

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DA ÁGUA EM UM CORPO HÍDRICO URBANO NA REGIÃO DE LONDRINA – PR

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

X¹
Y²
Z³
W⁴
D⁵

Resumo

Os corpos hídricos próximos as áreas urbanas, têm sofrido alterações em seus ecossistemas e biota aquática decorrente das constantes descargas variáveis de poluentes advindas das atividades urbanas e demais usos necessários ao homem. A partir desse contexto, torna-se importante a avaliação da qualidade das águas e os efeitos de agentes tóxicos sobre o ambiente aquático, para isso o uso de plantas superiores tem sido usado como bioindicadores de substâncias tóxicas e mutagênicas. O objetivo do presente trabalho consiste na determinação da toxicidade da água do córrego Água Fresca pertencente a área urbana do município de Londrina-PR, por meio de bioensaios com sementes de cebola (*Allium cepa*). As coletas foram realizadas nos meses de março e abril, sendo selecionados cinco pontos ao longo córrego e coletadas amostras em triplicata. Foram inoculados 2 mL de amostra em placas de Petri contendo 10 sementes de cebola da variedade Baia Periforme. Para controle negativo foi utilizado 2 mL de água destilada e para controle positivo solução de Sulfato de Cobre 0,1 mg/L. Após 4 dias de incubação, fez-se a contagem das sementes germinadas, a medição das radículas e o cálculo dos índices macroscópicos. Os resultados dos índices de germinação residual normalizado (IGN), alongamento radial residual normalizado (IER) determinaram toxicidade baixa para os meses de março e abril, havendo baixa nos índices de germinação e crescimento das radículas para este último mês, indicativos de uma maior toxicidade.

Palavras-chave: *Allium cepa*; Ensaios toxicológicos; Organismos testes; Bioensaios.

¹X.
²Y.
³Z.
¹W.
⁵D.

INTRODUÇÃO

Os centros urbanos em sua grande maioria estão localizados próximos a corpos hídricos, fator que está relacionado a dependência e ao usufruto de seus recursos. Porém, a relação entre ambos dificilmente é harmoniosa, sendo que grande parte da carga poluidora advinda das atividades na área urbana, acabam lançadas ou lixiviadas para dentro dos rios e córregos (RODRIGUES, 2012; GONÇALVES et al., 2020). Dessa forma, a qualidade das águas dos mananciais tem reduzido gradativamente por fontes variáveis de poluentes, como a descarga de efluentes industriais e domésticos, por meio da percolação das águas fluviais e o carreamento de material em suspensão, agravados pela impermeabilização dos solos. Estes fatores, favorecem a degradação dos ambientes aquáticos, interferem na preservação da biodiversidade e não atendem aos padrões de uso para abastecimento público, irrigação, aquicultura e demais usos necessários ao ser humano (GARCIA, 2012; LENER & HOLT, 2012; DE CAMPOS, 2015; PEIXOTO, 2016; PRIMO, 2020).

Os ensaios toxicológicos, segundo Arraes e Longhin (2012), tem por objetivo a avaliação dos potenciais riscos ambientais, à saúde humana e ao ecossistema aquático, sendo eficaz na determinação dos efeitos de substâncias tóxicas sobre diferentes organismos. Esses impactos, vem sendo analisados por meio de testes toxicológicos que avaliam as concentrações e o tempo necessário para que os organismos, reconhecidos como agentes bioindicadores, apresentem alterações em sua estrutura quando expostos a estas substâncias (BRAGA e LOPES, 2014; MARTINS, 2015; SOARES, COLDEBELLA, FRIGO, 2021).

Uma eficiente metodologia que tem ganhado espaço na determinação de efeitos mutagênicos e toxicológicos, é o uso de plantas superiores. Essas plantas possuem características que viabilizam a sua utilização como bioindicador, sendo estas: tolerância a diferentes condições de cultivo, possuem rápido crescimento de suas raízes e a visualização de anormalidades celulares é acessível, devido as suas características de cinética celular (MAZIVIERO, 2011; BRAGA e LOPES, 2014; PARVAN, 2020).

