

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

LORENI TERESINHA ESPANIOL

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E  
ECOTOXICOLÓGICAS DE FONTE DE ÁGUA NATURAL EM PROPRIEDADE  
RURAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO  
2018

LORENI TERESINHA ESPANIOL

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E  
ECOTOXICOLÓGICAS DE FONTE DE ÁGUA NATURAL EM PROPRIEDADE  
RURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Thalita Grando Rauen  
Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Claudia Eugênia Castro  
Bravo

FRANCISCO BELTRÃO

2018



**Ministério da Educação**  
**Universidade Tecnológica Federal do**  
**Paraná**  
Campus Francisco Beltrão  
**Curso de Engenharia Ambiental**



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2**

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS,  
BIOLÓGICAS E ECOTOXICOLÓGICAS DE FONTE DE ÁGUA NATURAL EM  
PROPRIEDADE RURAL**

por

**Loreni Teresinha Espaniol**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 15 horas e 30 minutos, do dia 13 de Junho de 2018, 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. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca Avaliadora:

---

**Thalita Grando Rauen**  
(Professor Orientador)

---

**Prof. Dra. Claudia Eugênia Castro Bravo**  
(Professora coorientadora)

---

**Ticiane Sauer Pokrywiecki**  
(Membro da Banca)

---

**Denise Andréia Szymczak**  
(Professora responsável pelo TCC e Coordenadora do Curso de  
Engenharia Ambiental)

“O Termo de Aprovação encontra-se assinado na coordenação do curso”

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a minha família, que me apoiou para que eu pudesse estar concluindo essa etapa da minha vida.

Aos amigos que conquistei nesta universidade e que me acompanharam em toda essa trajetória me motivando e apoiando em todos os momentos.

A minha orientadora Thalita Grando Rauen, por fazer parte dessa equipe, acreditar e dedicar seu tempo a esse projeto.

A minha coorientadora Claudia Eugênia Castro Bravo, pelos ensinamentos tanto neste trabalho, quanto nas disciplinas.

A professora Elisângela Dusman pelo apoio nas análises de ecotoxicidade.

A esta universidade, por todas as oportunidades que me foram propostas, sou imensamente grata.

E a todos os demais que colaboraram de alguma forma, tanto nesse trabalho, quanto no meu desenvolvimento pessoal e em todos os aspectos, muito obrigada.

## RESUMO

ESPANIOL, Loreni T. **Avaliação das características físico-químicas, biológicas e ecotoxicológicas de água de fonte natural em propriedade rural**. 2018. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2018.

A conservação da qualidade dos recursos hídricos é indispensável pois este recurso é utilizado em diversas atividades, em especial para o abastecimento humano. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água de fonte em propriedade rural situado na cidade de Realeza – Paraná. Os parâmetros analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), análise higiênico-sanitária e ensaios ecotoxicológicos com *Artemia salina sp.* e *Allium cepa* (cebola). As coletas foram realizadas durante um período de três meses, no mesmo ponto de amostragem. A média das análises de DBO prevaleceu com o valor 3,25 mg/L, coliformes totais e termotolerantes foram encontrados em todas as amostras analisadas, estes parâmetros mostraram resultados discordantes do permitido pela legislação vigente. As análises ecotoxicológicas com *Artemia salina sp.*, apresentaram diferenças significativas em relação ao controle negativo e com a *Allium cepa* não apresentaram potencial citotóxico e nem atividade mutagênica.

**Palavras-chave:** Nascente. Água. Agrotóxicos. Meio Ambiente.

## ABSTRACT

ESPANIOL, Loreni T. **Evaluation of physicochemical, biological and ecotoxicological characteristics of natural source water in rural property.** 2018. 50p. Work of Course Conclusion. Graduate of Environmental Engineering. Federal University of Technology - Paraná, Francisco Beltrão, 2018.

The conservation of the quality of water resources is indispensable because it is used in various activities, especially for human supply. This study aimed to evaluate the quality of source water in rural property located in the city of Realeza-Paraná. The parameters analyzed were: hydrogenation potential (pH), temperature, turbidity, chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), most probable number (MPN) of total and thermotolerant coliforms and ecotoxicological tests with *Artemia salina* sp and *Allium cepa* (onion). The samples were collected over a period of three months at the same sampling point. The mean of the BOD analyzes prevailed with the value of 3.25 mg / L, total coliforms and thermotolerant were found in all samples analyzed, these parameters showed results discordant to that allowed by the current legislation. Ecotoxicological analyzes with *Artemia salina* sp. presented significant differences in relation to the negative control, and with the *Allium cepa* had no cytotoxic potential and no mutagenic activity

**Keywords:** Spring. Water. Pesticides. Environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Potenciais fontes de contaminação das águas subterrâneas.....	17
Figura 02: Mapa de localização da nascente em estudo.....	20
Figura 03: Predomínio de mata nativa ao redor da fonte.....	21
Figura 04: Localização da fonte natural.....	22
Figura 05: Ponto de coleta da água.....	23
Figura 06: Representação gráfica dos valores de pH no ponto de coleta.....	27
Figura 07: Representação gráfica dos valores de temperatura do ponto de coleta. .....	28
Figura 08: Representação gráfica dos valores da turbidez comparados com a legislação.....	30
Figura 09: Representação gráfica dos resultados nas análises microbiológicas comparados com as coletas.....	32
Figura 10: Índices Mitóticos do controle negativo (CO-) e da Água da Fonte, nos três tempos de coleta de raízes de <i>Allium cepa</i> L. (0, 24 e 48 horas) .....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01 – Volumes das soluções: curva padrão DQO.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabela 02 – Intervalo de confiança dos parâmetros de DQO e DBO.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 03 – Número individual e médio de organismos mortos, para o controle negativo salino (CO salino) e água mineral (CO doce) e a água da fonte.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabela 04 – Tipos, números, total de alterações e índice de mutagenicidade (%) obtidas para o grupo controle negativo e o grupo tratado com a água de fonte.....</b>	<b>36</b>



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>A. Salina</b>	<i>Artemia salina</i>
<b>cm</b>	centímetros
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxigênio
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxigênio
<b>FUNASA</b>	Fundação Nacional de Saúde
<b>g/L</b>	gramas por litro
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IC</b>	Intervalo de Confiança
<b>IM</b>	Índice Mitótico
<b>IMG</b>	Índice de Mutagenicidade
<b>LGQ</b>	Laboratório para garantia da qualidade
<b>mL</b>	Mililitro
<b>mm</b>	Milímetros
<b>NTU</b>	Unidades Nefelométricas de Turbidez
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>UTFPR – FB</b>	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
3.1 DISPONIBILIDADE DA ÁGUA.....	15
3.2 DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA.....	16
3.3 FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS .....	17
3.4 ECOTOXICIDADE .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
4.1 DETERMINAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
4.2 COLETA DE AMOSTRAS.....	22
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	23
4.3.1 pH, temperatura e Turbidez .....	23
4.3.2 DQO e DBO .....	24
4.4 ANÁLISES HIGIÊNICO-SANITÁRIA.....	25
4.5 ANÁLISE ECOTOXICOLÓGICA.....	26
4.5.1 <i>Artemia salina</i> .....	26
4.5.2 <i>Allium cepa</i> L.....	26
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
5.1 pH .....	27
5.2 TEMPERATURA.....	28
5.3 TURBIDEZ.....	29
5.4 DQO e DBO.....	30
5.5 QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA.....	32
5.6 ANÁLISE ECOTOXICOLÓGICA DA ÁGUA DE FONTE.....	33
<b>6 TRATAMENTO PARA A ÁGUA DA FONTE</b> .....	36
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	37

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural que dificilmente será encontrada para o consumo, sem algum tipo de contaminação. A Portaria MS N 2914 de 12/12/2011 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011), relata que

“toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água”.

Na zona rural, a maioria da população utiliza a água para seu consumo, de fontes alternativas como nascentes ou poços profundos.

Assim a importância da vegetação das matas ciliares em torno de nascentes e cursos d'água, se tornam imprescindíveis, contribuindo para sua proteção, pois as chuvas trazem produtos químicos das lavouras, comprometendo este recurso. Com a ausência dessa proteção, o fluxo de animais ou pessoas se torna acessível, promovendo a alteração na vazão das nascentes, devido à compactação. De acordo com o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), para nascentes ou olho d'água, a área de preservação deve ser de 50 metros ao seu entorno.

O conhecimento sobre a qualidade dos recursos hídricos nas regiões agrícolas, se faz através de programas de monitoramento da qualidade das águas, avaliando-se o impacto causado e suas consequências ao meio ambiente. Porém a diversidade de lançamento dos agrotóxicos e a dificuldade de acesso à laboratórios faz com que programas de monitoramento se tornem de alto custo e ineficientes (GAMA et al., 2013). Portanto, estudos da determinação do perfil de agrotóxicos regional juntamente com o uso de modelos de avaliações de riscos, são as principais ferramentas utilizadas em grandes áreas agrícolas no Brasil (GAMA et al., 2013).

Alguns dos fatores que podem afetar a qualidade da água, está no destino incorreto do esgoto doméstico e industrial, o arranjo inadequado de resíduos sólidos urbanos e industriais. Dentre estes motivos, se encontram também os postos de combustíveis e a tecnologia na agricultura, que utiliza muitos tipos de agroquímicos, que caracterizam-se como fontes de contaminação das águas

subterrâneas, por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA et al., 2014).

