

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**EMANUELLE RANKOSKI**

**EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE DO ARROIO PILÃO DE PEDRA  
NA CIDADE DE PONTA GROSSA: AÇÕES E MELHORIAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2019**

**EMANUELLE RANKOSKI**

**EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE DO ARROIO PILÃO DE PEDRA  
NA CIDADE DE PONTA GROSSA: AÇÕES E MELHORIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, do Departamento Acadêmico de Engenharia Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ciro Maurício Zimmermann

**PONTA GROSSA**

**2019**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Em busca da sustentabilidade do Arroio Pilão de Pedra na cidade de Ponta Grossa: ações e melhorias

por

Emanuelle Rankoski

Monografia apresentada no dia 19 de junho de 2019 ao Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Martins Teixeira de Abreu Pietrobelli  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Cesar Arthur Martins Chornobai  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Ciro Maurício Zimmermann  
(UTFPR)  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Juliana de Paula Martins  
Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Química

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a meus pais, Luis Henrique Rankoski e Mariza Rankoski, e meu irmão, Emanuel Luis Rankoski, por estarem sempre ao meu lado, me motivando durante toda a graduação.

Agradeço aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para o meu aprendizado. Em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Ciro Maurício Zimmermann, por todos os ensinamentos, suporte e dedicação durante a realização deste trabalho.

Agradeço ao meu namorado Jorge Emanuel, por todo carinho e apoio durante essa caminhada.

Agradeço aos meus amigos, pela força, parceria e apoio durante todo esse tempo, os quais dividi muitos momentos especiais e levarei para o resto da minha vida.

Por fim, agradeço a minha colega e amiga Byanka Damian Mizerkowski, que esteve ao meu lado no projeto e contribuiu imensamente para a realização deste trabalho.

## RESUMO

RANKOSKI, Emanuelle. **Em busca da sustentabilidade do arroio Pilão de Pedra na cidade de Ponta Grossa: ações e melhorias**. 2019. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

No Brasil, a urbanização vem crescendo nas últimas décadas, muitas vezes sem planejamento urbano e ambiental. Na região central da cidade de Ponta Grossa, localiza-se o arroio Pilão de Pedra, o qual apresenta severo estado de degradação ambiental. A poluição causada pela disposição de lixo, de descarga de esgotos e ocupações irregulares são as principais causas dessas condições precárias. O objetivo deste estudo foi conscientizar a população próxima ao arroio Pilão de Pedra e o poder público, disseminando o conceito de sustentabilidade. Para isso, entre outubro de 2015 e agosto de 2017, foram realizados três tipos de abordagens: a educação ambiental, entrevista com a população e avaliação da qualidade da água. As atividades de educação ambiental ocorreram em outubro de 2015 e fevereiro de 2017, em forma de teatro em duas escolas próximas ao arroio, juntamente com palestra realizada por representante da Sanepar. As entrevistas com a população do entorno do arroio ocorreram em junho de 2016 e maio de 2017, ao longo de 20 quadras, contemplando cerca de 2km do arroio. Essa abordagem foi realizada em forma de questionário referente a situação do lixo, água e esgoto na região. Para a avaliação da qualidade de água do arroio, foram feitas coletas de água em três pontos do córrego nos anos de 2016 e 2017 e analisados parâmetros para a determinação do índice de qualidade de água. Para comparação de resultados, foram usados estudos anteriores realizados em pontos próximos aos analisados neste trabalho. Foi constatada uma melhoria das condições da qualidade de água do arroio em comparação com os dados levantados em 2012. Entretanto, o arroio ainda apresenta valores de índice de qualidade de água ruins. Dessa maneira, é importante ressaltar que ações, como a desse estudo, necessitam de continuidade a longo prazo para que as mudanças de comportamento sociais sejam efetivas.

**Palavras-chave:** Arroio Pilão de Pedra. Meio Ambiente. Qualidade da Água. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

RANKOSKI, Emanuelle. **In Search of the sustainability of the Pilão de Pedra stream in the city of Ponta Grossa: actions and improvements.** 2019. 49p. Final Year Project (Bachelor's Degree in Chemical Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2019.

In Brazil, urbanization has been increasing in the last decades, often without urban and environmental planning. In the central region of the city of Ponta Grossa, is located the *Pilão de Pedra* stream, which presents a severe state of environmental degradation. The pollution caused by waste disposal, sewage discharges and irregular occupations are the main causes of these precarious conditions. The objective of this study was to raise awareness of the population close to *Pilão de Pedra* stream, as well as the government, disseminating the concept of sustainability. For this, between October of 2015 and August of 2017, three types of approaches were realized: the environmental education, interview with the population and evaluation of the quality of the water. Environmental education activities took place in October 2015 and February 2017, in the form of theater in two schools near the stream, together with a lecture by a representative of Sanepar. The interviews with the population around the stream occurred in June 2016 and May 2017, along 20 blocks, contemplating about 2km of the stream. This approach was carried out in the form of a questionnaire referring to the situation of garbage, water and sewage in the region. In order to evaluate the water quality of the stream, water was collected at three points in the stream in 2016 and 2017 and parameters were analyzed for the determination of the water quality index. For comparison of results, previous studies were used in points close to those analyzed in this study. An improvement in the water quality conditions of the stream was verified in comparison to the data collected in 2012. However, the stream still presents poor water quality index values. In this way, it is important to emphasize that actions, such as that of this study, need long continuity in order for social behavior changes to be effective.

**Keywords:** *Pilão de Pedra* stream. Environment. Water Quality. Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arroio Pilão de Pedra e sua bacia hidrográfica com aproximação para a área de estudo .....	26
Figura 2 - Pontos de amostragem de coleta de água.....	28
Figura 3 - Condições registradas no Ponto 1 .....	29
Figura 4 - Condições registradas no Ponto 2 em 2016 .....	29
Figura 5 – Condições registradas no Ponto 2 em 2017 .....	30
Figura 6 – Ponto 3 em 2017 .....	30
Figura 7 – Imagens do teatro apresentado na Escola Municipal Infantil Prof. Minervina F. Scudlareck.....	35
Figura 8 – Imagens do teatro apresentado na Escola Municipal Ruth Holzmann Ribas.....	36
Figura 9 – Restos de demolição no entorno do arroio Pilão de Pedra .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para um rio de classe II .....	17
Tabela 2 - Parâmetros de qualidade da água do IQA e respectivo peso .....	21
Tabela 3 - Faixas de ponderação e categoria da qualidade das águas. ....	22
Tabela 4 - Resultados obtidos de IQA médio para os três pontos analisados. ....	40
Tabela 5 - Resultados de IQA nos pontos 1 e 2 nos anos de 2012 e 2013 .....	41



## LISTA DE SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
APHA	<i>American Public Health Association</i>
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COT	Carbono Orgânico Total
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
FNHIS	Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social
HNO <sub>3</sub>	Ácido Nítrico
IQA	Índice de Qualidade das Águas
N(NH <sub>3</sub> )	Nitrogênio Amoniacal
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrato
NSF	<i>National Sanitation Foundation</i>
NKT	Nitrogênio Total Kjeldahl
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
OD	Oxigênio Dissolvido
PET	Programa de Educação Tutorial
PG	Ponta Grossa
pH	Potencial Hidrogeniônico
PROLAR	Companhia de Habitação de Ponta Grossa
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3</b>	<b>REVISÃO LITERÁRIA</b> .....	<b>14</b>
3.1	ÁGUA .....	14
3.2	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE .....	16
3.3	ARROIO PILÃO DE PEDRA E O MEIO URBANO .....	17
3.4	CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL .....	19
3.5	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	20
3.6	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	23
3.6.1	Temperatura .....	23
3.6.2	Turbidez .....	23
3.6.3	Sólidos Totais .....	23
3.6.4	Oxigênio Dissolvido .....	24
3.6.5	Demanda Bioquímica de Oxigênio .....	24
3.6.6	Potencial Hidrogeniônico .....	24
3.6.7	Nitrogênio .....	25
3.6.8	Fósforo Total .....	25
3.6.9	Coliformes Termotolerantes .....	25
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
4.1	ÁREA DE ESTUDO .....	26
4.2	PRÁTICAS DE CONSCIENTIZAÇÃO .....	27
4.2.1	Peça de teatro sobre poluição das águas em escolas infantis .....	27
4.2.2	Entrevista com a População Local .....	27
4.3	PONTOS DE COLETA PARA ANÁLISES DE ÁGUA .....	28
4.4	TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM .....	31
4.4.1	Limpeza dos Materiais .....	31
4.4.2	Coleta e Tratamento das Amostras .....	31
4.5	METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE ÁGUA .....	32
4.5.1	Sólidos Totais .....	32
4.5.2	Turbidez .....	32
4.5.3	Oxigênio Dissolvido .....	32
4.5.4	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....	33
4.5.5	Potencial Hidrogeniônico .....	33
4.5.6	Nitrogênio Amoniacal .....	33
4.5.7	Nitrogênio Total Kjeldahl .....	33
4.5.8	Fósforo Total .....	33
4.5.9	Coliformes Termotolerantes .....	34
4.6	ANÁLISE DE DADOS .....	34
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>35</b>
5.1	TEATRO DE CONSCIENTIZAÇÃO .....	35
5.2	ENTREVISTAS COM A POPULAÇÃO .....	37
5.3	QUALIDADE DA ÁGUA .....	40
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>
	<b>Anexo A – Questionário de entrevista para população</b> .....	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos hídricos está relacionada ao crescimento desordenado da população e a crescente poluição doméstica e industrial. Dessa maneira se torna necessário o monitoramento da qualidade das águas, com o intuito de auxiliar na melhoria dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.

