

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC  
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)**

**MARILUCI DE OLIVEIRA RODRIGUES**

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO, NO  
DISTRITO DE GUATÁ, MUNICÍPIO DE LAURO MULLER, SANTA CATARINA.**

**CRICIÚMA, SC  
2017**

**MARILUCI DE OLIVEIRA RODRIGUES**

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO, NO  
DISTRITO DE GUATÁ, MUNICÍPIO DE LAURO MULLER, SANTA CATARINA.**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para  
obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências  
Biológicas da Universidade do Extremo Sul  
Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dra. Paula Rohr

**CRICIÚMA  
2017**

**MARILUCI DE OLIVEIRA RODRIGUES**

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO, NO DISTRITO DE GUATÁ, MUNICÍPIO DE LAURO MULLER, SANTA CATARINA.**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Criciúma, 23 de novembro de 2017

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dra. Paula Rohr (UNESC) - Orientador

---

Prof. MSc. Nadja Zim Alexandre - (UNESC)

---

Prof. Dra. Geovana Savi - (IPARQUE / UNESC)

---

**A minha família que em todos os momentos e decisões me apoiou, me deu forças e incentivo para continuar nos momentos mais difíceis, e não poupou esforços para que continuasse.**



## **AGRADECIMENTOS**

As conquistas só são possíveis quando trabalhamos por ela todos os dias de nossas vidas e acontecem quando estamos juntos com pessoas que desejam o mesmo para nós, por isso em mais uma conquista agradeço a minha família, pai, mãe, irmãs, esposo e meu filho, que estão sempre comigo com quem posso contar em qualquer momento. Aos amigos que eu encontrei neste caminho que se tornaram companheiros, pois caminhamos juntos em busca de um mesmo objetivo. Aos professores que nos passam seus conhecimentos para que nos tornemos profissionais habilitados e responsáveis, com compromisso no que fazemos. A vigilância sanitária do município de Lauro Muller que forneceu prontamente os resultados das análises utilizados neste trabalho. A direção da Escola de Educação Básica Engº Ernani Cotrin, na qual trabalho, pela compreensão na época de construção deste trabalho, não se interpondo nos momentos em precisei. E por fim e não menos importante a minha orientadora Paula Rohr que possibilitou a construção deste trabalho, sem seu auxílio e compreensão não seria possível.

**“A água é vida e princípio de vida, todas as coisas dela provêm e a ela voltam, de sorte que tudo é vivo, tudo é ”animado“ e, nesse sentido, dotado de alma”.**  
**(Tales de Mileto)**

## RESUMO

O controle e qualidade da água se fazem necessários tendo em vista que o homem tem influência direta nos recursos hídricos, geralmente de forma negativa, causando poluição deste recurso essencial à vida não só do homem, mas de todo organismo vivo.

As principais fontes de contaminação são ainda por lançamento de esgoto sem tratamento nos rios, resíduos industriais, defensivos agrícolas, entre outros, além da contaminação do lençol freático. Estes níveis de poluição podem gerar nos organismos aumento da morbidade e no índice de mortalidade principalmente na população mais vulnerável, como crianças e idosos. Este fato ocorreu no município de Lauro Muller no distrito de Guatá que obteve no ano de 1944, maior índice de mortalidade infantil do mundo devido a água contaminada por elementos derivados da extração do carvão sem nenhuma forma de tratamento. Neste sentido o objetivo do estudo foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas através do boletim de qualidade da água para consumo humano do programa VIGIAGUA. Além disso, testar citotoxicidade e genotoxicidade da água do distrito de Guatá, município de Lauro Muller. Desde então as melhorias relacionadas à distribuição e captação de água foram lentas na região e ainda continuam obsoletas. Este fato pode ser observado nas análises cedidas pela vigilância sanitária do município de Lauro Muller, que por meses permanece imprópria ao consumo humano devido à presença de coliformes totais e *E.coli* nas amostras analisadas. Sendo assim os interferentes a saúde quando detectados devem ser atendidas com maior brevidade possível, das autoridades competentes buscando melhorias nas técnicas utilizadas caso inadequadas e principalmente identificar e eliminar as fontes poluidoras, Hoje existem leis que normatizam a qualidade da água a ser distribuída a população que devem obedecer os padrões de potabilidade. Além das técnicas utilizadas convencionalmente nas análises de água contamos com o uso de bioindicadores que respondem a contaminantes nos mais diferentes níveis de organismos, comportamentais a nível celular. Neste estudo a utilização do bioindicador *Allium cepa* L, demonstra através das análises citotóxicas e genotóxicas não houve poder fitotóxico nas amostras coletadas. No entanto, é importante o monitoramento constante da qualidade da água na região. Necessitando maior investigação e empenho nos estudos sobre este recurso tão importante na qualidade de vida da população.

**Palavras-Chave:** Água. Controle. Bioindicadores. Qualidade da água



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pontos de coleta da água P1, P2, P3 no município de Lauro Muller.....	19
Figura 2 - Local de coleta de água, ponto 1 (P1).....	20
Figura 3 - Local de coleta ponto 2 (P2).....	20
Figura 4 - Ponto de união das águas do ponto 1 e ponto 2, na entrada do reservatório, de onde é distribuída para população.....	21
Figura 5 - Células em divisão aumento 1000x.....	23
Figura 6 - Taxa de germinação das sementes de <i>Allium cepa</i> L .....	26
Figura 7 - Comprimento das raízes de <i>Allium cepa</i> L.....	28
Figura 8 - Células normais.....	29
Figura 9 - Divisão celular em raízes de <i>Allium cepa</i> L.....	30
Figura 10 - Proporções de células normais com micronúcleos em raízes de <i>Allium cepa</i> L....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- VIGIAGUA.....	26
-------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1. Objetivo Geral .....	17
2.1.1. Objetivos Específicos .....	17
<b>3 MATERIAIS E MÈTODOS</b> .....	<b>18</b>
3.1 Área de Estudo.....	18
3.1.1 Coleta de Amostras.....	19
3.1.1.1 Análise VIGIAGUA.....	21
3.1.1.2 Teste Allium cepa L .....	22
3.1.1.3 Análise de Dados .....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>24</b>
4.1 Resultados.....	24
4.1.1 Características Físico-Químicas e Microbiológicas .....	24
4.1.2. Boletim da Qualidade da Água .....	25
4.1.3 Fitotoxicidade.....	26
4.1.3.1 Germinação de Sementes .....	26
4.1.3.2 Comprimento das Raízes .....	27
4.1.3.3 Citotoxicidade e Genotoxicidade .....	27
4.1.3.4 Células Normais .....	28
4.1.3.5 Divisão Celular .....	29
4.1.3.6 Células Normais com Miconúcleos .....	30
4.2 Discussões .....	31
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A descoberta de carvão mineral em Lauro Muller faz parte da história e desenvolvimento dessa região, este fato teve início em 1841, quando o governo enviou o Dr. Julio Parigot, seu comissionado a região para estudos geológicos. Estes estudos comprovaram a existência de carvão mineral na região; no ano de 1861 o governo celebrou contrato com o Visconde de Barbacena para lavra de carvão mineral, que teve seu início prorrogado por várias vezes e somente iniciado em 1880 em pequena escala (LOPES, 2008).