Existem parâmetros que avaliam a qualidade da água, dentre eles os parâmetros físicos, químicos e biológicos. Através dos resultados obtidos com as análises é possível ser realizado um tratamento adequado, possibilitando o seu uso, tanto para consumo quanto para outras atividades humanas.

O resultado da determinação das características físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas estão diretamente influenciadas pela geografia, pelo clima e pelas atividades antrópicas praticadas ao entorno do recurso hídrico (AZZOLINI, 2017). A análise de ecotoxicidade, surge como um complemento das análises físico-químicas, podendo dar indícios da presença de agroquímicos na água.

Como o Estado do Paraná se destaca no uso excessivo agroquímicos aplicados nas lavouras, torna-se necessário a avaliação da qualidade das águas através da ecotoxicidade. Pois a maioria das propriedades rurais, são abastecidas através de poços artesianos ou fontes naturais.

Com ênfase nesta questão, realizar-se-á o estudo em uma propriedade particular no sudoeste do Paraná, com análises da água de nascente localizada em mata nativa, sendo esta água utilizada para consumo humano e atividades afins.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água de fonte natural, através dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e toxicológicos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Determinar a área geográfica do local onde se encontra a fonte e o tipo de cultura no entorno.

b) Analisar parâmetros físico-químicos: Temperatura, pH, Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

c) Analisar a qualidade higiênico-sanitária da água da fonte.

d) Analisar a ecotoxicidade da água da fonte.

e) Comparar padrões de potabilidade da água com a legislação vigente.

f) Sugerir de acordo com os resultados obtidos, o tratamento para a água analisada.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 DISPONIBILIDADE DA ÁGUA

A água é vital aos seres vivos, pois sem ela o homem morreria em poucos dias, já sem alimento poderia sobreviver semanas. Este recurso é o maior bem de valor disponibilizado na natureza, porque é essencial para a maioria das atividades humanas. Todavia, houve um aumento no consumo deste recurso nos últimos anos, caracterizado pelo crescimento populacional, da agroindústria e da indústria, além da irregularidade da distribuição no território nacional, provocando assim a busca por alternativas de seu uso sustentável (CAVALCANTI, 2014).

Segundo Olivo e Ishiki (2014), existe uma diminuição expressiva das reservas de água limpa no planeta, inclusive no Brasil, por conta dessa situação existe uma grande preocupação dos especialistas e das autoridades, o motivo da decorrência desta problemática seria o mau uso, seguido da crescente demanda.

Para Souza et al (2014), a importância da água não está somente na ligação com as funções na natureza, mas sim com a atuação que exerce na área da saúde, economia e qualidade de vida dos humanos. Logo, do ponto de vista cultural, a água realiza um papel importante na construção e crescimento de civilizações. Este recurso natural, atende a sociedade através de suas necessidades pessoais, atividades econômicas e sociais. Mas quando essa diversificação no uso ocorre de forma inadequada, tende-se a provocar modificações na qualidade da água, prejudicando os recursos hídricos. Quando se trata de abastecimento humano a qualidade da água se torna indispensável (SOUZA et al., 2014)

As águas subterrâneas estão sujeitas a menos flutuações sazonais e secas duradoras, além de seu armazenamento ser em aquíferos, não necessitando de represamento, essas águas costumam estar próximas aos pontos de demanda. Essas características tornam-nas excelentes como fonte de abastecimento (DAVIS, 2017). Um aquífero freático, superficial tem apenas

interesse local, para uso doméstico e agrícola, sendo imensamente vulnerável à contaminação química, pela forma da profundidade do nível freático ser baixa (SILVA et al., 2014).

### 3.2 DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA

Dealessandri (2013), enfatiza que de forma direta ou indireta, a água é responsável por transmitir uma grande quantidade de doenças, significando que não é só ingerindo este recurso natural que as doenças são transmitidas. Tomar água contaminada microbiologicamente ou com presença de substâncias prejudiciais à saúde, a ingestão de alimentos contaminados pela água e tomar banho ou praticar esportes em água onde existe a presença de parasitas, estão entre as formas de transmissão de doenças.

Constata-se que as doenças de veiculação hídrica, existem em consequência da falta de saneamento e a contaminação das águas, facilitando assim sua proliferação, o cuidado no manejo e no tratamento da água para consumo são imprescindíveis, pois assim é provável que se evite a ingestão de água contaminada e portanto contaminação do organismo humano (RITÁ et al., 2016).

A transmissão de doenças infecciosas representa um processo complexo, apresentando diversos fatores determinantes. A qualidade sanitária da água para consumo pode sofrer alterações, tanto por aspectos comportamentais quanto ambientais (RAZZOLINI et al., 2008). As condições em que a água está disponível, também é um princípio de risco e contribui para os efeitos à saúde, favorecendo a incidência de doenças de transmissão hídrica, assim como a coleta da água, como seu transporte e armazenamento, podem ser efetuados de forma inapropriada (RAZZOLINI et al., 2008).

De acordo com Girard (2013), dentre as doenças transmitidas quando o ser humano ingere ou nada em água contaminada, se destacam o cólera, a febre tifoide, a disenteria, a hepatite infecciosa e a poliomielite.

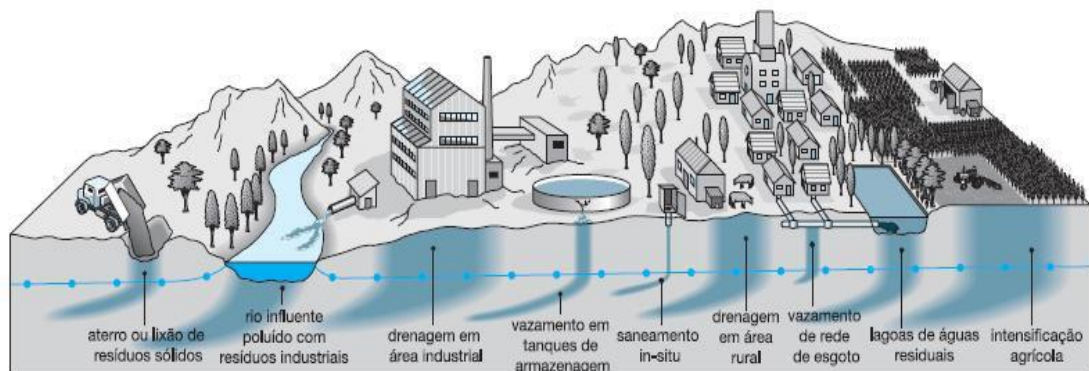


### 3.3 FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Conforme Derisio (2012), a poluição das águas é gerada através de quatro tipos de fontes: poluição natural, poluição industrial, poluição urbana e poluição agropastoril. A poluição natural, não está relacionada às atividades do homem, pois trata-se de chuvas, salinização e decomposição de vegetais e animais. Entretanto, a poluição industrial provém de resíduos líquidos com geração em processos industriais, sendo este o mais expressivo em termos de poluição. Oriunda dos esgotos domésticos a poluição urbana é um tipo de fonte que precisa de tecnologia de controle, logo a poluição agropastoril é originada de atividades de agricultura e pecuária, com difícil controle e necessidade de planejamento de conscientização.

A Figura 01, representa as potenciais fontes de contaminação das águas subterrâneas.

Figura 01: Potenciais fontes de contaminação das águas subterrâneas  
Fonte: FOSTER *et al.*, 2004



Para Girard (2013), é a partir de fontes pontuais e fontes difusas que os poluentes chegam nos corpos hídricos. As fontes pontuais são responsáveis pelo lançamento de poluentes em locais distintos, de maneira geral por meio de tubos. Já as fontes difusas dispensam poluentes em áreas imensas, estas fontes são mais difíceis de serem identificadas e controladas.

### 3.4 ECOTOXICOLOGIA

A toxicologia ambiental se preocupa com o destino dos agentes tóxicos, seus metabólitos e produtos de degradação no ambiente e nas cadeias alimentares, assim como dos efeitos desses contaminantes sobre organismos e populações.

Dentre as áreas da toxicologia ambiental, destaca-se a ecotoxicologia, compreendendo o estudo dos efeitos tóxicos de substâncias químicas e efluentes industriais em uma população, na comunidade ou ecossistema (OGA et al, 2008). A resolução CONAMA 357/05 recomenda o controle ecotoxicológico para efluentes e define os ensaios deste controle como ensaios para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos.

Ensaio ecotoxicológicos são utilizados em programas de monitoramento de qualidade de águas e efluentes, ou ainda para avaliação de risco de substâncias químicas no ambiente. A variabilidade de resultados desses ensaios depende da qualidade do organismo utilizado e das condições bióticas mantidas durante os experimentos (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2008).

Os testes de toxicidade com organismos podem ser classificados em agudos e crônicos. Ensaio de toxicidade aguda avaliam a capacidade da amostra de causar efeitos danosos, aos organismos-teste após um curto período de exposição à amostra, geralmente inferior a 96 horas. Se a amostra apresentar toxicidade aguda, significa que ela é tóxica o suficiente para matar os organismos, mesmo quando eles ficam expostos a ela por pouco tempo. Já os ensaios de toxicidade crônica, expõem os organismos-teste às amostras por um intervalo de tempo mais significativo em relação ao seu ciclo de vida, superando 72 horas. Sendo avaliados os efeitos mais sutis, como alteração sobre a reprodução e o crescimento, além da morte dos organismos expostos, mesmo que ocorra de forma mais lenta. *Daphnia similis*, *Daphnia magna*, *Vibrio fischeri*, *Ceriodaphnia dubia*, *Danio rerio* e *Pimephales promelas*, são alguns dos organismos-teste mais utilizados para análises de ecotoxicidade no Brasil (ARENZON et al, 2011).

