



AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DO ARROIO GRAVATÁ-RS ATRAVÉS DO BIOENSAIO *ALLIUM CEPA*

Machelis Guerra^a, Gustavo Guzzon^a, Ellen Dal' Lago^a, Júlia Dal Prá^a, Liziane Crippa^{a*}

a) FSG Centro Universitário

Informações de Submissão

* Autor correspondente (Orientador)
Liziane Crippa. Rua Os Dezoito do Forte, 2366
- Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472

Palavras-chave:

Allium cepa, Bioensaios, Toxicidade,
Genotoxicidade.

Resumo

O município de São Marcos, possui um sistema misto de coleta de esgotos e águas pluviais, sabendo que a poluição das águas é o problema ambiental mais sério do Brasil e que um dos principais problemas de saúde pública, a nível mundial, consiste nas doenças originadas de parasitas intestinais, contribuindo para elevadas taxas de morbidade e mortalidade. Fez-se necessário uma análise toxicológica e microbiológica do Arroio Gravatá, sendo este o maior receptor dos esgotos domésticos e efluentes industriais do município, mediante a isso o objetivo foi analisar a água através de bioensaios utilizando o bioindicador *Allium cepa*. Os resultados microbiológicos apresentaram a não potabilidade da água, presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Para avaliar a toxicidade foram feitos cálculos da média aritmética de crescimento das três maiores raízes de *Allium cepa*, tendo base o grupo controle que totalizou uma média de 2,44 cm de crescimento de suas raízes. A nascente 50% teve um crescimento de 3,12 cm, a nascente 100% teve um resultado de 3,02 cm. O curso médio 50% apresentou resultado de 2,10 cm, sendo significativo para toxicidade, já que, a média obtida é inferior ao grupo controle, o grupo curso médio com diluição 100% apresentou 2,48 cm de crescimento das raízes, também apresenta nível de toxicidade relevante. Diante do exposto fica evidente a desvantagem do sistema misto de coleta, que gera um grande problema ambiental e de saúde pública para os municípios da cidade de São Marcos.

1 INTRODUÇÃO

A poluição das águas é, de longe, o problema ambiental mais sério do Brasil, onde 80% de todas as doenças de origem hídrica e um terço dos óbitos são relacionados com a água contaminada (AGENDA 21, 1996).

A toxicidade é relacionada com a detecção, composição química e ação biológica de substâncias tóxicas, a toxicidade de uma substância pode ser considerada como a capacidade de ser prejudicial, causando danos graves ao organismo. A via de administração, duração e frequência de exposição são os fatores mais importantes que influenciam a toxicidade ao organismo mesmo ele, sendo encontrado no interior das células, não está livre de sofrer constantes alterações e mutações (BARROS, 2008; RABELLO-GAY, 1991).

A utilização de *Allium cepa* tem sido descrita na avaliação do potencial citotóxico de efluentes industriais. A eficiência do sistema *Allium cepa* se deve as suas características cinéticas de proliferação, ao rápido crescimento de suas raízes, ao grande número de células em divisão, a sua alta tolerância a diferentes condições de cultivo, a sua disponibilidade durante o ano todo, pelo seu fácil manuseio e por possuir cromossomos em número reduzido (PERON, 2009).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução número 357, de 17 de março de 2005, no artigo 8º, § 3º, desta resolução diz que a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas. Ainda, no mesmo artigo, § 4º, cita que as possíveis interações entre substâncias (responsáveis por efeitos sinérgicos) bem como a presença de contaminantes não listados nesta resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos ou toxicológicos (MOLIN, 2010).

Devido a poluição aquática estar diretamente relacionada a riscos e danos à saúde, e à ação de substâncias tóxicas presentes na água, poderem induzir doenças em humanos, os organismos que respondem de maneira eficiente na identificação e no fornecimento de dados sobre as condições de um ambiente, incluindo a presença ou ausência de um contaminante, são denominados de indicadores biológicos ou bioindicadores.