Nesse contexto, um dos grandes problemas encontrados devido ao crescimento das cidades é a ocupação habitacional desregrada, pois os locais muitas vezes estão situados próximos de nascentes de arroios e rios. Este fato, em conjunto com a deficiência de coleta e tratamento de esgoto, ajuda a comprometer a qualidade sanitária dos arroios urbanos. Além disso, a falta de conscientização da população sobre a importância dos recursos hídricos também implica na degradação dos rios.

Na cidade de Ponta Grossa, a deterioração do arroio Pilão de Pedra tem sido provocada pela deposição de resíduos sólidos urbanos e efluentes domésticos. De acordo com Barreto, Pontes e Massuqueto (2009), o córrego Pilão de Pedra apresenta altos índices de degradação, ligações irregulares de esgoto, lançamentos de dejetos e lixo na água. Segundo Stromberg (2017), estudos realizados em 2013 evidenciaram o nível de degradação do arroio. Por meio de análises de índice de qualidade da água em três pontos do córrego, a água foi classificada entre ruim e péssima.

Dessa forma, torna-se necessário um controle constante de qualidade das águas do arroio urbano Pilão de Pedra, em conjunto com conscientização da população local, com o objetivo de analisar o seu estado de conservação, como também o impacto que este gera na vida e saúde das pessoas que residem na região.

Este trabalho visa a realização de ações, como levantamento de informações sobre a população local em conjunto com alternativas de conscientização ambiental, além da avaliação da qualidade de água do arroio Pilão de Pedra por meio de ferramentas estatísticas ambientais. A realização de entrevista com a população gera um diagnóstico referente a ligações de esgoto e a situação do lixo na região. Já, a conscientização por meio de apresentação de teatro em escola é uma maneira de fazer com que a população tenha ciência sobre a importância do arroio. As análises físico-químicas das águas de rio fornecem informações sobre a qualidade de água, bem como a identificação de uma relação existente entre os parâmetros de qualidade e o nível de comprometimento ao qual as águas estão submetidas. Dessa forma,

pode-se encontrar soluções direcionadas a busca pela sustentabilidade ambiental desse córrego urbano.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Conscientizar a população a adotar práticas ambientalmente corretas, preservando os recursos hídricos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Socializar informações a respeito da realidade socioambiental do arroio Pilão de Pedra.
- Estimular a população para o desenvolvimento de ações que disseminem o conceito de sustentabilidade e melhorem a qualidade ambiental do arroio Pilão de Pedra.
- Analisar a qualidade das águas do arroio Pilão de Pedra em três pontos por meio de monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

### 3 REVISÃO LITERÁRIA

#### 3.1 ÁGUA

A água é um recurso muito importante para a humanidade, sendo essencial para a sobrevivência dos seres vivos. Dessa maneira, deve-se assegurar que ela apresente padrões de qualidade para suprir as necessidades humanas e de todo o ecossistema. Devido a isso, a água é protegida pela Legislação Brasileira, sendo considerada pela Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, um bem natural limitado, de domínio público, que possui valor econômico e é um direito humano fundamental (BRASIL, 1997).

Embora a maior parte da superfície da Terra esteja ocupada de água, somente cerca de 0,8% são de água doce que pode ser utilizada mais facilmente para abastecimento público. E dessa pequena parcela, apenas 3% estão na forma de água superficial, com extração fácil. O restante, 97%, apresenta-se na forma de água subterrânea, com difícil extração. Esses dados ressaltam a importância da preservação da água na Terra (VON SPERLING, 2014).

O aumento da população e todos os fatores relacionados a esse crescimento têm ocorrido em detrimento da degradação dos recursos hídricos pois, além de suprir as necessidades básicas, a água também é utilizada na indústria, em inúmeras situações, na fabricação de seus produtos: lavagem de matérias-primas, caldeiras para produção de vapor, refrigeração e lavagem de equipamentos, reações químicas, composição dos produtos, entre outros usos. Nas atividades agropastoris, a água é usada para dessedentação e irrigação. No Brasil, a água é muito utilizada para geração de energia elétrica (PHILIPPI JÚNIOR; PELICIONI, 2014).

Segundo Rodrigues (2005), a relação entre os usos da água e os níveis de qualidade necessários aos corpos hídricos é melhor entendido com o uso de esquemas de classificação. Nesses casos, podem ser criadas classes de uso por meio da combinação dos instrumentos objetivos de qualidade e padrões ambientais, ou critérios de qualidade da água. Desta maneira, são definidos planos estratégicos comuns para usos com objetivos e qualidades semelhantes.

De acordo com Von Sperling (2014), os requisitos para a qualidade das águas estão fortemente relacionados aos seus usos. No Quadro 1, está representada a relação entre os usos da água e os requisitos de qualidade.

**Quadro 1 - Relação do uso da água com os requisitos de qualidade**

<b>Uso</b>	<b>Requisitos de qualidade da água</b>
Uso doméstico	Estica agradável, baixa agressividade e dureza, sem substâncias químicas ou organismos prejudiciais à saúde
Uso industrial	Varia de acordo com o produto ou processo
Irrigação de hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca	Isenta de substâncias químicas ou organismos prejudiciais à saúde e sem excesso de sal
Irrigação de demais plantações	Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações e sem salinidade excessiva
Dessedentação de animais	Isenta de substâncias químicas ou organismos prejudiciais à saúde dos animais
Preservação da fauna e da flora	Qualidade variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar.
Recreação e lazer, água de contato primário, direto com o meio líquido (natação, esqui, surfe, etc.)	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde, baixos teores de sólidos em suspensão e óleos e graxas.
Recreação e lazer, água de contato secundário (não há contato direto com o meio líquido)	Aparência agradável
Geração de energia (usinas hidrelétricas)	Baixa agressividade
Geração de energia em usinas nucleares ou termelétricas (ex.: torres de resfriamento)	Baixa dureza
Transporte	Baixa concentração de material grosseiro que possa pôr em risco as embarcações
Diluição de despejos	Não há qualidade requerida

**Fonte: Adaptado de VON SPERLING (2014).**

Segundo Tucci (1997), a qualidade das águas está relacionada com as condições geológicas e geomorfológicas, como também com a vegetação da bacia de drenagem, o comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces. Além disso, as ações humanas contribuem muito para a qualidade das águas, pois em diversos rios urbanos escoam esgoto, visto que com a urbanização, a precipitação pode escoar diretamente pelas áreas impermeáveis para os rios.

### 3.2 CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

Com o objetivo de conter a poluição, normas e padrões vem sendo instituídos para emissão de efluentes em corpos hídricos, a fim de garantir a qualidade da água e assegurar a proteção da saúde dos ecossistemas e dos consumidores dessas águas. Para isso, foram criadas legislações que estabelecem limites para o lançamento de poluentes nas águas (SCHLUSAZ, 2014).

Em 31 de agosto de 1981, foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pela Lei nº 6.938, que regula a Política Nacional de Meio Ambiente. Este órgão é restrito ao regulamento das leis e caracteriza a forma como devem ser aplicadas, de modo eficaz, para melhor proteger o meio ambiente e os recursos naturais do Brasil (BRASIL, 1981).

A Resolução CONAMA n. 357/05 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e sobre as diretrizes ambientais quanto ao enquadramento destes corpos hídricos em classes, como também estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, buscando garantir a qualidade da água presente em nosso meio ambiente (CONAMA, 2005).

Entre suas contemplações, destaca-se o enquadramento de um corpo hídrico, com metas a serem alcançadas, para que o corpo d'água esteja com a qualidade dentro dos níveis adequados, ou seja, o enquadramento de um corpo hídrico não leva em consideração seu estado atual, mas os níveis de qualidade que este deve possuir para assegurar que as necessidades de uso sejam atendidas. Em razão de que a saúde, o bem-estar humano e das comunidades aquáticas não devem ser comprometidas pela deterioração da qualidade das águas (CONAMA, 2005).

De acordo com a Resolução n. 357/05 do CONAMA, as águas doces são classificadas em: classe especial, classe I, classe II, classe III e classe IV. Para cada classe, existe uma destinação adequada:

- Classe especial: consumo humano, desde que desinfetadas; preservação do equilíbrio ambiental e dos ambientes aquáticos.
- Classe I: consumo humano, desde que passem por tratamento simplificado; preservação de comunidades aquáticas; recreação e irrigação de hortaliças.



- Classe II: consumo humano, após tratamento convencional; preservação de comunidades aquáticas; recreação; irrigação de hortaliças, jardins e parques, campos de esporte e lazer; aquicultura e pesca.
- Classe III: consumo humano, desde que com tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealífera e forrageiras; pesca amadora; recreação e dessedentação de animais.
- Classe IV: navegação e harmonia paisagística.

Com base na Resolução do CONAMA n. 357/05, o objeto de estudo deste trabalho Arroio Pilão de Pedra é enquadrado um rio de Classe II. A Tabela 1 a seguir, expõe os limites físico-químicos e microbiológicos para um rio de Classe II com relação aos parâmetros analisados neste trabalho.

**Tabela 1 - Limites dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para um rio de classe II**

Parâmetros	Res. CONAMA 357/05 Rios de Classe II
Cor	Até 75 mg Pt L <sup>-1</sup>
pH	6,0 – 9,0
Turbidez	Até 100 UNT
Oxigênio Dissolvido	Até 5,0 mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>
Nitrogênio Amoniacal	Até 3,7 (N mg/L) com pH ≤ 7,5
Sólidos Totais	Até 500 mgL <sup>-1</sup>
Fósforo Total	Até 0,05 mgL <sup>-1</sup>
Nitrato	Até 10 mg de N L <sup>-1</sup>
Nitrito	Até 1 mg de N L <sup>-1</sup>
Coliformes fecais	Até 1000 (NNP/100ml)
Surfactantes	Até 0,5 mgL <sup>-1</sup>

Fonte: CONAMA (2005).

