

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE SEDIMENTOS PROVENIENTES DE CORPO HÍDRICO LOCALIZADO NO MEIO URBANO

Maria Eduarda Aranega Pesenti¹

Beatriz Belchor de Lara²

Stephanie Luana Urata³

Thiago Andrade Marques⁴

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates⁵

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

Uma das consequências da urbanização é a infinidade de substâncias geradas, que podem chegar até os corpos d'água causando riscos a biota local e até mesmo a saúde humana. Os sedimentos concentram boa parte dos metais e materiais tóxicos que contaminam os ambientes aquáticos, tornando necessário avaliar os componentes tóxicos acumulados no leito de rios e córregos. Para isso tem-se utilizado bioensaios com organismos- teste. Neste estudo, foi realizada a análise da toxicidade dos sedimentos do córrego Água Fresca, localizado em uma região que sofreu grande valorização urbana, pertencente ao município de Londrina – PR, utilizando a semente da *Allium cepa* como bioindicador. A área de estudo foi dividida em 4 seções amostrais, dentro de cada seção foi feita uma coleta de sedimento. Realizou-se uma caracterização das seções utilizando imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth e visitas a campo. Os bioensaios foram realizados com extratos solubilizados de sedimentos, utilizando 2 mL para inocular as sementes em placas de Petri. Após o tempo de incubação realizou-se as análises macroscópicas - contagem de germinações e medição do crescimento radicular, e a partir dos resultados obtidos fez-se o cálculo dos índices de análise macroscópica. A partir da análise dos resultados, constatou-se que o ponto 4 foi o que teve menor crescimento radicular, e menores valores nos índices macroscópicos, indicando maior toxicidade do sedimento. Já o ponto 2, apresentou maior crescimento radicular e maiores valores nos índices macroscópicos, indicando menor toxicidade.

Palavras-chave: Organismo-teste; Semente de *Allium cepa*; Índices de Análise Macroscópica; Ocupação do Solo; Urbanização

¹Graduanda em Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná -UTFPR – Campus Londrina. maria.pesenti@hotmail.com.

²Graduanda em Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná -UTFPR – Campus Londrina, beatrizlara36@gmail.com.

³Graduanda em Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná -UTFPR – Campus Londrina, stephanieurata@alunos.utfpr.edu.br.

⁴Mestre em Biotecnologia- DBBTEC- UEL- Universidade Estadual de Londrina, thiagomarques@utfpr.edu.br.

⁵Prof. Dr. Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental e do Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental – PPGA - Universidade Tecnológica Federal do Paraná -UTFPR – Campus Londrina, kprates@utfpr.edu.br.

INTRODUÇÃO

O município de Londrina localiza-se no Norte do Estado do Paraná. Sua hidrografia é caracterizada por uma rede de drenagem abundante e bem distribuída. Possui 2.570 corpos hídricos de caráter perene, onde cerca de 70 cursos d'água estão inseridos no núcleo urbano do município (SILVA, 2011, CARVALHO et al., 2019). Dentre eles, ressalta-se o Córrego Água Fresca, foco de estudo deste trabalho. Este corpo hídrico está localizado em região que sofreu grande valorização urbana, ocasionando mudanças do uso do solo e afetando diretamente a qualidade da água.

O crescimento acelerado da população sem um planejamento adequado pode causar diversas consequências em corpos hídricos localizados em centros urbanos. Estes acabam contaminados por distintos poluentes no meio aquático. A maior parte dessas substâncias são recalcitrantes permanecendo nos sedimentos e sendo liberados gradualmente nos corpos de água (FERREIRA et.al., 2021).

Segundo Hagemeyer et al., 2022, os sedimentos são formados por partículas com diferentes tamanhos, formas e composição química, depositados no leito de corpos aquáticos pelo carreamento proveniente de diversas fontes naturais e antrópicas. Também são considerados reservatórios naturais para a deposição de metais e materiais tóxicos, representando uma fonte de contaminação constante. Além disso, interagem diretamente com a biota e a matéria orgânica.