Justifica-se que a sociedade moderna é cenário de um crescimento populacional exacerbado, a expansão do setor industrial, juntamente com a ação antropogênica, tem gerado uma liberação indiscriminada de agentes poluidores ambientais, principalmente referido ao esgotamento de efluentes industriais e domésticos em rios e córregos que banham as cidades.

Fez-se necessário uma análise toxicológica e microbiológica do Arroio Gravatá do município de São Marcos, o mesmo recebe as águas do arroio Federal e o esgoto da porção norte do município. O esgoto coletado nas redes do Município de São Marcos é lançado bruto nos corpos d'água, ou seja, sem receber nenhum tratamento prévio, acarretando sérios prejuízos à qualidade das águas. Além do aspecto visual desagradável, o lançamento de esgoto bruto, afeta a sobrevivência da fauna aquática, exala odor desagradável e há a possibilidade de contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com essa água (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, 2013).

Por conseguinte, devido à grande importância para a vitalidade e manutenção dos seres humanos da presença de recursos hídricos viáveis para consumo e moradia, torna-se indispensável o monitoramento desses recursos, avaliando os impactos gerados ao meio ambiente e a qualidade e vida humana.

O objetivo deste estudo é analisar através de bioensaios utilizando o biondicador *Allium cepa* os efeitos tóxicos e genotóxicos da água do Arroio Gravatá da cidade de São Marcos em pontos estratégicos por ser, respectivamente, um dos principais receptores dos esgotos domésticos e efluentes industriais do município, sem tratamento adequado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A água é um elemento de extrema importância para a dinâmica de sobrevivência do planeta. No entanto, diversos setores da indústria lançam nos rios resíduos oriundos de suas atividades que são considerados tóxicos por afetarem o equilíbrio do meio ambiente, prejudicando não somente a saúde humana, mas também de animais e plantas (FERREIRA et al., 2012).

Um dos principais problemas de saúde pública, a nível mundial, consiste nas doenças originadas de parasitas intestinais, que contribuem para elevadas taxas de morbidade e mortalidade, principalmente nos países em desenvolvimento. Estima-se

que nesses países aproximadamente um terço da população viva em condições ambientais que facilitam a disseminação de infecções parasitárias (BELLOTO et al., 2011).

O Brasil é, na sua generalidade, um país de altos índices de incidência de doenças intestinais transmitidas pela água. Esses índices se refletem nas elevadas taxas de mortalidade, em especial nas taxas de mortalidade infantil, que vem ocorrendo ao longo dos anos, causada pelo desenvolvimento industrial, crescimento demográfico e ocupação do solo de forma intensa e acelerada, comprometendo os recursos hídricos destinados ao consumo humano, recreação e múltiplas atividades, aumentando potencialmente o risco de transmissão de doenças de origem hídrica (BRANCO, 1999).

Entre outros problemas, estas dificuldades justificam-se no Brasil pelo fato da qualidade da água estar seriamente comprometida desde o manancial pelos lançamentos muitas vezes in natura de esgotos domésticos e industriais e resíduos sólidos e pela falta de regulação do uso e ocupação do solo (CADERNO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA).

A água para consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta -se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um importante elemento de risco à saúde da população que a consome. Dentre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, dentre outros. Os Coliformes Totais são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água. O decréscimo de coliformes na água é diretamente proporcional ao das bactérias patogênicas intestinais (MOURA, 2009).

As bactérias heterotróficas, são microrganismos que necessitam de carbono orgânico como fonte de nutrientes, servindo como indiciador auxiliar da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição. O teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição (DOMINGUES, 2007).

A liberação de agentes poluidores, como agrotóxicos, efluentes domésticos e industriais, com uma grande quantidade de matéria orgânica e química respectivamente está contaminando o meio ambiente, gerando muitas vezes lesões irreversíveis a ele.

Estas alterações são prejudiciais às células, podendo prejudicar processos vitais, por exemplo a duplicação do DNA e a transcrição gênica. Podem causar também mutações gênicas e aberrações cromossômicas, estes processos são favoráveis ao desenvolvimento de processos cancerosos ou morte celular (PERON, 2009).