### 3.3 ARROIO PILÃO DE PEDRA E O MEIO URBANO

A urbanização no Brasil, nas últimas décadas, apresenta como principais características a proliferação de processos informais para ocupação da terra e expansão urbana. Milhões de brasileiros encontram como alternativa para acesso à

terra urbana, bem como à moradia, formas irregulares de ocupação, o que pode gerar consequências graves socioeconômicas e ambientais (BAHR, 2005).

Um exemplo desse evento é o que ocorre no entorno do arroio Pilão de Pedra, localizado na cidade de Ponta Grossa. A ocupação desordenada as margens do rio e a falta de conscientização da população, juntamente com problemas relacionados ao tratamento do esgoto da área, resultou em impactos na qualidade da água e paisagem da região (STROMBERG; ALMEIDA; ZIMMERMANN, 2013).

O arroio Pilão de Pedra está localizado no Segundo Planalto Paranaense, nos Campos Gerais. Sua bacia de drenagem tem cerca de 8,5 km<sup>2</sup>, com a nascente canalizada no centro da cidade e cerca de 6 km de extensão. Suas nascentes situam-se no centro da cidade, percorrendo no sentido nordeste, passando por vários bairros, e recebendo as águas do arroio Lajeado Grande em sua margem esquerda nas proximidades da UTFPR – Câmpus Ponta Grossa, antes de ter sua foz no Rio Verde e este no Rio Pitangui (LOMBARDI et al., 2013). Em conjunto com o arroio Lajeado Grande é responsável por 80% da poluição do Rio Pitangui (GEALH; MELO; MORO, 2010).

Barreto, Pontes e Massuqueto (2009) afirmam que o arroio Pilão de Pedra recebe lançamentos de dejetos, esgoto irregular e lixo, fazendo com que apresente altos índices de degradação ao longo de seu curso.

De acordo Hampf (2009), no ano de 2009, ocorreram obras de recuperação no arroio. Nestas obras, foi instalada uma rede coletora de esgotos sanitários e foram realizadas verificações referentes a ligações irregulares de esgoto, com o intuito de diminuir o impacto dos despejos irregulares e contribuir para a despoluição do arroio.

Segundo Antunes (2011), a Defesa Civil determinou como área de risco o entorno do arroio compreendido entre as ruas Bartolomeu de Gusmão, Vila Ana Rita, até a Rua Washington Luiz, Vila 31 de março, devido as enchentes frequentes na região.

Devido a situação da região do arroio, de várias reportagens de circulação regional e atendendo ao pedido da população, foram realizadas reuniões entre secretarias de Planejamento, Administração e Negócios Jurídicos, Meio Ambiente, Governo, Campanha de Habitação de Ponta Grossa (PROLAR) e Defesa Civil da cidade de Ponta Grossa, à procura de soluções para os problemas das habitações no entorno do arroio. A partir disso, foram solicitados recursos financeiros ao Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS), com o intuito de construir 168

casas populares, no Parque das Andorinhas, e 168 no Parque dos Sabiás, para realocar os moradores que viviam nas áreas de risco próximas ao arroio. De acordo com Souza (2015), a obra teve início em junho de 2010 e em 2015 ainda não havia sido entregue. Então, em julho de 2016, de acordo com o jornal Diário dos Campos, a Campanha de Habitação de Ponta Grossa realizou o sorteio de 83 casas populares, para os moradores do entorno do arroio Pilão de Pedra, no Parque das Andorinhas.

Com relação a revitalização do arroio, em junho de 2016 ocorreu uma limpeza do rio promovida por alunos e servidores da UTFPR, em conjunto com os voluntários dos grupos escoteiros, o Exército Brasileiro e o corpo de bombeiros de Ponta Grossa. A ação contou com a participação de um total de 140 pessoas. Na ocasião, foram retiradas cerca de três toneladas de resíduos das margens do córrego, que foram coletados posteriormente pela prefeitura de Ponta Grossa (MIZERKOWSKI; ZIMMERMANN, 2016).

### 3.4 CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com Fuchs (2008), é necessária a formação de consciência ecológica em conjunto com mudança de hábitos dos seres humanos diante do meio ambiente, a fim de manter a relação homem e natureza mais harmônica e equilibrada. A partir dessa necessidade, têm-se a educação ambiental, a fim de trazer consciência ao aluno e melhorar a interação com o meio ambiental.

Segundo Pedrini (1997), a educação ambiental busca despertar em todos à consciência de que o ser humano é parte do meio ambiente. Com o intuito de superar a visão antropocêntrica, fazendo com que o homem se sinta parte integrante da natureza e não como o centro de tudo.

A partir de 1970, a educação ambiental passou a ser tratada com importância no mundo. Foram realizados diversos acordos e eventos com o intuito de trazer à tona desafios entre o crescimento econômico e a sustentabilidade ambiental (PEDRINI, 1997). Um dos primeiros eventos foi a Conferência de Estocolmo, realizada pelas Organizações das Nações Unidas em 1972, que tinha como objetivo conscientizar a população para melhorar a relação com o meio ambiente, atendendo suas necessidades sem comprometer as próximas gerações (MARTINEZ, 2019).

Vinte anos depois, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro em 1992. Também conhecida como Rio-92, nela foram discutidas formas de desenvolvimento sustentável, com um modelo de crescimento econômico mais preocupado com questões ambientais (MENEGETTI, 2012). Também durante a Rio 92, foi produzida a “Carta Brasileira para Educação Ambiental”. Feita com auxílio do Ministério da Educação, reconhecia que a educação ambiental é uma das formas mais eficazes de viabilizar a sustentabilidade como maneira de manter a sobrevivência no planeta e a melhoria de qualidade de vida do ser humano (NUNES, 2015).

Após esses eventos, no Brasil, a educação ambiental tornou-se lei em 27 de Abril de 1999, pela Lei nº 9.795 – Lei da Educação Ambiental, em que seu Art. 2º afirma que a educação ambiental é de extrema importância para a educação nacional, devendo estar presente em todo o processo educativo, formal ou não-formal (BRASIL, 1999).

### 3.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

A partir do crescimento da preocupação social em relação a questões ambientais, tornou-se necessário o uso de índices e indicadores ambientais, com a finalidade de tratar informações de forma sistemática e mais simples (CETESB, 2014).

No Brasil, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal indicador qualitativo utilizado. Foi criado, nos Estados Unidos em 1970 pela National Sanitation Foundation (NSF), baseado numa pesquisa de opinião de especialistas em qualidade de água, com o intuito de avaliar a qualidade para o abastecimento público, após o tratamento convencional da água. A partir dos resultados do IQA, a água é usada para um ou outro fim. Com um valor de IQA baixo, a água não pode ser usada para abastecimento de residências, por exemplo, mas para navegação ou geração de energia (ANA, 2018).

Para realizar a avaliação de qualidade das águas, é necessário considerar parâmetros de qualidade, os quais fornecem dados sobre o lançamento de efluentes sanitários nos corpos hídricos. Para calcular o IQA, são considerados os seguintes parâmetros: temperatura, turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio, fósforo total e

coliformes termotolerantes. Para cada uma dessas nove variáveis, existe um peso ( $w$ ) que compõe o índice, fixado em função da importância na conformação global da qualidade (CETESB, 2014). Na Tabela 2 estão representados os parâmetros de qualidade da água do IQA e seus respectivos pesos.

**Tabela 2 - Parâmetros de qualidade da água do IQA e respectivo peso**

Parâmetros de Qualidade da Água	Peso ( $w$ )
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: Adaptado de ANA (2018).

De acordo com ANA (2005), o cálculo de IQA é feito segundo a equação 1:

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

Em que:

IQA = Índice de qualidade das águas.

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Número que varia de 0 a 100, obtido a partir de gráfico de qualidade, em função da concentração ou medida

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro. Número de varia de 0 a 1, obtido em função da importância para a conformação global de qualidade.

$n$  = número de parâmetros.

$i$  = número do parâmetro, varia de 1 a 9.

Após ser realizado o cálculo, pode-se determinar a qualidade das águas, indicada pelo IQA, o qual varia de 0 a 100, representado na Tabela 3.

**Tabela 3 - Faixas de ponderação e categoria da qualidade das águas.**

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

Fonte: CETESB (2014).

Segundo Racanicchi (2002), a qualidade da água pode ser classificada de acordo com os seguintes critérios estabelecidos:

- Ótima: com faixa de valores de IQA entre 80 e 100, são águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais. Não recebem despejos de efluentes e não sofrem processos de degradação. São águas excelentes para manutenção da biologia aquática, abastecimento público e cultivo de alimentos.
- Boa: com faixa de valores de IQA entre 52 e 79, são águas de rios que se mantêm em condições naturais, mas que podem receber pequenas ações de degradação em alguns pontos. Contudo, esse acontecimento não deve comprometer a possibilidade de cultivo de alimentos, abastecimento público e a manutenção da biologia aquática.
- Aceitável: com faixa de valores de IQA entre 37 e 51, são águas de rios que sofrem interferências externas e degradação. Porém, após tratamentos físico-químicos e biológicos, essas águas podem ser utilizadas tanto para abastecimento público, quanto para a manutenção da biologia aquática e cultivo de alimentos.
- Ruim: com faixa de valores de IQA entre 20 e 36, são águas encontradas em rios que sofrem degradação e interferências externas, comprometendo sua qualidade e podendo ser utilizada apenas para navegação e geração de energia.
- Péssima: com faixa de valores de IQA entre 0 e 19, são águas de rios que sofrem grandes interferências externas e degradação. Com a qualidade completamente comprometida, são utilizadas apenas para navegação e geração de energia.