A letalidade da *Artemia salina* sp. tem sido utilizada para identificação de repostas biológicas, nas quais as variáveis como a morte ou vida são as únicas

envolvidas (MEYER et al., 1982). Ela é utilizada em testes de toxicidade aguda devido à sua capacidade para formar cistos dormentes, sua praticidade de manuseio e cultivo, por ser um método rápido e barato, aplicável como bioindicador em uma avaliação toxicológica pré-clínica (CARVALHO et al., 2009).

A *Allium cepa* é um dos testes mais difundidos para análise de toxicidade em água de rios, destacando-se pela sua eficiente cinética de proliferação, crescimento rápido de suas raízes, grande número de células em divisão, sua alta tolerância a diferentes condições de cultivo, disponibilidade durante o ano todo, fácil manuseio, possui cromossomos em número reduzido e de grande tamanho (Fiskesjö 1985; Grant 1994).

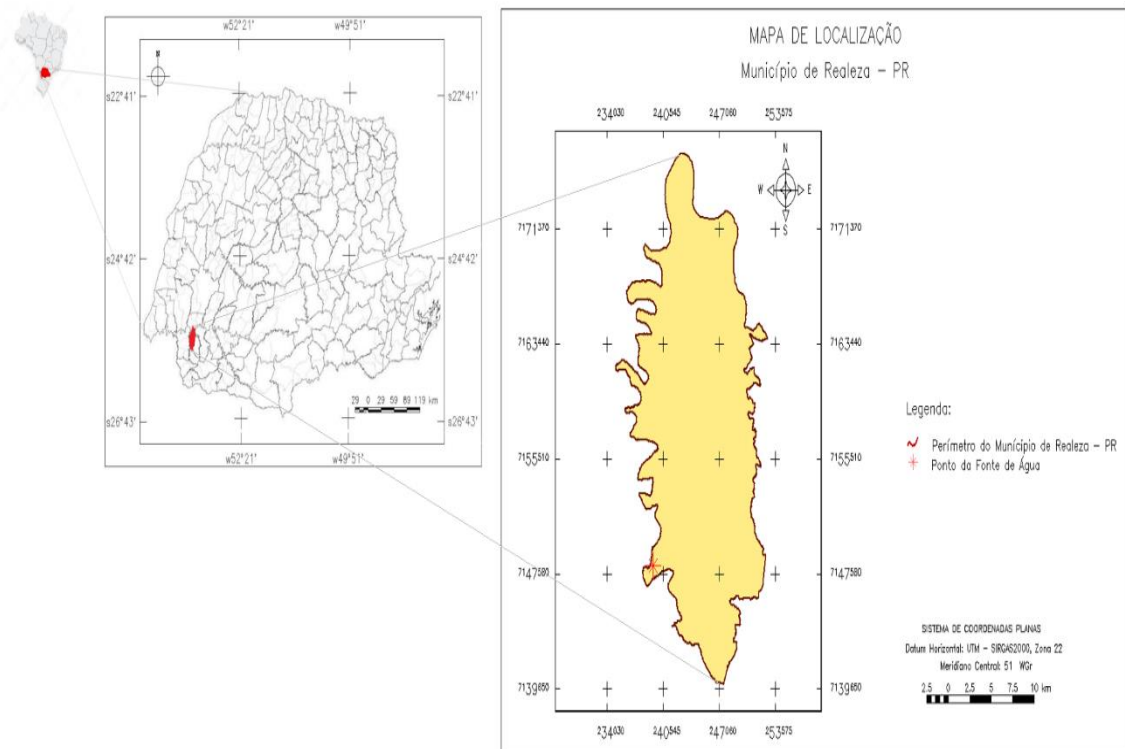
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 DETERMINAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Realeza está localizada no sudoeste do Paraná. De acordo com o censo realizado em 2017, a população de Realeza está estimada em 17.111 habitantes e possui uma área de 353,416 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017). Na Figura 02 a seguir, observar-se o ponto onde está localizada a fonte de água.

Figura 02: Mapa de localização da nascente em estudo.

Fonte: Autoria própria.



O presente estudo foi realizado em uma fonte de água natural, no interior deste município. A área é predominada por mata nativa, como pode ser observado na Figura 03. Há uma distância de 100 metros da fonte, são cultivados grãos como milho, soja, trigo e feijão. De acordo com o proprietário, são utilizados agroquímicos nesta lavoura, em variadas épocas do ano.

Esta área serve de corredor ecológico para alguns animais silvestres, como quati, jacutinga, esquilos, lebres, tatu, entre outros. Estes animais são

fundamentais para o ciclo ecológico, pois se alimentam de frutos da mata, trazem sementes de outros locais, enriquecendo a flora.

O aquífero que abastece a cidade de Realeza no Paraná, é denominado de Serra Geral Sul. O pH varia entre 6,6 e 7,2 mas a problemática sobre a qualidade das águas desse aquífero, está associada a proximidade de poços artesianos sem revestimento, que seccionaram o aquífero Guarani, podendo apresentar altos teores de sódio e potássio (IAP, 2018).

Figura 03: Predomínio de mata nativa ao redor da fonte.  
Fonte: Autoria própria.



A delimitação da área estudada foi realizada através de mapas de localização e delimitação da fonte de estudo. Foram utilizados recursos como sistema Spring 5.2.3, Google Earth e GPS modelo Garmin GPSmap 76CSx. O sistema Spring 5.2.3 tem, por sua vez a função de processar imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. O Google Earth permite a visualização de imagens reais capturadas por satélite de praticamente qualquer lugar do mundo, já o GPS modelo Garmin



GPSmap 76CSx foi utilizado para georreferenciar o ponto de coleta analisado. A Figura 04, evidencia a localização da fonte de acordo com o Google Earth.

Figura 04: Localização da fonte natural.  
Fonte: Google Earth (2018).



#### 4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

A água para análise foi coletada direto da fonte, durante o período de fevereiro a maio, em duas estações do ano.

As amostras foram coletadas em frascos esterilizados. Na fonte existem saídas da água conectadas a mangueiras que fazem a ligação da água até as residências. A coleta foi realizada em uma destas saídas e imediatamente após este procedimento os frascos foram tampados e armazenados em caixa de isopor com gelo a temperatura de 4°C. Posteriormente amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia UTFPR - FB, para análise microbiológica. Para as análises físico-químicas de DQO e DBO, as amostras foram direcionadas ao Laboratório LGQ. As amostras para análises de pH, turbidez e ecotoxicológicas foram encaminhadas aos Laboratórios de Biologia, Águas e Resíduos Líquidos da UTFPR – FB.

Figura 05: Ponto de coleta da água  
Fonte: Autoria própria.



### 4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para avaliar a qualidade da água, foram realizadas análises de pH, temperatura, turbidez, DQO, DBO.

#### 4.3.1 pH, temperatura e turbidez

As aferições do pH das amostras, foram realizadas utilizando um pHmetro microprocessado digital de bancada modelo DLA-PH, através do método eletrométrico e ajustando com soluções tampão pH 4,00 e 7,00.

A temperatura foi aferida através de um termômetro no ato da coleta, por meio da introdução do termômetro na amostra.

O procedimento de verificação da turbidez da água foi aplicado de acordo com o método nefelométrico da FUNASA, 2013. Inicialmente, o equipamento foi

calibrado de acordo com as especificações do fabricante. Após a calibração, foi realizada a medição do pH através da introdução do eletrodo na amostra.

#### 4.3.2 DQO e DBO

A demanda química de oxigênio foi determinada através da oxidação em meio ácido. Para isso, preparou-se uma curva padrão de concentração conhecida, que foram adicionados em tubos de ensaio uma porção de solução digestora, solução de ácido sulfúrico, água destilada e solução de biftalato de potássio. A seguir a Tabela 01 destaca os volumes das soluções utilizados para a confecção da curva padrão.

**Tabela 01 – Volumes das soluções: curva padrão DQO**

<b>Padrões (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	<b>Volume (mL) solução de biftalato</b>	<b>Volume (mL) água destilada</b>	<b>Volume (mL) solução digestora</b>	<b>Volume (mL) solução ácido sulfúrico</b>
<b>500</b>	2,5	0	1,5	3,5
<b>400</b>	2	0,5	1,5	3,5
<b>300</b>	1,5	1	1,5	3,5
<b>100</b>	0,5	2	1,5	3,5
<b>40</b>	0,2	2,3	1,5	3,5
<b>0</b>	0	2,5	1,5	3,5

Após este procedimento, os tubos foram vedados e levados para o bloco digestor, a uma temperatura de 150°C, por duas horas. Após a digestão dos padrões, os tubos de ensaio foram retirados do digestor. Quando atingida a temperatura ambiente, foi realizada a leitura da absorbância, em espectrofotômetro com comprimento de onda igual a 600 nanômetros.

Para análise das amostras, foram adicionados em tubos de ensaio 2,5 mL de amostra, 1,5 mL de solução digestora e 3,5 mL da solução de ácido sulfúrico.



O mesmo método de digestão aplicado com os padrões, foi adotado para as amostras.