A presença de poluentes nos ambientes aquáticos pode ser detectada por meio de testes de toxicidade. Segundo Leles (2017) “testes de toxicidade são ensaios realizados em condições controladas, onde os organismos-testes são submetidos a certas concentrações da amostra que se deseja estimar a toxicidade, sejam elas substâncias químicas, efluentes industriais ou amostras de água ou de solo”.

A utilização de plantas superiores para a realização de bioensaios têm tido diversas aplicações na avaliação, monitoramento e detecção de contaminantes no ambiente (SILVA; TOFOLO, 2017). Os testes utilizando a espécie *Allium cepa* têm sido indicados por este ser eficiente organismo-teste para estudos básicos de ação de

Realização

Apoio



contaminantes (SOMMAGGIO, 2016). Sua semente vem sendo utilizada como indicador de toxicidade para a análise de extratos de solos contaminados (LELES, 2017).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou realizar a análise da toxicidade de sedimento proveniente do Córrego Água Fresca por meio de testes utilizando *Allium cepa* como bioindicador.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O córrego Água Fresca foi à primeira fonte de abastecimento de água do município de Londrina (BARROS, et al., 2008), tornando-se insuficiente com o crescimento urbano da cidade (PETERLINI, 2017). O córrego cruza diversos bairros da cidade, sofrendo diretamente com as ações humanas, além disso, é um importante afluente do Lago Igapó II (COSTA, 2009).

Possui um curso de água perene, de fluxo laminar com um comprimento estimado de 1,73 Km. Devido à alta taxa de ocupação do solo, o córrego possui pontos de erosão causados pelo escoamento das águas superficiais. Dentre suas características, destacasse uma cobertura vegetal não linear, relevo plano e um solo de origem basáltica, mas precisamente, do tipo Nitossolo Vermelho Eutroférico (COSTA, 2009).

A área de estudo foi dividida em quatro seções amostrais delimitadas a partir de rodovias urbanas e a proximidade das mesmas com o córrego, sendo eles: alto curso, médio curso, baixo curso e foz. Para realizar a caracterização da área de estudo foram feitas visitas a campo e utilizadas imagens de satélites disponibilizados pelo programa Google Earth Pro. A Figura 01 mostra a divisão feita em seções, com um maior detalhamento em cada seção da ocupação do solo no entorno do corpo hídrico.

Realização



Apoio





(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 01: Divisão em seções amostrais da Microbacia do Córrego Água Fresca. (a) Visão Geral do Córrego Água fresca com destaque para os pontos de coleta de sedimento; (b) Seção amostral alto curso; (c) Seção amostral médio curso; (d) Seção amostral baixo curso; (e) Seção amostral foz.

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

Realização

Apoio

Na seção alto curso (Figura 01b) fica a nascente do córrego, localizada próxima a Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar. No local foram observados processos erosivos acentuados, restos de materiais de construção e um forte odor. A cobertura vegetal do local está degradada, dentre as espécies encontradas na região, destaca-se o bambu que não é uma planta nativa, mas suas raízes impedem a erosão do solo. É possível notar que o uso e ocupação do solo têm predomínio residencial, destacasse o Hotel Blue Tree e a Estação de Tratamento de Água Cafezal como edificações de grande porte.

No médio curso (Figura 01c), segunda seção amostral, o predomínio de uso e ocupação do solo continua sendo o uso residencial, com maior adensamento na vertente esquerda. Na vertente direita do córrego, pode-se observar a presença de edificações de grande porte, como o Centro Universitário Filadélfia – UniFil, que possui posse do antigo Clube Canada. Por se tratar de uma Instituição de Ensino é um empreendimento que aumenta o número de pessoas transitando na região (COSTA, 2009). Verifica-se nesta área uma boa cobertura vegetal no entorno do corpo hídrico.

A região do baixo curso (Figura 01d) ainda tem predomínio residencial. Na vertente esquerda do córrego notasse construções maiores, sendo uma delas um condomínio e o Colégio Universitário, atraindo um grande público para a região. Já na vertente direita destaca-se o Cemitério João XXIII, que pode ter influência direta na qualidade da água e sedimento do córrego devido ao necrochorume. A região possui mata ciliar bem consolidada.