A construção da Estrada de Ferro Dona Tereza Cristina, finalizada em setembro de 1884 trouxe a região condições de transportar o carvão explorado na primeira mina de carvão de Santa Catarina, ligando Lauro Muller ao porto de Imbituba. Além disso, trouxe também a vinda de muitas famílias para a região agora dotada de empregos e locomoção, transporte, agricultura familiar. Neste período surgiram os primeiros mineiros e colonização agrícola, o que deu início à localidade conhecida por Estação das Minas, hoje Lauro Muller que tem o título de Pioneira na Extração do Carvão Mineral (LOPES, 2008).

Lauro Muller era um lugar praticante desabitado, foi sendo transformado em um lugar de grande estrutura voltada para extração de carvão, com surgimento e desenvolvimento das vilas operárias na região. Uma destas vilas operárias é a vila de Guatá, que será o local de estudo deste trabalho.

Nos relatórios do DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral é possível encontrar descrições sobre a construção dessa vila:

Há um projeto de construção de 2 vilas operárias distintas, ligadas entre si por uma larga avenida com 100 casas, cada uma de construção modesta, mas dotadas de todo conforto, inclusive água encanada, iluminação elétrica e fossas sanitárias (RELATÓRIO do DNPM 1940, p.124 apud JUVENCIO ,2008).

No auge da exploração carbonífera, na metade do século XIX, no comando da Companhia Nacional de Mineração Carbonífera Barro Branco (CNMCBB) houve na vila de Guatá a construção de uma infraestrutura voltada à exploração de carvão. Esta vila possuía casas para habitação dos funcionários, escola, casas comerciais, igreja, clube de esportes, banda de música, teatro, cinema, clube de baile, além de farmácia (JUVENCIO, 2008).

Com a intensa exploração de carvão a céu aberto desde 1942, foram geradas grandes pilhas de rejeitos, as quais eram depositadas pela carbonífera na região, sem haver qualquer preocupação com vegetação os rios e riachos. Essa falta de interesse e descaso, juntamente com as possíveis formas de contaminação que o rejeito do carvão iria gerar, trouxe a

população guataense uma série de doenças que não eram tratadas. Quando se fala da água distribuída para o consumo da população em Lauro Muller, no período da extração do carvão, sempre se refere á água poluída, sem qualquer tipo de tratamento (JUVENCIO, 2008).

Na vila do Guatá chegaram a morrer de 2 a 3 crianças em um único dia. Podemos encontrar, como exemplo no livro “Colonos e Mineiros na Grande Orleans” de Dall Alba, a informação de que em 1944 foi divulgado a noticia pela rádio de Moscou, de que a localidade de Guatá tinha o maior índice de mortalidade infantil do mundo (DALL’ALBA, 1986).

Como demonstrado também no relato de Teresinha Maria Gonçalves narrado no texto de sua autoria “Memórias do Eldorado do Carvão”, publicado no livro organizado por Carola (2011):

A vivência quase diária com a morte fez parte do cotidiano de minha infância, tanto que, muitas vezes, brincávamos fazendo funeral de ratos, quando meu pai os envenenava. Tudo era sujo, preto, cinza... O lixo se acumulava em volta das casas, as pessoas matavam os animais e os dissecavam nos pequenos córregos. Deixavam lá a carcaça e o resto de vísceras para os urubus. O cheiro de enxofre me deixava enjoada. Pés descalços, pegando bicho de pé, piolho e sarna, lá estávamos, as crianças do Guatá, brincando nas lagoas de pirita (GONÇALVES, 2011, p. 141).

Os fatos apontam para uma região intensamente explorada, sofrendo com a degradação do meio ambiente e com consequências à saúde da população (JUVENCIO 2008).

Em 1972, com financiamento do governo federal foram colocadas novas instalações para captação da água, diretamente da serra, para o consumo da população do Guatá, deixando de ser captada da represa, visto que esta já apresentava sinais de contaminação por metais pesados derivados da extração do carvão. Esta mudança levou a uma redução da mortalidade infantil e melhoria na saúde da população (JUVENCIO, 2008).

Nos dias atuais a água distribuída a população, continua vindo da Serra Geral, do mesmo local, construído no ano de 1972, hoje com um novo ponto de coleta de água, visto que somente um ponto não suportava a quantidade utilizada pela população, provocando diariamente a falta de água.

Os dois pontos de captação da água se unem após percorrer 6Km em canos de PVC até o reservatório de concreto com a capacidade de 130 m<sup>3</sup> de água que abastece a população de Guatá distrito de Lauro Muller, ficando a cargo da prefeitura municipal de Lauro Muller a manutenção e controle da qualidade da água. É de responsabilidade e iniciativa da prefeitura a aplicação de cloro na vazão da água antes de entrar na caixa, porém não há registros de que

haja alguma empresa responsável pelo tratamento desta água que fiscalize e controle a eficácia desse processo.

Desta forma, a água fornecida a população passa pelo controle da vigilância sanitária do município, que realiza coletas mensais de água, essa coleta é realizada em ponto determinado pela vigilância sanitária do município e posteriormente enviada para análise. Os resultados destas análises são enviados ao estado, o qual é o responsável pela solicitação através do Boletim da Qualidade da Água para consumo Humano em SC (SUS, 2017). Esta ação cumpre o Decreto Federal 5.440/2005 que estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo (BRASIL, 2005).

A água para consumo humano deve atender a critérios rigorosos de qualidade não possuindo elementos nocivos à saúde, como substâncias tóxicas e organismos patogênicos, e nem possuir propriedades organolépticas, como cheiro, sabor e aparência desagradáveis. Sendo assim, uma água para abastecimento público e consumo humano deve atender os padrões de potabilidade definidos pela portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

Para evitar contaminações decorrentes da má qualidade da água, são estabelecidos padrões de potabilidade, estes apresentam os Valores Máximos Permissíveis (VPM) com que elementos nocivos ou características desagradáveis podem estar presentes na água, sem que esta se torne imprópria para o consumo.

Atualmente, há disponível o programa VIGIAGUA (Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano) tem como objetivo garantir à população o acesso à água de qualidade com padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente, para a promoção da saúde (SANTA CATARINA, 2017). Para alimentar este programa a vigilância sanitária do município de Lauro Muller faz coletas mensais das águas distribuídas para população do distrito de Guatá a fim de avaliar sua potabilidade. Os resultados nem sempre são satisfatórios, o que trás preocupação, quando comparados aos padrões de potabilidade previstos pela legislação vigente.

Além do controle da qualidade da água monitorada pelo programa VIGIAGUA, é importante que novas técnicas sejam utilizadas para avaliar a exposição de organismos vivos à água que esta sendo disponibilizada para população. Neste caso, o uso de bioindicadores que são definidos como qualquer resposta a um contaminante ambiental ao nível individual,

medidos no organismo ou matriz biológica, podem indicar um desvio do status normal que não pode ser detectado no organismo intacto. Bioindicadores possuem características importantes para avaliar contaminação ambiental. Permitem identificar as interações que ocorrem entre os contaminantes e os organismos vivos e também possibilitam a mensuração dos efeitos sub-letais. O uso de bioindicadores para análise do ambiente aquático pode gerar conhecimentos mais precisos da qualidade da água, uma vez que estabelece os efeitos tóxicos nestes organismos produzidos pela contaminação presente (ARIAS et al, 2007).

Plantas superiores como *Allium cepa* L estão sendo empregados em sistemas como bioindicador para acompanhar a presença de compostos tóxicos em corpos d'água (RODRIGUES, 2016).

Realizar testes toxicológicos com este organismo tem várias vantagens, incluindo baixo custo, pequeno volume da amostra necessária para o teste, sensibilidade e reprodutividade, fácil cultivo deste organismo, assim como disponibilidade durante todo ano ( FISKEJO, 1993).