Metodologias utilizando *Allium cepa* como organismo teste para avaliação de

Realização

Apoio

toxicidade, podem ser realizados por meio de análises macroscópicas, observando alterações fisiológicas no crescimento e desenvolvimento da plântula quando expostas a substâncias potencialmente tóxicas. As alterações são avaliadas por meio da porcentagem dos índices de germinação (IG), germinação relativa de sementes (GRS), crescimento relativo de radícula (CRR), germinação residual normalizada (IGN), alongamento radial residual normalizada (IER), sendo observados possíveis inibições na germinação das sementes e o retardamento no seu crescimento (BAGUR-GONZÁLES et al, 2011; LELES, 2017.)

Neste contexto, o estudo teve por objetivo avaliar a toxicidade da água do córrego Água Fresca, por meio de bioensaios utilizando sementes de cebola (*Allium cepa*) fazendo uso das análises macroscópicas.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Londrina conta com cinco bacias hidrográficas, sendo elas: bacia do Ribeirão Jacutinga, Lindóia, Limoeiro, Cambé e Cafezal, que ocupam uma área urbana de 245 km², sendo 240 km de extensão total de cursos de água (BARROS et al, 2008). Devido a localização em meio ao centro urbano, esses acabam sendo comprometidos, tornando o monitoramento da qualidade das águas um fator primordial em termos de qualidade ambiental (FILHO, 2014).

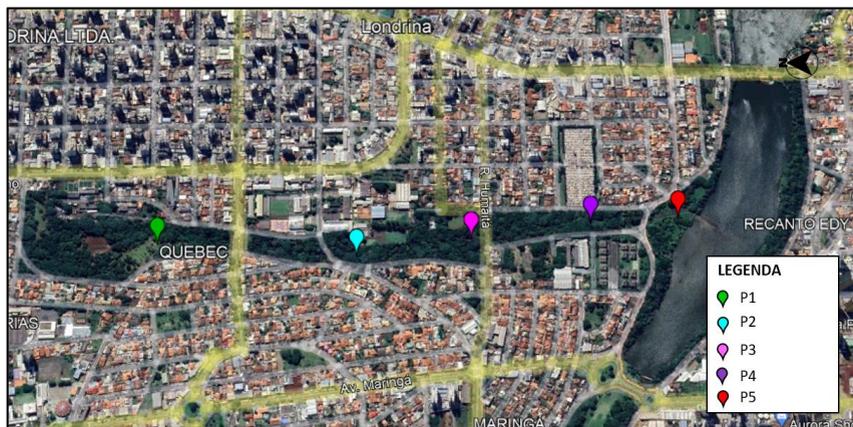
A bacia do ribeirão Cambé, faz parte da geografia da região da cidade de Londrina, PR e do qual foram formados os Lagos Igapó I, II, III e VI por meio do seu represamento realizado no ano de 1957, como solução para problemas de drenagem (BARROS et al, 2008). O córrego Água Fresca, um dos afluentes do ribeirão Cambé, tem sua nascente no jardim Los Angeles localizado nas coordenadas (23°18'40" S; 51°10'20" W) e tem sua foz no Lago Igapó II (-23.326808°S; -51.171856° W). Ao longo do seu entorno há predominância de áreas residenciais, como poder ser visualizado na Figura 1.

Para a realização deste estudo, foram selecionados cinco pontos ao longo do

Realização

Apoio

córrego Água Fresca (P1, P2, P3, P4 e P5) (Figura 1) de acordo com as características de entorno, localização e a viabilidade de acesso a seu leito, representados no Quadro 1.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2020.

Figura 1: Visão aérea do córrego Água Fresca no Município de Londrina-PR.