## 3.6 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA

### 3.6.1 Temperatura

A temperatura da água é influenciada por variações geradas em mudanças nas estações do ano ou mesmo ao longo do dia. O aumento da temperatura da água, causado pelo lançamento de efluentes e despejos industriais, eleva a taxa de reações físicas, químicas e biológicas, como também diminui a solubilidade dos gases. Dessa maneira, causa impactos consideráveis nos corpos hídricos, afetando também os organismos aquáticos, com mudanças na reprodução e desenvolvimento desses seres (VON SPERLING, 2014; ANA, 2018).

### 3.6.2 Turbidez

A turbidez é o que dá a água a aparência turva, formada por sólidos em suspensão. Esta representa o grau de interferência na passagem de luz através da água (CAMPOS, 1999). A turbidez pode ser gerada por plâncton, algas, detritos orgânicos e outras substâncias (zinco, ferro, compostos de manganês e areia) provenientes da erosão ou por despejos domésticos ou industriais (FUNASA, 2014).

O aumento da turbidez das águas pode ocasionar problemas, fazendo necessária a utilização de manobras operacionais em estações de tratamentos. Com pouca passagem de luz pela água, ocorre a diminuição dos processos fotossintéticos e por consequência, redução dos organismos produtores, desencadeando desequilíbrios que poderão interferir nos demais níveis tróficos (BRAGA et al., 2005; VON SPERLING, 2014).

### 3.6.3 Sólidos Totais

Existe muita variação na natureza e na quantidade de matéria dissolvida e não-dissolvida no meio líquido. Em águas potáveis, grande parte da matéria está dissolvida, sendo em sua maioria, composta por sais inorgânicos, matéria orgânica e gases dissolvidos. De acordo com a Resolução CONAMA n. 357/05 os limites para sólidos dissolvidos totais são de 500mg/L (ZIMMERMANN, 2008).

#### 3.6.4 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio molecular dissolvido é o agente oxidante mais importante nas águas naturais e ecossistemas aquáticos, sendo essencial para a preservação da vida aquática, pois os seres aquáticos precisam dele para respirar. Nas águas poluídas, a concentração de oxigênio dissolvido é baixa, o que é causado pelo consumo no processo de decomposição da matéria orgânica gerada por despejos de materiais orgânicos, esgoto e efluentes, e elevadas temperaturas. Nas águas limpas, as concentrações de oxigênio dissolvido são altas, apresentando, normalmente, valores superiores a 5 mg/L, salvo lugares com condições naturais que gerem variações nos valores desse parâmetro (FILHO; FIORUCCI, 2005; ANA, 2018).

A concentração de oxigênio dissolvido presente em um corpo hídrico está diretamente ligada as formas de vida que podem ser encontradas nas águas. Os peixes mais exigentes morrem com uma concentração de OD entre 4-5 mg/L, nas águas com concentração de 2 mg/L, não existem peixes, pois esta quantidade de oxigênio não é suficiente para manter sua respiração. Já, em concentração de OD de 0 mg/L, as condições são de anaerobiose (VON SPERLING, 2014).

#### 3.6.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para que a matéria orgânica seja dissolvida. Dessa maneira, a demanda bioquímica de oxigênio não deve ser considerada um poluente, mas um parâmetro indicativo do consumo de oxigênio necessário no processo de estabilização do corpo hídrico (ANDRADE, 2010).

O aumento de matéria orgânica causa o aumento de DBO em meio aquático. Dessa forma, quanto maior for o teor de matéria orgânica na água, maior a possibilidade de desaparecimento e extinção da vida aquática (CETESB, 2009).

#### 3.6.6 Potencial Hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) é a medida de acidez ou alcalinidade de uma solução. A água pura a 25°C possui pH neutro equivalente a 7,0, valores abaixo de 7,0 indicam meios ácidos e acima, meios alcalinos (BRAGA et al., 2005). De acordo



com a Resolução n. 357/05 do CONAMA, para um rio classe II o pH deve variar de 6 a 9.

### 3.6.7 Nitrogênio

Nos corpos hídricos, o nitrogênio existe nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. O nitrogênio total é a soma do nitrogênio orgânico e amoniacal. Estes têm contribuição para a completa abundância de nutrientes na água e podem causar a eutrofização. O método Kjeldahl é a forma de analisar o nitrogênio total e é importante para avaliar a quantidade de nitrogênio disponível para as atividades biológicas (VON SPERLING, 2014).

As principais fontes de nitrogênio na água são o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em locais com atividades agrícolas, a água da chuva escoada pelos solos que receberam fertilizantes, levando o nitrogênio para os corpos hídricos. Outra fonte é a drenagem de águas pluviais nas áreas urbanas (ANA, 2018).

### 3.6.8 Fósforo Total

A presença do fósforo em águas naturais é causada, majoritariamente, por descargas de esgotos sanitários e lançamento de detergente em pó em rios. Outras fontes são efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, os quais possuem quantidades excessivas de fósforo. O fósforo é essencial no crescimento de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, entretanto, quando em elevadas concentrações, causa o processo de eutrofização das águas naturais (CETESB, 2014).

### 3.6.9 Coliformes Termotolerantes

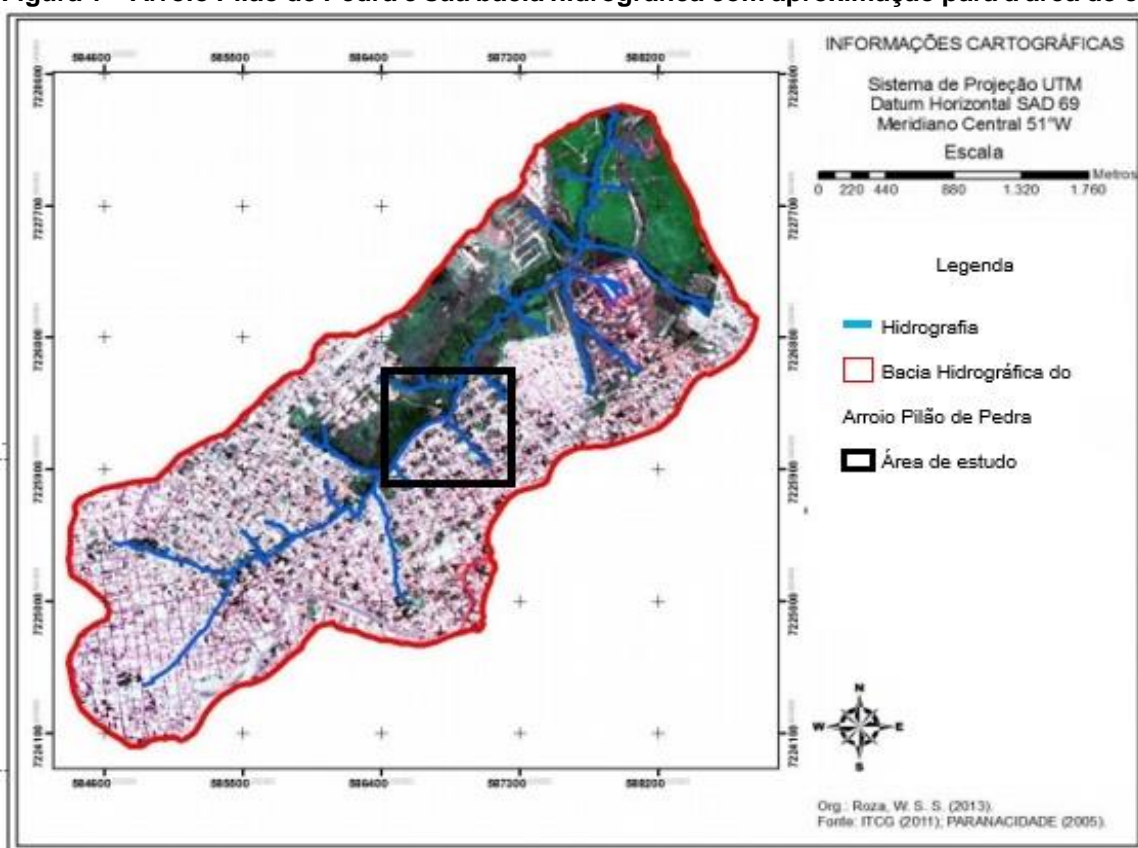
As bactérias coliformes estão presentes no intestino de animais de sangue quente e sua presença na água indica poluição por esgotos domésticos. Estas bactérias não causam doenças, mas em grandes quantidades indicam a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos, os quais são capazes de transmitir doenças de veiculação hídrica, como disenteria bacilar e cólera (ANA, 2018).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Para realização deste trabalho foram realizados estudos em pontos situados na bacia hidrográfica do arroio Pilão de Pedra. A área de estudo abrangeu 20 quadras entre as ruas Catão Monclaro e Presidente Artur Bernardes, desde o ponto final de canalização do arroio e totalizando cerca de 2 km de extensão do arroio. A Figura 1 apresenta toda a extensão do arroio Pilão de Pedra, com uma aproximação para a área de estudo.

Figura 1 – Arroio Pilão de Pedra e sua bacia hidrográfica com aproximação para a área de estudo



Fonte: Adaptado de Lombardi et. al. (2013).

## 4.2 PRÁTICAS DE CONSCIENTIZAÇÃO

Foram realizadas práticas de conscientização da população próxima ao arroio Pilão de Pedra de duas maneiras. A primeira foi por meio de peças teatros apresentados em escolas municipais próximas e a segunda, entrevista com a população.