O *Allium cepa* L é utilizada para avaliar danos ao DNA, como anormalidades cromossômicas e distúrbios no ciclo mitótico. Este caráter genotóxico que utiliza o *A. cepa* L, é também validado pelo Programa Internacional de Bioensaios Vegetais desde 1997( MA; GRANT; SERRES, 1997). É um teste padrão, caracterizado na avaliação de anormalidades cromossômicas, índice mitótico, formação de micronúcleos e anormalidades nucleares na detecção de contaminantes (FERETTI et al. 2007; BRAGA; LOPES, 2015).

Os padrões de potabilidade analisados são realizados por testes microbiológicos e físico-químicos. Com relação as análises microbiológicas, as bactérias do grupo coliformes e *Escherichia coli* são analisadas.

As bactérias do grupo coliforme são bacilos gram-negativos, em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos e não formam esporos. A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se a alguns fatores: estar presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos, indicando quando presentes na água uma relação direta com o grau de contaminação fecal; e por serem facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis; possuírem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais; por serem menos exigentes em termos nutricionais; ser incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; e ser mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos (FUNASA, 2006).

Por outro lado a presença da bactéria *Escherichia coli* na água quando consumida pelo ser humano é a principal causa de gastroenterites agudas e diarreias (BRASIL, 2013).

Com relação as análises físico-químicas o cloro é um produto utilizado comumente na desinfecção da água. Por isso uma medida a ser tomada é analisar o cloro residual livre para controlar a dosagem que está sendo aplicada e também para acompanhar sua evolução durante o tratamento (BRASIL, 2013).

Segundo a portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde é obrigatório em qualquer ponto da rede de distribuição a concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/l. Recomenda, ainda, que o teor máximo seja de 2,0 mg/l de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento. Os principais produtos utilizados são: hipoclorito de cálcio, cal clorada, hipoclorito de sódio e cloro gasoso (BRASIL, 2011).

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. É uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento, o pH abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina, a água com pH 7 é neutra (BRASIL, 2011).

A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (BRASIL, 2011).

A turbidez da água ocorre pela presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência podendo ser provocado também presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como areia por exemplo, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (BRASIL, 2011).

A turbidez possui sua importância no processo de tratamento da água quando esta possui turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados e decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez, mas possui desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos micro-organismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano (BRASIL, 2011).



## **2 OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo Geral

Analisar a qualidade da água disponibilizada para a população da localidade de Guatá, município de Lauro Muller.

#### 2.1.1 Objetivos Específicos

Avaliar as características microbiológicas e físico-químicas da água do distrito de Guatá, município Lauro Muller;

Testar fitotoxicidade, citotoxicidade e genotoxicidade com *Allium cepa* L da água da localidade de Guatá, município Lauro Muller.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

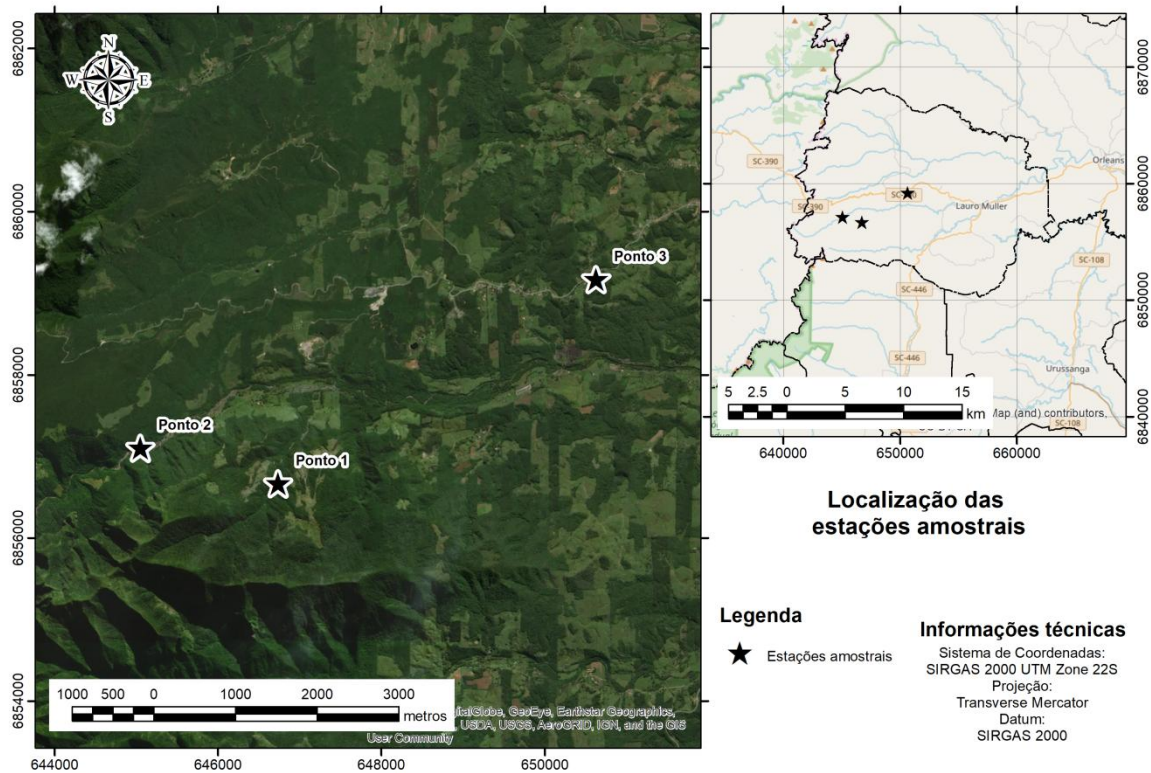
O município de Lauro Muller está localizado ao sul do estado de Santa Catarina, ao norte da região carbonífera, integra a Associação dos Municípios da Região Carbonífera e ocupa posição geográfica estratégica na região. Faz limites com os municípios de Orleans ao norte, Treviso ao sul, Urussanga e Orleans a leste e Bom Jardim da Serra a oeste, esta há 198 km de Florianópolis, a capital do estado (KARNAUKHOVA, 2008).

A cobertura vegetal mais representativa é a Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana e Montana em diversos estágios de regeneração espontânea, com presença esporádica de florestamento com eucalipto. Também são representativos florestamento comercial ou silvicultura; vegetação rasteira, pastos e cultivos agrícolas; vegetação de altitude (KARNAUKHOVA, 2008).

A distribuição pluviométrica da região de ano para ano não tem sido uniforme, há em média 100 – 130 dias chuvosos por ano, tendo a possibilidade de ocorrerem anos poucos chuvosos ou secos, o que prejudica o abastecimento de água no distrito de Guatá. Essa ocorrência é devido aos desvios pluviométricos notáveis e ocorre devido às consequências de alternância da circulação atmosférica. Com isso, os excedentes hídricos anuais variam na ordem de 600-8000 mm (KARNAUKHOVA, 2008).

O clima predominante é cfa clima mesotérmico úmido com verão quente (segundo a classificação de Köppen). A ocorrência de diferenciação microclimática ocorre por influência da Serra do Rio do Rastro, mas também pelo desmatamento e poluição ocasionada pela extração de carvão. O inverno é bastante sensível e pouco intenso, enquanto o verão é quente com médias acima de 22° C. Esta estação torna a amplitude térmica anual muito importante (KARNAUKHOVA, 2008).

Figura 1 - Pontos de coleta de água P1, P2 e P3 no município de Lauro Muller



Fonte : Jarder Lima 2017.