A última seção amostral (Figura 01e) é o encontro do córrego Água Fresca com o Lago Igapó II, nomeado como foz. A região possui uma grande área verde com predominância de gramíneas, mas a mata ciliar se mostra pouco consolidada. Na sua vertente direita o predomínio é o uso residencial e a região é utilizada como ponto de lazer.

CAMPANHA DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTO

As amostras de sedimento foram coletadas em triplicata em cada seção amostral da montante para jusante (Figura 02), diminuindo as chances de alteração de uma amostra

Realização

Apoio

para outra, totalizando 12 amostras.



Figura 02: Esquema representativo da coleta de amostras da direção montante a jusante em uma seção amostral.

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

A coleta do sedimento foi realizada com uma pá, sendo armazenado em sacos plásticos estéreis, lacrados e identificados. A distância aproximada entre os pontos de coleta 1 e 2 é de 0,61Km, para os pontos 2 e 3 é de 0,79 Km e por fim a distância entre os pontos 3 e 4 é de 0,12 Km. No Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal Tecnológica do Paraná as amostras foram acondicionadas na geladeira até o processamento das amostras.

TESTE DE TOXICIDADE COM *ALLIUM CEPA*

Para a realização dos testes de toxicidade foi necessário primeiramente a obtenção do extrato solubilizado. Segundo a ABNT NBR 10006:2004, o material a ser solubilizado deve ser calculado em base seca. Para tal, seguiu-se a metodologia apresentada no trabalho de Sommaggio (2016) e a ABNT NBR 10.006 (2004) com modificação quanto à temperatura de secagem, utilizando 105°C ao invés de 42°C como indicada na NBR.

Após a obtenção do extrato solubilizado, procedeu-se a montagem das unidades experimentais para avaliação da toxicidade. Para a germinação das sementes foram utilizadas placas de Petri, contendo papel filtro em formato circular, sendo posicionadas no interior das placas de Petri e expostas a luz ultravioleta por 15 minutos na capela de fluxo laminar para esterilização. A fim de se ter um controle positivo (solução com efeito

Realização

Apoio

tóxico) foi utilizada solução de sulfato de cobre 0,1 mg/L e água destilada como controle negativo (solução não tóxica).

Em cada placa, devidamente identificada foram adicionadas 10 sementes sobre o papel filtro estéril e 2 mL de amostra de extrato solubilizado, utilizando a mesma quantidade e procedimento para os controles positivo e negativo. As placas foram incubadas no escuro por 4 dias (96 horas).

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.

Os Índices macroscópicos são determinados por meio da: (a) Germinação relativa de sementes; (b) Crescimento relativo de radícula; (c) Índice de germinação; (d) Índice de germinação residual normalizado e (e) Índice de alongamento radial residual normalizado.

Os cálculos para análise de resultados foram baseados nos trabalhos de Bagur-González et al. (2011) e Leles (2017). Segundo a metodologia de Leles (2017), os índices de IGN e IER são classificados por meio de diferentes níveis de toxicidade, sendo eles: maior que 0 – Hormese; 0 a -0,25 – Toxicidade Baixa; -0,25 a -0,50 – Toxicidade Moderada; -0,50 a -0,75 – Toxicidade Alta; -0,75 a -1,00 – Toxicidade Muito Alta.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da amostragem de sedimento foi possível fazer uma caracterização física do leito do córrego em cada ponto de coleta. No Ponto 1, de coordenadas -23.312624°S e

Realização

Apoio

51.172709°W, o leito do córrego tinha baixa resistência para a coleta, continha muitas pedras, e possuía uma cor avermelhada. Foi possível notar restos de materiais de construções, pedaços de vidro e plástico na composição dos sedimentos.

