof. Drº Wagner de Aguiar

**Coorientador:** Prof. Drº Adir Silvério  
Cembranel

FRANCISCO BELTRÃO

2019

## TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC2

# AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA URBANA NA ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO LONQUEADOR

por

**Rui dos Santos Alves Netto**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 9:30 horas, do dia 25 de novembro de 2019, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Avaliadora:

---

**Wagner de Aguiar**

---

**Adir Silvério Cembranel**

---

**Hernan Vielmo**

---

**Denise Andréia Szymczak**

(Professora Responsável pelo TCC)

---

**Wagner de Aguiar**

(Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental)

O Termo de Aprovação encontra-se assinado na Coordenação do Curso

## AGRADECIMENTOS

Seria demasiado dispendioso citar todos, que ao longo da minha graduação, me ajudaram de alguma forma, foram muitos! Vou me ater aos principais. Primeiramente, meus mais sinceros e profundos agradecimentos são destinados aos meus pais, Rui dos Santos Alves Junior e Lucinéia Gonçalves. Por me darem a vida, meus valores e meu caráter. Depois por me darem apoio incondicional nessa jornada, apoio emocional, psicológico e financeiro. Só Deus e eles sabem de fato o quão difícil foi em alguns momentos, devido a alguns problemas de saúde que tive ao longo do percurso.

Depois gostaria de agradecer profundamente a todos os professores que contribuíram para minha formação, todos excelentes! Para mim sempre serão meus mestres e fonte de profunda inspiração. Em especial a meu orientador Wagner de Aguiar e meu coorientador Adir Silvério Cembranel.

Gostaria de agradecer imensamente as pessoas que contribuíram com meu trabalho. Aos que me ajudaram nas coletas: Prof<sup>a</sup> Dr. Cláudia Castro Bravo, Maurício Furtado Pereira Junior e Wesley. A Gracieli Mapelli por me auxiliar com as análises. Ao Edinei de Freitas por me ajudar a confeccionar os mapas. E ao Emmanuel Hassan por me ajudar a traduzir o resumo para o inglês.

Por fim, mas não menos importante, quero deixar registrado alguns nomes que foram muito importantes para mim ao longo do curso, que contribuíram não apenas para meu desenvolvimento acadêmico, mas para meu desenvolvimento humano! Pessoas as quais tenho orgulho de chamar de amigos, vou guardá-los para o resto da minha vida em minhas melhores lembranças. São eles: Maria Clara Faria de Oliveira, Karine Stangherlin, Augusto César Amaral Nunes e Gabriel Henrique Coelho de Macedo.

“Eu não tenho hora pra morrer! Por isso sonho...”

(Rita Lee, 1976)

Netto, Rui dos Santos Alves. **Influência urbana na qualidade da água do rio Lonqueador-FB**. 2019. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2019.

**RESUMO:** A água é um recurso natural essencial à manutenção da vida no planeta, conhecer a qualidade da água é essencial. A microbacia hidrográfica do rio Lonqueador é afluente do rio Marrecas, localiza-se entre os municípios de Marmeleiro e Francisco Beltrão, região sudoeste do Paraná. Buscou-se avaliar a influência urbana na qualidade da água do rio Lonqueador. A análise foi realizada através da comparação da qualidade da água em dois pontos, um no médio vale, onde não sofre influência urbana significativa; e outro na foz, onde a influência urbana é significativa. Foram realizadas quatro coletas, e mediu-se a vazão, para relacionar com a concentração dos poluentes e calcular a descarga deles. Os parâmetros físico-químicos analisados foram pH, temperatura, oxigênio dissolvido, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis e totais, DBO, DQO e um teste de toxicidade aguda, utilizando o microcrustáceo *Artemia salina*. No médio vale a descarga de DQO foi de 153,4530 kg.dia<sup>-1</sup> e a DBO de 126,3593 kg.dia<sup>-1</sup>, a diferença entre elas é 27,0937 kg.dia<sup>-1</sup>, que representa a matéria não biodegradável. A taxa mássica da DQO e DBO na foz são 579,4437 e 416,9726 kg.dia<sup>-1</sup>, respectivamente. A diferença entre elas é 162,4711 kg.dia<sup>-1</sup>. A taxa mássica dos óleos e graxas na foz foi de 1130,3563 kg.dia<sup>-1</sup>, indicando, possivelmente, a intensa atividade dos estabelecimentos de serviços automotivos. Através das análises físico-químicas tornou-se evidente a influência urbana sobre a qualidade da água do rio Lonqueador.

Palavras-chave: Qualidade da água. Contaminação urbana. Descarga de poluentes.

Netto, Rui dos Santos Alves. **Influência urbana na qualidade da água do rio Lonqueador-FB**. 2019. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2019.

**ABSTRACT:** Water is a natural resource essential to the maintenance of life on the planet, it's essential knowing about the quality of water. The Lonqueador River watershed is a tributary of the Marrecas River, It is located between the municipalities of Marmeleiro and Francisco Beltrão, southwestern Paraná. We sought to evaluate the urban influence on the water quality of the Lonqueador River. The analysis was carried out by comparing the water quality at two points, one in the middle valley, where there is no significant urban influence, and the other at the mouth, where the urban influence is significant. Four collections were made, and the flow was measured, to relate to the concentration of pollutants and calculate their discharge. The physical-chemical parameters analyzed were pH, temperature, dissolved oxygen, oils and greases, sedimentary and total solids, BOD, COD and an acute toxicity test, using the microcrustacean *Artemia salina*. In the mean value the COD discharge was 153.4530 kg.day<sup>-1</sup> and the BOD was 126.3593 kg.day<sup>-1</sup>, the difference between them is 27.0937 kg.day<sup>-1</sup>, which represents the non-biodegradable matter. The mass ratio of COD and BOD at the mouth are 579.4437 and 416.9726 kg.day<sup>-1</sup>, respectively. The difference between them is 162,4711 kg.day<sup>-1</sup>. The mass rate of oils and greases at the mouth was 1130,3563 kg.day<sup>-1</sup>, indicating, possibly, intense activity in automotive service establishments. Through the physical-chemical analyses, the urban influence on the water quality of the Lonqueador River became evident.

Keywords: Water quality. Urban pollution. Discharge of pollutants.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Foto retirada em microscópio óptico de Artemia salina (A): adulto (aumento de 100x); (B): adulto (aumento de 250x); (C): larva náuplio com 48 horas de vida (aumento de 400x).....	24
Figura 2 - Localização da microbacia hidrográfica entre os municípios de Francisco Beltrão (acima) e Marmeleiro (abaixo).....	26
Figura 3 - Microbacia do rio Lonqueador.....	27
Figura 4 - Pontos de coleta.....	30
Figura 5 - Exemplo de amostragem pelo método de igual incremento de largura.....	30
Figura 6 - Coleta de água em campo, no ponto do médio vale.....	31
Figura 7 - Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia hidrográfica do rio Lonqueador.....	33
Figura 8 - Mapa de uso e ocupação do solo da área de influência do médio vale.....	34
Figura 9 - Área da seção transversal do ponto do médio vale, na coleta da data de 06/11/2019, unidade em metros.....	35
Figura 10 - Área da seção transversal do ponto da foz, na coleta da data de 06/11/2019, unidade em metros.....	36
Figura 11 - Gráfico ilustrando as diferenças dos valores de pH no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	39
Figura 12 - gráfico ilustrando as diferenças dos valores da temperatura no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	40
Figura 13 - Gráfico ilustrando as diferenças dos valores de oxigênio dissolvido no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	41
Figura 14 - Gráfico ilustrando as diferenças dos valores de óleos e graxas no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	43
Figura 15 - Gráfico ilustrando as diferenças dos valores de sólidos sedimentáveis no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	44



Figura 16 - Gráfico ilustrando as diferenças dos valores dos sólidos totais no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	45
Figura 17 - Gráfico ilustrando as diferenças dos valores de DBO no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	46
Figura 18 - gráfico ilustrando as diferenças dos valores de DQO no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites estabelecidos pela Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011, do CONAMA, para cursos d'água classe II.....	20
Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos analisados e o princípio dos métodos.....	32
Tabela 3 - Valores das vazões do ponto do médio vale em $m^3.s^{-1}$ e $L.s^{-1}$ , nas quatro coletas realizadas.....	35
Tabela 4 - Valores das vazões do ponto da foz em $m^3.s^{-1}$ e $L.s^{-1}$ , nas quatro coletas realizadas.....	36
Tabela 5 - Resultados dos parâmetros físico-químicos do médio vale nas quatro coletas, seguido da média e desvio padrão.....	37
Tabela 6 - Resultados dos parâmetros físico-químicos da foz nas quatro coletas, seguido da média e desvio padrão.....	38
Tabela 7 - Descarga de poluentes no ponto do médio vale em $g.s^{-1}$ .....	48
Tabela 8 - Descarga de poluentes no ponto da foz em $g.s^{-1}$ .....	49
Tabela 9 - Resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 1.....	50
Tabela 10 - Resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 1.....	51
Tabela 11 - Resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 2.....	52
Tabela 12 - Resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 2.....	53
Tabela 13 - Resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 3.....	54
Tabela 14 - Resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 3.....	55
Tabela 15 - Resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 4.....	56
Tabela 16 - Resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 4.....	57

## LISTA DE SIGLAS

PNMH – Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

pH – Potencial hidrogeniônico

DBO – Demanda bioquímica de oxigênio

DQO – Demanda química de oxigênio

OD – Oxigênio dissolvido

Q – Vazão

$\bar{v}$  - Velocidade média

$\bar{A}$  - Área média

$\text{g.m}^{-3}$  – Gramas por metros cúbicos

$\text{mg.L}^{-1}$  – Miligramas por litro

$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  – Metros cúbicos por segundo

$\text{L.s}^{-1}$  – Litros por segundo

$\text{kg.dia}^{-1}$  – Quilo gramas por dia

$\text{Cl}_{50}$  – Concentração letal capaz de matar 50% dos organismos

$\text{O}_2$  – Oxigênio atmosférico

BTEX – Benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno

HPA's – Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
3.1 Ambientes Fluviais.....	17
3.2 Impermeabilização do Solo e Escoamento Superficial.....	18
3.3 Contaminação dos Cursos D'água.....	19
3.4 Parâmetros Físico-químicos .....	20
3.4.1 pH.....	20
3.4.2 Temperatura.....	21
3.4.3 Óleos e Graxas.....	21
3.4.4 Oxigênio Dissolvido (OD).....	22
3.4.5 Sólidos Sedimentáveis e Totais.....	23
3.4.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	23
3.5.7 Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	24
3.5 Artemia salina.....	24
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
4.1 Caracterização da Área de estudo.....	26
4.2 Caracterização do rio Lonqueador.....	28
4.2.1 Vazão do Rio.....	28
4.2.2 Coleta das Amostras de água.....	29
4.2.3 Análises Físico-químicas.....	32
4.2.4 Descarga de Poluentes.....	32
4.2.5 Índices de Toxicidade Aguda.....	32
<b>5. RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>33</b>
5.1 Caracterização da Microbacia Hidrográfica do rio Lonqueador.....	33
5.2 Vazões e Coletas.....	35
5.3 Análises Físico-químicas.....	37
5.3.1 pH.....	39

5.3.2 Temperatura.....	40
5.3.3 Oxigênio Dissolvido (OD).....	41
5.3.4 Óleos e Graxas.....	42
5.3.5 Sólidos Sedimentáveis.....	43
5.3.6 Sólidos Totais.....	44
5.3.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	45
5.3.8 Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	46
5.4 Descarga de Poluentes.....	48
5.5 Índices de Toxicidade Aguda.....	50
6. CONCLUSÕES.....	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à manutenção da vida no planeta. A utilização da água para dessentação, para irrigação na agricultura, como matéria prima nos processos industriais, geração de energia, via de transporte e atividades recreativas, são apenas alguns exemplos de como ela é fundamental aos seres humanos (PINHEIRO et al., 2007).

A qualidade das águas é avaliada através de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Por meio da caracterização obtêm-se informações sobre a situação do corpo hídrico. Mediante as concentrações dos parâmetros avaliados geram-se índices, como o Índice de Qualidade de Água (FERREIRA et al., 2015). Conhecer a qualidade da água é essencial, para fins de abastecimento público e conservação do ecossistema.