### 4.2.1 Peça de teatro sobre poluição das águas em escolas infantis

Para a realização da conscientização ambiental, foram realizadas ações educativas em duas escolas próximas ao arroio, na Escola Municipal Infantil Prof. Minervina F. Scudlareck, em outubro de 2015, e na Escola Municipal Ruth Holzmann Ribas, em fevereiro de 2017. A peça teve como tema a poluição das águas, e foi produzido com apoio da professora da rede municipal Ana Alice Kraushaar Zimmermann e o Programa de Ensino Tutorial da UTFPR- PG (PET). A peça de teatro foi apresentada por acadêmicos do curso de Engenharia Química da UTFPR-PG e membros do PET. Abordou a questão do lixo depositado no rio por um personagem de caráter inconsequente, que resulta em um evento de enchente que o alerta para a necessidade de conservar o meio ambiente.

### 4.2.2 Entrevista com a População Local

A entrevista com a população do entorno da região foi realizada ao longo de 20 quadras próximas ao arroio, limitada pelas residências às margens do arroio e pela avenida Afonso Celso. Essa abordagem foi dividida em dois momentos, primeiramente no dia 04 de junho de 2016 na qual foi realizada em 10 quadras, da rua Catão Monclaro até a rua Almirante Wandencolk e, no dia 27 de maio de 2017, da rua Almirante Wandencolk e até a rua Presidente Artur Bernardes.

A entrevista teve como base um questionário abordando questões referentes ao número de moradores da residência, tempo de moradia, origem da água consumida, destinação do esgoto e dos resíduos domésticos, presença de animais sinantrópicos, problemas de saúde relacionados ao contato com a água do rio, ocorrência de inundações e riscos relacionados ao lixo espalhado na região e ao odor proveniente do arroio (Anexo A). Existia, também, uma seção destinada apenas aos

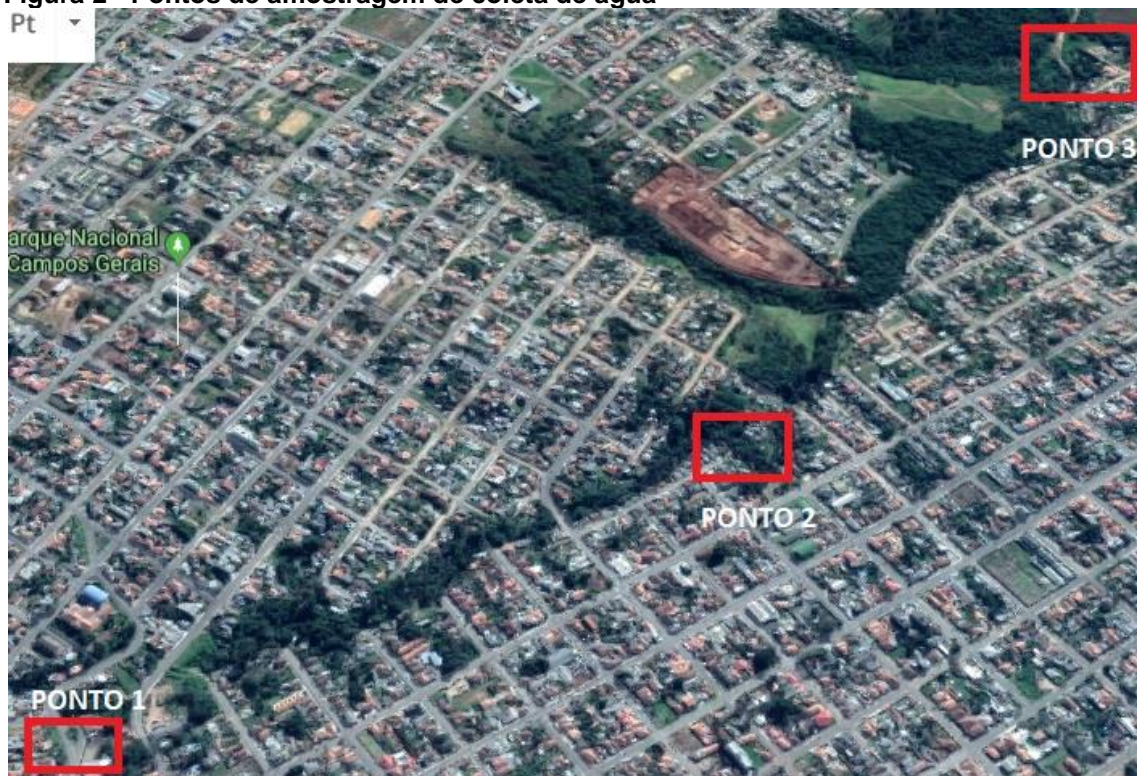
moradores residentes diretamente às margens do rio, com intuito de verificar a ocorrência de deslizamentos e da possibilidade de saída do local (mudança de moradia por meio de programas de subsídio governamental).

Após a realização das entrevistas, foi feita a análise de dados e comparação com valores obtidos por órgãos públicos e com a literatura.

#### 4.3 PONTOS DE COLETA PARA ANÁLISES DE ÁGUA

Para a realização das análises de água foram feitas coletas em três pontos de amostragem situados na bacia hidrográfica do arroio Pilão de Pedra. O primeiro ponto situa-se nas proximidades da Rua Catão Monclaro. O ponto 2 está localizado próximo ao Olho D'água São João Maria e o ponto 3 localiza-se próximo à Vila Neves, conforme Figura 2.

Figura 2 - Pontos de amostragem de coleta de água



Fonte: Google Maps (2019).

A escolha dos pontos de coleta buscou avaliar a influência da região na cidade de Ponta Grossa com relação a qualidade das águas do arroio Pilão de Pedra. No ponto 1, mostrado na Figura 3, o arroio deixa de ser canalizado e fica a céu aberto, o



que possibilita avaliar o grau da contaminação proveniente da região central da cidade, como também verificar as conformidades relacionadas à canalização da água.

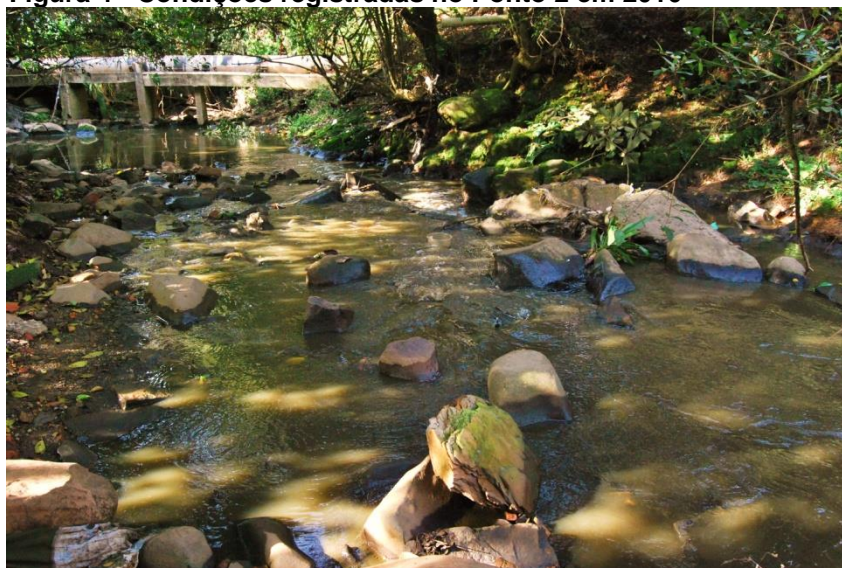
**Figura 3 - Condições registradas no Ponto 1**



Fonte: Mizerkowski (2016).

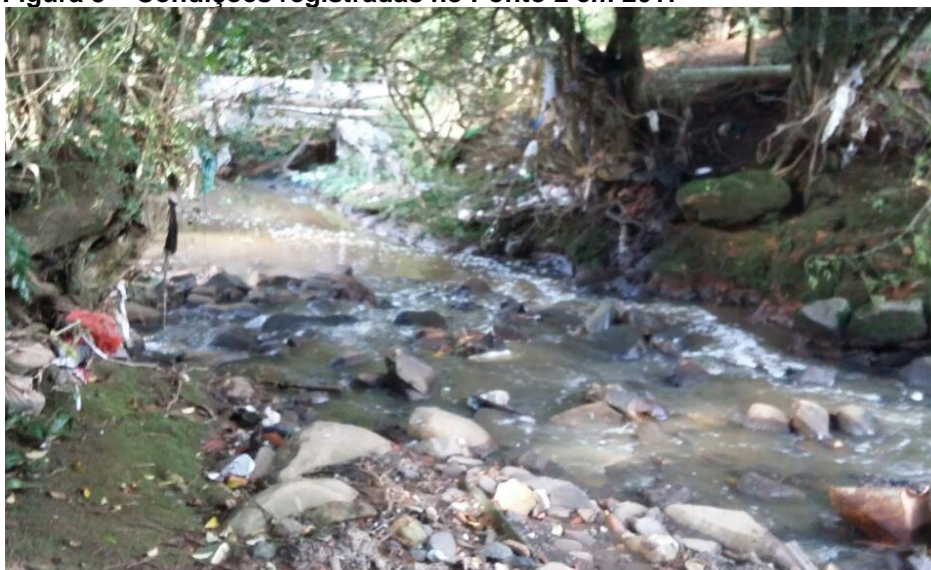
O ponto 2 está localizado na extensão da rua Almirante Wandencolk, nas proximidades do Olho de Água São João Maria, conforme Figuras 4 e 5. Trata-se de uma área de apelo cultural e religioso da região, e permite avaliar a contaminação produzida pela presença de moradias irregulares instaladas próximas das margens do arroio. Também foi escolhido para avaliar o impacto produzido pelo lançamento o efluente sobre o corpo hídrico.