O crescente uso de produtos químicos perigosos no ambiente afetou o equilíbrio dos ecossistemas naturais e conseqüentemente, chamou a atenção de vários pesquisadores e agências governamentais para a saúde dos organismos vivos (LEME, 2009).

A Resolução do CONAMA de número 357, De 17 De Março De 2005 considera que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas. Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos. Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento. E considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água.

Os bioensaios utilizando plantas como biomarcadores é considerado bastante sensível e simples e têm sido validados por instituições internacionais, como a *United Nations Environmental Program (UNEP)*, *World Health Organization (WHO)* e *US Environmental Protection Agency (USEPA)*, pela sua eficiência na identificação e monitoramento dos efeitos genotóxicos e mutagênicos causados pelos poluentes ambientais (GRANT 1999).

A eficiência do teste *Allium cepa* deve-se as suas características cinéticas de proliferação, ao rápido crescimento de suas raízes que devido a isso sempre apresentam um grande número de células em divisão, sua alta tolerância a diferentes condições de clima e cultivo, a sua disponibilidade, seu fácil manuseio e por possuir cromossomos em pequeno número ($2n=16$) (FISKEJÓ 1994, MITTEREGGER-JÚNIOR et al. 2006, CARITÁ & MARIN-MORALES 2008).

Allium cepa é caracterizado como padrão ouro para avaliação de citotoxicidade. Inúmeros testes toxicológicos são utilizados para avaliar as concentrações e o tempo de exposição necessário para que os agentes tóxicos possam produzir efeitos adversos sobre os organismos (BRAGA, 2014). Vale ressaltar que o sistema de teste de *Allium cepa* é bem conhecido e reconhecido para estudos citotóxicos. Este sistema permite o contato direto das pontas das raízes com a substância testada, tornando possível a avaliação de diferentes concentrações em diferentes períodos de tratamento (TEDESCO, 2009).

3 METODOLOGIA

3.1 Revisão da literatura

A revisão da literatura compreendeu as seguintes etapas: identificação do tema e formulação da questão de pesquisa, elaboração dos critérios de inclusão e exclusão de artigos, construção de instrumento para coleta de dados relevantes dos artigos encontrados, avaliação e análise dos artigos selecionados na pesquisa, interpretação e discussão dos resultados obtidos e apresentação da revisão (MENDES, 2008).

A questão de pesquisa que serviu como objeto de estudo foi a seguinte: “Utilização do bioensaio *Allium cepa* para avaliação da toxicidade de águas fluviais”. A realização da busca de artigos e documentos foi feita a partir das bases de dados Elsevier, Scielo e Google Acadêmico, através das seguintes palavras-chave: “*Allium cepa*”, “Bioensaio”, “Toxicidade” e “Genotoxicidade”.

Nos critérios de inclusão, os artigos selecionados foram publicados nos idiomas inglês e português, disponíveis na íntegra e com pelo menos duas palavras-chaves, do ano de 1994 a 2015, foram excluídos artigos que utilizavam outro tipo de bioensaio e que o material coletado não fosse fluvial.

3.2 Área de Estudo

O Arroio Gravatá tem origem no município de São Marcos, tem suas nascentes a leste da área urbana do município a uma altitude de 845 metros, no bairro Colina Sorriso atravessando o centro urbano, seguindo para noroeste até desaguar no arroio Cafundó a uma altitude de 650 metros. O arroio Gravatá recebe as águas do arroio Federal e o esgoto da porção norte do município. Possui uma vazão média pluvial (m³/dia) de 21.498,61 e uma Vazão média de esgoto (m³/dia) de 6.030,57.

A coleta do material foi realizada em dois locais estratégicos do Arroio Gravatá, na nascente, localizada na Rua Angelo Siota, e no curso médio, na rua João Michelon. Como apresentado na Figura 1 (Google Earth, 2018).

Na rede hidrográfica do município de São Marcos, fica evidente a contribuição do Arroio Gravatá com 16,97 km² de extensão, sendo que a sede urbana municipal é banhada quase na sua totalidade pelo mesmo.