Por meio da água pode ocorrer a proliferação de inúmeras doenças. Variados microrganismos patogênicos de origem animal ou humana, podem estar presentes na água, nesse sentido, as águas superficiais e subterrâneas devem ser monitoradas, no intuito de se conhecer quais as condições sanitárias do corpo hídrico. Fatores como escoamento superficial, precipitação ou estiagem influenciam nos níveis de contaminação e, portanto, nas doenças de veiculação hídrica (LUNA et al., 2011).

O uso e ocupação do solo, a densidade demográfica, o processo de urbanização e as atividades industriais são fatores que devem ser levados em consideração, na avaliação da contaminação dos corpos hídricos. A contaminação ocorre, principalmente, em consequência dos esgotos sanitários, drenagem pluvial da área urbana e rural, atividades de mineração e efluentes industriais (TORRES et al., 2016).

A ocupação acelerada e desordenada, em lugares como encostas íngremes, topos de morro, faixas marginais de cursos fluviais e áreas alagáveis e inundáveis, deteriora o ambiente. Somado a isso, tem-se a impermeabilização do solo, que em períodos de elevadas precipitações carrega materiais, como resíduos sólidos e entre outros, todos esses fatores contribuem para uma intensificação da contaminação urbana (SANTOS et al., 2018).

A unidade territorial que abrange tanto o meio ambiente quanto a cidade é a bacia hidrográfica. Ela deve ser avaliada levando em conta as variáveis que as constituem. A topografia da área, ocupação (urbana ou rural), precipitações, rios e seus tributários, formações rochosas, entre outros, são algumas variáveis que caracterizam a bacia, e dão subsídio à gestão adequada dos recursos hídricos (FERREIRA et al., 2017).

A microbacia do rio Lonqueador é afluente do rio Marrecas. Com mais de 55 estabelecimentos de serviços automotivos, como reparação automotiva, postos de combustíveis, lavacar, distribuidoras de combustível e demais indústrias e residências, a microbacia tem forte tendência de estar em situação de perturbação ambiental.

Desta forma, esta pesquisa buscou identificar a influência urbana na qualidade da água do rio Lonqueador, localizado na bacia hidrográfica do rio Marrecas, no município de Francisco Beltrão, região sudoeste do estado do Paraná. Identificando os principais contaminantes presentes na água.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral:**

- Analisar a qualidade da água do rio Lonqueador em diferentes pontos, sem e com a influência urbana, a fim de compará-los.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Avaliar a influência urbana na qualidade da água do rio Lonqueador;
- Identificar os principais grupos de contaminantes presentes na água.



### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Ambientes Fluviais**

As formas de relevo de origem fluvial são feitas a partir do escoamento concentrado da água em canais fluviais. Esse escoamento chama-se vazão, onde o volume depende do regime hidrológico da bacia hidrográfica, onde os canais estão inseridos (FLORENZANO, 2008).

Os elementos modeladores do relevo são fruto das dinâmicas dos processos naturais nos sistemas fluviais. Os sistemas geomorfológicos tanto atuam como recebem influências de outros sistemas, tanto naturais como artificiais. Canalizações e outras alterações antrópicas alteram a paisagem e o curso natural do canal fluvial, influenciando em problemas como inundações (OLIVEIRA et al., 2012).

A bacia hidrográfica ou de drenagem é a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários. A bacia representa a área de captação natural da água da precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o exutório. A bacia de drenagem é delimitada pelos divisores de água, a partir da definição de um ponto de saída (FLORENZANO, 2008).

Segundo Montebelo et al. (2005) a bacia pode ser delimitada por meio de uma carta topográfica ou de uma imagem tridimensional do terreno. A bacia de drenagem pode ser dividida em sub-bacias e microbacias, que são unidades de estudo e planejamento, definidas operacionalmente em função de suas aplicações a que se destinam. No Brasil, o Decreto-Lei nº 94.076, de 5 de março de 1987 (que criou o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas – PNMH), define a microbacia como sendo uma área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada. Ela é compreendida como uma unidade espacial mínima, definida pelos canais fluviais de primeira ordem.

### 3.2 Impermeabilização do Solo e Escoamento Superficial

Os impactos nas águas urbanas estão relacionados ao elevado adensamento urbano, as questões climáticas, e às práticas inconsequentes da população, como: o despejo de esgoto sem tratamento nos rios; os depósitos de resíduos sólidos, que contaminam as águas superficiais e subterrâneas; a ocupação do solo urbano sem controle dos impactos sobre o sistema hídrico etc. (SANTOS et al., 2017).

Ainda segundo os autores supracitados, a ocupação do solo urbano sem planejamento gera como impactos ambientais negativos: a) a sobrecarga no sistema de drenagem urbana por meio do aumento da impermeabilização do solo, e da diminuição da infiltração; b) a perda da cobertura vegetal por pavimentos impermeáveis, onde ocorre diminuição da infiltração da água no solo, aumentando a sua quantidade e a velocidade de escoamento; c) a escassez e a diminuição da qualidade dos recursos hídricos; d) o acúmulo de resíduos sólidos nos elementos do sistema de drenagem (bueiros, bocas de lobo, canais etc.), dentre outros problemas.

O escoamento superficial é a água da precipitação que excede a capacidade de infiltração do solo e/ou sua capacidade de armazenamento. É uma das principais variáveis que influenciam no regime hidrológico dos canais fluviais, é o principal modelador do relevo, conhecer as características do escoamento superficial é fundamental para gestão da bacia hidrográfica e do meio como um todo (SANTOS et al., 2013).

Quanto maior a impermeabilização do solo, maior será o escoamento superficial e conseqüentemente mais água para drenagem será produzida. A rede pluvial acelera os escoamentos, provocando inundações. As inundações geram risco à saúde e à qualidade de vida das pessoas, gerando prejuízos sociais, econômicos e ambientais (POLETO, 2011).

As inundações devem ser controladas, através de sistemas de drenagem urbana eficientes. As águas oriundas da população e das precipitações carregam poluentes prejudiciais à saúde humana e ao corpo receptor. Sistemas de drenagem unitários e duais vêm sendo estudados, paralelamente parâmetros como sólidos suspensos totais também são monitorados, com o intuito de relacionar a drenagem

com a descarga de poluentes, a fim de se implementar sistemas de drenagem eficientes (GIRÃO et al., 2017).

### **3.3 Contaminação dos Cursos D'água**

Existe uma distinção entre poluição e contaminação. É necessário discorrer sobre as terminologias adequadas, para que se possa entender como ocorrem tais processos. Poluição indica a ocorrência de alterações prejudiciais ao meio aquático, e quando tais alterações passam a prejudicar a biota e o ser humano, poluição passa a ser contaminação (LIBÂNIO, 2008).

Ainda, segundo o autor supracitado, a caracterização da água relaciona-se com uso que se faz desse recurso hídrico. A Resolução 357 de março de 2005 do CONAMA classifica as águas em especial, 1, 2, 3 e 4. Dentro desses usos existe o abastecimento público, manutenção de espécies aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e aquicultura.

Segundo Libânio (2008), a poluição das águas naturais ocorre devido, primeiramente a atividades antrópicas, que leva a introdução de substâncias estranhas, sendo elas naturais ou artificiais, como o lançamento de efluentes domésticos e industriais. E pela introdução de substâncias naturais ou artificiais estranhas ao meio aquático, de origem natural ou antrópica, como exemplo temos o aporte de sedimentos ou pesticidas pela lixiviação de solos agricultáveis da bacia hidrográfica.

Áreas contaminadas com elevadas concentrações de poluentes podem ser deslocadas para as águas superficiais, subterrâneas e para o solo, podendo comprometer a saúde humana e/ou animal (CETESB, 2001). Usualmente, as áreas contaminadas surgem devido ao seu uso não sustentável. Devido a utilização dos recursos naturais sem observação dos parâmetros de proteção ambiental.

### 3.4 Parâmetros Físico-químicos

Os seguintes parâmetros foram escolhidos considerando a grande quantidade de estabelecimentos de reparação automotiva presentes na microbacia. Porém, existem outras fontes de contaminação, deste modo, tais parâmetros trazem um panorama geral da situação da poluição no rio Lonqueador.

Para poder definir os limites da legislação, supõe-se que o rio Lonqueador seja caracterizado como classe II.

Tabela 1: limites estabelecidos pela Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011, do CONAMA, para cursos d'água classe II.

Parâmetro	Valor limite
pH	6,0 a 9,0
Temperatura	< 40°C
Óleos e graxas	Ausente
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Sólidos sedimentáveis	Ausente
Sólidos dissolvidos totais	≤ 500 mg.L <sup>-1</sup>
Demanda bioquímica de oxigênio	≤ 5,0 mg.L <sup>-1</sup>
Demanda química de oxigênio	-
Toxicidade aguda	Ausente

#### 3.4.1 pH

O potencial hidrogeniônico expõe as condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, medindo a presença de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>). O pH influencia nas formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, contribui para um maior ou menor grau de solubilidade de substâncias e pode definir o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH podem ser de origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Para a manutenção da vida aquática o ideal é que o pH se encontre na faixa entre 6 e 9. O pH é uma das variáveis mais importantes, porém é complexo analisá-lo, devido aos

inúmeros fatores que podem o influenciar, estando mais relacionado, portanto, a fontes de poluição difusa (GASPAROTTO, 2011).

Conclusivamente, o pH é representado pela atividade do íon hidrogênio na água, de maneira logaritimizada, que resulta primeiramente da dissociação da própria molécula da água e posteriormente acrescida pelo hidrogênio proveniente de outras fontes como: efluentes industriais (ácido sulfúrico, clorídrico, nítrico etc.); dissociação de ácidos orgânicos como o ácido acético, que resulta da “fase ácida” da decomposição anaeróbia da matéria orgânica; bem como outras substâncias que venham a apresentar reação ácida com o solvente (água) (PIVELI et al., 2005).

### **3.4.2 Temperatura**

Aferida geralmente em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), a temperatura é a medida de intensidade de calor. Elevações de temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam a taxa de transferência de gases. As oscilações de temperatura ocorrem naturalmente em corpos d'água, devido as variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, vazão e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água em geral é provocada por despejos industriais e usinas termelétricas (NOGUEIRA et al., 2015).

### **3.4.3 Óleos e Graxas**

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias são geralmente hidrocarbonetos, gorduras, ésteres etc. Dificilmente são encontrados em águas naturais, sendo comumente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de combustíveis, estradas e vias públicas. Em processo de degradação, os óleos e graxas reduzem o oxigênio dissolvido, devido à elevação da DBO e da DQO, prejudicando o ecossistema aquático. Na legislação brasileira a recomendação é de

que os óleos e graxas sejam virtualmente ausentes para os corpos d'água de classes 1, 2 e 3 (CETESB, 2009).

#### **3.4.4 Oxigênio Dissolvido (OD)**

O oxigênio dissolvido se refere ao oxigênio molecular ( $O_2$ ) dissolvido na água. A concentração de oxigênio dissolvido depende de fatores como: temperatura, pressão atmosférica, salinidade, processos biológicos, características hidráulicas (existência de corredeiras ou cachoeiras) e, de forma indireta, de interferências antrópicas, como despejo de efluentes. A unidade de oxigênio dissolvido é expressada em  $mg.L^{-1}$  (PINTO et al., 2007).

Uma fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas, essa fonte não é muito significativa nos trechos de rios à jusante de consideráveis lançamentos de efluentes, principalmente de esgoto. A turbidez e a cor elevadas dificultam a penetração dos raios solares e somente espécies resistentes às condições adversas de poluição conseguem sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva depois que boa parte da atividade bacteriana na decomposição da matéria orgânica ocorre, bem como após terem se desenvolvido os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz (CETESB, 2009).

O oxigênio dissolvido é o principal elemento no metabolismo dos microrganismos aeróbios que vivem em águas naturais. Nas águas naturais, o oxigênio é essencial também para outros seres vivos, principalmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a  $4,0 mg.L^{-1}$ . Portanto, o oxigênio dissolvido é um parâmetro de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais, bem como na qualidade das águas (NOGUEIRA et al., 2015).

### **3.4.5 Sólidos Sedimentáveis e Totais**

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em geral, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que determinam as diferentes frações de sólidos na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos utilizados para determinação de sólidos são gravimétricos (CETESB, 2009).