Quadro 1: Características do uso e ocupação das áreas próximas aos pontos amostrais

PONTOS AMOSTRAIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	CARACTERÍSTICAS
P1	(-23.312624°S; -51.172709°W)	Localizado próximo a nascente, com extensa área de mata ciliar com predominância de vegetação arbórea. Próximo de uma Estação de Tratamento de Água (ETA).
P2	(-23.317422°S; -51.172758°W)	Possui extensa área coberta por vegetação arbórea e localiza-se próximo de um Centro Universitário (campus-clubes).
P3	(-23.321644°S; -51.172997°W)	Composto por extensa área de vegetação arbórea e arbustiva. Com entorno predominantemente residencial.
P4	(-23.324083°S; -51.172115°W)	Localizado entre o cemitério João XXIII e o Colégio Universitário, possui grande extensão de vegetação nativa, com predominância de espécies arbóreas e gramíneas.
P5	(-23.325698°S; -51.171467°W)	Situa-se na foz do córrego com o Lago Igapó II, ao lado de área residencial. A área é composta predominantemente por vegetação gramínea.

Fonte: autoria própria, 2020.

Realização

Apoio



CAMPANHA DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA

As coletas de água para os ensaios de toxicidade foram realizadas nos meses de março e abril, nos cinco pontos. Em cada um, foram coletadas amostras em triplicatas de 100 mL, sendo cada uma separada por uma distância de aproximadamente 5 m. Para a coleta foram usados luvas e frascos esterilizados, buscando a máxima preservação natural das amostras.

ENSAIOS DE TOXICIDADE

A preparação das amostras para os ensaios de avaliação de toxicidade com *Allium cepa*, seguiram as metodologias de Sommaggio (2016) e Silva e Tofolo (2017). Os ensaios foram montados em placas de Petri forradas com papel filtro e umedecidas com 2 mL de cada amostra e contendo 10 sementes de cebola da variedade *Baia Periforme*. Cada amostra foi montada em triplicata, totalizando 15 ensaios. Para comparação dos resultados foram montados dois controles: um negativo, preparado com 2 mL de água destilada (solução não tóxica) e um positivo preparado com 2 ml de solução de sulfato de cobre 0,1 mg/L (solução tóxica), também em triplicata. Após a montagem das unidades experimentais, estas foram armazenadas em uma caixa fechada e alocadas em local escuro por um período de 4 dias (96 horas) para germinação das sementes.

As análises macroscópicas foram realizadas após o período de incubação, conforme as etapas seguintes: (1) quantificação das sementes germinadas; (2) Medição do tamanho das raízes; (3) Registro de possíveis alterações nas raízes (morfologia – formato, textura, comprimento, espessura e mudança de cor), e (4) Determinação dos índices macroscópicos, apresentados no Quadro 02.

Segundo a metodologia de Leles (2017), os índices de IGN e IER são classificados por meio de diferentes níveis de toxicidade, sendo: 0 a -0,25: Toxicidade baixa; -0,25 a -0,5: Toxicidade moderada; -0,5 a -0,75: Toxicidade alta; -0,75 a -1,0: Toxicidade muito alta; maior que 0: Hormese.

A hormese corresponde a baixas concentrações de contaminante, não significando que este, não seja prejudicial aos organismos presentes no meio aquático.

Realização

Apoio

Quadro 2: Equações para cálculo dos índices macroscópicos

ÍNDICES	EQUAÇÕES
Germinação relativa de sementes	$GRS (\%) = \frac{\text{número de sementes germinadas por amostras}}{\text{número de sementes germinadas no controle negativo}}$
Crescimento relativo de radícula	$CRR (\%) = \frac{\text{comprimento médio da radícula por amostra}}{\text{comprimento médio da radícula no controle negativo}}$
Índice de germinação	$IG (\%) = \frac{GRS \times CRR}{100}$
Índice de germinação residual normalizado	$IGN (\%) = \frac{\text{Germ } x - \text{Germ controle}}{\text{Germ controle}}$ <p>Onde: Germ x é a porcentagem média de sementes germinadas em cada amostra; Germ controle é a porcentagem de sementes germinadas no controle.</p>
Índice de alongamento radial residual normalizado	$IER (\%) = \frac{\text{Along } x - \text{Along controle}}{\text{Along controle}}$ <p>Onde: Along x é o comprimento médio da radícula das sementes germinadas em cada amostra; Along controle é o comprimento médio da radícula das sementes germinadas no controle.</p>