### 3.1.1 Coleta de Amostras

As amostras serão coletadas em três pontos do município de Lauro Muller conforme figura 1.

O ponto um (P1), primeiro ponto de captação, apresenta cobertura vegetal densa, tem como característica uma queda d'água, caracterizando-se local de difícil acesso, não sendo possível visualizar ações antrópicas ao seu entorno.

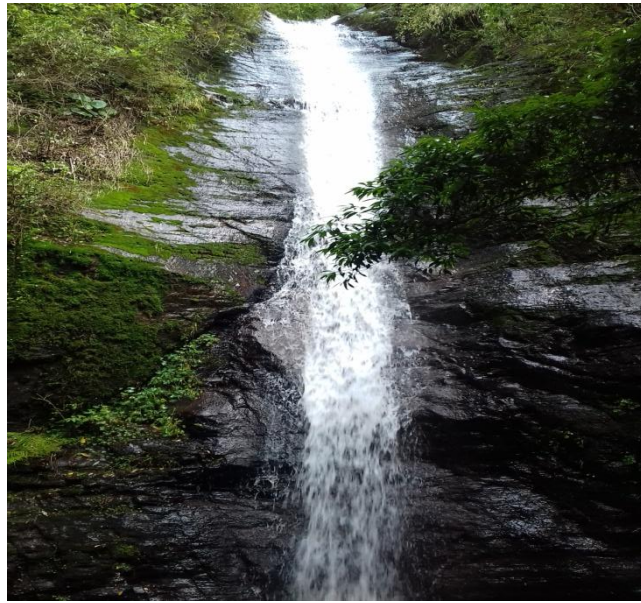
O ponto dois (P2), segundo ponto de captação, é um local mais aberto, possui cobertura vegetal apenas na margem esquerda do rio sendo o restante coberto por pedras do próprio rio. Neste ponto é possível verificar que sofreu ações antrópicas.

O ponto três (P3), caixa de coleta e armazenamento da água este ponto está localizado na localidade do Km 12. Esta é uma a caixa de armazenamento da água, construída de concreto, na qual se unem à água dos dois pontos de coleta.

Desde o primeiro ponto de captação da água até a distribuição para população, a água percorre por canos de PVC com uma distância média de 6 Km, por meio a campos abertos e

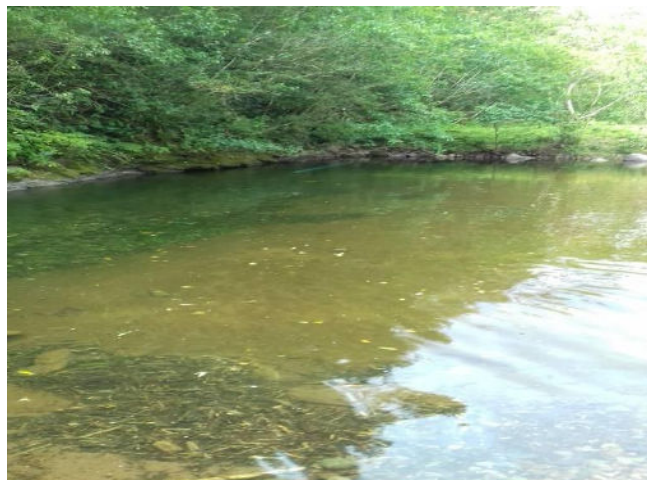
sítios. Os canos ficam expostos a céu aberto em vários pontos, passando pelo subsolo quando há estradas.

Figura 2 - Local de coleta de água, ponto 1 (P1)



Fonte: Do autor

Figura 3 - Local de coleta da água, ponto 2 (P2)



Fonte: Do autor

Figura 4 Ponto de união das águas do ponto 1 (P1) e ponto 2 (P2) , na entrada do reservatório, de onde é distribuída a população.



Fonte: Do autor

As amostras foram coletadas de cada ponto em frascos de plástico estéreis cedidos pelo IPARQUE e convenientemente tampados. Após, foram levados para UNESC onde foram realizados os testes com *Allium cepa* conforme Leme; Marin - Morales (2008), adaptado.

#### 3.1.1.1 Análises VIGIAGUA

Os dados microbiológicos de coliformes fecais, *Escherichia coli*, e químicos cloro residual, pH, turbidez, foram analisados através dos resultados cedidos pela vigilância sanitária do município de Lauro Muller através do Boletim da Qualidade da água do programa VIGIAGUA (Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano). Este é um programa do governo federal que abrange os estados brasileiros, sendo o estadual de Santa Catarina um estado a alimentar este programa, que tem como objetivo garantir à população o acesso à água de qualidade com padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente, para a promoção da saúde (SUS/SC, 2017).

A portaria N.º 2.914, de 2011 estabelece a portaria da qualidade da água, cabendo as autoridades competentes e responsáveis verificar se a água consumida pela população esta de acordo com as normas de potabilidade, além de apresentar soluções nos casos que apresentem riscos. (BRASIL, 2011).

O Boletim da Qualidade da Água para Consumo Humano dos municípios do estado de Santa Catarina e em específico para o município de Lauro Muller foi avaliado por meio de relatório (SUS/SC, 2017).

### 3.1.1.2- Teste *Allium cepa* L

As sementes de *Allium cepa* foram expostas em concentrações de 100%, 50% e 25%, da amostra coletada. As diluições foram realizadas em água destilada, a qual foi usada também como controle negativo. O controle positivo usado foi o composto (Metil Metano Sulfonato – MMS) e controle negativo (água destilada).

Para cada diluição foram utilizadas 2 placas de Petri com papel filtro umedecida com as concentrações realizadas das amostras. Cada placa continha 50 sementes cada, totalizando 100 sementes para cada concentração. As placas foram mantidas ao abrigo da luz para germinação durante 5 dias. Após este período, foram realizadas a contagem das sementes que germinaram em cada placa. As raízes foram retiradas com auxílio de um bisturi, após medido seu comprimento e armazenadas em solução carnoy por o mínimo 4.8 horas a – 4 °C.

Para confecção das lâminas, as raízes foram retiradas da solução carnoy, lavadas com água destilada, transferidas para um recipiente com solução HCl 4N, permanecendo em hidrólise por 30 minutos. Após, foram lavadas com água destilada, deixadas em reativo de Schiff no tempo de 40 minutos, e ao abrigo da luz em seguida foram transferidas para um recipiente com água destilada por 1 minuto.

Para cada concentração, foi confeccionada uma lâmina com 5 raízes, onde receberam uma gota de ácido acético 45% e em seguida a lamínula, que foi pressionada para esmagar as raízes e deixadas por 15 minutos no freezer. Após este período as lamínulas foram retiradas e sobre cada uma das raízes foi adicionada 1 gota de álcool 70% por 5 minutos, e contracoradas com solução Fast Green por 5 segundos, lavadas com água destilada e deixadas *overnight*.

As análises das lâminas seguiram o protocolo Leme; Mari-Morales, (2008), com aumento de 1000x em microscopia óptica em óleo de imersão com contagem de 500 células para cada lâmina, totalizando 2500 células por concentração.

Figura 5 - Células em divisão no aumento 1000x em microscopia óptica



Fonte: o autor

### 3.1.1.3 Análise de Dados

Os ensaios de toxicidade serão avaliados utilizando o Graphpad Prism versão 6.0. Os dados serão expressos na forma de média e desvio padrão da média. O teste de Kruskal-Wallis, seguido do *post hoc* Dunn, foi usado para comparar os grupos com os controles negativo e positivo. Para comparação dos grupos foi realizada Análise de Variância (ANOVA) de duas vias, seguido pelo teste *post hoc de Tukey*. A significância estatística foi assumida o valor ( $P < 0,05$ ).