A entrada de sólidos na água pode ocorrer de maneira natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de resíduos e esgotos). Sólidos sedimentáveis pode se definir como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração, têm a densidade maior que a da água e sedimentam, os que atravessam o filtro, são os em suspensão dissolvidos (GASPAROTTO, 2011).

Os sólidos totais incluem todas as frações de sólidos: os voláteis, fixos, dissolvidos e suspensos. Os sólidos totais são um importante parâmetro para avaliar as condições ambientais, devido a presença de sólidos poder causar danos à vida aquática (NOGUEIRA et al., 2015).

### **3.4.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por degradação microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é geralmente definida como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período, sob uma temperatura de incubação específica. Um período de cinco dias em uma temperatura de incubação de 20°C é normalmente adotado e chamado de DBO<sub>5,20</sub> (CETESB, 2009).

Os maiores aumentos da DBO nos cursos d'água são causados predominantemente por despejos de origem orgânica. Se a DBO estiver demasiada elevada pode causar o completo esgotamento do oxigênio dissolvido da água, causando danos a peixes e outras formas de vida (CETESB, 2009).

### 3.4.7 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

É um indicador de matéria orgânica que se baseia na concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas pela ação de um agente oxidante forte (VALENTE et al., 1997). Quanto mais o valor da DBO se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente (CETESB, 2009).

### 3.5 *Artemia salina*

A *Artemia salina* é um micro crustáceo que pode ser observado a olho nu ou com o auxílio de um microscópio (Figura 1). Pertence à subclasse *Branchiopoda*, que se caracteriza pela enorme quantidade de pares de apêndices achatados na região torácica, úteis na formação de correntes que auxiliam o animal na captura de alimentos, aumentando a superfície de contato com a água. Habitam em lagos e lagoas salgadas, mares, tanques de salinas, de várias partes do mundo. São filtradores, bombeiam água do mar de onde selecionam partículas convenientes para serem ingeridas como alimentos. Alimentam-se de microalgas disponíveis, matéria orgânica e fungos (ALMEIDA, 1980).

Figura 1: foto retirada em microscópio óptico de *Artemia salina* (A): adulto (aumento de 100x); (B): adulto (aumento de 250x); (C): larva náuplio com 48 horas de vida (aumento de 400x).



Fonte: FREITAS, 2008.



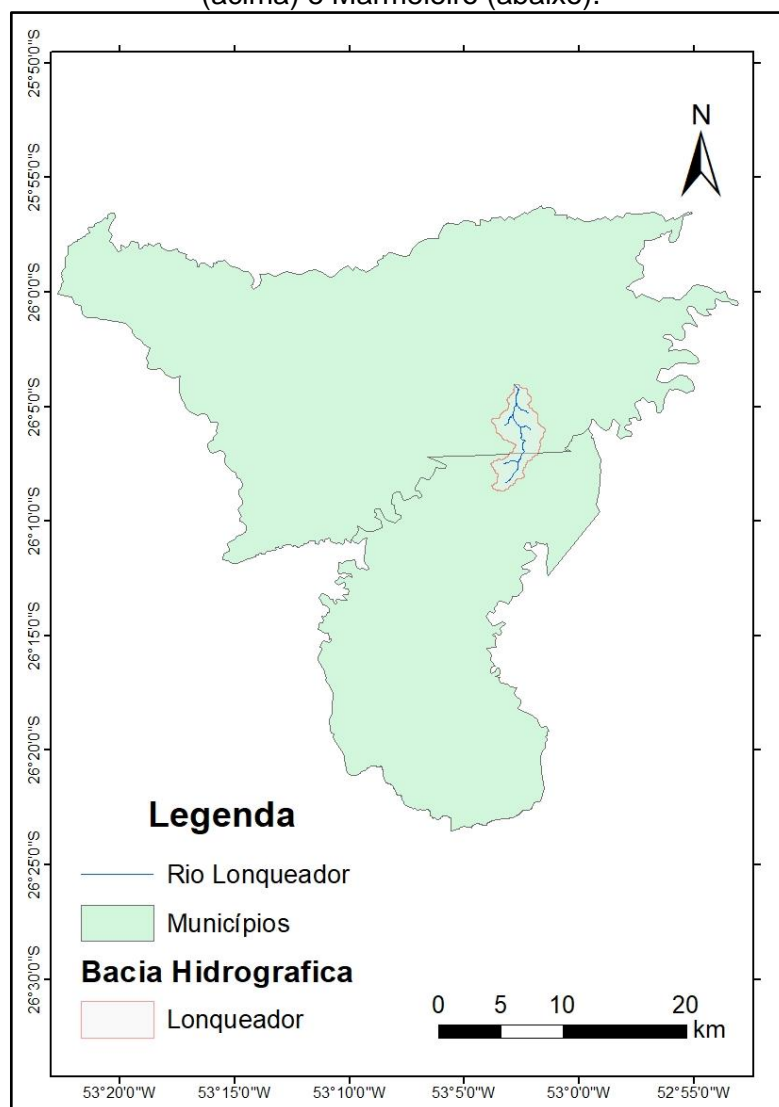
Como os resultados das análises físico-químicas não permitem uma avaliação dos efeitos destas substâncias sobre os seres vivos, essa lacuna é preenchida pelos métodos biológicos de medição. Além disso, especificamente com os testes ecotoxicológicos, o controle da qualidade das águas ganha outra dimensão (KNIE et al., 2004).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da Área de estudo

O presente estudo foi realizado na microbacia hidrográfica do rio Lonqueador, no município de Francisco Beltrão, região sudoeste do estado do Paraná. A região Sudoeste do Paraná é formada por derrames vulcânicos que deram origem a rochas básicas e ácidas, originando a Formação Serra Geral (SHNEIDER, 1974).

Figura 2: localização da microbacia hidrográfica entre os municípios de Francisco Beltrão (acima) e Marmeleiro (abaixo).



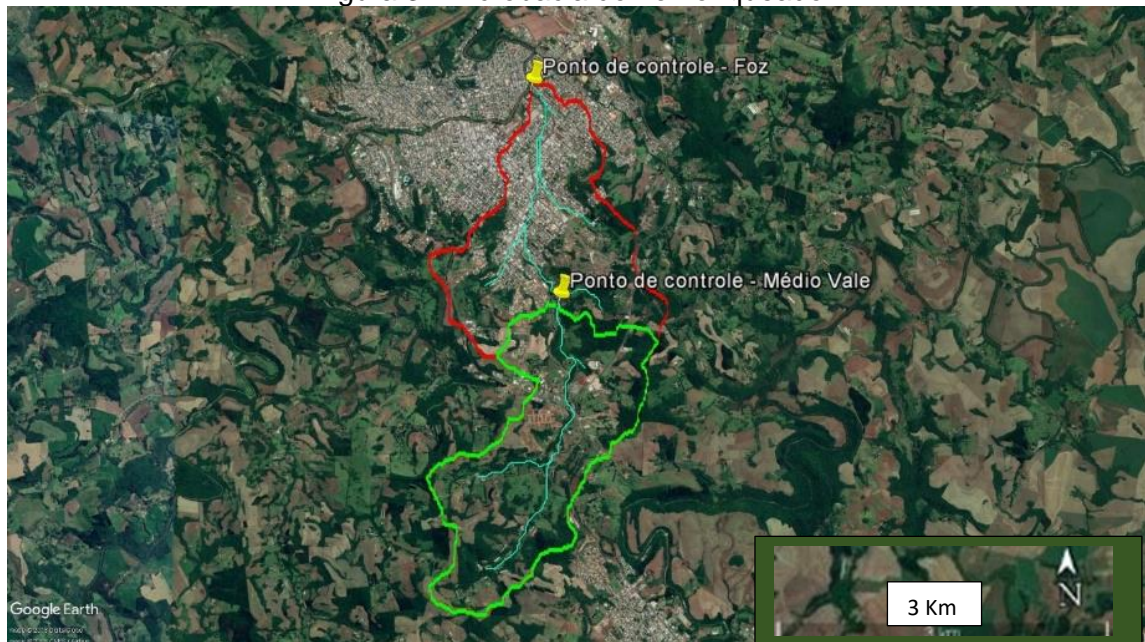
Fonte: adaptado pelo autor, 2019.

No Sudoeste do Paraná, o substrato rochoso tem pouca variação em uma única vertente. Latossolos ocupam as áreas de relevo estáveis; o Neossolo está

associado ao afloramento da rocha em áreas declivosas; Nitossolos e Chernossolos estão em porções intermediárias das encostas; Cambissolos em áreas mais acidentadas; os neossolos em área de topografia extremamente movimentada; e os hidromórficos geralmente ocupam as partes depressionais da paisagem (IAPAR / EMPRAPA, 2006; TOMAZONI e GUIMARÃES, 2008).

A Figura 3 apresenta a delimitação da microbacia hidrográfica do rio Lonqueador, com as áreas de influência do médio vale e da foz. As áreas foram escolhidas a fim de realizar a comparação da influência urbana sobre a qualidade da água.

Figura 3: microbacia do rio Lonqueador.



Fonte: Google Earth, 2019 – adaptado pelo autor.

O ponto do médio vale não sofre influência urbana intensa, as áreas de influência em sua maioria são matas, lavouras e áreas de solo exposto. Enquanto o ponto da foz já sofre influência urbana intensa, provavelmente com despejos domésticos e industriais.

## **4.2 Caracterização do rio Lonqueador**

Segundo a Resolução CONAMA Nº 430/2011, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, acredita-se que o rio Lonqueador se enquadre na classe II (BRASIL, 2011).

A classe 2 enquadra águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA Nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

### **4.2.1 Vazão do Rio**

A identificação da vazão é necessária na interpretação das descargas de poluentes. Pois quanto maior a vazão, mais diluídos estarão os poluentes, e quanto menor a vazão, mais concentrados estarão os poluentes.

O método utilizado foi o do flutuador, que consiste em determinar a velocidade de deslocamento de um objeto flutuante, medindo o tempo utilizado para o seu deslocamento em um determinado trecho de rio de comprimento conhecido (SANTOS et al., 2001).

A velocidade ( $v$ ) foi determinada pela divisão da distância percorrida pelo flutuador e o tempo decorrido entre as seções superior e inferior.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde:

$v$  = velocidade média ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

$\Delta s$  = distância entre as seções (m)

$\Delta t$  = variação de tempo (s)

As áreas da seção molhada (seções transversais) foram calculadas utilizando-se uma trena, que a partir de uma corda com marcações de 30 em 30 cm mediu a altura da coluna d'água. Deste modo, foram calculadas as áreas da seção superior e da seção inferior, no trecho por onde o flutuador passou, então realizou-se a média de ambas áreas da seção. O flutuador percorreu uma distância de 1,5 m.

A vazão total pelo método do flutuador é obtida através do produto da velocidade média corrigida pela área da seção transversal média (BONIFÁCIO & FREIRE, 2013). Palhares et al. (2007) indicam coeficiente de correção entre 0,80 e 0,90 devido haver diferença na velocidade de escoamento em pontos superficiais e mais profundo de um curso d'água.

$$Q = \bar{v} * \bar{A} \quad (2)$$

Onde:

$Q$  = vazão ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ )

$\bar{v}$  = velocidade \* 0,85 ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

$\bar{A}$  = média das duas áreas de seção ( $\text{m}^2$ )

#### 4.2.2 Coleta das Amostras de água

Foram escolhidos dois pontos para a coleta das amostras de água. Esses pontos foram escolhidos com o intuito de se realizar uma comparação entre eles, para avaliar a influência urbana.

A Figura 4 mostra os locais de coleta, à esquerda é o ponto da foz e à direita o ponto do médio vale. As imagens foram registradas em um período de intensa precipitação, onde a vazão do curso d'água se encontrava elevada.