Fonte: autoria própria, 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes aos ensaios de toxicidade das amostras coletadas nas duas campanhas podem ser visualizados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 03: Resultados dos índices de toxicidade para os meses de março

Realização

Apoio



AMOSTRAS	TG (%) ¹	GRS (%) ²	CRR (%) ³	IG (%) ⁴	IGN (%) ⁵	IER (%) ⁶
1	90,00	100,00	108,47	108,47	0,08	0,08
2	93,30	100,00	121,49	121,49	0,21	0,21
3	83,30	88,89	97,66	86,81	-0,13	-0,02
4	80,00	88,89	99,66	88,59	-0,11	0,00
5	86,70	88,89	93,33	82,96	-0,17	-0,07
CN*	90,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
CP**	83,30	88,89	10,66	9,47	-0,91	-0,89

¹(TG) = Taxa de germinação; ²(GRS) = Germinação relativa de sementes; ³(CRR) = Crescimento relativo de radícula; ⁴(IG) = Índice de germinação residual normalizado; ⁵(IGN) = Índice de germinação residual normalizado; ⁶(IER) = Índice de alongamento radial residual normalizado. *(CN) = Controle Negativo;

** (CP) = Controle Positivo

Tabela 04: Resultados dos índices de toxicidade para o mês de abril

AMOSTRAS	TG (%) ¹	GRS (%) ²	CRR (%) ³	IG (%) ⁴	IGN (%) ⁵	IER (%) ⁶
1	80,00	100,00	122,69	122,69	0,23	0,23
2	75,00	93,75	84,38	79,11	-0,21	-0,16
3	85,00	106,25	96,28	102,30	0,02	-0,04
4	85,00	106,25	83,51	88,73	-0,11	-0,16
5	80,00	100,00	111,40	111,40	0,11	0,11
CN*	80,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00
CP*	75,00	93,75	23,96	22,46	-0,78	-0,76

¹(TG) = Taxa de germinação; ²(GRS) = Germinação relativa de sementes; ³(CRR) = Crescimento relativo de radícula; ⁴(IG) = Índice de germinação residual normalizado; ⁵(IGN) = Índice de germinação residual normalizado; ⁶(IER) = Índice de alongamento radial residual normalizado. *(CN) = Controle Negativo;

*(CP) = Controle Positivo

A taxa de germinação de sementes para as amostras coletadas no mês de março, apresentaram resultados entre 83,3 a 93,3% sendo o valor mais alto correspondente ao ponto de coleta 2, sendo assim as maiores porcentagens de germinação relativa de

Realização

Apoio

sementes (GRS) são das amostras dos pontos 1 e 2. Quanto aos índices de crescimento relativo da radícula (CRR), para os mesmos pontos, a porcentagem se manteve acima de 100% indicando um desenvolvimento da radícula, se comparado com os 10,66% do controle positivo que continua solução tóxica.

Segundo o índice de germinação residual normalizado (IGN) as amostras dos pontos 3,4 e 5 são classificados com baixos níveis de toxicidade, já os pontos 1 e 2 estão na faixa de baixa concentração de contaminantes, embora não possa ser afirmado que este não interfira na vida dos organismos ali presentes (LELES, 2017), sendo classificados como hormese. Feita a mesma classificação para o índice de alongamento radial (IER), os pontos 1 e 2 apresentaram os mesmos valores que o índice anterior e os pontos 3, 4 e 5 também apresentaram toxicidade baixa.