## **4- RESULTADOS E DISCUSÕES**

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1 Características Físico-Químicas e Microbiológicas da Água

De acordo com a tabela 1 do boletim da qualidade da água do programa VIGIAGUA é possível verificar que todas as amostras 100%, apresentavam coliformes totais, enquanto que 44% apresentaram *E coli*. Nenhuma das amostras apresentou cloro residual livre. Três amostras 33% apresentam níveis de turbidez acima do permitido pela legislação (5,0 uT) (Brasil, 2011). Os valores de pH de todas as amostras apresentam-se dentro da faixa recomendada.



## 4.1.2 Boletim da Qualidade da Água

Tabela 1 - Informações sobre análises realizadas sob responsabilidade da vigilância sanitária do município de Lauro Muller para o programa VIGIAGUA, referentes aos meses de janeiro a setembro de 2017.

<b>Município</b>	<b>Distrito</b>	<b>Data da coleta</b>	<b>Procedência da coleta</b>	<b>Descrição do local</b>	<b>Coliformes totais</b>	<b>E. coli</b>	<b>Cloro Residual Livre(mg/L)</b>	<b>Turbidez (uT)</b>	<b>pH</b>
Lauro Muller	Guatá	16/01/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presentes	ausente	0	3,21	7,2
Lauro Muller	Guatá	13/02/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presente	presente	0	6,31	7,2
Lauro Muller	Guatá	13/03/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presente	presente	0	2,13	6,8
Lauro Muller	Guatá	11/04/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presente	presente	0	9,96	7,2
Lauro Muller	Guatá	10/05/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presente	ausente	não realizado	2,23	não realizado
Lauro Muller	Guatá	13/06/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presente	ausente	0	5,66	7,2
Lauro Muller	Guatá	12/07/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	ausente	ausente	não realizado	4,36	7,1
Lauro Muller	Guatá	10/08/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presente	presente	não realizado	4,84	6,9
Lauro Muller	Guatá	18/09/2017	intra-predial	Polícia rodoviária	presente	ausente	não realizado	2,19	7,56

Fonte: relatório de ensaios

Análises do Boletim da Qualidade da Água, cedidas pela vigilância sanitária do Município de Lauro Muller, referentes ao programa VIGIAGUA .

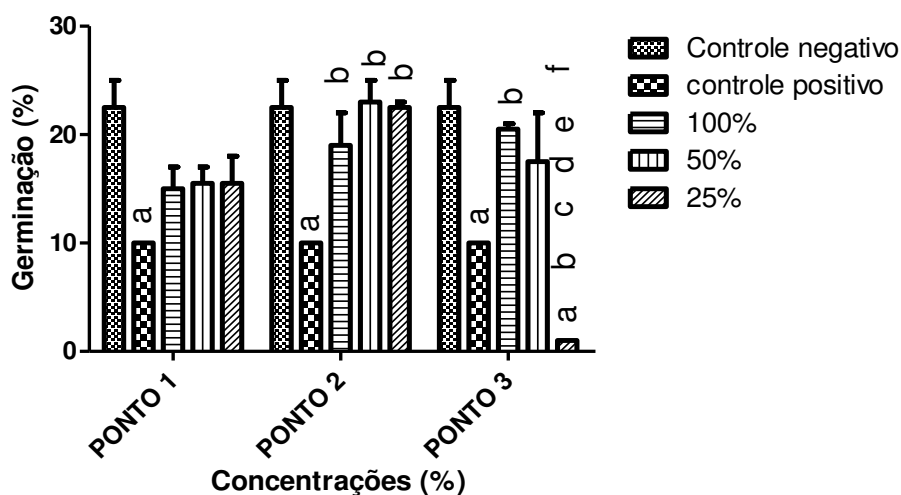
### 4.1.3 Fitotoxicidade

#### 4.1.3.1 Germinação das Sementes

A Figura 6 mostra que houve resultado satisfatório para o controle positivo e negativo no teste de germinação de sementes, sendo que o controle negativo esta representando a água em seu estado mais puro e controle positivo um indutor de dano. A amostra de 25% apresentou redução da germinação das sementes, um resultado inesperado já que amostras mais concentradas não reduziram a germinação. Neste caso é possível verificar que pode ter ocorrido algum erro experimental em que está deveria ser repetida para confirmação do resultado ( $p < 0,05$ ).

Figura 6 - Taxa de germinação das sementes de *Allium cepa* L, nas diferentes concentrações e diferentes pontos de coleta de água.

#### Germinação de sementes - Concentrações



Colunas seguidas por letras distintas diferem entre si ( $p < 0,05$ )<sup>a</sup> Diferença estatisticamente significativa em relação ao Controle Negativo no mesmo ponto. ( $p < 0,05$ )<sup>b</sup> Diferença estatisticamente significativa em relação ao Controle Positivo no mesmo ponto. ( $p < 0,05$ )<sup>c</sup> Diferença estatisticamente significativa em relação a Concentração de 100% no mesmo ponto. ( $p < 0,05$ )<sup>d</sup> Diferença estatisticamente significativa em relação a Concentração de 50% no mesmo ponto. ( $p < 0,05$ )<sup>e</sup> Diferença estatisticamente significativa em relação ao Ponto 1 na mesma Concentração. ( $p < 0,05$ ).<sup>f</sup> Diferença estatisticamente significativa em relação ao Ponto 2 na mesma Concentração ( $p < 0,05$ ).

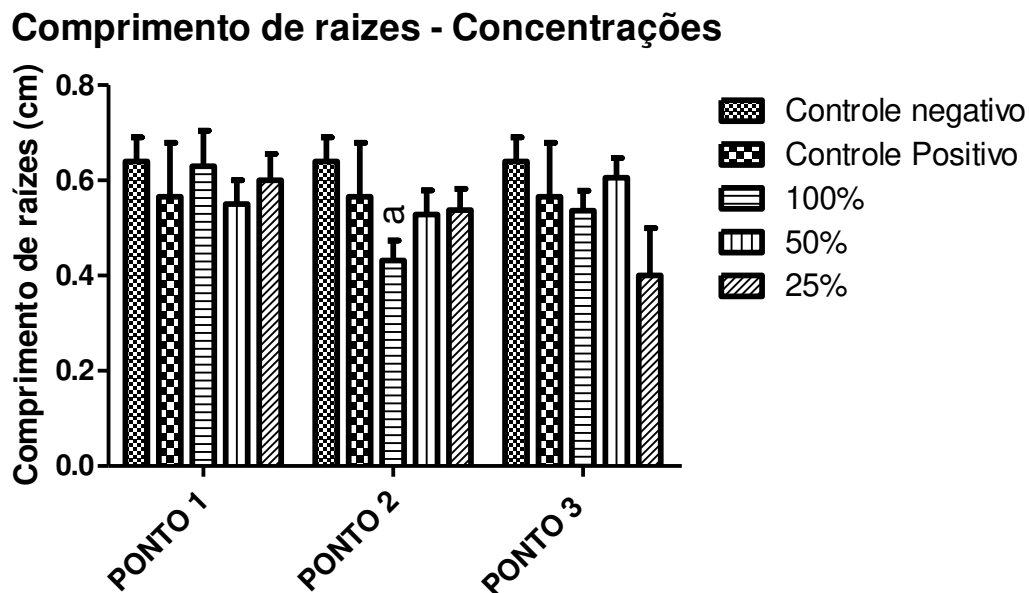
No ponto 1 a taxa de germinação das sementes deferiu do controle positivo, ocorrendo um aumento na taxa de germinação ( $p < 0,05$ ). Quando comparados ao ponto 2 nas diferentes concentrações, o aumento na taxa de geminação foi ainda maior que o ponto 1, ficando mais próximo do controle negativo ( $p < 0,05$ ). No ponto 3 a redução significativa da taxa de germinação das sementes com a concentração de 25% foi onde ocorreu a menor taxa de germinação, diferindo significativamente do controle negativo, controle positivo assim como nas diferentes concentrações do mesmo ponto, assim como nos diferentes pontos testados ( $p < 0,05$ ).