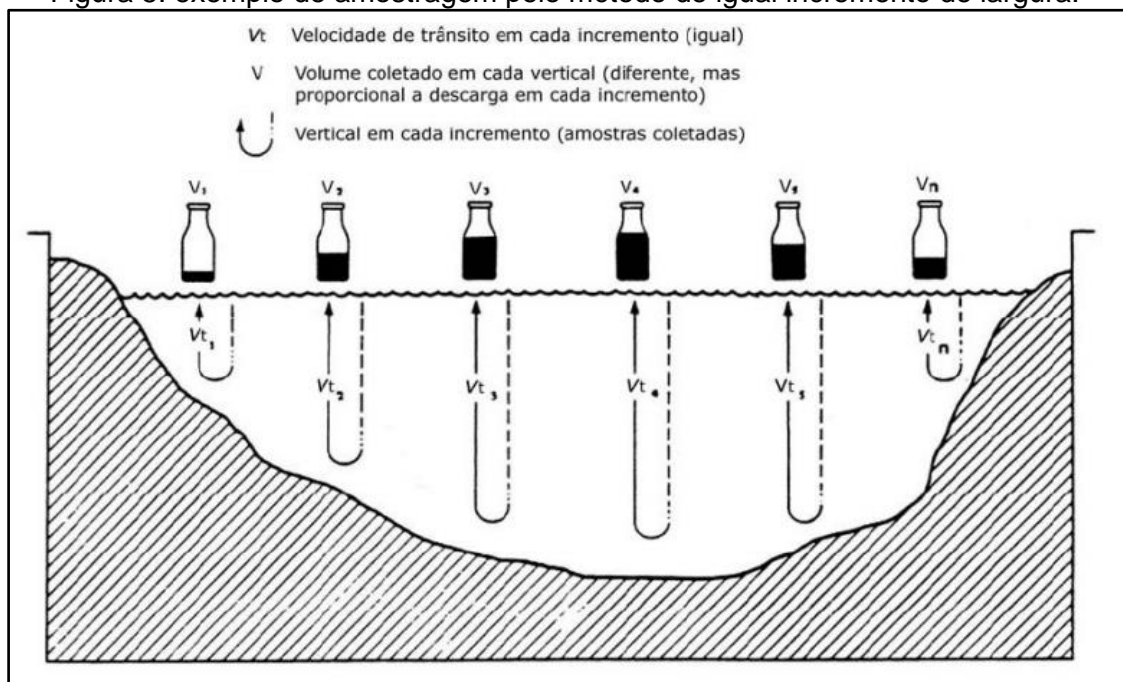
Figura 4: pontos de coleta.



Fonte: autoria própria, 2019.

Na coleta das amostras de água foi utilizada a metodologia de Edwards e Glysson (1988). A Figura 5, ilustra a metodologia. Foi utilizado o coletor de água DH48. Foi realizada uma coleta em setembro, uma em outubro e duas em novembro. Foram coletados seis litros de água em cada ponto.

Figura 5: exemplo de amostragem pelo método de igual incremento de largura.



Fonte: Edwards/Glysson, 1988 apud CARVALHO, 2000.

A metodologia de Edwards/Glysson é baseada no método de igual incremento de largura, onde a seção transversal é dividida em uma série de segmentos de igual largura, e o amostrador desce desde a superfície até 9 a 15 cm do fundo e retorna até a superfície a uma velocidade constante de trânsito, em cada vertical (CARVALHO, 2008).

A Figura 6 mostra uma das coletas realizadas, utilizando-se o coletor de água DH 48, em intervalos de 30 em 30 cm, com o auxílio de uma corda com as marcações.

Figura 6: coleta de água em campo, no ponto do médio vale.



Fonte: autoria própria, 2019.

### 4.2.3 Análises Físico-químicas

De forma resumida, com o princípio dos métodos, a Tabela 2 mostra os parâmetros que foram analisados:

Tabela 2: parâmetros físico-químicos analisados e o princípio dos métodos.

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
Ph	pH-metro
Temperatura	Termômetro
Óleos e graxas	Extração Soxhlet
Oxigênio dissolvido	Titulação
Sólidos sedimentáveis e totais	Gravimétrica e secagem
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> )	Incubação
Demanda química de oxigênio (DQO)	Refluxo fechado

Todas as metodologias são do Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater.

### 4.2.4 Descarga de Poluentes

Multiplicou-se a concentração, em  $\text{g.m}^{-3}$ , do poluente pela vazão, em  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ . Para que se conheça a descarga de poluentes, podendo ser estimada/extrapolada para períodos previamente estabelecidos, como dias, meses, anos etc.

### 4.2.5 Índices de Toxicidade Aguda

A metodologia utilizada foi a dos autores Migliore et al. 1997 e Matthews, 1995. Como delineamento estatístico foi obtida a  $Cl_{50}$ , isto é, a concentração letal do efluente que é capaz de matar 50% dos organismos.

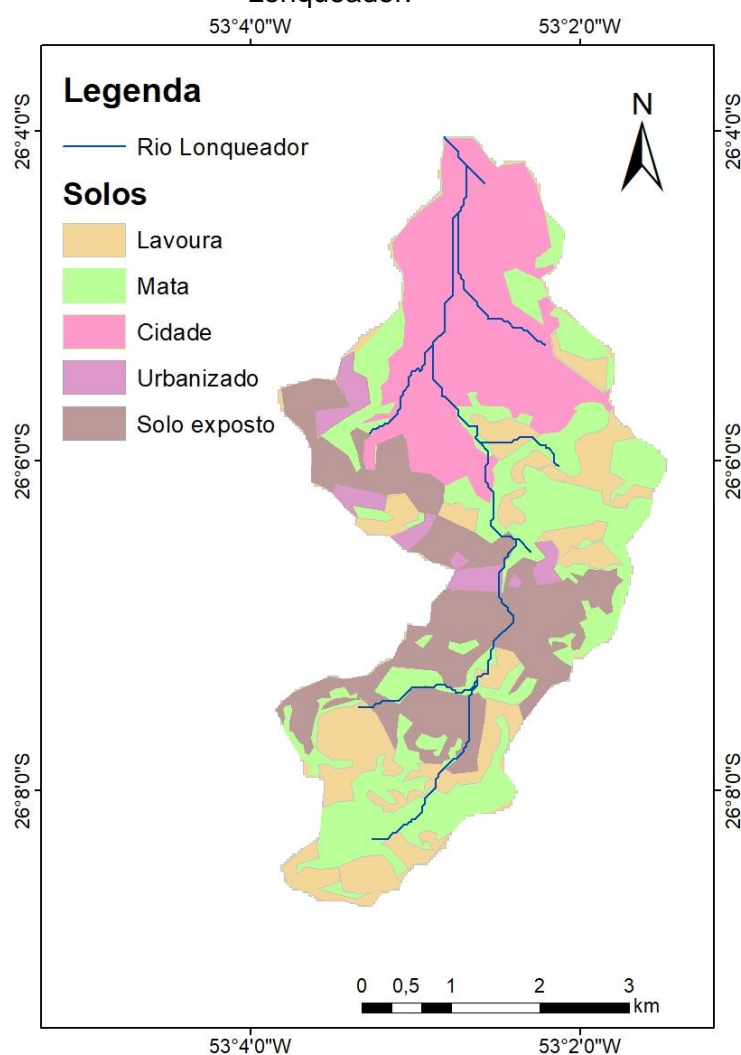


## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Caracterização da Microbacia Hidrográfica do rio Lonqueador

A microbacia hidrográfica do rio Lonqueador apresenta o seguinte mapa de uso e ocupação do solo. A microbacia apresenta áreas de lavoura, mata, cidade, urbanizado e solo exposto, bem como ilustra a Figura 7.

Figura 7: mapa de uso e ocupação do solo da microbacia hidrográfica do rio Lonqueador.

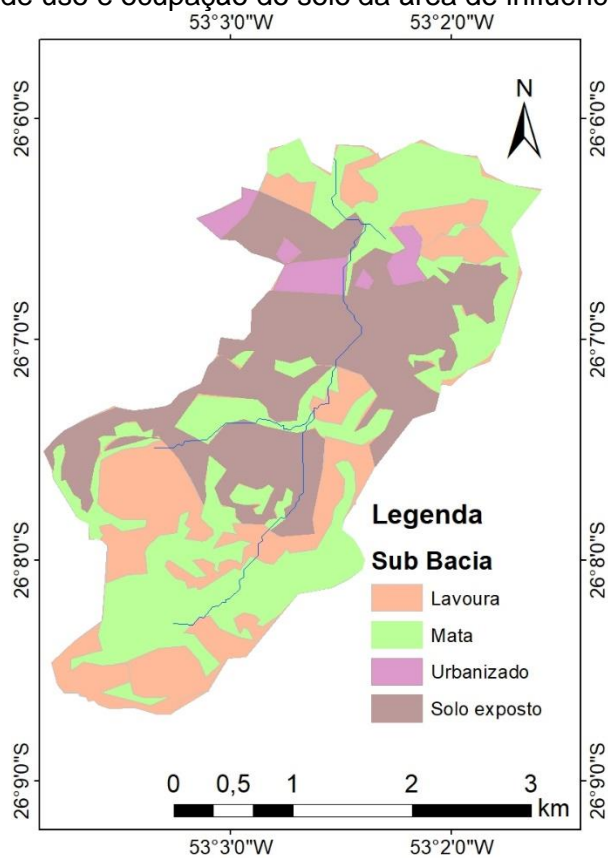


Fonte: autor, 2019.

A área total da microbacia é a área de influência do ponto da foz, tem aproximadamente 17,5 km<sup>2</sup>. Todas as parcelas do solo influenciam na descarga dos poluentes na foz. Percebe-se pelo mapa que a área urbanizada é bastante representativa.

A área de influência do médio vale está ilustrada na Figura 8, tem aproximadamente 9,25 km<sup>2</sup>, percebe-se pouca influência urbana e uma parcela considerável de solo exposto.

Figura 8: mapa de uso e ocupação do solo da área de influência do médio vale.

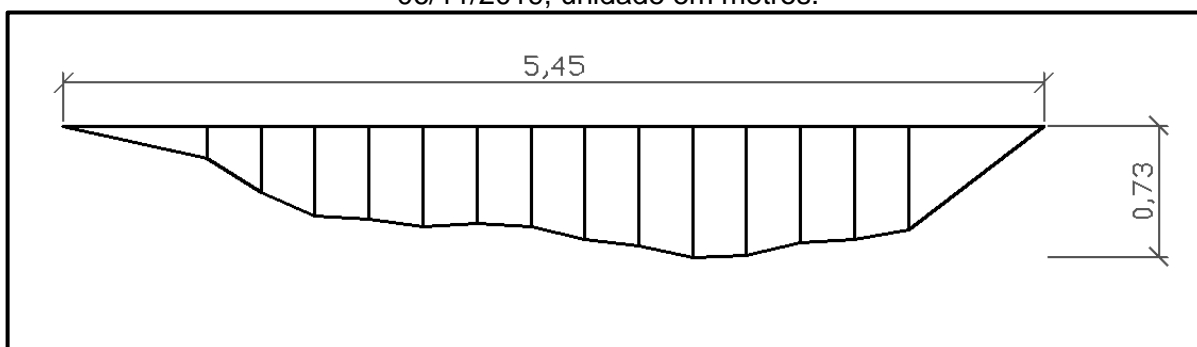


Fonte: autor, 2019.

## 5.2 Vazões e Coletas

Realizando a batimetria no momento da coleta, obteve-se a área molhada do ponto do médio vale (Figura 9), a seção transversal abaixo é onde o flutuador inicia o percurso.

Figura 9: área da seção transversal do ponto do médio vale, na coleta da data de 06/11/2019, unidade em metros.



Fonte: autor, 2019.

As áreas sempre se modificam pois são influenciadas pelas condições ambientais, principalmente pela precipitação. Os dados das vazões do ponto do médio vale encontram-se na Tabela 3:

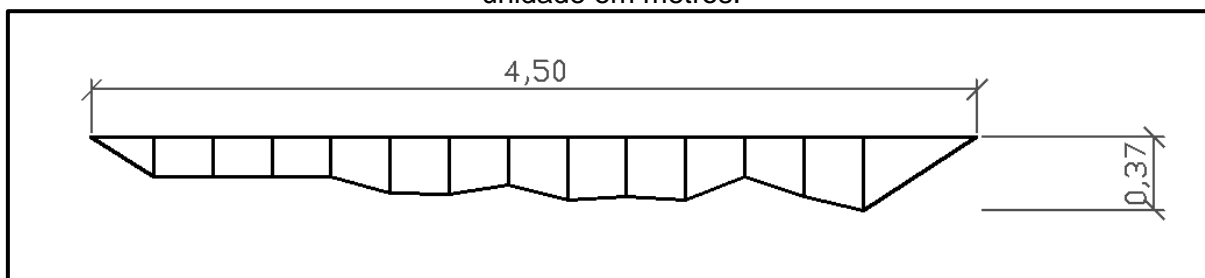
Tabela 3: valores das vazões do ponto do médio vale em  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  e  $\text{L}.\text{s}^{-1}$ , nas quatro coletas realizadas.