Com os valores de absorvância dos padrões de concentração conhecida, foi possível confeccionar uma curva padrão e, a partir deste gráfico obteve-se uma equação, determinando o valor de DQO da amostra.

A análise de DBO foi efetuada pelo laboratório LGQ, na primeira e na segunda coleta. O procedimento da DBO foi realizado quando frascos herméticos foram submetidos ao processo de transbordo. Fazendo com que seja removido todo o oxigênio do frasco. Com os frascos devidamente tampados, estes foram incubados por 5 dias a uma temperatura de 20°C. A DBO foi avaliada através da diferença de oxigênio dissolvido inicial e oxigênio dissolvido final (APHA, 1998).

#### 4.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

O exame bacteriológico da água seguiu a metodologia descrita pela APHA (1992), baseada no Método de Fermentação em Tubos Múltiplos, que determina o Número Mais Provável (NMP) de coliformes 100mL<sup>-1</sup> de amostra de água. As amostras de água foram coletadas em frascos estéreis e colocadas em caixa de isopor, mantidas sob refrigeração e transportadas até o laboratório de Microbiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde realizou-se as análises. No laboratório de Microbiologia, os frascos com as amostras de água foram homogeneizados e em seguida alíquotas de 10 mL de água foram transferidas de forma asséptica para uma série de 10 tubos de ensaio contendo meio de cultura Caldo Lauril Sulfato Triptose (Caldo LST) em concentração dupla com tubos de Durham invertidos. Após a inoculação das amostras os tubos de ensaio foram incubados à 36 ±1°C entre 24-48 horas. Após o período de incubação em Caldo LST, dos tubos de ensaio presuntivamente positivos (caldo LST com turvação e produção de gás nos tubos de Durham) foram transferidas, com auxílio de alça de platina, uma alçada ou um “cap” para tubos de ensaio com meio de cultura Caldo Verde Brilhante Bile 2% lactose (Caldo VBB) em concentração simples com tubos de Durham invertidos e incubados em estufa bacteriológica à 36 ±1°C entre 24-48 horas e para tubos de ensaio com meio de cultura Caldo Escherichia coli (Caldo EC) em concentração simples com tubos

de Durhan invertidos e incubados em banho-maria à  $44,5 \pm 1^\circ\text{C}$  entre 24-48 horas. Após o período de incubação, a partir da combinação de números correspondentes os tubos de ensaio que apresentarem resultado positivo em cada um dos testes confirmativos (coliformes totais e coliformes termotolerantes), utilizar a Tabela de Hoskins (Tabela NMP) para calcular o Número Mais Provável de Coliformes Totais e Termotolerantes em 100 mL de água.

#### 4.5 ANÁLISES DE ECOTOXICIDADE

##### 4.5.1 *Artemia salina*

O teste de imobilidade/mortalidade com *A. salina* foi conduzido pelo método proposto por Guerra (2001), com modificações baseadas na ABNT NBR 13373. Inicialmente cistos de *A. salina* foram incubados em solução de sal marinho sintético (30 g/L), aerados, com luminosidade e temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , para induzir sua eclosão. Após a eclosão dos cistos, dez náuplios do microcrustáceo foram transferidos para poços de placas de cultivo, contendo 2 mL: da amostra da água da fonte, solução salina (controle negativo salino) e água mineral (controle negativo doce). Após um período de 24 horas de incubação foi realizada a contagem do número de náuplios mortos/imóveis e a análise estatística foi feita através do teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ;  $n=4$ ), pelo programa GraphPad InStat.

##### 4.5.2 *Allium cepa* L.

Para a análise de ecotoxicidade com *Allium cepa*, bulbos de 5 cebolas foram colocados para enraizar em frascos com água mineral. Duas raízes foram coletadas e fixadas (3 metanol: 1 ácido acético) para servirem de controle do próprio bulbo. Em seguida, as raízes desses bulbos foram colocadas na amostra de água de fonte a ser avaliada por 24 horas. Após este tempo foram retiradas duas raízes de cada cebola e fixadas na solução. As raízes restantes foram lavadas e os bulbos, para recuperação, de eventuais danos, por 24 horas, sendo as raízes restantes retiradas e fixadas.

Realizou-se um grupo de controle negativo. As raízes foram preparadas pela reação de Feulgen, permaneceram no fixador por 24 horas na geladeira, depois foram lavadas com água destilada e sofreram hidrólise com 5 mL de ácido clorídrico 1N a 60°, por 10 minutos, estufa a 60°C. Após lavagem as raízes foram coradas com 5 mL do reativo de Schiff, por 45 minutos.

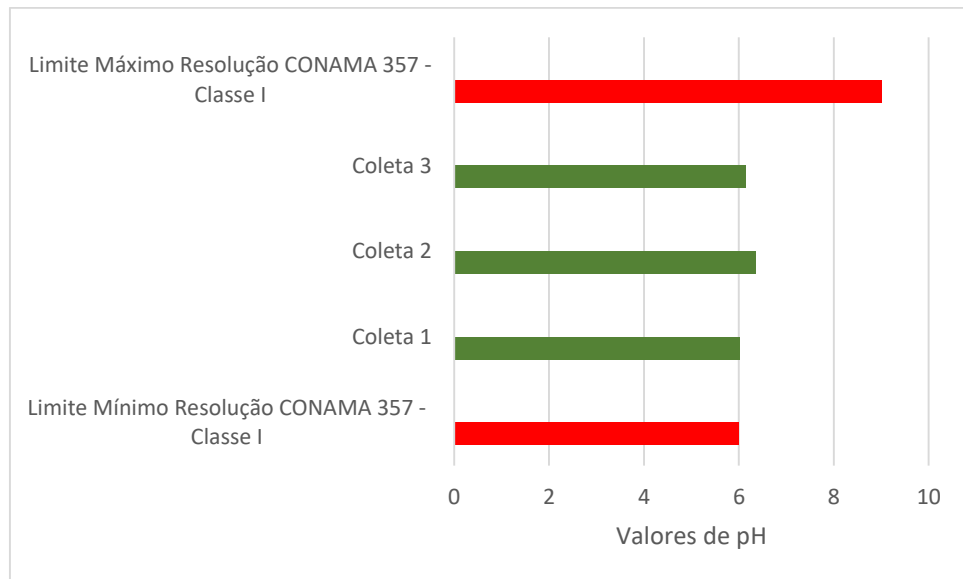
Para confecção das lâminas, utilizou-se a região mais corada das raízes, que foi macerada com orceína acética e coberta com lamínula. As lâminas prevaleceram na geladeira até sua análise. As lâminas foram analisadas em “teste cego” ao microscópio óptico, em objetiva de 40X. Foram avaliadas 1.000 células por bulbo, totalizando 5.000 células para cada grupo controle, tratamento e recuperação. Foram avaliadas alterações estruturais e determinação do Índice Mitótico (IM %). O cálculo do Índice Mitótico em porcentagem foi feito pela razão do número de células em divisão pelo número total de células analisadas, multiplicado por 100. Foi utilizado o teste estatístico Qui-quadrado para a análise dos dados ( $n= 5$ ,  $\alpha=0,05$ ), (FISKESJO, 1985).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 pH**

A Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), recomenda que o pH de águas doces da Classe 1, sejam mantidas na faixa de 6,0 a 9,0. Entretanto a Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), ressalva que no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Portanto o pH da água da fonte se enquadra dentro dos padrões das duas legislações, como pode ser observado na Figura 06.

Figura 06: Representação gráfica dos valores médios de pH comparados com a legislação.



Azzolini *et al* (2017), descreve que as águas de fonte são significativamente mais ácidas que as águas de poço, de acordo com o pH, mas ambas não diferem das águas de abastecimento.

Já para Bahia *et al* (2011), os baixos valores de pH são característicos de climas tropicais, com abundantes precipitações pluviométricas que atingem facilmente o lençol freático. As águas ácidas também são relacionadas à ambientes rapidamente lixiviados, onde prevalecem os elementos como ferro, alumínio e manganês.

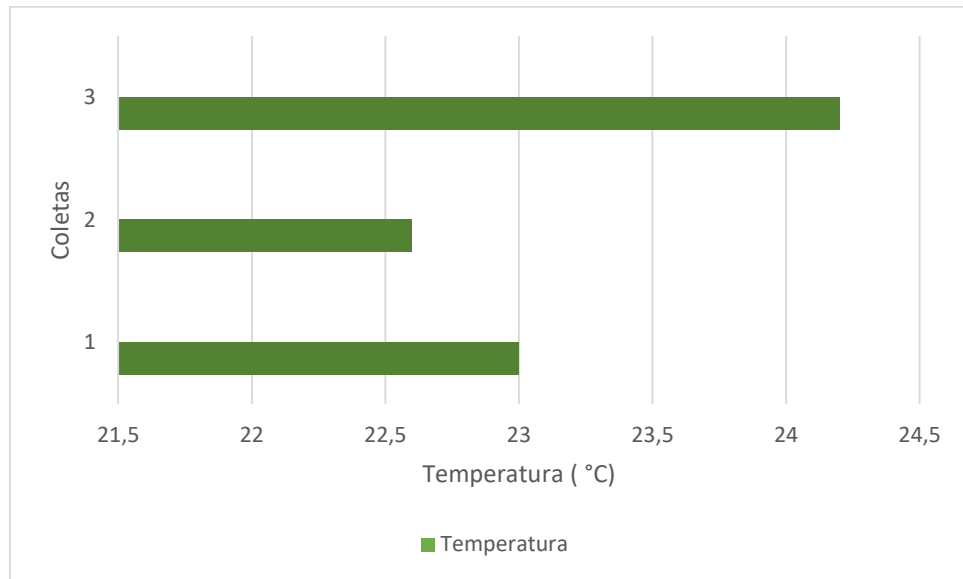
Nos estudos realizados por Silva *et al* (2014), com água de poços rasos, observou-se resultados de pH que indicaram uma água tendendo a ácida, cujo valores variaram entre 4,1 e 6,8.