#### 4.1.3.2 Comprimento de Raízes

As análises dos comprimentos de raízes nas diferentes concentrações e diferentes pontos tiveram diferença significativa apenas na concentração de 100% em relação ao Controle Negativo no ponto P2, demonstrando um crescimento de raiz menor nesse ponto na maior concentração ( $p < 0,05$ ).

O controle positivo usado, metil metano sulfonato, não reduziu o crescimento de raízes, mostrando ser insatisfatório para o teste realizado já que é um indutor de dano. Neste caso, um novo controle positivo deveria ser utilizado para este teste, mostrando um controle mais efetivo.

Figura 7 - Comprimento das raízes de *Allium cepa* L, nas diferentes concentrações e diferentes pontos de coleta de água.



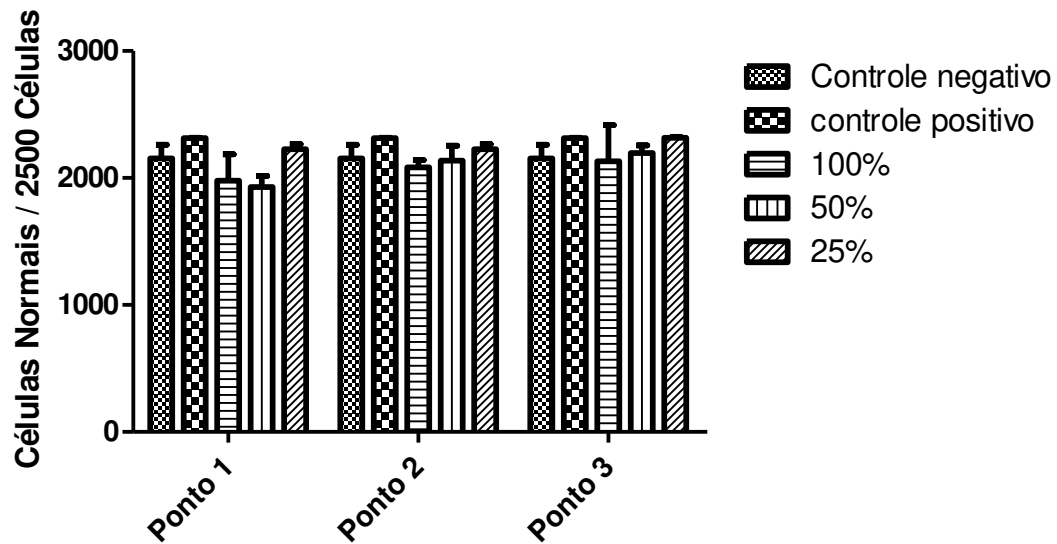
<sup>a</sup>Diferença significativa em relação ao Controle Negativo no ponto P2 na concentração de 100% apresentando uma redução no comprimento das raízes ( $p < 0,05$ ).

#### 4.1.3.3 Citotoxicidade e Genotoxicidade

#### 4.1.3.4 Células Normais

Na comparação das quantidades de células normais, das raízes germinadas analisadas de 2500 células para cada concentração e nos diferentes pontos não foram observadas diferenças significativas entre elas.

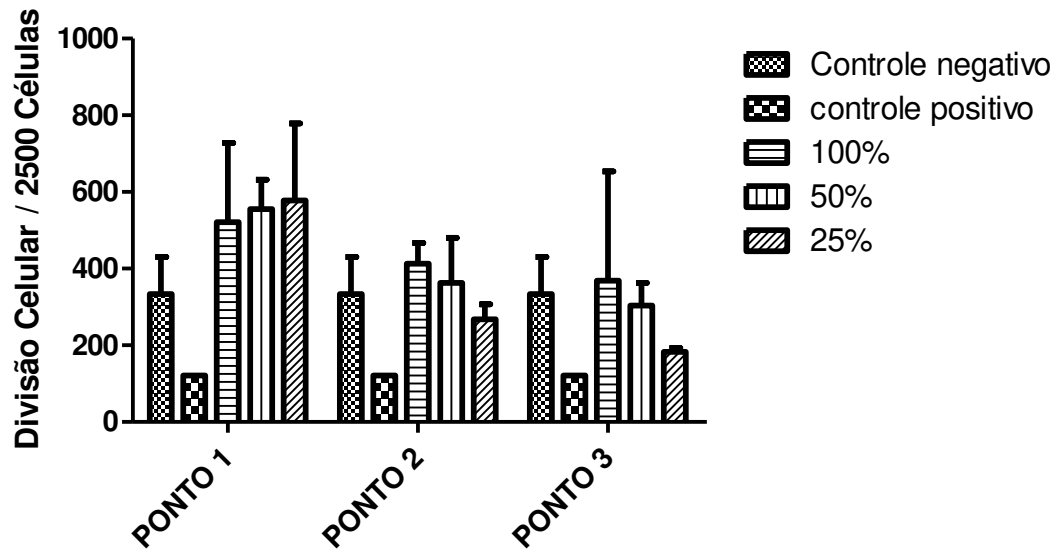
Figura 8 - Células normais em 2500 células analisadas das raízes germinadas nas diferentes concentrações das amostras nos diferentes pontos de coleta.



#### 4.1.3.5 Divisão celular

Para divisão celular, as análises mostram que não houve diferença significativa nos três pontos e nas diferentes concentrações.

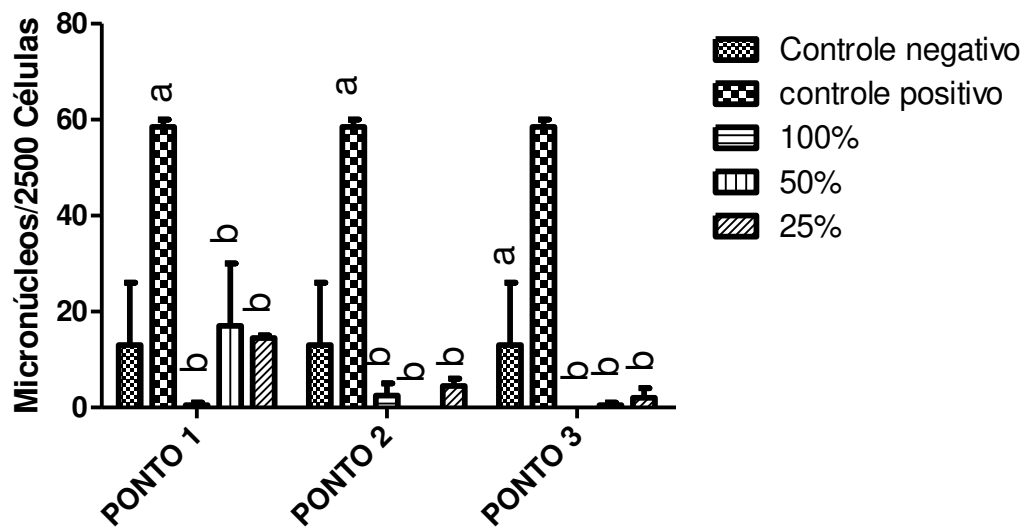
Figura 9 – Divisão celular em raízes de *Allium cepa* L nas diferentes concentrações das amostras nos diferentes pontos de coleta.