Coletas	Vazão ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ )	Vazão ( $\text{L}.\text{s}^{-1}$ )
C1 (17/09)	0,0711	71,1094
C2 (21/10)	0,0741	74,1476
C3 (03/11)	0,0731	73,1039
C4 (06/11)	0,1912	191,2165

A vazão da quarta coleta (dia 06/11) se mostra consideravelmente mais elevada que as demais, devido as intensas precipitações que antecederam a coleta.

A área da seção molhada da foz é notavelmente menor, porém a velocidade de escoamento da água é bastante superior a velocidade de escoamento calculada no médio vale.

Figura 10: área da seção transversal do ponto da foz, na coleta da data de 06/11/2019, unidade em metros.



Fonte: autor, 2019.

As vazões encontradas na foz foram sempre superiores, apesar das áreas serem menores. Os dados das vazões do ponto da foz encontram-se na Tabela 4:

Tabela 4: valores das vazões do ponto da foz em  $m^3.s^{-1}$  e  $L.s^{-1}$ , nas quatro coletas realizadas.

<b>Coletas</b>	<b>Vazão (<math>m^3.s^{-1}</math>)</b>	<b>Vazão (<math>L.s^{-1}</math>)</b>
C1 (17/09)	0,1284	128,4704
C2 (21/10)	0,1207	120,4042
C3 (03/11)	0,1329	132,9082
C4 (06/11)	0,3181	318,1463

Os valores discrepantes da vazão da última coleta, são devidas as fortes precipitações ocorridas nos dias anteriores a coleta.

### 5.3 Análises Físico-químicas

Os valores dos parâmetros físico-químicos do ponto do médio vale se encontram na Tabela 5, bem como a média dos resultados e os limites estabelecidos pela legislação. Alguns parâmetros da última coleta (06/11) se encontram bem acima dos valores das coletas anteriores, devido as intensas precipitações que antecederam a coleta.

Tabela 5: resultados dos parâmetros físico-químicos do médio vale nas quatro coletas, seguido da média e desvio padrão.

Parâmetros	Médio vale						
	C1	C2	C3	C4	Média	Desvio	Limites
pH	5,83	6,00	5,82	5,86	<b>5,87</b>	0,07	6,0 a 9,0
Temperatura (°C)	22,30	21,80	21,4	21,50	<b>21,75</b>	0,35	< 40°C
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	5,16	4,25	5,72	7,90	<b>5,75</b>	1,34	≥ 5,0 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Óleos e graxas (mg.L <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	0,10	0,44	0,30	0	<b>0,21</b>	0,17	Ausente
Sólidos sedimentáveis	204,00	83,00	113,00	253,00	<b>163,25</b>	68,33	Ausente
Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	1400,00	733,33	2000,00	4133,33	<b>2066,66</b>	1274,53	≤ 500 mg.L <sup>-1</sup>
DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	7,57	6,36	7,28	22,55	<b>10,92</b>	6,72	≤ 5,0 mg.L <sup>-1</sup>
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	12,38	13,44	11,31	23,02	<b>15,03</b>	4,66	-

Os valores dos parâmetros físico-químicos do ponto da foz encontram-se na Tabela 6. A maioria dos parâmetros encontram-se superiores aos do médio vale, denotando a influência urbana na qualidade da água.

Tabela 6: resultados dos parâmetros físico-químicos da foz nas quatro coletas, seguido da média e desvio padrão.

Parâmetros	Foz						
	C1	C2	C3	C4	Média	Desvio	Limites
pH	5,65	5,90	5,94	5,78	<b>5,81</b>	0,11	6,0 a 9,0
Temperatura (°C)	21,50	22,00	21,90	22,10	<b>21,87</b>	0,22	< 40°C
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	3,33	3,59	4,31	7,87	<b>4,77</b>	1,82	≥ 5,0 mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Óleos e graxas (mg.L <sup>-1</sup> )	26,58	160,5 8	145,15	32,21	<b>91,13</b>	62,00	Ausente
Sólidos sedimentáveis	205,00	209,3 3	199,33	212,67	<b>206,58</b>	4,99	Ausente
Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	866,66	866,6 6	1133,3 3	5100,00	<b>1991,66</b>	1797,8 9	≤ 500 mg.L <sup>-1</sup>
DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	11,21	6,69	17,36	46,37	<b>20,4075</b>	15,46	≤ 5,0 mg.L <sup>-1</sup>
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	25,15	24,09	36,86	49,64	<b>33,93</b>	10,35	-

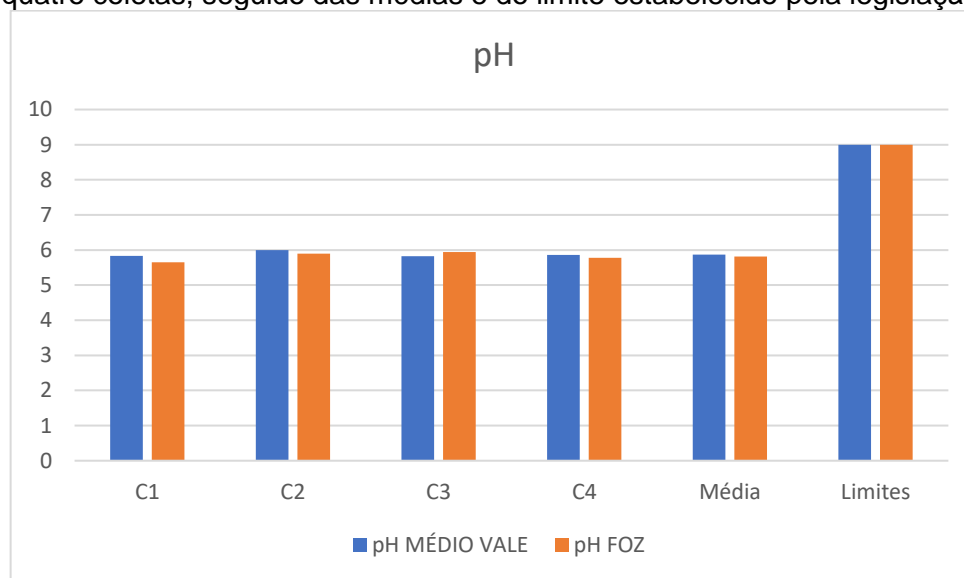
### 5.3.1 pH

O valor médio do pH no ponto do médio vale apresentou um valor de 5,87, com desvio padrão de 0,07, ou seja, apresentando pouca variação. A legislação estabelece que o pH deva estar na faixa entre 6,00 e 9,00, deste modo, os valores se mostraram levemente abaixo do permitido, demonstrando um caráter levemente ácido da água.

Como o médio vale não sofre interferência urbana significativa, sugere-se que esses valores de pH ocorrem de forma natural, por meio da dissolução de rochas, atividade fotossintética, características do solo e a parcela do escoamento superficial.

O valor médio do pH na foz apresentou um valor de 5,81, com desvio padrão de 0,11, ou seja, pouca variação. Esses valores se mostram moderadamente abaixo dos limites da legislação e do ponto do médio vale. Demonstrando que há um leve decréscimo do pH ao longo do curso do rio, devido provavelmente a despejos domésticos e industriais, e ao aumento da parcela do escoamento superficial, por conta da maior impermeabilização do solo nas áreas urbanizadas. A Figura 11 ilustra as diferenças de pH, demonstrando que não são significativas.

Figura 11: gráfico ilustrando as diferenças dos valores de pH no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

Os valores de pH demonstram pouca diferença do ponto do médio vale à foz, porém demonstram que a água fica levemente mais ácida, confirmando alterações nas características da água ao longo do percurso, devido a influência urbana.

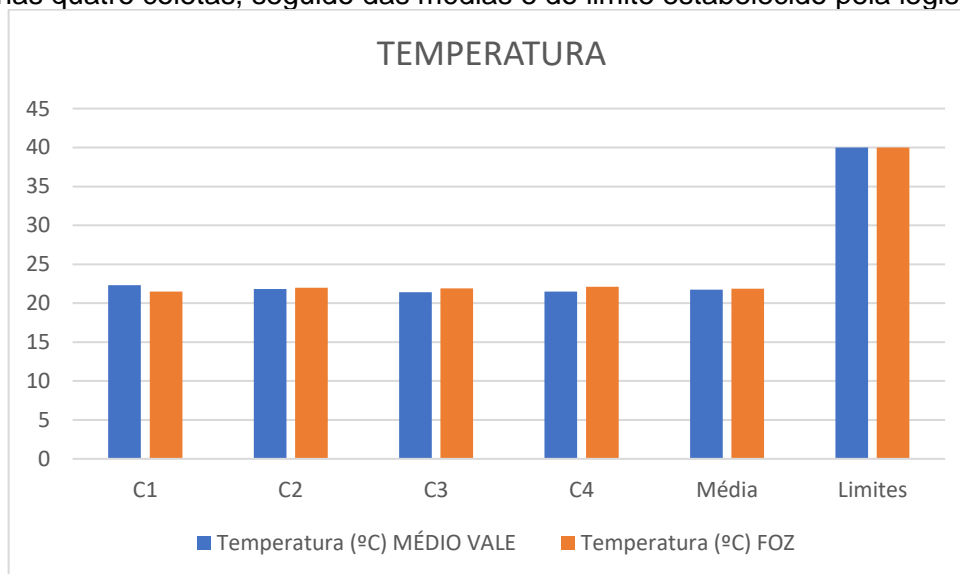
### 5.3.2 Temperatura

O valor médio da temperatura no ponto do médio vale foi de 21,75 °C, com desvio padrão de 0,35, consideravelmente abaixo do limite estabelecido pela legislação, demonstrando que a água está com uma temperatura ideal para a manutenção e desenvolvimento da biota aquática.

Porém o valor médio da temperatura no ponto da foz elevou-se para 21,87 °C, com desvio padrão de 0,22, demonstrando que ao longo do percurso a temperatura aumenta, mesmo que de forma branda. O que influencia na diminuição da solubilidade dos gases e aumenta a taxa de transferência dos gases, podendo interferir principalmente no oxigênio dissolvido, parâmetro fundamental para manutenção da biota aquática e degradação de poluentes.

Contudo, a temperatura no ponto da foz se mostrou também bastante abaixo do limite estabelecido pela legislação, não apontando problemática. A Figura 12 ilustra as diferenças de temperatura do médio vale e da foz, denotando que não são diferenças significativas, e que estão muito abaixo dos limites da legislação.

Figura 12: gráfico ilustrando as diferenças dos valores da temperatura no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

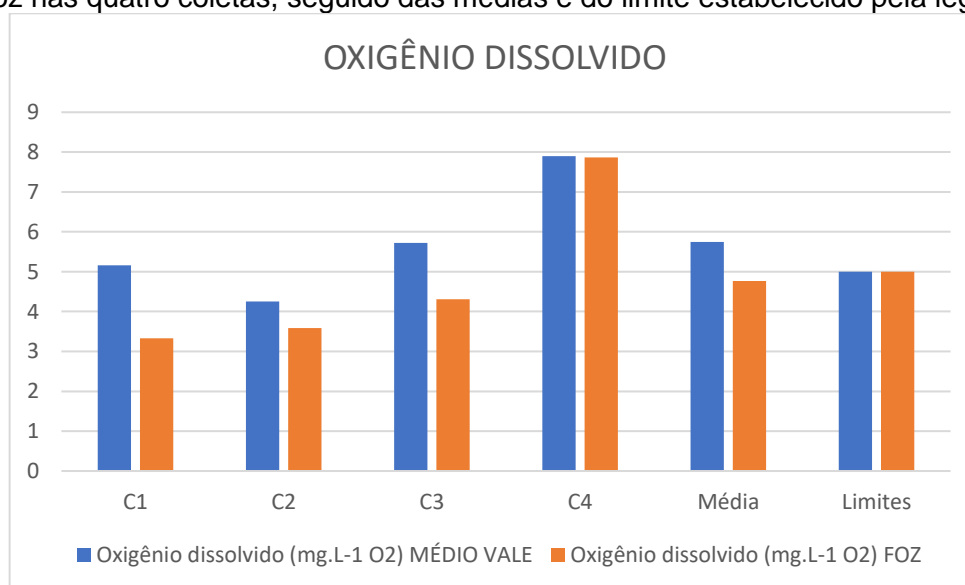


### 5.3.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

O valor médio do oxigênio dissolvido no ponto do médio vale foi de 5,75 mg.L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>, com desvio padrão de 1,34, mostrando-se dentro do limite estabelecido pela legislação, com exceção da coleta (C2) do dia 21/10, em que o valor foi de 4,25 mg.L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>, abaixo do limite da legislação. Porém, no médio vale os valores de OD estão mais propícios para a adequada manutenção da biota aquática, e demonstram indiretamente uma menor carga de poluentes orgânicos, já que é através do consumo do oxigênio que a matéria orgânica se degrada.