A relação entre as bacias e sub bacias do Arroio Gravatá e a estimativa de contribuição de esgoto gerado por cada um dos locais são: Bairro Francisco Doncatto 10%, Centro 50%, Bairro Industrial 100%, Bairro Michelon 100%, Bairro Henrique Pante 30%, Bairro São José 100%, Arroio Federal 100%.

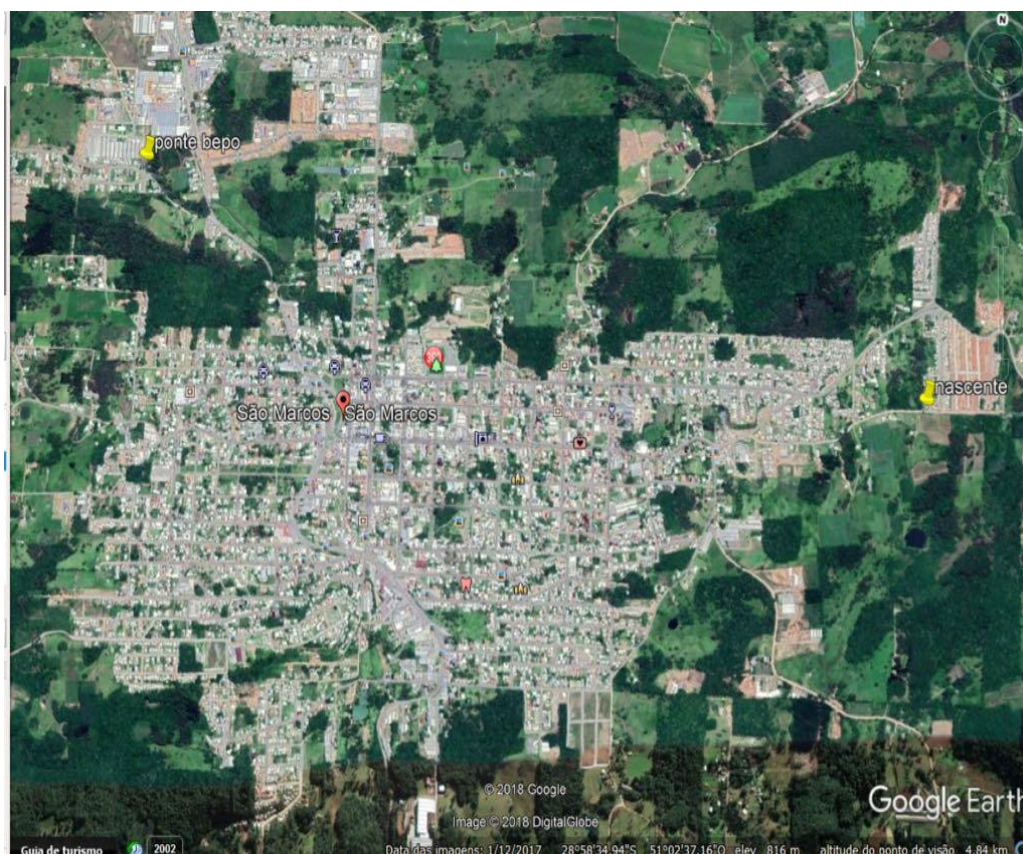


Figura 1- Localização dos pontos de coleta do Arroio Gravatá no município de São Marcos, RS, 2018.

Fonte: Google Earth

3.3 Análise de Coliformes totais e Escherichia coli

Pare a análise microbiológica parte da amostra da nascente e do curso médio coletadas no Arroio Gravatá foram enviadas ao laboratório Engequímica, para detecção

de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli*, onde foi utilizado a metodologia *Standard Methods for the Examination of Water and Waste water*.

3.4 Bioensaios com *Allium cepa*

O delineamento experimental foi casualizado, foram utilizados trinta bulbos de *Allium cepa* para cada amostra coletada e para o controle negativo (testemunha) foram utilizadas cinco amostras, no grupo controle utilizou-se água destilada, para o crescimento das raízes de *Allium cepa*.