#### 4.1.3.6 Células normais com micronúcleos

Como esperado, nas análises em células normais com presença de micronúcleos (anomalia cromossômicas), houve aumento significativo nos três pontos de coleta das amostras de água, onde o controle positivo foi analisado ( $p < 0,05$ ).

Figura 10 - Gráfico mostrando as proporções de células normais com micronúcleos em raízes de *Allium cepa* L nas diferentes concentrações e diferentes pontos de coleta de água. Colunas seguidas por letras distintas diferem entre si ( $p < 0,05$ ).



Nas três concentrações, dos diferentes pontos analisados, analisados não foi observada a presença significativa de micronúcleos, ocorrendo uma redução na presença de micronúcleos em comparação ao controle positivo, em todos os pontos e nas diferentes concentrações ( $p < 0,05$ ).

( $p < 0,05$ ).

#### 4.2 Discussões

A água para consumo humano deve seguir um controle da qualidade responsável com a saúde da população, esta tem a necessidade de atividades exercidas de forma contínua pelos responsáveis pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento e tratamento de água, destinada a verificar se a água fornecida a população é potável, assegurando a manutenção desta condição. A água potável não deve conter micro-organismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal (Brasil, 2013).

A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que sejam determinados, na água, para aferição de sua potabilidade, a presença de coliformes totais e termotolerantes de preferência *Escherichia coli* e a contagem de bactérias heterotróficas. A mesma portaria recomenda que a contagem padrão de bactérias não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônias por 1 mililitro de amostra (500/UFC/ml) (BRASIL, 2013).

Esta mesma portaria recomenda que o cloro residual livre tenha um percentual mínimo de 0,2 mg/L, para que haja alguma eficácia na desinfecção da água.

As análises do relatório de ensaios cedidos pela vigilância sanitária de Lauro Muller mostram que a eficácia do método aplicado para desinfecção da água distribuída a população do distrito de Guatá, não está sendo eficaz, tendo a necessidade urgente de buscar medidas e providências na melhoria nesta técnica. Além disso, nenhuma amostra apresentou cloro residual livre como recomendado pela legislação.

Os relatórios de ensaios cedidos pela vigilância sanitária de Lauro Muller apontam que nos 9 relatórios, 4 deles classificam a água como imprópria para consumo humano como apresentado na tabela da figura 11, por apresentarem *Escherichia coli*, um indicador de contaminação fecal. Além disso, três amostras também apresentam turbidez acima de 5,0 uT, limite máximo permitido pela legislação (BRASIL, 2011). Bactérias patogênicas podem ser encontradas na água dentre essas *Escherichia coli* constitui um importante indicador de coliformes fecais (CETESB, 1992; JAWETZ, MELNICK et al., 1998; PONTIUS, 1994).

A espécie de *Escherichia coli* é a causadora de grande parte das gastroenterites, podendo causar surtos de diarreias infantis, infecções hospitalares, agem sob as células das vilosidades intestinais causando atrofia e destruição celular, infecções intestinais, fezes aquosas com muco ou sangue entre outros (MACEDO, 2011). Sendo assim tem grande importância sanitária tendo a necessidade de haver investigação da origem de sua ocorrência.

Por outro lado para avaliação de efeitos citotóxicos, foram utilizados parâmetros na taxa germinação das sementes, comprimento médio das raízes das sementes, enquanto que para análises da atividade genotóxica foi investigado anormalidades cromossômicas como presença de micronúcleos (MN) e pontes anafásicas (PA) nas células de raízes das sementes de *Allium cepa* L (ALVIM, 2011) Para este estudo foram analisadas 2.500 células por concentração, assim como no Controle Positivo e Negativo totalizando 50.000 células ao todo.

Os resultados positivos no teste *Allium cepa* L devem ser considerados como uma indicação de que a amostra testada pode ser um perigo biológico também para os outros organismos (FISKESJÖ, 1989 apud OLIVEIRA; VOLTOLINI; BARBÉRIO, 2011), podendo



indicar a presença de certas substâncias citotóxicas, genotóxicas ou mutagênicas no ambiente (SMAKA-KINCL et al., 1996 apud OLIVEIRA; VOLTOLINI; BARBÉRIO, 2011).

Com relação às análises de germinação das sementes foi observado um redução significativo na germinação das sementes do Controle Positivo, quando comparados as diferentes concentrações, resultado já esperado pelo controle positivo por ser um indutor de dano ( $p < 0,05$ ). Dos três pontos, o ponto P 3 foi onde houve maior diferença quando observado a concentração de 25% diferindo significativamente do controle Positivo, Controle Negativo e concentrações do mesmo ponto assim como nos demais pontos nas diferentes concentrações ( $p < 0,05$ ), apontando para um poder fitotóxico na água coletada, caracterizado pela inibição da germinação das sementes, este dado se torna inesperado já que ocorreu na menor concentração, a mais diluída, necessitando de mais testes e investigação para este resultado.

Os testes realizados com *Allium cepa* L, em relação a citotoxicidade, em quase todos os parâmetros analisados não apresentaram toxicidade, permanecendo resultados semelhantes ao controle negativo, apesar dos resultados obtidos na concentração de 25% do ponto 3 realizada nas amostras coletadas neste estudo.

Somente no crescimento das raízes, é possível observar que a amostra do Ponto 2 na concentração de 100% apresentou significativa redução no crescimento das raízes ( $p < 0,05$ ). Este resultado na maior concentração, apresenta maior confiabilidade em se tratando de um teste positivo em *Allium cepa* L, onde a inibição do crescimento de raízes pode estar relacionada à presença de poluentes que estão contaminando o meio aquático, podendo ser metais e compostos orgânicos, os quais poderiam comprometer a produção de células meristemáticas (DOVGALIUK et al., 2001; PATRÍCIA et al., 2003; EZAKI et al., 2004; LEDISLAV et al., 2006; GLÍŃSKA et al., 2007 apud BRUCHCHEN, 2013).

A presença de micronúcleos é um parâmetro simples sendo uma eficiente forma de analisar o efeito mutagênico promovido por compostos químicos que podem estar presentes na água, assim é um fator importante a ser investigado (LEME, MARIN-MORALES, 2009, apud ALVIM, 2011). Nas análises realizadas com água do distrito de Guatá do município de Lauro Muller não foram observadas presença de micronúcleos nas amostras do três pontos coletados, indicando que a água coletada nos diferentes pontos e concentrações tiveram um caráter negativo para as anomalias cromossômicas não possuindo efeito mutagênico.

## 5- CONCLUSÃO

Sob ponto de vista histórico da região, o distrito de Guatá obteve uma significativa melhora na qualidade da água fornecida a população após o fornecimento ser gerado pelas águas de meia encosta da Serra do rio do Rastro, tendo em vista uma população que sofreu muito com a contaminação de suas águas pela mineração de carvão. Atualmente os rios ainda sofrem influência da extração de carvão a partir do distrito de Guatá onde grande parte está contaminados por resíduos da extração de carvão. Por isso ainda ocorre um temor na população que a água que os abastece possa ser também contaminada em uma situação que mineração avança no subsolo.