**Figura 4 - Condições registradas no Ponto 2 em 2016**



Fonte: Mizerkowski (2016).

**Figura 5 – Condições registradas no Ponto 2 em 2017**



**Fonte: Autoria Própria (2017).**

O ponto 3 (Figura 6), próximo à Vila Neves, foi escolhido pois é onde o arroio deixa de receber contaminação urbana.

**Figura 6 – Ponto 3 em 2017**



**Fonte: Autoria Própria (2017).**

## 4.4 TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

### 4.4.1 Limpeza dos Materiais

Todas as vidrarias utilizadas nas análises laboratoriais para determinação dos parâmetros físico-químicos foram lavadas com água corrente, detergente neutro e escova, para posterior enxágue. Após isso, o material foi imerso em solução de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e água por, no mínimo, 24 horas antes de sua utilização. Após a retirada das vidrarias da imersão em ácido, foram enxaguadas com água destilada. Os frascos utilizados para análises microbiológicas foram submetidos à autoclavagem em temperatura de  $121^\circ\text{C}$  por um período de 30 minutos, 24 horas antes da coleta amostral.

### 4.4.2 Coleta e Tratamento das Amostras

A coleta e tratamento das amostras foram divididos em dois momentos: em 2016 foram realizadas três coletas, nos dois primeiros pontos do arroio e, em 2017, foram realizadas cinco coletas, no segundo e terceiro ponto do arroio. O primeiro próximo da Rua Catão Monclaro. O segundo no local onde situa-se o Olho D'água São João Maria e o terceiro nas proximidades da Vila Neves. As coletas foram realizadas de março a julho, período considerado um período de pouca estiagem, sendo assim as chuvas não influenciam os resultados.

A coleta foi feita com o auxílio de um balde contracorrente e frascos de polietileno com capacidade de 5 litros. Para a realização das análises para determinação dos parâmetros nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrogênio amoniacal e metais as amostras foram coletadas e acidificadas em frascos de polietileno com capacidade de 2 litros. Para a amostra destinada a análise de coliformes fecais foram utilizados frascos âmbar, com rolha esmerilhada, sendo retirados os lacres no momento da coleta e introduzidos diretamente no rio a aproximadamente 10 cm de profundidade.

No momento da coleta foram medidos *in situ*, em triplicata, os parâmetros temperatura da água e oxigênio dissolvido, utilizando-se o equipamento multi-elemento HANNA.

Após a coleta, o frasco âmbar contendo a amostra para determinação de coliformes fecais foi encaminhado para o laboratório de microbiologia do Câmpus Ponta Grossa da UTFPR, para análise imediata. A amostra para análise de DBO<sub>5,20</sub> foi incubada em garrafas de sistema manométrico com detecção automática Oxitop.

Para as análises de nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal e fósforo total, determinada quantidade de amostra acidificada foi filtrada, utilizando-se filtros de 0,45 µm de porosidade. Exceto DBO<sub>5,20</sub> e coliformes termotolerantes, todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

## 4.5 METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE ÁGUA

### 4.5.1 Sólidos Totais

O teor de sólidos totais foi determinado, para um volume de 100 mL de amostra, por meio da evaporação da água em cápsula de porcelana, secando em banho-maria e, posteriormente, em estufa a 103°C até a obtenção de peso constante (APHA, 1995).

### 4.5.2 Turbidez

A análise de turbidez foi realizada por meio de um turbidímetro digital portátil HACH, modelo 2100P, sendo a unidade empregada NTU/UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

### 4.5.3 Oxigênio Dissolvido

Para determinar a quantidade de oxigênio dissolvido, temperatura da água e do ar, foi utilizado o analisador HANNA. As análises foram realizadas em triplicata no local da coleta.



#### 4.5.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para analisar o teor de  $DBO_{5,20}$  foi utilizado um sistema que permite a determinação automática de oxigênio OxiTop® (Merck), de acordo com o procedimento padrão (APHA, 1998).

#### 4.5.5 Potencial Hidrogeniônico

Foi utilizado um potenciômetro digital Tecnal do modelo Tec-2mp para a análise de Potencial Hidrogeniônico (pH) nas amostras que foi calibrado com soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0 antes da realização das análises.

#### 4.5.6 Nitrogênio Amoniacal

Para determinação do nitrogênio amoniacal presente nas amostras foi usado o Método Fenato. A técnica utilizada na determinação está de acordo com o método prescrito pela "Standard methods for the examination of water and wastewater" do ano de 1995. O procedimento foi realizado em triplicata e o espectrofotômetro utilizado será do tipo NOVA 60. A espectrofotometria foi realizada no comprimento de 640 nm.

#### 4.5.7 Nitrogênio Total Kjeldahl

A determinação de nitrogênio Kjeldahl aconteceu pelo Método de Kjeldahl, o qual utiliza o ácido sulfúrico e sulfato de cobre a altas temperaturas para transformar a amônia e os outros tipos de nitrogênio orgânico presente na amostra em sulfato de amônia. Foi feita a destilação em meio alcalino, seguida de solução absorvente de ácido bórico na saída do destilado. Por fim, a quantificação da quantidade de nitrogênio total Kjeldahl (NKT) foi obtida através de titulação de ácido sulfúrico  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  (APHA, 1995).

#### 4.5.8 Fósforo Total

Para determinação do teor de fósforo total foi utilizado o método espectrofotométrico, fundamentado em digestão ácida da amostra e posterior

tratamento com ácido ascórbico. A leitura foi realizada utilizando-se o espectrofotômetro Nova 60, em absorvância de 660 nm (APHA, 1995).

#### 4.5.9 Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes foram determinados por meio da técnica dos tubos múltiplos. A técnica dos tubos múltiplos determinou a densidade bacteriana presente em uma amostra a partir de resultados positivos ou negativos de análise (APHA, 1995).

#### 4.6 ANÁLISE DE DADOS

Para obter os valores de IQA foram utilizadas planilhas no software Excel Microsoft Office® (2016), em que curvas de qualidade dos parâmetros da metodologia NSF foram transformadas em equações.

Com os resultados médios de IQA, foram feitas comparações com estudos anteriores realizados por Stromberg, Almeida e Zimmermann (2013) em pontos próximos aos analisados neste trabalho.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 PEÇA DE TEATRO DE CONSCIENTIZAÇÃO

O primeiro evento teatral ocorreu em outubro de 2015 e foi prestigiado por cerca 120 alunos do ensino fundamental da Escola Minervina F. Scudlareck, como mostra a Figura 7. Além da peça de teatro, ocorreu também uma palestra de conscientização a respeito dos problemas ambientais do arroio Pilão de Pedra. A palestra teve como tema central os problemas envolvidos com a poluição das águas, ressaltando a importância de conservar o meio ambiente de acordo com os fundamentos do desenvolvimento sustentável.

Figura 7 – Imagens da peça de teatro apresentada na Escola Municipal Infantil Prof. Minervina F. Scudlareck.



Fonte: Mizerkowski (2015).

Da maneira semelhante, o segundo evento teatral de mesmo tema ocorreu em fevereiro de 2017 na Escola Municipal Ruth Holzmann Ribas e foi prestigiado por cerca de 90 alunos, conforme Figura 8.

**Figura 8 – Imagens da peça de teatro apresentada na Escola Municipal Ruth Holzmann Ribas.**



Fonte: Autoria Própria (2017).

A realização desses eventos visou a conscientização da população mais jovem que reside próxima ao córrego. De acordo com Miranda et. al. (2009), o teatro é uma ferramenta que possibilita a passagem de conhecimento, de forma descontraída, fazendo com que o indivíduo se sinta como parte de determinada situação. Dessa forma, as crianças passam a se sentirem responsáveis pela conservação ambiental do arroio, preservando e levando conhecimento para suas famílias.

## 5.2 ENTREVISTAS COM A POPULAÇÃO

Na entrevista com a população local realizada em 04 de junho de 2016 foram abordadas 91 pessoas do entorno do arroio, sendo 35 dessa, moradoras residentes diretamente às margens do arroio Pilão de Pedra. Das pessoas entrevistadas, cerca de 78% residiam há 10 anos ou mais na região, com 3 pessoas por moradia, em média.

Já no dia 27 de maio de 2017 foram entrevistadas 49 pessoas, sendo 12 moradoras que residem diretamente às margens do arroio Pilão de Pedra. Da mesma forma que em 2016, aproximadamente 79% das pessoas entrevistadas moravam há mais de 10 anos no local.

Na pesquisa realizada em 2016, aproximadamente 96% das residências eram abastecidas pela água da Sanepar, enquanto cerca de 77% utilizavam essa rede como destinação para o esgoto doméstico. Das pessoas que não faziam uso do esgotamento sanitário da Sanepar, 13 responsáveis pelas residências declararam descartar o esgoto ao céu aberto, 3 utilizavam fossa asséptica, 1 pessoa afirmou destinar para a galeria pluvial e 3 residências rejeitavam dejetos domésticos diretamente no arroio Pilão de Pedra. De acordo com a Sanepar (2016), o índice de atendimento da rede de água no estado do Paraná era de 100% das residências e o índice de cobertura com rede de esgoto era de 69,1% no ano de 2016. Comparando os resultados da entrevista com os dados obtidos pela Sanepar, pode-se perceber que a destinação de esgoto na região está acima da média paranaense neste ano.