O valor médio do OD no ponto da foz foi de 4,77 mg.L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>, com desvio padrão de 1,82, apresentando, portanto, valores bastante discrepantes, como na coleta do dia 17/09 (C1), onde o valor foi de 3,33 mg.L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub> e na coleta do dia 06/11 (C4), onde o valor foi de 7,87 mg.L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>, isso devido as fortes precipitações que antecederam esta coleta, o que pode-se observar nos elevados valores de vazão também. O que aumenta a taxa de OD devido ao maior contato da superfície da água com a atmosfera, fazendo com que o O<sub>2</sub> se dissolva em maior quantidade. A Figura 13 ilustra as diferenças das concentrações de OD no médio vale e na foz, demonstrando nas coletas C1, C2 e C3 que o OD é superior no médio e vale e decai conforme a água avança para a foz.

Figura 13: gráfico ilustrando as diferenças dos valores de oxigênio dissolvido no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

Todavia, em todas as outras coletas os valores se mostraram bem abaixo dos valores estabelecidos pela legislação. Demonstrando que durante o percurso do rio o oxigênio vai se consumindo, devido aos despejos domésticos e industriais. Demonstrando que há maior carga de poluentes.

Nas coletas dos dias 17/09 e 21/10 os valores de OD na foz se mostraram menores que  $4,00 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$ , o que pode comprometer gravemente a manutenção da vida aquática, principalmente de peixes, que em grande parte não resistem a valores de OD inferiores a  $4,00 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$ .

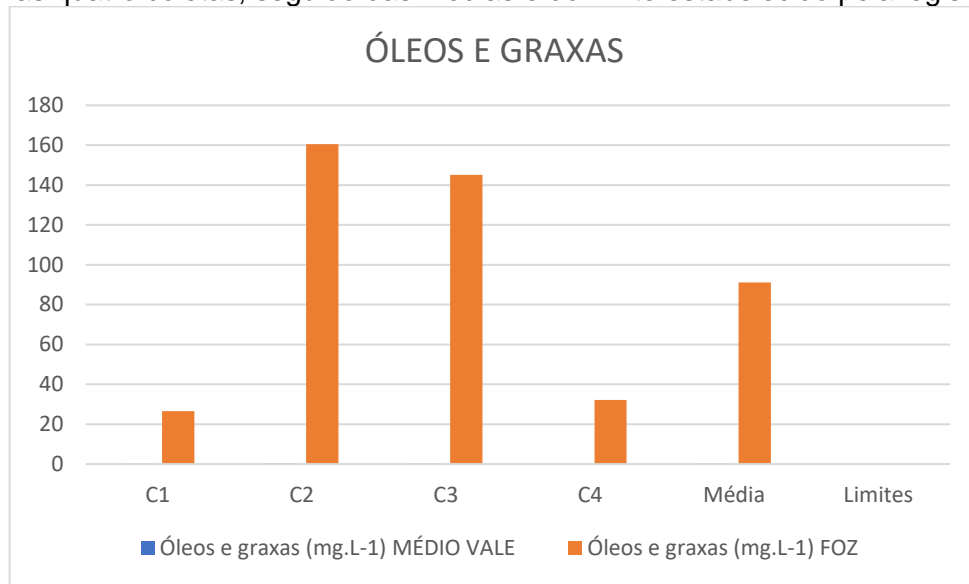
O ponto da foz apresentou valores abaixo dos permitidos pela legislação, demonstrando que a qualidade da água na foz está comprometida, em termos de oxigênio dissolvido.

#### **5.3.4 Óleos e Graxas**

O valor médio dos óleos e graxas no ponto do médio vale foi de  $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$ , com desvio padrão de  $0,17$ . É um valor baixo, porém já infringe o limite da legislação, visto que é determinado a ausência de óleos e graxas. Os valores pequenos indicam que no médio vale o rio Lonqueador não sofre influência urbana.

O valor médio dos óleos e graxas no ponto da foz foi de  $91,13 \text{ mg.L}^{-1}$ , com desvio padrão de  $62,00$ . Desvio elevado, apresentando nas coletas dos dias 21/10 e 03/11 valores de  $160,58$  e  $145,15 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente. Tais valores estão extremamente acima do limite da legislação, que determina a ausência dos óleos e graxas. Óleos e graxas elevados prejudicam a dispersão do  $\text{O}_2$  atmosférico na água, devido a camada de óleo na superfície impossibilitar o contato da água com o ar, diminuindo, portanto, o oxigênio dissolvido da água e conseqüentemente, aumentando a DBO e DQO. Prejudicando a degradação dos poluentes e comprometendo ainda mais a qualidade da água. A Figura 14 ilustra a enorme diferença entre os valores das concentrações de óleos e graxas no médio vale e na foz.

Figura 14: gráfico ilustrando as diferenças dos valores de óleos e graxas no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

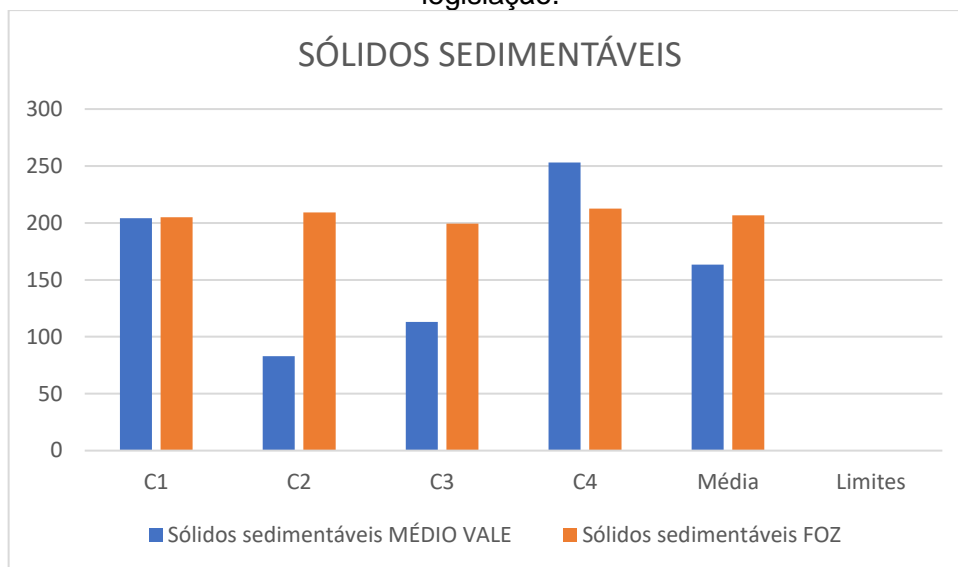
Esses valores indicam a possibilidade de que estejam ocorrendo despejos de serviços de reparação automotiva. Porém não confirmam, análises mais específicas devem ser realizadas para confirmar tal possibilidade.

### 5.3.5 Sólidos Sedimentáveis

O valor médio dos sólidos sedimentáveis no ponto do médio vale foi de 163,25 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 68,33. A legislação determina a ausência dos sólidos sedimentáveis. Contudo, os valores calculados estão elevados, tendo como referência a legislação.

O valor médio dos sólidos sedimentáveis no ponto da foz foi de 206,58 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 4,99. Valor superior ao calculado no médio vale. Demonstrando que ao longo do percurso ocorre aumento de materiais sedimentáveis. A Figura 15 ilustra a diferença entre as concentrações de sólidos sedimentáveis no médio vale e na foz, a concentração na coleta 4 foi maior no ponto do médio vale devido as intensas precipitações e a área de influência ter bastante solo exposto.

Figura 15: gráfico ilustrando as diferenças dos valores de sólidos sedimentáveis no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

Os sólidos sedimentáveis representam a parcela dos sólidos que sedimenta devido a densidade das partículas ser maior que a da água, sedimenta por ação da gravidade. É um indicador de contaminação, pois quanto maior a carga de sólidos na água, mais poluída ela se encontra, e as partículas servem de abrigo para microrganismos patogênicos, o que compromete a condição sanitária do corpo hídrico.

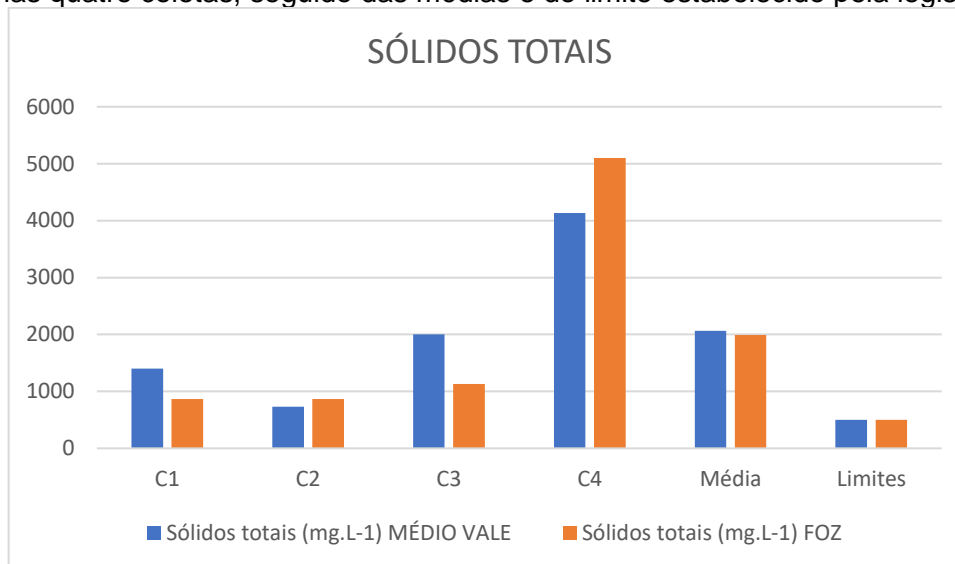
### 5.3.6 Sólidos Totais

O valor médio dos sólidos totais no ponto do médio vale foi de 2066,66 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 1274,53, ou seja, bastante variação. As maiores variações foram nas coletas dos dias 03/11 e 06/11 com valores de 2000,00 e 4133,33 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente, devido as intensas precipitações ocorridas nesses períodos. Os valores estão bem acima do permitido pela legislação, que estabelece que a concentração seja  $\leq 500$  mg.L<sup>-1</sup>.

O valor médio dos sólidos totais no ponto da foz foi de 1991,66 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 1797,89, ou seja, grande variação também. Destacam-se as coletas dos dias 03/11 e 06/11 que apresentaram valores de 1133,33 e 5100,00 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Evidenciando o aumento dos sólidos totais devido a precipitação e

aumento da vazão e da contribuição da maior parcela do escoamento superficial. A Figura 16 ilustra as diferenças de concentrações dos sólidos totais no médio vale e na foz.

Figura 16: gráfico ilustrando as diferenças dos valores dos sólidos totais no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

A maior concentração no ponto do médio vale ocorre devido ao parcelamento do solo não impermeabilizado, tornando maior a quantidade de solo disponível para erosão em momentos de precipitação. Foram identificadas áreas de solo exposto na área de influência do médio vale, o que intensifica processos erosivos.