Os bulbos foram inicialmente preparados e colocados em água destilada durante 48 horas a temperatura ambiente, para estimular o desenvolvimento do meristema radicular. Após este período, os bulbos foram colocados no material a ser testado por um período de 48 horas.

Após o período de exposição, o bulbo com menor desenvolvimento radicular em cada tratamento e no controle negativo foram descartados, no total cinco foram excluídas, resultando em vinte e cinco bulbos de *Allium cepa*.

As diluições foram realizadas com 50% e 100% da amostra, no total foram divididos em dois grupos da nascente com cinco bulbos de *A. cepa*, um com diluição 50% e outro 100% da amostra. Para o curso médio do Arroio, o procedimento e o total de grupos foi o mesmo.

Contabilizando com o grupo controle cinco grupos, com cinco amostras cada. As diluições foram realizadas em bécker e com provetas, tanto as diluições feitas com a amostra da nascente quanto a amostra do curso médio foram utilizadas 150 ml de água destilada e 150 ml de amostra. Está apresentado na Figura 2 (Autorial, 2018).



Figura 2- Diluições das amostras do Arroio Gravatá- RS

Fonte: Autoral, 2018.

Depois de 48 horas foram medidas as três maiores raízes de cada cebola, para avaliar a toxicidade e o nível de contaminação da água do Arroio Gravatá. Representado na Figura 3 (Autoral, 2018).



Figura 3- Medição *Allium cepa*.

Fonte: Autoral, 2018

Para a análise citotóxica foi retirado as raízes de *Allium cepa* e colocadas em um fixador com 3 partes de etanol e uma parte de ácido acético, as raízes passaram 24 horas na geladeira, e no dia seguinte foi retirada a mistura do fixador e colocado álcool 70, e os fixadores voltaram a geladeira, assim as amostras ficarão guardadas por meses, para a próxima etapa.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Atualmente, no município de São Marcos, as águas pluviais e do esgoto são coletadas e dispostas juntamente nos recursos hídricos receptores, caracterizando um

sistema misto de coleta, diante desta informação fez-se necessário um estudo microbiológico para detecção de Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais e Escherichia coli.

Os resultados microbiológicos das amostras da nascente e do curso médio do Arroio Gravatá, da cidade de São Marcos foram submetidas a uma análise realizada pelo laboratório de Assessoria, Projetos e Engenharia Química LTDA, Engequímica de Caxias do Sul. O resultado para Bactérias Heterotróficas utilizando um Limite de Quantificação de $1,0 \times 10^1$ UFC/mL, para a nascente do Arroio Gravatá foi de $3,1 \times 10^3$ UFC/mL. Bem como presença de Coliformes Totais e Escherichia coli. Representado na Tabela 1 (Autorial, 2018).

Tabela 1-Análise microbiológica da nascente do Arroio Gravatá, da cidade de São Marcos, RS,2018.

ENSAIOS	RESULTADO	UNIDADE	METODOLOGIA	L.Q.
Bactérias Heterotróficas	$3,1 \times 10^3$	UFC/mL	SMEWW Método n° 9215C	22 ^a - $1,0 \times 10^1$
Coliformes Totais	Presente	100mL	SMEWW Método n° 9223B	22 ^a - Ausência
Escherichia coli	Presente	100mL	SMEWW Método n° 9223B	22 ^a - Ausência

Fonte: autorial (2018).

Em relação curso médio do Arroio Gravatá, o Limite de Quantificação foi de $1,0 \times 10^1$ UFC/mL e o resultado para Bactérias Heterotróficas foram elevadas com $6,5 \times 10^3$ UFC/mL, foi possível detectar presença de Coliformes Totais e Escherichia coli. Fica evidente que ambas as amostras analisadas não estão em conformidade com a Portaria de Consolidação N°5 do Ministério da Saúde de 03/10/2017 e, portanto, considerada não potável, com referências as características pesquisadas Bactérias Heterotróficas e Escherichia coli. Representado na Tabela 2 (Autorial, 2018).

Tabela 2-Análise microbiológicas do curso médio do Arroio Gravatá, da cidade de São Marcos, RS,2018.