O uso de bioindicadores podem ser utilizadas na busca de contaminantes que possam estar presentes na água. Através deste método podemos avaliar nos testes com *Allium cepa* L de modo geral não houve efeito fitotóxico em relação à água distribuída a população. No entanto, é necessário o uso de mais testes e investigação nos pontos de captação da água, para avaliar melhor este potencial e os danos que podem causar ao organismo em curto, médio e longo prazo.

Sob o ponto de vista sanitário percebe-se pouco avanço em relação às formas e técnicas que podem ser utilizadas na desinfecção da água que abastece a população guataense, com técnicas ineficientes e inadequadas, mostrando indiferença na qualidade da água fornecida a população. Além disso, há dados insuficientes e nenhuma informação a população sobre quais condições recebem a água em suas residências e as formas de desinfetar essa água, já que se mostra necessário. Por isso, a melhoria na técnica utilizada pela prefeitura, responsável pelo abastecimento do distrito é imprescindível na saúde da população.

## REFERÊNCIAS

- ALVIM, L. B.; KUMMROW, F.; BEIJO, L. A.; LIMA, C. A. de A.; BARBOSA, S. **Avaliação da citogenotoxicidade de efluentes têxteis utilizando *Allium cepa* L.** *Água, Taubaté*, v. 6, n. 2, p. 255-265, 2011. (doi:10.4136/ambi-agua.198).
- ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de Bioindicadores na avaliação do impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência e Saúde Coletiva*. V. 12, n. 1, p. 61 – 72, 2007.
- BORGES, Cacilda. **Avaliação da Toxicidade do Efluente de Lavador de Gases de Olaria, Utilizando Bioindicadores: *Lactuca sativa*, *Allium cepa* L. *Artemia sp.* e *Eusemia foetida*.** 2011. 146 f. (TCC em Engenharia Ambiental), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 4. ed.. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. FUNASA, 2013. p.150.
- BRASIL. Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/civil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5440.htm](http://www.planalto.gov.br/civil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5440.htm). Acesso em 15 de novembro de 2017.
- BRASIL. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/brs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.htm](http://bvsms.saude.gov.br/brs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.htm). Acesso em: 15 de novembro de 2017.
- BRAGA, Jacqueline Ramos Machado e LOPES, Diêgo Menezes. **Citotoxicidade e genotoxicidade da água do rio Subaé (Humildes, Bahia, Brasil) usando *Allium cepa* L. como bioindicador.** *Rev. Ambient. Água* [online]. 2015, vol.10, n.1, p.130-140. ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1459>. acesso em 30/10/2017.
- CARDOSO, Flávio José. **Guatá**: Guatá. Rio de Janeiro: Record, 2005. 301 p.
- CAROLA, C. R. 2011. **Memória e cultura do carvão em Santa Catarina: impactos sociais e ambientais**. Santa Cruz do Sul, Ed Unisc, 326 p.
- DALL'ALBA, João Leonir. **Colonos e Mineiros no Grande Orleans**. Florianópolis: Edição do Autor Instituto São José, 1986. 408 p.
- DIAS, N. S.; SILVA, T. C.; FILHO, G. P. B.; BADREDDINE, J. F.; MATOZINHO, H. H. S.; RESENDE, M. R.; GOMES, F. O. **Estudo dos efeitos mutagênicos e citotóxicos do confrei**

(*symphytum officinale*) no ciclo celular de *Allium cepa* . Revista eletrônica de farmácia vol. X (3), 20 - 29 2013. Acesso em 03/10/2017.

FISKEJÖ, G. The **Allium test in Wastewater monitoring**. Environnintral Toxicology and Water Quality. V. 8, p. 291 – 298, 1993.

FERRTTI, D.; ZRBINI, I.; ZANI, C; CERRETTI, E.; MORETTI, M.; MONARCA, S. **Allium cepa chromosome obberation end micronucleus test aplied to study genotoxicity of extrcts fron pesticide – treated vegetader and grapes**. Food Additives and Contaminants. V, 24, n. 6, p. 561 – 572, 2007.

GONÇALVES; FOLLMANN; PHILOMENA. Aspectos da cultura do carvão em Criciúma (SC): a história que não se conta. **História Unisinos**, v. 16, n. 2, p.244-255.

JUVENCIO, M. **A Atuação da Companhia de Mineração do Carvão Barro Branco em Santa Catarina: Cotidiano, Degradação, Miséria e Dominação**. 2008

KARNAUKHOVA, E. **Atlas Geográfico: Município de Lauro Muller**. 2008, 39 p.  
LOPES, Arnaldo. **Lauro Muller a historia: Lauro Muller a história**. Orleans: Gráfica do Lelo, 2008. 138 p.

LAURO MULLER. **Projeto de Construção do abastecimento de Água do Distrito de Guatá**. 1993, 23p.

LEME, DM.; MARIN – MORALES, M. A. **Chromosome observatin and micronúcleos frequencys in Allium cepa cells exposed to petrolium poluent water – a case study**. Mutation Research. Vol. 650, p. 80 – 86, 2008.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros. **Águas e Águas**:. São Paulo: ed. Varela, 2001. 505 p.

MA, T. H.; GRANT, W.F.; SERRES, F. J. **The genotoxicity monitoring of the air, water and roil – a preliminary reporto f the International Progran on Reante Bioassays (IPPB)**. Mutatin Research . v. 379, p. 599 – Seippl-1, 1997.

MILTON TOMOYUKI TSUTIYA. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Org.). **Abastecimento de Água: Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo: Daikoku, 2013. 643 p. Milton Tomoyuki Tsutiya.

MOREIRA, Ana Paula. **Efeitos dos Metais Pesados em Organismos Aquático: O Uso do Geophagus brasiliensis como Bioindicador**. 2013. 33 f. (TCC do Curso de Ciências Biológicas), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/1871>>. Acesso em: 03 out. 2016.

OLIVEIRA, Leonardo de Maurer ; VOLTOLINI, Júlio Cesar; BARBÉRIO, Agnes. Potencial mutagênico dos poluentes na água do rio Paraíba do Sul em Tremembé, SP, Brasil, utilizando o teste Allium cepa. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.90-103, 30 abr. 2011. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.176>.

PARRAM, Lucilia Maria; MUNIZ, Dafhne Heloisa Freitas; PEREIRA, Claudia Mara. **Manual de Procedimentos de Amostra e Análise Físico-Química de Água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921050/1/Doc232ultimaversao.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2016.

RODRIGUES, Z. P.G.; DALZUCHIO, T.; GEHLEN, G. **Uso de bioensaio com *Allium cepa* L. e análises físico-químicas e microbiológicas para avaliação da qualidade do rio da ilha, RS, Brasil**. Acta toxicológica Argentina. U. 24, n.2, p. 97-104, 2016.

SOUZA, Walmir. **A história de Lauro Muller**. Lauro Muller: Editora do Autor, 2002.

SANTA CATARINA. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria Estado Santa Catarina. **PROGRAMA VIGIÁGUA/SISAGUA: VIGIÁGUA**. 2017. Vigilância sanitária. Disponível em: <<http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/saude-ambiental/sisagua>>. Acesso em: 03 out. 2017.

VIANA, Marcos Rocha. **Casas de química para Estações de Tratamento de Água: Casas de química para Estações de Tratamento de Água**. 2. ed. Belo Horizonte: Imprimatur Artes Ltda, 2001. 122 p. Edição ampliada, revisada a luz da NBR 12216 (abril 1992).