Das residências entrevistadas em 2017, 98% afirmaram que o abastecimento de água era feito pela Sanepar. Entretanto apenas 63% da população afirmou ter o esgoto tratado por esta rede. O restante dos entrevistados declarou descartar o esgoto a céu aberto (18%) ou rejeitar os dejetos diretamente no arroio (18%). Segundo a Sanepar (2017), no ano de 2017 o índice de cobertura da rede de água no estado do Paraná era de 100% e a coleta do esgoto atingia 70,6% das residências. Os dados evidenciam que na questão de coleta de esgoto a região se apresenta abaixo da média neste ano.

Em 2016, a coleta pela prefeitura foi indicada como a principal forma de destinação de resíduos sólidos domésticos (92% dos entrevistados) e, mesmo não havendo a coleta de resíduos recicláveis, cerca de 63% dos entrevistados afirmou promover a separação seletiva do lixo. De acordo com pesquisa realizada pela

Abrelpe (2016), em 2016 no estado do Paraná 70,1% dos resíduos sólidos urbanos eram destinados para aterros sanitários, mesma forma de destinação usada na cidade de Ponta Grossa. Já em 2017, a coleta de resíduos sólidos domésticos feita pela prefeitura atingia 100% da população entrevistada e, cerca de 55% dos entrevistados afirmou separar o lixo. Segundo a Abrelpe (2017), em 2017 na região sul do Brasil 70,2% dos resíduos sólidos urbanos eram destinados para aterros sanitários. Dessa forma, pode-se notar que a região possui cobertura de coleta de resíduos acima da média estadual e da região sul.

Por mais que toda a população tenha acesso a coleta de resíduos, a ocorrência de lixo espalhado nas ruas e nas margens do rio foi relatado por 54% das pessoas entrevistadas em 2016 e por 73% dos entrevistados em 2017. De acordo com Silva (2017), a presença de lixo nas ruas provocada pela falta de consciência da população pode acarretar o mau cheiro na região. O que foi relatado nas entrevistas em 2016 e 2017, por 48% e 76%, respectivamente. Além disso, os resíduos podem ocasionar a presença de roedores e insetos nos domicílios causando doenças.

Entretanto, problemas de saúde relacionados ao rio foram declarados como raros nas entrevistas. Em 2016, apenas 6% das pessoas declararam apresentar dores abdominais, diarreia ou alergias após o contato com a água. Em 2017, apenas 8% dos entrevistados afirmaram apresentar algum tipo de doença devido ao contato com a água do rio. Porém de acordo com o Ministério da Saúde (2010), no Brasil 80% dos casos de diarreia são causados por contato com água contaminada.

Com relação a animais sinantrópicos, as reclamações mais frequentes em 2016 relacionaram-se à presença de ratos (33%), cães e gatos abandonados (24%), baratas (17%) e moscas (10%). Da mesma maneira que em 2016, em 2017 as principais reclamações foram diante à presença de ratos (46%), cães e gatos abandonados (37%), baratas (22%) e moscas (25%).

Entretanto, a reclamação mais frequente no ano de 2017 foi quanto ao aparecimento de escorpiões na região, 65% dos entrevistados afirmaram ter a presença dos animais em suas residências. De acordo com Weiss, Pinheiro e Hinsching (2011), a presença desses animais já foi constatada anteriormente no entorno do arroio, em 2011, por conta do lixo acumulado na região. Em 2017, um dos principais motivos para a presença dos escorpiões pode ser a existência de entulhos no entorno do arroio, devido a demolição de casas na região em janeiro do mesmo ano, como pode ser visto na Figura 9.



**Figura 9 – Restos de demolição no entorno do arroio Pilão de Pedra**



**Fonte: Autoria Própria (2017).**

No levantamento realizado em 2016, 9 pessoas declararam que suas residências já foram inundadas pelas águas do arroio, 3 moravam diretamente às margens do rio e tiveram suas casas alagadas duas vezes. Desses moradores ribeirinhos, que contabilizaram 38,5% do total dos entrevistados, 34% relataram a ocorrência de deslizamentos de terra por erosão das margens do rio e 71% não tinham perspectiva de mudança de moradia. Em 2017, não foram constatadas declarações

sobre inundações nas residências. Entretanto, 33% dos entrevistados relataram deslizamentos de terra e 91% não tinha perspectiva de mudança de moradia.

Contudo, em dezembro de 2017, conforme publicado por Josué Teixeira no site da prefeitura de Ponta Grossa, a Prolar realizou um novo sorteio de lotes para famílias no conjunto habitacional Parque dos Sábias. O que pode ter ocasionado a mudança deste cenário próximo ao arroio Pilão de Pedra.

### 5.3 QUALIDADE DA ÁGUA

Por meio do Índice de Qualidade das Águas (IQA), é possível determinar a qualidade da água do arroio e classificá-lo de acordo com os critérios a partir de cálculos estabelecidos. Utilizou-se uma planilha no Excel Microsoft Office para construção de curvas de qualidade com nove parâmetros analisados e então transformou-se os dados em equações. A partir disso, calculou-se os valores de IQA, para os três pontos de amostragem no arroio Pilão de Pedra e fez-se a média, conforme está disposto a seguir na Tabela 4.

**Tabela 4 - Resultados obtidos de IQA médio para os três pontos analisados.**

	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
<b>2016</b>	26,7	Ruim	29,7	Ruim	-	-
<b>2017</b>	-	-	24,5	Ruim	34,3	Ruim

Fonte: Autoria Própria (2019).

Como pode-se notar na Tabela 4, a qualidade dos três pontos analisados do arroio foi classificada como ruim, de acordo com Cetesb (2014), pois apresenta valores de IQA entre 20 e 36.

Segundo Racanicchi (2002), águas com faixa de valores de IQA entre 20 e 36, são águas encontradas em rios que sofrem degradação e interferências externas, comprometendo sua qualidade. Dessa maneira, essas águas podem ser utilizadas apenas para navegação e geração de energia.

Stromberg, Almeida e Zimmermann (2013) realizaram pesquisa semelhante a este trabalho nos anos de 2012 e 2013, com análises próximas aos pontos 1 e 2, obtendo os seguintes resultados de IQA médio representados na Tabela 5:



**Tabela 5 - Resultados de IQA nos pontos 1 e 2 nos anos de 2012 e 2013**

Ponto 1		Ponto 2	
IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
12,6	Péssimo	19,6	Ruim

Fonte: Adaptado de Stromberg, Almeida e Zimmermann (2013).

Efetuada a comparação dos valores de 2016/2017 com os de 2012/2013, pode-se notar uma melhora na qualidade do rio. O ponto 1, antes classificado como péssimo, em 2016 passou a ser classificado como ruim. Já o ponto 2 manteve a mesma classificação (ruim), entretanto apresentou valores maiores em 2016. A melhora significativa na qualidade do arroio está relacionada a limpeza realizada em junho de 2016, por voluntários dos grupos escoteiros, o Exército Brasileiro e o corpo de Bombeiros de Ponta Grossa. Porém, em 2017, os valores de IQA do ponto 2 voltaram a cair, evidenciando a possível falta de conscientização da população local.

## 6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento sustentável é um tema bastante discutido nas últimas décadas, buscando o equilíbrio para suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Este tema tem motivado a realização de diversos trabalhos na área socioambiental. O presente trabalho buscou articular ações e direcionar a conscientização em busca da sustentabilidade ambiental do arroio Pilão de Pedra.

Os resultados de ações de conscientização, como educação ambiental infantil e abordagem da população não são passíveis de avaliação no período estudado. Mudanças de comportamento da sociedade envolvida são objetos de pesquisa a longo prazo que demandam atividades contínuas para obter resultados satisfatórios.

É importante ressaltar que este trabalho foi motivado por estudos anteriores que chamaram a atenção para a situação crítica do córrego. Por meio de comparações de dados de IQA, pôde-se notar que ocorreram melhorias entre os anos 2012 e 2017. Tais mudanças podem ser estar relacionadas a diversos fatores, tais como a constante expansão do sistema sanitário da cidade, os programas de realocação da população em zona de risco e pelas ações pontuais de limpeza. Entretanto, os valores de IQA ainda são considerados ruins, tratando-se de um córrego na região central da cidade.

Em resumo, o arroio Pilão de Pedra apresenta potencial para turismo e lazer, possui localização privilegiada e beleza natural, se bem preservado. Próximo a ele existe também o Olho D' Água São João Maria, que representa uma tradição sócio-cultural da cidade atraindo o turismo religioso. Portanto, é de suma importância promover a conservação desse córrego urbano na cidade de Ponta Grossa.

Nesse sentido, é interessante salientar a importância da continuidade de projetos focados na conscientização ambiental a longo prazo por meio instituições regionais envolvidas nessa temática, tais como prefeituras, escolas, bem como de toda a sociedade. A conscientização ambiental deve estar relacionada com o crescente incentivo à construção de conectividade entre a comunidade e o meio ambiente, que no caso desse trabalho, foi focado no arroio Pilão de Pedra. Espera-se que esse trabalho tenha contribuído para que moradores da cidade de Ponta Grossa identifiquem o arroio Pilão de Pedra como patrimônio ambiental, promovendo a conservação e sustentabilidade desse córrego urbano.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2016/>>. Acesso em: 29 maio 2019.

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>>. Acesso em: 29 maio 2019.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <[http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA\\_DA\\_QUALIDADE\\_DAS\\_AGUA\\_S.pdf](http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUA_S.pdf)> Acesso em: 16 maio 2018.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Indicadores de qualidade**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/qualidade-da-agua/indicadores-de-qualidade>> Acesso em: 09 maio 2018.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Indicadores de Qualidade – Índice de qualidade das águas (IQA)**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>> Acesso em: 10 maio 2018.

ANDRADE, L. N. Autodepuração dos corpos d'água. **Revista da Biologia**, São Paulo, p.16-19, 30 dez. 2010.