ENSAIOS	RESULTADO	UNIDADE	METODOLOGIA	L.Q.
Bactérias Heterotróficas	$6,5 \times 10^3$	UFC/mL	SMEWW Método n° 9215C	22 ^a - $1,0 \times 10^1$

Coliformes Totais	Presente	100mL	SMEWW	22 ^a -	Ausência
			Método n° 9223B		
Escherichia coli	Presente	100mL	SMEWW	22 ^a -	Ausência
			Método n° 9223B		

Fonte: autoral (2018).

Na análise toxicológica, está representado o crescimento em centímetros das raízes de *Allium cepa*, do grupo controle, que continha água deionizada, onde foi realizado um cálculo de média aritmética, com os seguintes resultados, na amostra de número um, a média de crescimento das raízes foi de 2,9 cm, na amostra dois foi de 2,5 cm, na amostra três foi de 2,8 cm, na amostra quatro foi de 2,4 cm e na amostra cinco a média de crescimento foi de 1,6 cm. Representado na Tabela 3 (Autorial, 2018).

Tabela 3- Análise toxicológica, grupo controle, do Arroio Gravatá, da cidade de São Marcos, RS,2018.

AMOSTRA	RAÍZES DE ALLIUM CEPA		
1	3cm	2,8cm	2,9cm
2	2,5cm	2,4cm	2,5cm
3	3,3cm	2,7cm	2,3cm
4	2,3cm	2,4cm	2,4cm
5	1,5cm	1,5cm	1,7cm

Fonte: autoral (2018).

Em relação ao crescimento em centímetros das raízes de *Allium cepa*, da nascente, do Arroio Gravatá, com 50% e 100% de diluição, a média de crescimento das raízes do grupo nascente 50% foram de: amostra um 3 cm, na amostra dois foi de 3,3 cm, na amostra três foi de 3,8 cm, na amostra quatro foi de 3,2 cm e na amostra cinco a média de crescimento foi de 2,3 cm. A média de crescimento das raízes do grupo nascente 100% foram de: amostra um 4,4 cm, na amostra dois foi de 3,4 cm, na amostra três foi de 2,4 cm, na amostra quatro foi de 2,6 cm e na amostra cinco a média de crescimento foi de 2,3 cm. Representado na Tabela 4 (Autorial, 2018).

Tabela 4- Análise toxicológica da nascente do Arroio Gravatá, da cidade de São Marcos, RS,2018.

AMOSTRAS	RAÍZES DE ALLIUM CEPA		
----------	-----------------------	--	--

	Nascente 50%			Nascente 100%		
	1	3cm	3,2cm	2,9cm	4,3cm	4,3cm
2	3,4cm	3,5cm	3cm	3,6cm	3,3cm	3,2cm
3	3,8cm	4cm	3,6cm	2,5cm	2,4cm	2,3cm
4	3,6cm	3,2cm	2,9cm	2,5cm	2,6cm	2,7cm
5	2,4cm	2,1cm	2,5cm	2,7cm	2,3cm	1,9cm

Fonte: autoral (2018).

Em relação ao crescimento em centímetros das raízes de *Allium cepa*, do curso médio, do Arroio Gravatá, com 50% e 100% de diluição, a média de crescimento das raízes do grupo curso médio 50% foram de: amostra um 2,2 cm, na amostra dois foi de 2,9 cm, na amostra três foi de 1,5 cm, na amostra quatro foi de 2,0 cm e na amostra cinco a média de crescimento foi de 1,9 cm. A média de crescimento das raízes do grupo curso médio 100% foram de: amostra um 2,9 cm, na amostra dois foi de 2,9 cm, na amostra três foi de 2,1 cm, na amostra quatro foi de 2,0 cm e na amostra cinco a média de crescimento foi de 2,5 cm. Representado na Tabela 5 (Autoral, 2018).

Tabela 5- Análise toxicológica do curso médio do Arroio Gravatá, da cidade de São Marcos, RS, 2018.