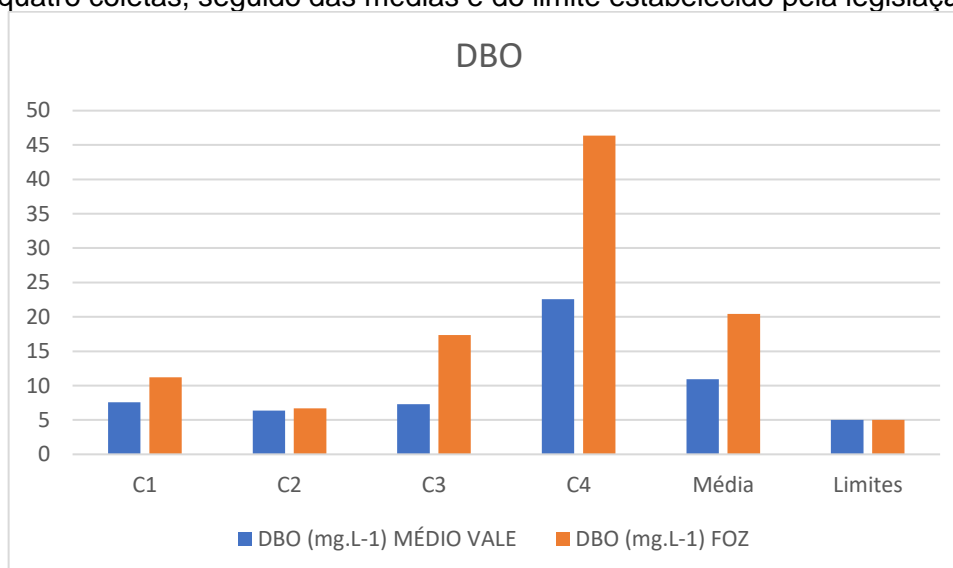
Os sólidos totais quando em grande quantidade nos corpos hídricos podem afetar a qualidade da água de várias formas, conferindo características químicas e físicas como cor, turbidez, sabor, odor, dureza e toxicidade. As partículas também servem de abrigo para microrganismos patogênicos e aumentam a carga poluidora, aumentando a DBO e DQO.

### 5.3.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O valor médio da DBO no ponto do médio vale foi de 20,70 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 2,92. Os valores se mostraram acima do limite estabelecido pela legislação, que determina que seja  $\leq 5,0$  mg.L<sup>-1</sup>, o valor médio se mostrou quatro vezes maior.

O valor médio da DBO no ponto da foz foi de 38,74 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 3,55. Os valores se mostraram muito acima do limite estabelecido pela legislação e, na maioria das vezes, o dobro dos valores calculados no ponto do médio vale. Ou seja, ao longo do percurso do rio os despejos orgânicos dobram, aproximadamente. Evidenciando a influência urbana na descarga de poluentes. A Figura 17 ilustra a diferença das concentrações de DBO no médio vale e na foz, deixando ainda claro o aumento da poluição devido a influência urbana.

Figura 17: gráfico ilustrando as diferenças dos valores de DBO no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

A DBO elevada pode causar o completo esgotamento do oxigênio dissolvido da água, causando danos aos peixes e outras formas de vida. Analisando a DBO elevada do ponto da foz, percebe-se a razão do oxigênio dissolvido estar baixo na foz.

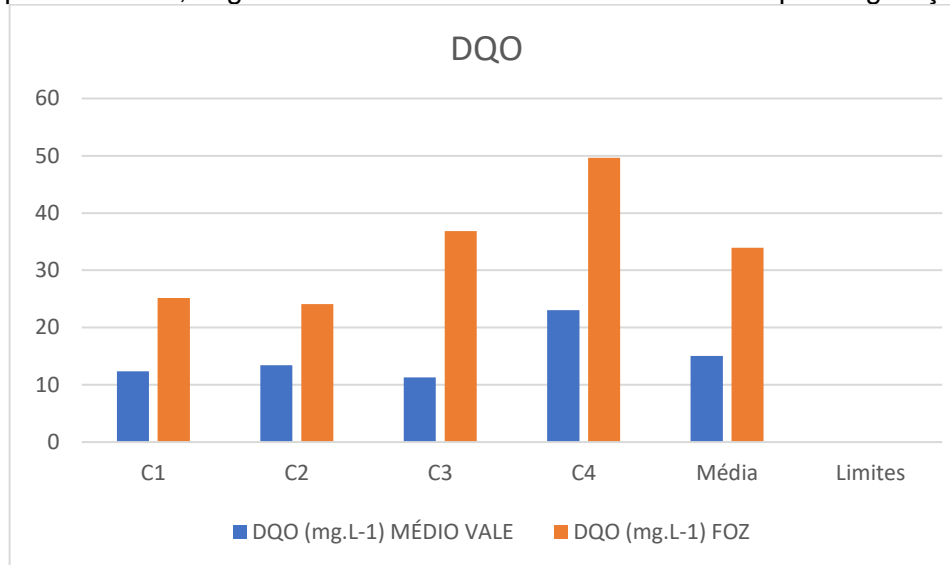
### 5.3.8 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

O valor médio da DQO no ponto do médio vale foi de 15,03 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 4,66. Os limites de valores de DQO não são estabelecidos na legislação, ela é uma medida indireta de poluição que complementa e é necessária para o cálculo da DBO.

O valor médio da DQO no ponto da foz foi de 33,93 mg.L<sup>-1</sup>, com desvio padrão de 10,35. Mais que o dobro do valor médio do ponto do médio vale, evidenciando o

aumento da poluição devido a influência urbana. A Figura 18 ilustra a diferença significativa da concentração de DQO do ponto do médio vale para a foz.

Figura 18: gráfico ilustrando as diferenças dos valores de DQO no médio vale e na foz nas quatro coletas, seguido das médias e do limite estabelecido pela legislação.



Fonte: autor, 2019.

A DQO é um indicador que mensura a matéria orgânica biodegradável ou não. Os valores de DQO são sempre superiores aos da DBO, quanto mais os valores se aproximarem, mais biodegradável será o efluente. Ou seja, comparando os resultados de DQO e DBO evidencia-se a natureza biodegradável do efluente, que em grande parte deve sofrer influência de despejos domésticos.

## 5.4 Descarga de Poluentes

A correlação entre a concentração dos poluentes e a vazão do rio Lonqueador encontram-se nas Tabelas 7 e 8. Evidencia-se que quanto maior a vazão, maior será a descarga de poluentes, mesmo que na Tabela 5, que mostra os resultados dos parâmetros, os valores estejam baixos. Portanto a correlação entre a vazão e a concentração é fundamental para que se estime adequadamente a descarga dos poluentes.

Tabela 7: descarga de poluentes no ponto do médio vale em g.s<sup>-1</sup>.

<b>Médio Vale</b>						
<b>Parâmetro</b>	<b>Descarga de poluentes (g.s<sup>-1</sup>)</b>					
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	0,3668	0,3149	0,4181	1,5104	<b>0,6526</b>	0,4966
<b>Óleos e graxas</b>	0,0071	0,0326	0,0219	0	<b>0,0154</b>	0,0126
<b>Sólidos totais</b>	99,540	54,339	146,200	790,2926	<b>272,5931</b>	300,6534
	0	7	0			
<b>DBO</b>	0,5382	0,4680	0,5321	4,3115	<b>1,4624</b>	1,6451
<b>DQO</b>	0,8802	0,9959	0,8267	4,4014	<b>1,7760</b>	1,5169

Através dessa vazão mássica pode-se estimar a quantidade de poluentes que o rio Lonqueador recebe por dia, mês ou ano. No médio vale a descarga de DQO é de 153,4530 kg.dia<sup>-1</sup> e a DBO é 126,3593 kg.dia<sup>-1</sup>, a diferença entre elas é 27,0937 kg.dia<sup>-1</sup>, que representa a matéria que não é biodegradável. A taxa mássica do oxigênio dissolvido é 56,38 kg.dia<sup>-1</sup>, é possível visualizar, deste modo, que há excesso de matéria orgânica na água e que a quantidade de oxigênio que se dissolve não é suficiente para degradar toda matéria, a capacidade de autodepuração do rio está comprometida.

A taxa mássica dos óleos e graxas é de 1,3315 kg.dia<sup>-1</sup>, podendo ser considerado um valor relativamente baixo, porém pode ser expressivo devido aos limites da legislação preverem a ausência de óleos e graxas.



Tabela 8: descarga de poluentes no ponto da foz em g.s<sup>-1</sup>.

<b>Foz</b>						
<b>Parâmetros</b>	<b>Descarga de poluentes (g.s-1)</b>					
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	0,4275	0,4333	0,5727	2,5034	<b>0,9842</b>	0,8790
<b>Óleos e graxas</b>	3,4128	19,3820	19,2904	10,2460	<b>13,0828</b>	6,7039
<b>Sólidos totais</b>	111,279	104,605	150,619	1622,310	<b>497,2036</b>	649,8184
	1	8	6	0		
<b>DBO</b>	1,4393	0,8074	2,3071	14,7503	<b>4,8260</b>	5,7544
<b>DQO</b>	3,2292	2,9076	4,8986	15,7904	<b>6,7065</b>	5,2988

A taxa mássica da DQO e DBO na foz são 579,4437 e 416,9726 kg.dia<sup>-1</sup>, respectivamente. A diferença entre elas é 162,4711 kg.dia<sup>-1</sup>, que é a quantidade de matéria não biodegradável, inorgânica. A taxa mássica de OD é 85,0420 kg.dia<sup>-1</sup>, se mostrando insuficiente para oxidar os poluentes. Esses valores se mostram significativamente superiores aos encontrados no médio vale, comprovando a influência urbana na diminuição da qualidade de água do rio Lonqueador. Indicando que conforme o rio avança pela cidade até desembocar no rio Marrecas, ele sofre despejos domésticos e industriais.

A taxa mássica dos óleos e graxas é de 1130,3563 kg.dia<sup>-1</sup>, valor bastante elevado. Indicando, provavelmente a atividade dos serviços de reparação automotiva.

## 5.5 Índices de Toxicidade Aguda

Os resultados das análises de toxicidade aguda indicaram que o rio Lonqueador não apresenta toxicidade aguda. Demonstrando, portanto, não ter um potencial tóxico elevado aos sistemas biológicos. A Tabela 9 mostra a baixa taxa de mortalidade na coleta 1 (17/09/2019) no ponto do médio vale, demonstrando apenas 8% de mortalidade para os organismos que ficaram em contato com o efluente puro.

Tabela 9: resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 1.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	8	2	8,33	0,67	<b>8,00%</b>
	1.2	8	0			
	1.3	9	0			
50%	2.1	9	1	8,33	0,67	<b>8,00%</b>
	2.2	9	1			
	2.3	7	0			
25%	3.1	8	0	8,33	0	<b>0,00%</b>
	3.2	8	0			
	3.3	9	0			
12,5%	4.1	10	0	8,33	0	<b>0,00%</b>
	4.2	8	0			
	4.3	7	0			
6,2%	5.1	9	0	9	0	<b>0,00%</b>
	5.2	9	0			
	5.3	9	0			
3,1%	6.1	8	0	8,33	0	<b>0,00%</b>
	6.2	7	0			
	6.3	10	0			
Controle	7.1	10	0	9,33	0	<b>0,00%</b>
	7.2	10	0			
	7.3	8	0			

A Tabela 10 mostra os resultados do ensaio de toxicidade na coleta 1 (17/09/2019) no ponto da foz, mostrando que a toxicidade é bastante baixa.

Tabela 10: resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 1.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	8	0	8,33	0,67	<b>8,00%</b>
	1.2	7	1			
	1.3	10	1			
50%	2.1	7	0	8,33	0,00	<b>8,00%</b>
	2.2	8	0			
	2.3	10	0			
25%	3.1	7	0	7,00	0,00	<b>0,00%</b>
	3.2	7	0			
	3.3	7	0			
12,5%	4.1	9	1	8,33	0,33	<b>0,00%</b>
	4.2	7	0			
	4.3	9	0			
6,2%	5.1	7	0	8,00	0,00	<b>4,00%</b>
	5.2	8	0			
	5.3	9	0			
3,1%	6.1	8	0	7,67	0,00	<b>0,00%</b>
	6.2	8	0			
	6.3	7	0			
Controle	7.1	9	0	8,00	0,00	<b>0,00%</b>
	7.2	7	0			
	7.3	8	0			

A Tabela 11 mostra os resultados do ensaio de toxicidade na coleta 2 (21/10/2019) no ponto do médio vale, mostrando que a toxicidade é nula.