ANTUNES, P. **Ação Integrada: Prefeitura estuda soluções para Arroio Pilão de Pedra**. Ponta Grossa, 30 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.pontagrossa.pr.gov.br/node/11336>> Acesso em: 19 maio 2018.

APHA (*American Public Health Association*). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19 ed. Washington, 1995.

APHA (*American Public Health Association*). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington, 1998.

BAHR, G. C. **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento e análise socioambiental da bacia hidrográfica do arroio Pilão de Pedra, Ponta Grossa-Pr.** 2005. 128 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2005.

BARRETO, V. M.; PONTES, H. S.; MASSUQUETO, L. L. Conhecendo a Paisagem – Córrego Pilão de Pedra e Núcleo 31 de março – Ponta Grossa (PR). In: Seminário Internacional “Experiências de agendas 1: os desafios do nosso tempo”, 2009, Ponta Grossa. **Anais...**, Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <<http://www.eventos.uepg.br/seminariointernacional/agenda21parana/resumos/Resumo018.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2018.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo: Pearson Universidades, 2005.

BRASIL. **Lei n. 6.938 de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu\\_ambiental/popups/lei\\_federal.html](http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu_ambiental/popups/lei_federal.html)>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BRASIL. **Lei n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)>. Acesso em: 05 mai. 2018

BRASIL. **Lei n. 9.795 de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm)>. Acesso em: 19 mai. 2019.

FUNASA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Brasília, 2014.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. Disponível em: <<https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosabcamposfinal.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2018.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Relatório de Qualidade de Águas Interiores do estado de São Paulo**. São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>> Acesso em: 13 maio 2018.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **IQA - Índice de qualidade das águas**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/indices-de-qualidadedas-aguas/>>. Acesso em: 10 maio 2018.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

FILHO, E. B.; FIORUCCI, A. R. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, p.10-14, nov. 2005.

FUCHS, R. B. H. **Educação ambiental como desenvolvimento de atividades interdisciplinares na 5ª série do ensino fundamental**. 2008. 54 f. Monografia (Especialização em Educação Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/unidadedeapoio/download/monoRegina.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2019

GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. **Pitangui, Rio de Contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

GOOGLE MAPS. 2019. Disponível em: < <http://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

HAMPF, E. **Pilão de Pedra - Recuperação do arroio deve começar na quarta**. Ponta Grossa, 25 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.pontagrossa.pr.gov.br/node/6658>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

LOMBARDI, A. P. *et al.* O Processo de urbanização e a degradação ambiental: Programa de regularização de assentamentos precários da bacia hidrográfica do Arroio Pilão de Pedra na cidade de Ponta Grossa- Paraná- Brasil. In: Anais do 14º Encuentro de Geógrafos de America Latina – Reencuentro de Saberes Territoriales Latinoamericanos, 2013, Peru. **Anais...**, Peru, 2013.

MARTINEZ, M. **Conferência de Estocolmo**. 2019. Disponível em: < <https://www.infoescola.com/meio-ambiente/conferencia-de-estocolmo/>> Acesso em: 18 mai. 2019

MENEGHETTI, D. O que foi a Eco-92? **Super Interessante**. 31 jul. 2012. Disponível em: < <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-foi-a-eco-92/>> Acesso em: 19 mai. 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças Infecciosas e parasitárias: guia de bolso**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

MIRANDA, J.L. *et. al.* **TEATRO E A ESCOLA: funções, importâncias e práticas**. **CEPPG-CESUC**, Catalão, p. 172 -181, 2009.

MIZERKOWSKI, B. D.; ZIMMERMANN, C. M. Em busca da Sustentabilidade do Arroio Pilão de Pedra na cidade de Ponta Grossa- Pr. In: V seminário de Extensão e Inovação. **Anais...**, Campo Mourão, 2016.

NUNES, M. **Institucionalização da Educação Ambiental no Brasil**. 10 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.ambientelegal.com.br/educacao-ambiental-no-brasil/>>. Acesso em: 19 mai. 2019

PEDRINI, A. G. **Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas**. Petrópolis: Vozes, 1997.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2014.

PROLAR sorteia localização das casas do Parque das Andorinhas. **Diário dos Campos**, Ponta Grossa, 20 de jul. de 2016. Disponível em: <<http://www.diariodoscampos.com.br/cidades/2016/07/prolar-sorteia-localizacao-das-casas-do-parque-das-andorinhas/2201250/>> Acesso em: 19 mai. 2018.

RACANICCHI, R. M. Z. V. **Influência da Implantação de Estação de Tratamento de Esgoto Tipo Lagoas de Estabilização na Recuperação da Qualidade da Água do Córrego Cabeceira da Mula em Santa Fé do Sul - SP**. 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais), UNESP, Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2002.

RODRIGUES, R. B. **Sistema de suporte a decisão proposto para a gestão qualitativa dos processos de outorga e cobrança pelo uso da água**. 2005. 155f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-16092005-135904/pt-br.php>> Acesso em: 12 maio 2018.

SANEPAR. **Relatório de Administração e de Sustentabilidade 2016**. 2016. Disponível em: <http://ri.sanepar.com.br/informacoes-financeiras/relatorios-anuais/2016>. Acesso em: 29 maio 2019.

SANEPAR. **Relatório de Administração e de Sustentabilidade 2017**. 2017. Disponível em: <http://ri.sanepar.com.br/informacoes-financeiras/relatorios-anuais/2017>. Acesso em: 29 maio 2019.

SCHLUSAZ, M. **Avaliação da Eficiência da Estação De Tratamento de Efluentes (Ete – Ronda, Ponta Grossa – Pr) Através da Análise De Parâmetros Físico-Químicos**. 2014. 82f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.

SILVA, N. S. **Lixo nas ruas como um problema ambiental no território da estratégia saúde da família da comunidade Mãe de Deus I no município de Governador Valadares: Projeto de Intervenção**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Atenção Básica em Saúde da Família) - Universidade Federal de Minas Gerais, Governador Valadares, 2017. Disponível em: <<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/NATALIA-SANTOS-SILVA.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2019.

SOUZA, L. Entrega de casas do conjunto Andorinhas e Sabiás segue indefinida. **Diário dos Campos**, Ponta Grossa, 14 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.diariodoscamos.com.br/cidades/2015/01/entrega-de-casas-do-conjunto-andorinhas-e-sabias-segue-indefinida/1258951/>> Acesso em: 19 maio 2018.

STROMBERG, A. C.; ALMEIDA, M. G.; ZIMMERMANN, C. M. Comparação entre o IQA e o IQApva na avaliação das águas do Arroio Pilão de Pedra na cidade de Ponta Grossa – PR. In: Semana Acadêmica de Engenharia Química. **Anais...**, Ponta Grossa, 2013.

STROMBERG, A. C. **Avaliação da qualidade da água do arroio pilão de pedra no município de Ponta Grossa utilizando ferramentas de análise ambiental.** 2017. 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

TEIXEIRA, J. **Prolar realiza sorteio de lotes no Parque dos Sábias.** Ponta Grossa, 08 dez. 2017. Disponível em: < <http://www.pontagrossa.pr.gov.br/node/37860>> Acesso em: 19 mai. 2019

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. **Água Doce.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. Disponível em: <[http://www.pec.poli.br/sistema/material\\_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf](http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf)>. Acesso em: 19 mai. 2018.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias:** Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

WEISS, L. P.; PINHEIRO, R.; HINSCHING, M. A. O. Levantamento dos animais sinantrópicos da sub-bacia hidrográfica urbana Pilão de Pedra, em Ponta Grossa – PR. In: XVIII Semana de Geografias não mapeadas?. **Anais...**, Ponta Grossa, 2011.

ZIMMERMANN, C. M. **Avaliação do potencial poluente das atividades industriais do distrito industrial de Ponta Grossa e sua correlação com a qualidade das águas do Rio Tibagi.** 2008. 182f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: < <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42978/R%20-%20T%20-%20CIRO%20MAURICIO%20ZIMMERMANN.pdf?sequence=1>> Acesso em: 10 maio 2018.



## Anexo A – Questionário de entrevista para população

Entrevista n°	Contato
Endereço	
Número de pessoas que reside no domicílio	
Tempo de moradia _____ anos	
De onde vem a água que você utiliza? ( ) Rede Sanepar ( ) Poço ( ) Mina ( ) Outra: Qual? _____	
Para onde vai o esgoto da sua casa? ( ) Rede da Sanepar ( ) Galeria de água da chuva ( ) fossa ( ) esgoto a céu aberto ( ) Outra: Qual? _____	
O que você faz com seu lixo? ( ) Entrega o lixo para o caminhão da prefeitura ( ) outro: qual? _____	
E o lixo reciclável? ( ) separa ( ) não separa	
Na sua família, alguém já teve problemas de saúdes que possam estar relacionados ao contato com a água do rio? ( ) Alergias ( ) dores abdominais/diarreia ( ) verminoses ( ) dengue ( ) outro: qual? _____	
Quanto a presença de animais próximo às casas: ( ) moscas ( ) baratas ( ) ratos ( ) cães de rua ( ) gatos de rua ( ) outro, quais? _____	
<b>Riscos e Inundações</b>  A casa já foi inundada por enchente? ( ) Não ( ) Sim. Se sim, quantas vezes? _____ Existe mau cheiro na região? ( ) Sim ( ) Não Existe lixo espalhado na região? ( ) Sim ( ) Não	
<b>SOMENTE PARA MORADORES QUE VIVEM AO LADO DO RIO:</b>  Já ocorreu algum deslizamento? ( ) Sim ( ) Não Perspectivas de saída do local: Prolar, minha casa minha vida? ( ) Sim ( ) Não	

Fonte: Adaptado de Mizerkowski e Zimmermann (2016).