AMOSTRAS	RAÍZES DE ALLIUM CEPA					
	Curso médio 50%			Curso médio 100%		
1	2,6cm	2cm	1,9cm	3cm	3,1cm	2,8cm
2	3,1cm	2,9cm	2,8cm	2,5cm	3cm	3,2cm
3	1,6cm	1,5cm	1,4cm	2cm	2,2cm	2,1cm
4	2,1cm	2,2cm	1,8cm	2,4cm	2cm	1,6cm
5	1,8cm	2cm	1,9cm	2,6cm	2,5cm	2,4cm

Fonte: autoral (2018).

Por final está representado a média total das cinco amostras do Arroio Gravatá da cidade de São Marcos, contendo a média de crescimento das três maiores raízes destes grupos, tendo base o grupo controle que totalizou uma média de 2,44 cm de crescimento de suas raízes. A partir deste dado todo resultado inferior a 2,44 cm é

considerado toxicidade e todo resultado superior ao mesmo não apresenta alteração significativa dos componentes do Arroio em relação a toxicidade.

Dos resultados obtidos, a nascente 50% teve um crescimento estipulado em 3,12 cm, da mesma forma o grupo nascente 100% teve um resultado de 3,02 cm, ambos esses dados estão acima da média do grupo controle, então não apresentam risco relativo de contaminação e toxicidade do Arroio.

O curso médio 50% apresenta resultado de 2,10 cm, sendo um resultado positivo em relação a toxicidade da água, já que, a média obtida é inferior ao grupo controle, o grupo curso médio com diluição 100% apresenta 2,48 cm de crescimento das raízes, também apresenta nível de toxicidade relevante. Representado na Tabela 6 (Autorial, 2018).

Tabela 6- Análise toxicológica da média total de toxicidade do Arroio Gravatá, da cidade de São Marcos, RS, 2018.

AMOSTRAS	MÉDIA TOTAL
Controle	2,44 cm
Nascente 50%	3,12 cm
Nascente 100%	3,02 cm
Curso médio 50%	2,10 cm
Curso médio 100%	2,48 cm

Fonte: autorial (2018).

5 CONCLUSÃO

O município de São Marcos não conta com um sistema de tratamento de esgoto sanitário. Utiliza-se na maioria dos casos, por conseguinte, fossas sépticas conectadas à rede pluvial, caracterizando uma rede mista de coleta. Observa-se que o Arroio Gravatá é o maior receptor de esgotos e águas pluviais da porção norte da área urbana. (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, 2013).

Fica evidente com os resultados obtidos neste trabalho que o lançamento de esgotos brutos e resíduos industriais nos corpos d'água, acarreta sérios prejuízos à qualidade da água, afetando a sobrevivência da fauna aquática, além disso a falta e

saneamento urbano adequado afeta diretamente a saúde da população, e possível contaminação dos animais.

O Arroio Gravatá da cidade de São Marcos não está de acordo com a Portaria nº 518, de 2004, do Ministério da Saúde / ANVISA, que considerada a água como potável, sob o ponto de vista microbiológico, quando está de acordo com a seguinte conformidade: ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml de amostra de água para consumo, considerando-se assim inofensiva para a saúde do homem. (YAMAGUCHI, 2013), bem como apresenta a Portaria de Consolidação N°5 do Ministério da Saúde de 03/10/2017, pois apresentou presença de coliformes totais e *Escherichia coli*.

Além disso, o curso médio do Arroio, apresentou toxicidade considerável, sendo que os efluentes das indústrias sem tratamento ou insuficientemente tratados lançados aos corpos d'água, representam um grande risco ao ecossistema, os rejeitos podem ser formados por misturas complexas e substâncias químicas, adquirindo um potencial tóxico ao ambiente aquático e a população em contato.

Diante do exposto fica evidente que o sistema misto de coleta de esgotos e águas pluviais possui diversas desvantagens e consiste em um grande problema ambiental e de saúde pública para os munícipes da cidade de São Marcos.

6 REFERÊNCIAS

3º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública / Fundação Nacional de Saúde. - Brasília: Funasa, 2013.

BRAGA, J. R. M.; **Citotoxicidade e genotoxicidade da água do rio Subaé (Humildes, Bahia, Brasil) usando *Allium cepa* L. como bioindicador**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014.