## 5.2 TEMPERATURA

A Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) não utiliza a temperatura para classificação dos corpos hídricos, mas este parâmetro é utilizado para avaliar a qualidade da água.

Os resultados obtidos na aferição da água da fonte, variaram 22,6 °C à 24,2°C, conforme Figura 07, demonstrando variações sazonais.

Figura 07: Representação gráfica dos valores médios de temperatura do ponto de coleta.

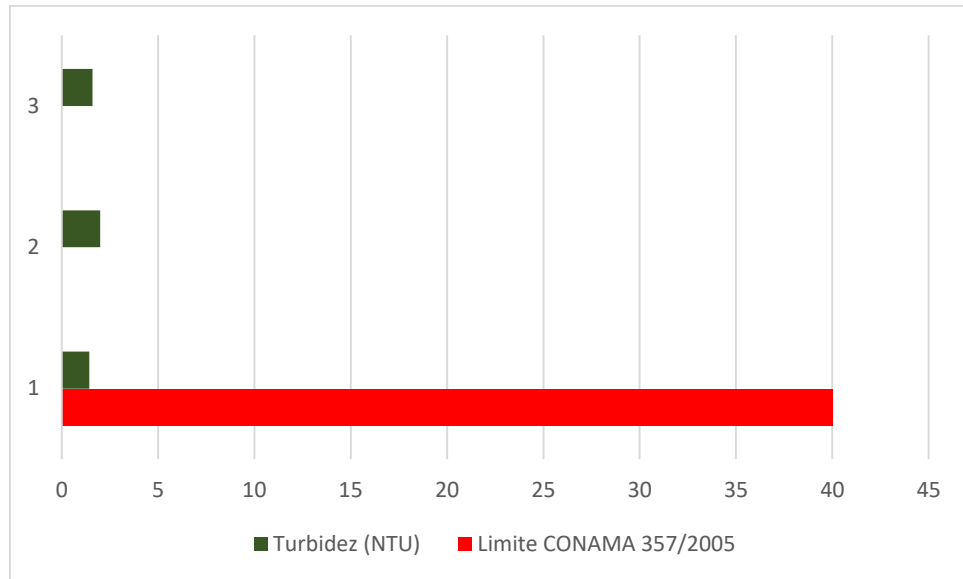


As águas subterrâneas têm uma amplitude térmica baixa, não sendo influenciada pelas variações da temperatura do ar, com exceção dos aquíferos freáticos, como a Serra Geral. Em profundidade a temperatura da água pode ser influenciada pelo grau geotérmico (CORCÓVIA e CELLIGOI, 2012).

### 5.3 TURBIDEZ

De acordo com as informações da Figura 08, constata-se que a turbidez da água, permaneceu dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que estipula o valor máximo de 40 NTU.

Figura 08: Representação gráfica dos valores médios da turbidez comparados com a legislação.



A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas e detritos orgânicos (CETESB, 2016).

As águas subterrâneas geralmente não apresentam problemas devido a abundância de turbidez. Existe casos que águas ricas em íons ferro, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar (CORCÓVIA; CELLIGOI, 2012).

#### 5.4 DQO e DBO

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) não utiliza a demanda química de oxigênio para classificação dos corpos hídricos de água doce. Porém este parâmetro foi utilizado em estudo de Bahia *et al* (2008), onde se obteve a caracterização hidrogeoquímica das águas da Bacia Hidrográfica do Utinga, constatando que o valor da DQO foi relativamente maior em relação a DBO, apontando a presença de substâncias químicas susceptíveis de serem oxidadas somente pela via química. No trabalho realizado por Nanes *et al* (2012), encontrou-se um valor da demanda química de oxigênio altíssimo na água de poço, podendo ser justificado pela grande concentração de matéria orgânica e

um baixo teor de oxigênio. Os autores destacam, que a cacimba de água analisada, localiza-se próxima a área de cultivo de hortaliças, onde é comum o uso de adubos orgânicos por parte dos agricultores para adubação das culturas.

Para um melhor entendimento dos resultados desses parâmetros, na avaliação da água deste estudo, realizou-se um teste de intervalo de confiança a 95%. Como observa-se a seguir na Tabela 02.

**Tabela 02– Intervalo de confiança dos parâmetros de DQO e DBO.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IC, 95%</b>
DQO(mg/L)	5,54	2,75	[1,73; 9,35]
DBO(mg/L)	3,25	2,05	[0,40; 6,09]

IC: Intervalo de confiança para a média populacional com 95% de confiança.

Para a DQO, a probabilidade da média real ser menor que 1,73 ou maior 9,35 é de apenas 5 %. Assim como para DBO que permaneceu entre 0,40 e 6,09. Futuramente, se realizadas novas análises destes parâmetros, seus valores não ultrapassarão os valores do intervalo de confiança.

De acordo com a média obtida do parâmetro de DBO (Tabela 02), o valor permaneceu acima do estabelecido pela legislação que é de 3 mg/L para águas doces de Classe 1. Este resultado pode ter sido influenciado pela grande precipitação ocorrida na semana de coleta das amostras, havendo um carreamento de partículas e sedimentos capazes de causar perturbação na água da fonte.

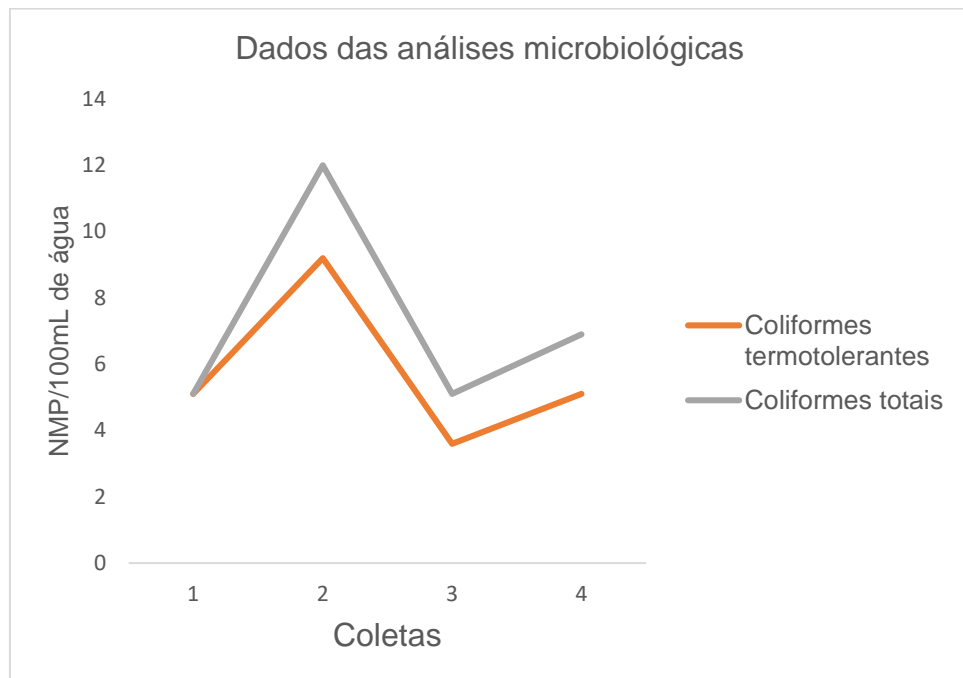
Para Pinto *et al* (2012), nas águas naturais a DBO representa a demanda potencial de oxigênio dissolvido, que poderá ocorrer devido à estabilização dos compostos orgânicos biodegradáveis. Seu valor aceitável retrata que a quantidade das necessidades respiratórias da população microbológica para a decomposição da matéria orgânica presente foram suficientes.

Na pesquisa de Souza e Gastaldini (2014), a DBO analisada apresentou alterações, assim como a DBO deste trabalho, mas a alteração ocorreu por conta do recebimento de despejos domésticos sem tratamento, na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim.

## 5.5 QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA

Segundo dados apresentados na Figura 09, os resultados microbiológicos deste estudo, apontaram presença de coliformes totais e termotolerantes em 100% das amostras coletadas. Conforme a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, em 100 mL de água potável deve-se ter ausência de coliformes termotolerantes e totais.

Figura 09: Representação gráfica dos valores médios obtidos nas análises microbiológicas comparados com as coletas.



Coliformes totais e termotolerantes são somente indicadores microbiológicos da qualidade da água, a presença destes pode indicar que há presença de outros microrganismos. O presente trabalho apresentou, um resultado significativo de coliformes na segunda coleta, podendo ser atribuído esta alteração, pelo grande volume de chuvas, que ocorreu neste período, volume que prevaleceu entre 240-280 mm mensal (IAPAR, 2018). Esta precipitação pode alterar as propriedades da água pois carrega consigo, material orgânico e sedimentos da superfície, poluindo a nascente.