No mês de abril houve decréscimo na taxa de germinação, apresentando um máximo de 85% para os pontos 3 e 4. Dessa forma, os maiores índices de germinação de sementes foram também correspondentes a estes pontos. Para o índice de crescimento relativo da radícula (CRR), os valores máximos são correspondentes aos pontos 1 e 5 indicando melhor desenvolvimento da radícula. Ambos os pontos também apresentaram os maiores valores para índice de germinação (IG), acima de 100%.

Os pontos 1 e 5 são classificados como hormese, ou seja, concentrações muito baixas de contaminantes, assim como o índice IGN no ponto 3. Os demais pontos, apresentaram classificações de baixa toxicidade para ambos os índices.

De maneira geral, o mês de março apresentou os melhores resultados quanto a taxa de germinação, crescimento e toxicidade, o qual apresentou precipitação acumulada de 201,4 mm, mais alta se comparado com o mês de abril de 108,8 mm, caracterizando o mês menos chuvoso, segundo dados do INMET (2022), havendo decréscimo na germinação e crescimento das radículas. Segundo Braga (2016), as chuvas têm significativo impacto sobre os cursos de água urbanos, isso independente de sua intensidade ou duração. Em áreas urbanas as extensas áreas de solo impermeabilizado e o mau gerenciamento das redes de drenagem de águas pluviais são fatores que viabilizam a ocorrência de inundações e enchentes, o que segundo Hernandez Szigethy (2020) são fenômenos que contribuem com a poluição, contaminação e assoreamento.

Realização

Apoio

Portanto, os valores mais altos para o período chuvoso de 100% de germinação relativa de semente e os baixos índices de toxicidade, podem ser explicados segundo Vieira (2008), devido ao aumento da vazão do córrego e o volume de água conduzido por este, fator que resulta na diluição dos compostos presentes no ambiente aquático e aqueles carregados para dentro do corpo hídrico como: matéria orgânica, nutrientes e substâncias tóxicas ao meio, reduzindo a toxicidade da água. Da mesma forma, para o período menos chuvoso tem-se o aumento na concentração dos componentes, devido à baixa na vazão do córrego e o acúmulo de substâncias e resíduos dispersos no meio, elevando os níveis de toxicidade da água e surtindo efeitos negativos no desenvolvimento das sementes, as quais obtiveram uma taxa máxima de germinação mais baixa de 85% em relação ao mês anterior (93,3%).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do presente trabalho, pode-se considerar que os objetivos propostos foram alcançados, pois foi possível a partir dos resultados, constatar diferenças nos níveis de toxicidade do córrego Água Fresca. Apresentando níveis baixos no mês de março e abril, ocorrendo a diminuição na germinação e crescimento das sementes para este último mês. Bem como, pode-se afirmar que as chuvas interferem diretamente nos resultados, ou seja, quanto maiores os índices pluviométricos do mês, a tendência é que se tenha um ambiente aquático menos tóxico, devido a maior diluição dos compostos tóxicos. Da mesma forma, em meses menos chuvosos a tendência é que as concentrações aumentem, elevando também a toxicidade da água.

Desse modo, os resultados também comprovam que a metodologia utilizando sementes de cebola *Allium cepa*, são eficazes na determinação da toxicidade das águas e que mesmo em níveis baixos de toxicidade, este surte efeitos negativos e relevantes para o desenvolvimento da plântula. Bem como, por meio dos resultados dos controles positivos, que em ambos os meses apresentaram altos níveis de toxicidade, reafirmam a eficiência do método. Esses resultados, demonstram também, que a área urbana e suas atividades causam impactos negativos sobre os córregos urbanos, influenciando na qualidade de suas

Realização

Apoio

águas.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

REFERÊNCIAS

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, v.8, n 14, p.1958. Goiânia, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/engenharia/otimizacao.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2022.