Tabela 11: resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 2.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	8	0	8,33	0,00	<b>0,00%</b>
	1.2	7	1			
	1.3	10	1			
50%	2.1	7	0	8,00	0,00	<b>0,00%</b>
	2.2	8	0			
	2.3	10	0			
25%	3.1	7	0	8,33	0,00	<b>0,00%</b>
	3.2	7	0			
	3.3	7	0			
12,5%	4.1	9	1	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	4.2	7	0			
	4.3	9	0			
6,2%	5.1	7	0	8,67	0,00	<b>0,00%</b>
	5.2	8	0			
	5.3	9	0			
3,1%	6.1	8	0	10,00	0,00	<b>0,00%</b>
	6.2	8	0			
	6.3	7	0			
Controle	7.1	9	0	8,67	0,00	<b>0,00%</b>
	7.2	7	0			
	7.3	8	0			

A Tabela 12 mostra os resultados do ensaio de toxicidade na coleta 2 (21/10/2019) no ponto da foz, mostrando que a toxicidade é nula.

Tabela 12: resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 2.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	10	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	1.2	8	1			
	1.3	9	1			
50%	2.1	7	0	8,00	0,00	<b>0,00%</b>
	2.2	10	0			
	2.3	7	0			
25%	3.1	9	0	8,67	0,00	<b>0,00%</b>
	3.2	7	0			
	3.3	10	0			
12,5%	4.1	10	1	9,67	0,00	<b>0,00%</b>
	4.2	9	0			
	4.3	10	0			
6,2%	5.1	9	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	5.2	9	0			
	5.3	9	0			
3,1%	6.1	8	0	8,00	0,00	<b>0,00%</b>
	6.2	7	0			
	6.3	9	0			
Controle	7.1	10	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	7.2	10	0			
	7.3	7	0			

A Tabela 13 mostra os resultados do ensaio de toxicidade na coleta 3 (03/11/2019) no ponto do médio vale, mostrando que a toxicidade é quase nula.

Tabela 13: resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 3.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	10	0	9,67	0,00	<b>0,00%</b>
	1.2	10	0			
	1.3	9	0			
50%	2.1	10	0	10,00	0,00	<b>0,00%</b>
	2.2	10	0			
	2.3	10	0			
25%	3.1	7	0	8,67	0,00	<b>0,00%</b>
	3.2	9	0			
	3.3	10	0			
12,5%	4.1	10	0	10,00	0,00	<b>0,00%</b>
	4.2	10	0			
	4.3	10	0			
6,2%	5.1	9	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	5.2	10	0			
	5.3	8	0			
3,1%	6.1	9	0	8,67	0,33	<b>3,85%</b>
	6.2	8	1			
	6.3	9	0			
Controle	7.1	8	0	8,00	0,00	<b>0,00%</b>
	7.2	7	0			
	7.3	9	0			

A Tabela 14 mostra os resultados do ensaio de toxicidade na coleta 3 (03/11/2019) no ponto da foz, mostrando que a toxicidade é nula.

Tabela 14: resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 3.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	9	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	1.2	9	0			
	1.3	9	0			
50%	2.1	9	0	9,67	0,00	<b>0,00%</b>
	2.2	10	0			
	2.3	10	0			
25%	3.1	9	0	9,67	0,00	<b>0,00%</b>
	3.2	10	0			
	3.3	10	0			
12,5%	4.1	9	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	4.2	8	0			
	4.3	10	0			
6,2%	5.1	9	0	9,33	0,00	<b>0,00%</b>
	5.2	9	0			
	5.3	10	0			
3,1%	6.1	9	0	9,67	0,00	<b>0,00%</b>
	6.2	10	0			
	6.3	10	0			
Controle	7.1	9	0	8,67	0,00	<b>0,00%</b>
	7.2	10	0			
	7.3	7	0			

A Tabela 15 mostra os resultados do ensaio de toxicidade na coleta 4 (06/11/2019) no ponto do médio vale, mostrando que a toxicidade é quase nula.

Tabela 15: resultado da mortalidade das artêmias no médio vale na coleta 4.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	7	1	9,00	0,33	<b>3,70%</b>
	1.2	10	0			
	1.3	10	0			
50%	2.1	10	0	9,33	0,00	<b>0,00%</b>
	2.2	8	0			
	2.3	10	0			
25%	3.1	9	0	9,67	0,00	<b>0,00%</b>
	3.2	10	0			
	3.3	10	0			
12,5%	4.1	10	0	10,00	0,00	<b>0,00%</b>
	4.2	10	0			
	4.3	10	0			
6,2%	5.1	8	0	8,33	0,00	<b>0,00%</b>
	5.2	8	0			
	5.3	9	0			
3,1%	6.1	9	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	6.2	8	0			
	6.3	10	0			
Controle	7.1	10	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	7.2	7	0			
	7.3	10	0			



A Tabela 16 mostra os resultados do ensaio de toxicidade na coleta 4 (06/11/2019) no ponto da foz, mostrando que a toxicidade é nula.

Tabela 16: resultado da mortalidade das artêmias na foz na coleta 4.

Diluições	Triplicatas	Número de organismos	Organismos mortos	Média Número de organismos	Média de organismos mortos	Taxa de mortalidade (%)
100%	1.1	9	0	9,33	0,00	<b>0,00%</b>
	1.2	9	0			
	1.3	10	0			
50%	2.1	7	0	7,33	0,00	<b>0,00%</b>
	2.2	7	0			
	2.3	8	0			
25%	3.1	8	0	8,00	0,00	<b>0,00%</b>
	3.2	8	0			
	3.3	8	0			
12,5%	4.1	8	0	7,33	0,00	<b>0,00%</b>
	4.2	7	0			
	4.3	7	0			
6,2%	5.1	10	0	8,67	0,00	<b>0,00%</b>
	5.2	8	0			
	5.3	8	0			
3,1%	6.1	8	0	9,00	0,00	<b>0,00%</b>
	6.2	10	0			
	6.3	9	0			
Controle	7.1	9	0	9,33	0,00	<b>0,00%</b>
	7.2	10	0			
	7.3	9	0			

Não houve praticamente mortalidade dos organismos em contato com as diferentes diluições da água do rio Lonqueador, tanto para o ponto do médio vale quanto para o ponto da foz. O que indica que o potencial tóxico do rio não está alto, não comprometendo, portanto, os sistemas biológicos.

## 6. CONCLUSÕES

Torna-se evidente a influência urbana na alteração da qualidade da água do rio Lonqueador. Relatou-se que anteriormente ao perímetro urbano a qualidade da água da microbacia já estava, relativamente, comprometida. Condição que se agravou com a influência urbana.

Os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 foram ultrapassados em praticamente todas as coletas nos dois pontos do rio Lonqueador. Com exceção do oxigênio dissolvido no médio vale, que em média esteve dentro dos limites da legislação. Outros parâmetros importantes que se mostraram muito acima do permitido foram a DBO, DQO, sólidos totais e óleos e graxas (na foz).

Os óleos e graxas se mostraram consideravelmente elevados no ponto da foz, visto que a legislação prevê a ausência deles. Sugere-se análises focadas na identificação dessas fontes pontuais, como análise de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) e HPA's (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos), pois apenas a análise de óleos e graxas não é suficiente para confirmar com precisão que os estabelecimentos de reparação automotiva são os responsáveis pela contaminação da microbacia hidrográfica do rio Lonqueador.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, W. **Estimativa de Taxas de Denudação Mecânica da Bacia Hidrográfica do Rio Quatorze (PR) pela Análise de Sólidos em Suspensão**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus de Francisco Beltrão.

ALMEIDA, N. C. **Estudo sobre ecologia de Artêmia salina**. São Paulo: Nobel, 1980.

AMARAL, L. A.; FILHO, A. N.; JUNIOR, O. D. R.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-4, abr. 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT/ NBR 14339- Jun/1999.

BONIFÁCIO, C. M.; FREIRE, R. Comparação de três métodos para a medição da vazão e velocidade aplicados em dois cursos d'água da bacia do Ribeirão Maringá. **Periódico Eletrônico Fórum ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, p. 406-415, 2013.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Data da legislação: 13/05/2011 – **Publicação DOU nº 92**, de 16/05/2011, pág. 89.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.

FERREIRA, K. C. D.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SILVA, G. S. Adaptação do índice de qualidade de água da national sanitation foundation ao semiárido brasileiro. **Revista ciência agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 277-286, dez. 2018.

FERREIRA, S. C. G.; LIMA, A. M. M.; CORRÊA, J. A. M. Zoneamento da bacia hidrográfica do rio Moju (Pará): usos da água e sua relação com as formas de uso e cobertura do solo. **Rev. Ambient. Água** vol. 12 n. 4 Taubaté – Jul. / Aug. 2017.

FREITAS, A. M. Utilização de processos oxidativos avançados para remediação de águas contaminadas por toxinas produzidas por cianobactérias. *Tese de doutorado*, Universidade Federal do Paraná, 2008.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais / Teresa Galloti Florenzano, (org). – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GIRÃO, L. F. O.; SIMÕES, N. E. C.; MARQUES, J. A. A. S.; LEITÃO, J. P. C.; PINA, R. D. Modelação hidráulica e de qualidade da água dos sistemas de drenagem em meios urbanos. **Eng Sani Ambient**, Coimbra, v. 22, n. 2, p. 351-360, abr. 2017.

IAPAR / EMBRAPA – Carta de solos do estado do Paraná. 50 – 22 – Y – A – MIR-516. Escala 1:210.000, 2006.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2004.

LEE, Rita. Coisas da Vida. LEE, Rita. **Entradas e Bandeiras**. São Paulo: Som Livre, 1976. Faixa 3. LP.

LUNA, C. F.; BRITO, A. M.; COSTA, A. M.; LAPA, T. M.; FLINT, J. A.; MARCYNUK, P. Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarreicos na população rural do agreste central de Pernambuco, **Brasil. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.**, Recife, 11 (3): 283-292 jul. / set., 2011.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Saúde Pública**, Corumbá, v. 36, n. 3, p. 370-4, out./ago. 2002.

NARDY, A. J. R. Geologia e estratigrafia da formação serra geral. **Geociências**, v. 21, n. 1-2, p. 13-20, 2002.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso

(Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, E. D.; VESTENA, L. R. Alterações na morfologia de canais fluviais na área urbana de Guarapuava (PR). **Ambiência Guarapuava (PR)**, Guarapuava, v. 8, n. 1, p. 757 - 773, nov. 2012.

PALHARES, J. C. P.; RAMOS, C.; KLEIN, J. B.; LIMA, J. C. M. M.; MULLER, S.; CESTONARO, T. Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador. **Comunicado técnico**. Concórdia: Embrapa, 7 p. 2007.

PINHEIRO, M. R. C.; BRANDÃO, F. M.; OLIVEIRA, V. P. S.; FERREIRA, M. I. P. Desafios da integração entre os usos múltiplos e a qualidade da água para a bacia hidrográfica do Rio Macaé. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 1 n. 2, jul./ dez. 2007.

PINTO, M. C. F. Manual medição in loco. **Site da CPRM**, 2007. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual\\_medicoes\\_T\\_%20pH\\_OD.pdf](http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf)>. Acesso em: 30 de outubro de 2019.

POLETO, C. SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems): Uma Contextualização Histórica. **Revista Thema**, v. 8, n. 1, 2011.

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. **Revista Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, LACTEC, 2001.

SANTOS, K. A.; RUFINO, I. A. A.; FILHO, M. N. M. B. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande – PB. **Eng Sanit Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 5, p. 943-952, out. 2017.

SANTOS, M. L.; MORAIS, E. S.; SILVEIRA, H.; ALVES, F. C. ESTUDO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ, PARANÁ, BRASIL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Maringá, v. 14, n. 3, p. 259-267, jul. 2018.

SANTOS, S. A.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G.; FILHO, O. S. Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS. **Sociedade e natureza**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 23-44, ago. 2018.

SCHNEIDER, R. L. Revisão estratigráfica da bacia do Paraná. **Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia**, p. 41-65, 1974.

TORRES, I. F. A.; REIS, L. P. G.; COSTA, T. A.; RODRÍGUES, L. S.; SOTO-BLANCO, B.; MELO, M. M. Avaliação química da qualidade da água do ribeirão da mata (mg). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso alegre, v. 8, n. 3, p. 69-78, set. 2016.

VALENTE, J.P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética Química**. Fundação Editora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, v. 22, p. 49-66, 1997. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/27643>>.

VITÓ, C. V. G.; SILVA, L. J. B. F.; OLIVEIRA, K. M. L.; GOMES, A. T.; NUNES, C. R. O. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região noroeste fluminense. **Acta Biomedica Brasiliensia**, Itaperuna, v. 7, n. 2, dez. 2016.