Os resultados de Scapin et al (2012), corroboram com o presente trabalho pois, 56,4% das amostras analisadas da água de mananciais em propriedades rurais, continham coliformes totais e termotolerantes, impróprias para consumo



humano. Já Volkweis et al (2015), demonstraram em seu trabalho que 70% das amostras, estavam contaminadas por coliformes totais e 30% por coliformes termotolerantes, indicando a contaminação na água de poços artesianos. Malheiros et al (2009), também relata que 75,94% das amostras de águas subterrâneas provenientes do Oeste de Santa Catarina, estavam impróprias para o consumo humano, devido a coliformes.

Os trabalhos relatando a contaminação microbiológica em águas do abastecimento rural, refletem a situação de risco em que se encontra a maioria dos mananciais subterrâneos, uma vez que é comum a utilização desta fonte alternativa. Contaminação esta que pode ser atribuída a diversos fatores, destacando a pouca disponibilidade de água, a baixa qualidade das fontes, a inadequada deposição de resíduos humanos, animais e domésticos, a falta de saneamento e de proteção das fontes, como os principais fatores responsáveis pela má qualidade da água em propriedades rurais.

É importante destacar que o consumo dessas águas ou sua utilização para o preparo de alimentos, podem causar sérios problemas de saúde, através de microrganismos patogênicos. Portanto se faz necessário a importância de assegurar aos consumidores algum processo de tratamento, para minimizar o risco de veiculação de doenças.

## 5.6 ANÁLISE ECOTOXICOLÓGICA DA ÁGUA DE FONTE

Ao ser submetida a diferentes concentrações de alguma solução a *A. salina*, evidencia a qualidade das amostras através da toxicidade, verificando se existe algum agente interferindo na sobrevivência dos náuplios. Zagatto e Bertolletti (2008), relatam alguns fatores que podem prejudicar os ensaios de toxicidade aquática, se destacando os fatores bióticos, levando em consideração a idade, estágio de vida, tamanho e estado nutricional do organismo.

De acordo com a Tabela 03, em média, a água de fonte se mostrou estatisticamente diferente do controle negativo com água mineral, demonstrando que pode haver alteração toxicológica nesta água, tanto pela presença de microrganismos ou outros elementos.

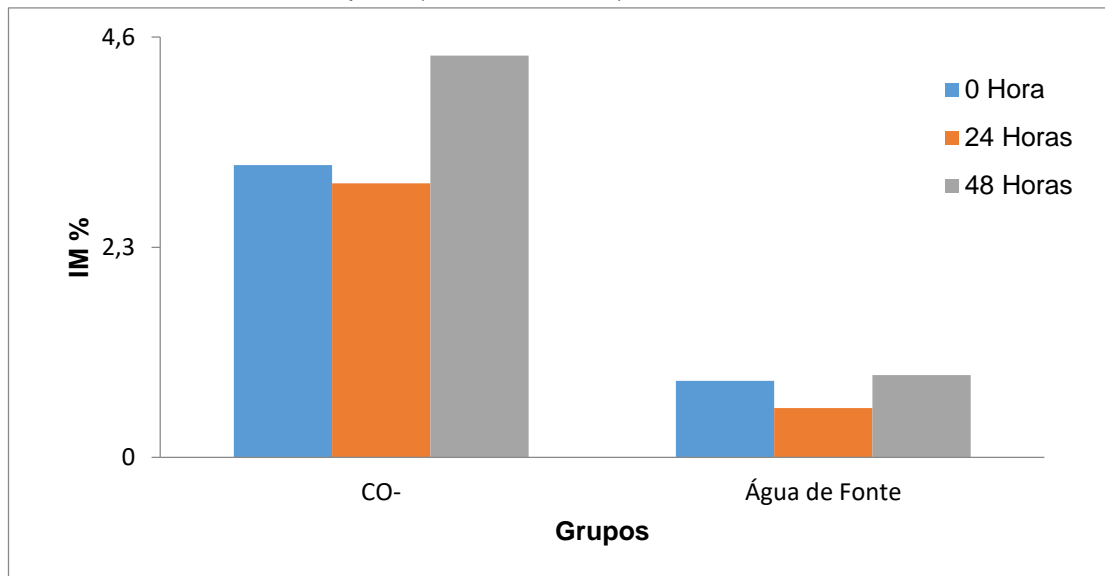
**Tabela 03 – Número individual e médio de organismos mortos, para o controle negativo salino (CO salino) e água mineral (CO doce) e a água da fonte.**

<b>Grupo</b>	<b>Mortalidade</b>	<b>Mortalidade Média</b>
<b>CO salino</b>	<b>3</b>	<b>2,5±1,29ab</b>
	<b>4</b>	
	<b>2</b>	
	<b>1</b>	
<b>CO doce</b>	<b>0</b>	<b>1,25±0,95a</b>
	<b>2</b>	
	<b>1</b>	
	<b>2</b>	
<b>Água de Fonte</b>	<b>5</b>	<b>4,75±1,70b</b>
	<b>3</b>	
	<b>7</b>	
	<b>4</b>	

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Turkey com nível de significância de 5%.

O teste realizado com *Allium cepa* L. mostrou que em relação a citotoxicidade (Figura 10) a água da fonte (24 horas) não apresentou índice mitótico estatisticamente diferente do controle negativo (24 horas) e nem do controle do próprio bulbo (0 horas), não apresentando potencial citotóxico, mesmo tendo um percentual de IM menor que o tempo 0 e 48 horas.

Figura 10: Índices Mitóticos do controle negativo (CO-) e da Água da Fonte, nos três tempos de coleta de raízes de *Allium cepa* L. (0, 24 e 48 horas).



Faria *et al* (2017), correlacionou dados de citotoxicidade que resultaram, no índice menor de crescimento das raízes na amostra de água do ponto um e ponto dois, quando comparados com o controle negativo para a estação seca. Já na estação chuvosa, as variações de crescimento foram entre 2,3 a 4 cm, não diferenciando estatisticamente. Oliveira *et al* (2011) em estudo realizado com a água do Rio Paraíba do Sul (SP), constataram que o índice mitótico não mostrou diferença significativa quando comparado ao grupo controle.

Os valores do índice de mutagenicidade (Tabela 04) da água da fonte (24 horas), foram estatisticamente inferiores aos índices do controle negativo (24 horas) e do controle do próprio bulbo (0 horas), mostrando ausência de substâncias com ação mutagênica na água da fonte e também não encontrando diferenças significativas em relação ao controle negativo. Mitteregger *et al* (2006), também comprovaram a inexistência de atividade mutagênica significativa na água e em sedimento, em estações diferentes do ano, no Arroio Estância Velha.

**Tabela 04 – Tipos, números, total de alterações e índice de mutagenicidade (%) obtidas para o grupo controle negativo e o grupo tratado com a água de fonte.**

Ponto de Coleta		Fases da Mitose								Total de Alterações	IMG%	
		Metáfase			Anáfase			Telófase				
		CS	MC	D	CS	MP	C/PONTE	CT	D			C/PONTE
		Controle Negativo	0h		4	8		4	1			
	24h	2	2	13	2		1	1	3	24	<b>0,48</b>	
	48h			12	8		2	2	9	35	<b>0,70</b>	
Água de fonte	0h	6		5					12	23	<b>0,46</b>	
	24h	7		2					11	20	<b>0,40</b>	
	48h	17		11					21	49	<b>0,98</b>	

## 6 TRATAMENTO PARA A ÁGUA DA FONTE

Os resultados mostraram que existe a necessidade de medidas de preservação e tratamento na água analisada, pois as análises higiênico-sanitária e físico-química de DBO, ficaram fora do padrão estabelecido pela legislação. O ensaio com a *Artemia salina* apresentou alterações, necessitando de testes mais aprofundados para confirmação de agroquímicos neste recurso.

A reestruturação da fonte, como a implantação de cobertura vegetal, higienização frequente e isolamento do local, seriam importantes para ajudar na qualidade da água. Um tratamento viável consiste em uma cloração e filtração, antes do consumo.

Um reservatório para armazenamento e tratamento também seria primordial, pois a água passaria pelo reservatório chegando a residência já em condições de consumo.

## 7 CONCLUSÃO

Sendo alguns dos resultados, compatíveis com estudos encontrados em várias regiões do país e inclusive do mundo, deve-se buscar o maior controle da potabilidade desta água, prevenindo a ocorrência de inúmeras doenças vinculadas.

Com este estudo, é possível concluir que existe a necessidade de mais testes e investigação no ponto de captação da água, para se obter periodicamente a sua qualidade. Pois a “ideia falsa” de que a água subterrânea seja potável, está na maioria da população rural, que ingerem deste tipo de fonte alternativa sem nenhum tratamento prévio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AAI da Bacia do rio Piquiri.** Disponível em:  
([http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_RIMA/baciapiquiri/g\\_V\\_Diagnostico\\_Rec\\_Hidricos\\_e\\_Ecossistemas\\_Aquaticos\\_IV.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_RIMA/baciapiquiri/g_V_Diagnostico_Rec_Hidricos_e_Ecossistemas_Aquaticos_IV.pdf)). Acesso em 14 de março de 2018.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 18.th. Washington: American Public Health Association. 1992. p. 9-13; 9-26.

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

ARENZON, A.; NETO, T. J. P.; GERBER, W. **Manual sobre toxicidade em efluentes industriais.** Porto Alegre: CEP SENAI de Artes Gráficas Henrique d'Ávila Bertaso, 2011.