BAGUR-GONZÁLEZ, M. G. *et al.* Toxicity assessment using *Lactuca sativa* L. bioassay of the metal(loid)s As, Cu, Mn, Pb and Zn in soluble-in-water saturated soil extracts from an abandoned mining site. **Journal of Soils and Sediments**, v. 11, n. 2, p. 281–289, 2011. Disponível em: <https://www.ugr.es/~fjmartin/TRABAJOS%20PUBLICADOS%20PDF/JSS%202010.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BARROS, M. V. F. et al. **Curso e per curso das águas**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina-PR, 2008. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/NATURAL/CURSODASAGUAS.htm#:~:text=A%20%C3%A1rea%20urbana%20de%20Londrina,norte%20e%20ao%20sul%2C%20respectivamente>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRAGA, J. O. **Alagamento e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria-DF**. Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2016. Disponível em: 2016_JuliaOliveiraBraga.pdf (unb.br). Acesso em: 11 jun. 2022.

BRAGA, J. R. M; LOPES, D. M. Citotoxicidade e genotoxicidade da água do rio Subaé (Humildes, Bahia, Brasil) usando *Allium cepa* L. como bioindicador. **Ambiente e Água**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2014. DOI: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/VrvGbkFMfbQxPQzxsXmX7gJ/?format=pdf>. Acesso em: 14 jun. 2022.

DE CAMPOS, R. F. **Análise da qualidade das águas subterrâneas e determinação do índice de vulnerabilidade do aquífero Serra Geral no município de Medianeira-PR**. 2015. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2504/1/MD_PPGTAMB_M_Campos%2C%20Ra%20fael%20Flores%20de_2015.pdf. Acesso em: 04 jun. 2022.

FILHO, J. Z. M. **O assoreamento dos lagos igapó I e II na cidade de Londrina-PR**. Trabalho

Realização

Apoio



de conclusão de curso. 2014. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2014. Disponível em: [HTTP://WWW.UEL.BR/CCE/GEO/PORTAL/PAGES/ARQUIVOS/TCC_2011_2015/62_OASSOREAMENTO DOSLAGOSIGAPO1E2NACIDADEDELONDRINAPR_2014.PDF](http://www.uel.br/cce/geo/portal/pages/arquivos/tcc_2011_2015/62_oassoreamento_doslagosigapo1e2nacidadeidelondrinapr_2014.pdf). Acesso em: 27 de jul. 2020.

GARCIA, V, S, G. Avaliação da Toxicidade em água e Sedimento do Rio Cubatão – SP.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia associada a Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012. Disponível em:

https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_67def4acc816ee56264d9e020c1a41fd#:~:text=Foram%20coletadas%20amostras%20de%20%C3%A1gua,%25%20e%2071%2C61%25. Acesso em: 24 de mar. 2022.

GONÇALVES, L. L. et al. Qualidade da água de córregos urbanos de São Gabriel/RS. Revista Brasileira de Gestão Ambiental. 2020. Artigo Científico. DOI:

<https://doi.org/10.18378/rbga.v14i2.7617>. Acesso em: 28 jul. 2022.

HERNANDEZ, L. C; SZIGETHY, L. Controle de enchentes: exemplos do uso da tecnologia e inovação para o controle de enchentes. 2020. **Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade-IPEA**, 2020. Disponível em: Controle de Enchentes - Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ipea.gov.br). Acesso em: 11 jun. 2022.

Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.** 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 02 jul. 2022.

LELES, D. Avaliação ecotoxicológica de efluente têxtil com corante utilizando sementes de Lactuca sativa e Allium cepa. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Goiás. Goiânia-GO, 2017. Disponível em:

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/TCC_2_-_DENISE_LELES.pdf. Acesso em: 21 mar. 2022.