BRANCO, S. M. **Água, meio ambiente e saúde**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 227-247.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE(CONAMA)- Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> acesso dia 09/05/2018.

CUCHIARA, C.C.; BORGES, C. S.; BOBROWSKI, V. L. **Sistema teste de Allium cepa como bioindicador da citogenotoxicidade de cursos d'água**. Tecnologia, Ciência e Agropecuária, v. 6, n. 1, p. 33-38. João Pessoa, 2012.

DOMINGUES V. O.; TAVARES G. D.; STÜKER F. ; MICHELOT T. M.; REETZ L. G.B.; BERTONCHELI C. M.; HÖRNER R. **Contagem De Bactérias Heterotróficas Na Água Para Consumo Humano: Comparação Entre Duas Metodologias**. Saúde, Santa Maria, vol 33, n 1: p 15-19, 2007.

FERREIRA, C. F.; FRUEH, A. B.; DUSMAN, E.; HECK, M. C.; VICENTINI, V. E. P. **Avaliação da citotoxicidade das águas dos ribeirões Varginha (Califórnia – PR) e Tabatinga (Mandaguari – PR) em Allium cepa L**. Revista Saúde e Biologia, 2012.

FISKEJO, G. 1994. **Allium Test II: Assessment of a Chemical's Genotoxic Potential by Recording Aberrations in Root Tips of Allium cepa L**. Environmental Toxicology and Water Quality: An International Journal, 9: 235-241.

GRANT, W. F. 1999. **Chromosome aberration assays in Allium**. Mutation Research, 99: 273-291.

LEME, D.M.;MARIN-MORALES, M. A. **Allium cepa test in environmental monitoring: A review on its application**. Rio Claro, 2009.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto Contexto Enferm, Florianópolis, 17(4): 758-64. 2. Out-Dez, 2008.

MITTEREGGER H., FERRAZ J. D., LÚCIA M. Y., ARENZON ., SILVA5 J., HENRIQUES J. A. **Avaliação das Atividades Tóxicas e Mutagênicas da Água e do**

Sedimento do Arroio Estância Velha, Região Coureira-calçadista, Utilizando *Allium cepa*. J. Braz. Soc. Ecotoxicol., v. 1, n. 2, 2006, 147-151

MOLIN D. D., COSTA A. B., RIEGER A., PRA D., LOBO E. A. **Determinação Das Características De Toxicidade Ambiental Do Percolado De Um Aterro De Resíduos Industriais Perigosos (Estudo De Caso).** Santa Cruz do Sul, RS, 2010.

MORALES M. A., ROBERTO M. M., ANGELIS D. F., ANGELIS D. A. **Importância da água para a vida e garantia de manutenção da sua qualidade.** Instituto de Biociências- UNESP, Campus de Rio Claro, SP. Coleção brasileira de Microorganismos de Ambiente e Indústria- CBMAI/DRM. CPQBA/UNICAMP/Paulinia/SP.

MOURA A.C. ; ASSUMPCÃO R.A.B.; BISCHOFF J. **Monitoramento Físico-Químico E Microbiológico Da Água Do Rio Cascavel Durante O Período De 2003 A 2006.** Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.76, n.1, p.17-22, jan./mar., 2009.

PERON A. P., CANESIN E. A., CARDOSO C. M. V. **Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L.** Brazilian Journal of Biosciences. 2009. ISSN 1980-4849 (on-line) / 1679-2343 (print)

PERON, A. P. CANESIN, E. A. 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. ISSN 1980-4849 (on-line) / 1679-2343 (print).

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. Plano de Saneamento Básico Municipal. São Marcos, 2013.

TEDESCO, S. B. **Cytotoxic effects of infusions (tea) of *Solidago microglossa* DC. (Asteraceae) on the cell cycle of *Allium cepa*.** Santa Maria, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2015. **Foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015, who estimates of the global burden of foodborne diseases**, 2015.

YAMAGUCHI M. U.; CORTEZ L. E. R.; OTTONI L. C. C.; OYAMA J. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR**. O Mundo da Saúde, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013.