ARRAES, A. I. O. M.; LONGHIN, S. R. Otimização de Ensaio de Toxicidade utilizando o Bioindicador *Allium cepa* como organismo teste. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n.14, p. 1958- 2012, 2012.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 13373. **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia ssp* (Crusutacea, Cladocera).** 3ª ed. 2010, 18p.

AZZOLINI, N.; RONCATTI, R.; PEREIRA, P. P.; DALTOÉ, M. L.M. Discriminação de águas da Região Sudoeste do Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 19–29, 2017.

BAHIA, V. E.; FENZL, N.; LEAL, L. R. B.; MORALES, G. P.; LUÍZ, J. G. Caracterização Hidrogeoquímica das Águas Subterrâneas na Área de Abrangência do Reservatório de Abastecimento Público do Utinga – Belém (PA). Revista Águas Subterrâneas. **ABAS**. São Paulo, v. 25(01): p.1-14. 2011.

BAHIA, V. E.; FENDL, N.; MORALES, G. P. Caracterização da qualidade das águas subterrâneas da bacia hidrográfica do Utinga/Belém (PA) - a partir de dados hidrogeoquímicos. **XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.** 2008.

Disponível em:  
<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23413/15499>  
Acesso em 20 de maio de 2018.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BORGES; C.S.; RIBEIRO, B. T.; WENDLING, B.; CABRAL, D. A. Agregação do solo, carbono orgânico e emissão de CO<sub>2</sub> em áreas sob diferentes usos no Cerrado, região do Triângulo Mineiro. **Revista Ambiente & Água**, vol. 10, n. 3, p. 660-675, 2015.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em 20 de ago. 2017.

BRASIL. M.S. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Portaria MS Nº 2914/2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em 02 de set. 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde**. 4. ed. Brasília: Funasa, p. 63, 2013.

CARVALHO, C.; MATTA, S.; MELO, F.; ANDRADE, D.; CARVALHO, L.; NASCIMENTO, P.; SILVA, M.; ROSA, M. Cipó-cravo (*tynnanthus fasciculatus miers – bignoniaceae*): estudo fitoquímico e toxicológico envolvendo *Artemia salina*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 6, n. 1, p. 51-58, mar. 2009.

CAVALCANTI, E. Água e cidadania: a privatização dos recursos hídricos e os atores sociais. **Revista Jurídica UniCuritiba**, v. 3, n. 36, 2014. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/issue/view/79>. Acesso em: 31 out. 2017.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de Qualidade das Águas**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas\\_interiores/documentos/indices/02.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas_interiores/documentos/indices/02.pdf)>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO Nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 26 de abril de 2018.

CORCÓVIA, J. A.; CELLIGOI, A. Avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibiporã- -PR. **Revista de Estudos Ambientais (REA)**, v. 14, n. 2, p. 39-48, 2012.

DAVIS, M.; **Tratamento de águas para abastecimento e residuárias: princípios e práticas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

DEALESSANDRI, E. I. CARTILHA: **Principais doenças transmitidas e veiculadas pela água**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: [http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20140131090224.pdf](http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140131090224.pdf). Acesso em 17 set. 2017.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4 ed. atual. São Paulo: Oficina de textos, 2012.

EATON, Andrew et al. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. AWWA, 1999

FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. **Índice de uso sustentável da água (ISA – Água) na região do sub - médio São Francisco**. 1 ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.p. 29.

FARIA, M. L. C. de.; COSTA, F. M. de.; SILVA, F. C. da.; BOSSO, R. M. do V. **Potencial de citotoxicidade e mutagenicidade das águas do rio Jaru, Estado de Rondônia, em células de *Allium cepa***. Gaia Scientia (2017). Vol. 11(2): 104-114.

FISKESJÖ, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring. **Hereditas**. v.102, p. 99 -112, 1985.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Groundwater Quality Protection: A Guide for Water Service Companies, Municipal Authorities, and Environment Agencies**. 2004.

GAMA, A. F.; OLIVEIRA, A. H. B. de; CAVALCANTE, R. M. **Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química dos recursos hídricos no semiárido cearense**. **Química Nova**, v. 36, p. 462-467, 2013.

GIRARD, J. E. **Princípios de Química Ambiental**. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

GUERRA, R. Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents. **Chemosphere**. v. 44, n. 8, p. 1737-1747, 2001.

GRANT, W.F. The present status of higher plant bioassays for detection of environmental mutagens. **MutationResearch**, v.310, p.175-185, 1994.

HIROTA, B. C. K.; PAULA, C. S.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Avaliação de toxicidade *in vitro*: aplicabilidade do ensaio de Letalidade frente à *Artemia salina*. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.13, n. 2, Abr./Jun. 2012. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/academica/article/view/27834/19433>. Acesso em: 18 set. 2017.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>. Acesso em 10 de maio de 2018.



IBGE. **Estatística por estado e cidade**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html? &c=4121406](http://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html?&c=4121406). Acesso em 23 de abril de 2018

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

MALHEIROS, P.S.; SCHAFFER, D.F.; HERBERT, I. M.; CAPUANI, S. M.; SILVA, E. M.; SARDIGLIA, C.U.; et al. **Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas na região oeste de Santa Catarina, Brasil**. Revista Instituto Adolfo Lutz. 2009.

MEYER, B.N. et al. A convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Medica**, v.45, p.31-34, 1982.

MITTEREGGER, H. J.; FERRAZ, J. D.; LÚCIA, M. Y.; ARENZON, A.; SILVA, J.; PEGAS, J. A. H. Avaliação das Atividades Tóxicas e Mutagênicas da Água e do Sedimento do Arroio Estância Velha, Região Coureira-calçadista, Utilizando *Allium cepa*. **Journal of the Brazilian**, v. 1, n. 2, 2006.

NANES, P. L. M. de F.; NANES, D. P.; FARIAS, S. E. M. de. Qualidade das águas subterrâneas de poços tipo cacimba: um estudo de caso da comunidade nascença – município de São Sebastião – AL. **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO**. 2012. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VIII-024.pdf>. Acesso em 02 de maio de 2018.

OLIVEIRA, M.; VOLTOLINI, L.; CESAR, J.; BARBÉRIO, A. Potencial mutagênico dos poluentes na água do rio Paraíba do Sul em Tremembé, SP, Brasil, utilizando o teste *Allium cepa*. **Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science**, vol. 6, n. 1, p. 90-103, 2011.

OLIVO, A. de M.; ISHIKI H. M.; Brasil frente à escassez de água. **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 11, n. 3, p.41-48, set/dez 2014.

OGA, S.; CAMARGO, M. M de A.; BATISTUZZO, J. A. de O.; **Fundamentos de Toxicologia**. 3° ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Instituto das Águas do Paraná**. Curitiba-PR. 2007. Disponível em: < <http://www.aguasparana.pr.gov.br/>>. Acesso em: 17 de set. 2017.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Unidades Aquíferas do Paraná**. Disponível em: (<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=83>). Acesso em 14 de março de 2018.

PERON, A. P.; CANESIN, A. E.; CARDOSO, C. M.V.; Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células

meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 155-159, 2009.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N. de; BALIEIRO, K. R. de C. **Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno**. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495-505, 2012.

RAZZOLINI, M. T. P; GÜNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde Sociedade**, v. 17, n.1, p. 21-32, 2008.

RIBEIRO, M. L.; LOURENCETTI, C.; PEREIRA, S. Y.; Marchi, M. R. R de. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Revista Química Nova**, v. 30, n. 3, mai./jun. 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000300031](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300031). Acesso em: 04 de nov. 2017.

RITÁ, F. dos S.; SANTOS, C. da S. dos; MORAIS, M. A.; Doenças de veiculação hídrica: empoderamento para educação em saúde. **XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, 2016.

ROCHA, J.C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução a Química Ambiental**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

RODRIGUES, M. V. C.; GIRALDI, E. H.; SANTOS, M. M. dos; COSTANZI, R. H.; CELLIGOI, A. **Avaliação preliminar da qualidade das águas subterrâneas e superficiais na área de entorno do antigo lixão no município de Rolândia-PR**. XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28346>. Acesso em 10 de maio de 2018

SILVA, D. D. da; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. de C. e.; LIMA, Z. M. de; MOURA, I. B. de. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 43-52, jan./mar. 2014.

SOUZA, J. R. de; MORAES, M. E. B. de; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodem**, Fortaleza, v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014.

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

SCAPIN D, ROSSI EM, ORO D. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo humano na região do extremo oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 2012.

VIEIRA, M. G.; STEINKE, G.; ARIAS, J. L. O.; PRIMEL, E. G.; CABRERA, L. C. C. Avaliação da Contaminação por Agrotóxicos em Mananciais de Municípios da Região Sudoeste do Paraná. **Revista Virtual Química**, v. 9, n. 5, 2017. Disponível em: <http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/MarcosNoPrelo.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

VOLKWEIS D. S. H.; LAZZARETTI J.; BOITA E. R. DE F.; BENETTI F. Qualidade microbiológica da água utilizada na produção de alimentos por agroindústrias familiares do município de Constantina/RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 1, p. 18 – 26, 2015.

ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática – princípios e aplicações**. 2 ed. São Carlos: Rima, 2008.

## ANEXOS

ANEXO A – Laudo do laboratório LGQ – Demanda Bioquímica de Oxigênio.1ª coleta.



## LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE ANÁLISES DE ALIMENTOS E AMBIENTAIS

### RELATÓRIO DE ENSAIO

2019 / 2018

#### DADOS DO SOLICITANTE

Solicitante: LORENI TEREZINHA ESPANIOL  
 CNPJ/CPF: 031.076.749-07  
 Endereço: Limeira 122 - Pinheirinho CEP.:85603020 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 991158314 e-mail: ---

#### DADOS DA AMOSTRA

Desc. da Amostra: ÁGUA  
 Data de Entrada: 11/04/2018 14:04  
 Data de Fabricação: NA  
 Embalagem: frasco plástico  
 Temp. de Coleta: NA  
 Temp. no Receb.: 08,1 °C  
 Observações: Responsável Pela Coleta: Cliente

Data e Hora da Coleta: 10/04/2018 09:30  
 Local da Coleta: NI  
 Data da Validade: NA  
 N° do Lote: NA  
 N° do Lacre: NA  
 Quantidade de Amostra: 1 litro

#### RESULTADOS

##### FÍSICO-QUÍMICO

ENSAIO	DT/HR INICIO	DT. FIM	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5)	11/04/18 16:50	16/04/18	<100 (*)	4,70	-x-	mg/L	APHA, 2017 - Método 5210 B

Legenda: (\*) Resolução SEMA nº 032- 21 de dezembro de 2016

##### Metodologia:

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd.ed.; 2017


##### Informações Adicionais:

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada  
 O plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante  
 NA: Não se aplica; UFC: Unidade formadora de colônia; NI: Não informado; I.M.: Incerteza de Medição

##### Comentário:

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

Francisco Beltrão, 20 de Abril de 2018

  
 Arizangela Antunes de Lara  
 Responsável Técnica  
 CRBio 66427/07D

ANEXO B – Laudo do laboratório LGQ – Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio. 2ª coleta.



**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE  
ANÁLISES DE ALIMENTOS E AMBIENTAIS**

**RELATÓRIO DE ENSAIO**

**2643 / 2018**

**DADOS DO SOLICITANTE**

Solicitante: LORENI TEREZINHA ESPANIOL  
 CNPJ/CPF: 031.076.749-07  
 Endereço: Limeira 122 - Pinheirinho CEP.:85603020 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 991158314 e-mail: ---

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA  
 Data de Entrada: 08/05/2018 14:01  
 Data de Fabricação: NA  
 Embalagem: frasco plástico  
 Temp. de Coleta: NA  
 Temp. no Receb.: 04,8 °C  
 Observações: Responsável Pela Coleta: Loreni

Data e Hora da Coleta: 06/05/2018 17:00  
 Local da Coleta: NI  
 Data da Validade: NA  
 N° do Lote: NA  
 N° do Lacre: NA  
 Quantidade de Amostra: 1 litro

**RESULTADOS**

**FÍSICO-QUÍMICO**

ENSAIO	DT/HR INICIO	DT. FIM	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5)	09/05/18 09:20	14/05/18	<100 (*)	1,80	-x-	mg/L	APHA, 2017 - Método 5210 B
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	08/05/18 16:20	08/05/18	<300 (*)	3,60	-x-	mg/L	APHA, 2017 - Método 5220 D

Legenda: (\*) Resolução SEMA nº 032-21 de dezembro de 2016

**Metodologia:**

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd.ed., 2017

**Informações Adicionais:**

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada  
 O plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante  
 NA: Não se aplica; UFC: Unidade formadora de colônia; NI: Não informado; I.M.: Incerteza de Medição

**Comentário:**

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

Francisco Beltrão, 15 de Maio de 2018

  
 Arizangela Antunes de Lara  
 Responsável Técnica  
 CRBio 66427/07D

## ANEXO C – Laudo do laboratório LGQ – Coliformes Totais e Termotolerantes.


**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE  
ANÁLISES DE ALIMENTOS E AMBIENTAIS**
**RELATÓRIO DE ENSAIO**

2642 / 2018

**DADOS DO SOLICITANTE**

Solicitante: LORENI TEREZINHA ESPANIOL  
 CNPJ/CPF: 031.076.749-07  
 Endereço: Limeira 122 - Pinheirinho CEP.:85603020 - Francisco Beltrão - PR  
 Telefone: 991158314 e-mail: ---

**DADOS DA AMOSTRA**

Desc. da Amostra: ÁGUA  
 Data de Entrada: 08/05/2018 13:57  
 Data de Fabricação: NA  
 Embalagem: frasco plástico  
 Temp. de Coleta: NA  
 Temp. no Receb.: 04.8 °C  
 Observações: Responsável pela coleta: Loreni

Data e Hora da Coleta: 06/05/2018 17:00  
 Local da Coleta: NI  
 Data da Validade: NA  
 Nº do Lote: NA  
 Nº do Lacre: NA  
 Quantidade de Amostra: 300 mililitro

**RESULTADOS**
**MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	DT/HR INICIO	DT. FIM	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	08/05/18 14:40	09/05/18	Ausência (*)	8,0x10 <sup>1</sup>	-x-	UFC/100mL	APHA, 2017 - Método 9222D
Contagem de Coliformes Totais	08/05/18 14:40	09/05/18	Ausência (*)	2,1x10 <sup>2</sup>	-x-	UFC/100mL	ISO 9308-1:2014 -

Legenda: (\*) Portaria de Consolidação nº5 ANEXO XX Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro, 28 de setembro de 2017. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011)

**Metodologia:**

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd.ed., 2017  
 ISO 9308-1:2014

**Informações Adicionais:**

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada  
 O plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante  
 NA: Não se aplica; UFC: Unidade formadora de colônia ; I.M. :Incerteza de Medição

**Comentário:**

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

Francisco Beltrão, 09 de Maio de 2018

  
 Douglas Stangerlin  
 Responsável Técnico  
 CRBio 83131/07D

## ANEXO D

**Tabela 1-** Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com a água de fonte.  
Tempo de 0h (Co).

Grupos	Cebolas	Total de Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1000	5,4	946	31	6	7	10
	2	1000	1,6	984	2	12	2	0
	3	1000	1,1	989	0	0	11	0
	4	1000	4,7	953	19	5	13	10
	5	1000	-	-	-	-	-	-
	To	5000	3,2	3872	52	23	33	20
Água da fonte	1	1000	0,4	996	0	3	1	0
	2	1000	1,1	989	0	8	3	0
	3	1000	0,8	992	1	3	4	0
	4	1000	0,9	991	0	5	4	0
	5	1000	1	990	0	4	6	0
	To	5000	0,84	4958	1	23	18	0

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

## ANEXO E

**Tabela 2-** Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com a água de fonte. Tempo de 24h (Tr).

Grupos	Cebolas	Total de Células	IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1000	4,8	952	17	12	6	13
	2	1000	1,6	984	2	12	2	0
	3	1000	1,1	989	0	0	11	0
	4	1000	4,7	953	19	5	13	10
	5	1000	13,6	882	97	24	12	3
	To	5000	5,16	4760	135	53	44	26
Água de fonte	1	1000	0,6	994	0	4	2	0
	2	1000	0,2	998	0	2	0	0
	3	1000	0,7	993	0	3	4	0
	4	1000	0,9	991	0	3	6	0
	5	1000	0,3	997	0	1	2	0
	To	5000	0,54	4973	0	13	14	0

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.



## ANEXO F

**Tabela 3-** Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com a água de fonte. Tempo de 48h (Re).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1000	4,5	955	20	6	12	7
	2	1000	9,5	905	82	2	3	8
	3	1000	0,6	994	0	3	3	0
	4	1000	3	970	12	11	5	2
	5	1000	21,5	783	173	18	12	12
	To	5000	7,82	4607	287	40	35	29
Água de fonte	1	1000	1,1	989	0	6	5	0
	2	1000	0,6	994	0	3	3	0
	3	1000	1,3	987	0	6	7	0
	4	1000	1,1	989	0	5	6	0
	5	1000	0,4	996	0	3	1	0
	To	5000	0,9	4955	0	23	22	0

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

## ANEXO G

**Tabela 4-** Resultado final do cálculo do qui-quadrado total, referente aos IM médio total, segundo os dados das Tabela 1, 2 e 3, comparando os controles, tratamentos com as águas e recuperações, em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa*. O grau de liberdade=1 e o qui-quadrado da Tabela=3,84, em nível de significância de 5%. Foram consideradas as seguintes hipóteses: H<sub>0</sub>: Não há diferença estatisticamente significativa entre o controle, tratamento e recuperação ou entre as respectivas comparações com o controle negativo. H<sub>1</sub>: Há diferença estatisticamente significativa entre os parâmetros avaliados. As respostas dos testes foram dadas considerando H<sub>0</sub>.

<b>CONTROLE NEGATIVO</b>	
Co-0h x Co-24h	Aceito (0,0125)
Co-0h x Co-48h	Aceito (0,45)
Co-24h x Co-48h	Aceito (0,44)
<b>ÁGUA DA FONTE</b>	
Tratamento/Concentração	Água de fonte
0h x 24h	0,11
0h x 48h	0,0043
24h x 48h	0,144
<b>CONTROLE NEGATIVO X ÁGUA DE FONTE</b>	
Controle/Tratamento	Água de fonte
0h x 0h	1,74
24h x 24h	2,01
48h x 48h	2,78