LENER, D, N; HOLT, A. How should we manage urban river corridors? Catchment Science Centre. University of Sheffield Lane. UK, 2012. Disponível em:

file:///C:/Users/ADM/Downloads/How_should_we_manage_urban_river_corridors.pdf. Acesso em: 24 de mar. de 2022.

MARTINS, M.N.C. Análise do Potencial Genotóxico e Mutagênico de Lodo de Esgoto em Allium cepa. 2015. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre- ES, 2015. Disponível em:

http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFES_42c8d064d692afcb91d24d18903858ca#:~:text=potencial%20genot%C3%B3xico...-

[,An%C3%A1lise%20do%20potencial%20genot%C3%B3xico%20e%20mutag%C3%AAnico%20de%20lodo%20de%20esgoto,propriedades%20t%C3%B3xicas%2C%20genot%C3%B3xicas%20e%20mutag%C3%AAnicas](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFES_42c8d064d692afcb91d24d18903858ca#:~:text=potencial%20genot%C3%B3xico...-). Acesso em: 14 jun. 2022.

MAZIVIERO, G.T. Avaliação do Potencial citotóxico, genotóxico e mutagênico de lodo de esgoto por meio dos sistemas-teste Allium cepa e Tradescantia pallida. 2011. Dissertação (Mestrado em Biociências). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Rio Claro, SP, 2011. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87700/maziviero_gt_me_rcla.pdf;jsessionid=F

Realização

Apoio

5FFFF4BDBC54B2EADF7FED39AC08DD?sequence=1. Acesso em: 14 jun. 2022.

PARVAN, L. G. et al. Bioensaio com *Allium cepa* revela genotoxicidade de herbicida com flumioxazina. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 11, n. 0, p. 1–10, 2020. DOI: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232020000100018. Acesso em: 14 jun. 2022.

PEIXOTO, J.S. **Monitoramento da qualidade da água no baixo São Francisco e ações de educação ambiental**. 2016. Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão-SE, 2016. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6177/1/JEISIKAILANY_SANTOS_PEIXOTO.pdf. Acesso em: 25 mai. 2022.

PRIMO, K. R. **Avaliação ambiental de trechos urbanos de córregos de leito concretado após intervenções one-off visando a revitalização**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Sorocaba, 2020. Disponível em: FILE:///C:/USERS/ADM/DOWNLOADS/PRIMO_KR_DR_SORO.PDF. Acesso em: 28 jul. 2020.

RODRIGUES, L. C. A. **Toxicidade da água e sedimento do córrego do pântano, alfenas-MG: um estudo temporal e espacial**. 2012. Dissertação (mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental). Universidade Federal de Alfenas. Minas Gerais, 2012. DOI: <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/557>. Acesso em: 15 fev. 2022.

SILVA, C. R. F.; TOFOLO, L. **Avaliação do potencial citotóxico e genotóxico do rio alegria, Medianeira-PR utilizando bioensaios com *Allium cepa***. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Meio Ambiente. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira-PR, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/13527/1/avalia%C3%A7%C3%A3opotencialrioalegria.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2022.

SOARES, L. M.; COLDEBELLA, P.F.; FRIGO, J.P. Water quality assessment of brazilian rivers using *Allium cepa* meristematic cells as a bioindicator: an integrative review. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.1, p. 6983-6999. Curitiba, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-473>. Acesso em: 29 jul. 2022.

SOMMAGGIO, L. R. D. **Avaliação da possibilidade de detoxicação e utilização agrícola de lodo de esgoto, após bioestimulação, por meio de diferentes bioensaios**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro-SP, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143069/sommaggio_lrd_me_rcla_par.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 02 fev. 2022.

VIEIRA, P. C. **Avaliação das condições de qualidade da água em tempo seco e durante eventos de chuvas em uma microbacia urbanizada no município de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). 2008. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: [file:///C:/Users/ADM/Downloads/741m%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ADM/Downloads/741m%20(1).pdf). Acesso em: 05 jul. 2022.

Realização

Apoio