O Ponto 2 (coordenada: -23.317422°S e 51.172758°W), possui sedimentos barrocos de textura aveludada, sendo a coleta facilitada. Sua cor é bem forte com um tom puxado para o marrom escuro, e no local verificou-se um nível de erosão severo. No Ponto 3 (coordenada: -23.324083°S e 51.172115°W) também foi possível notar um processo de erosão acentuado. Quanto às características do leito do curso da água se tem um sedimento mais compacto, com bastante resistência para a retirada da amostra e de cor escura. Já no Ponto 4 de coordenada: -23.325698°S e 51.717467°W, foi possível notar o assoreamento do curso hídrico, possuindo um sedimento constituído de pedras de média granulometria e alta compactação, dificultando a retirada do material.

Na Figura 03 é possível observar a diferença de coloração entre os solubilizados obtidos após o processo de extração.

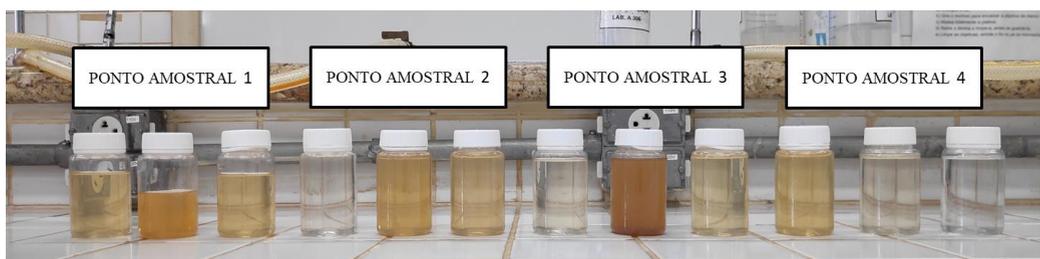


Figura 03: Diferença de tonalidade de cor do solubilizado dos diferentes pontos amostrais.

Dentre os resultados das análises macroscópicas das amostras observou-se no Ponto 1 anomalia em duas sementes, onde cada uma possuía duas raízes.

Na Figura 04 pode-se visualizar o crescimento médio radicular após o período de 4 dias de exposição das sementes ao extrato solubilidade e soluções controle.

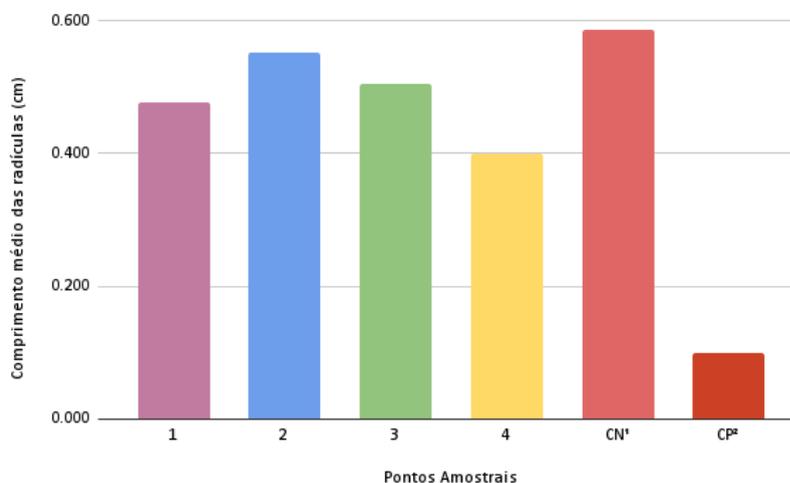


Figura 04: Comparação entre o crescimento radicular médio dos pontos amostrais. ¹(CN) = Controle Negativo; ²(CP) = Controle Positivo.

A partir dos resultados apresentados na Figura 4 pode-se constatar que o controle negativo (CN) foi o que obteve o maior crescimento radicular (0,59 cm), pois as sementes foram expostas a um meio líquido não tóxico (água destilada), já no controle positivo (CP) obteve-se o menor crescimento radicular (0,10 cm) em função de ser uma solução tóxica. Analisando os resultados do crescimento nota-se que o extrato solubilizado obtido do sedimento do ponto 4 foi o que obteve menor crescimento radicular (0,40 cm), mas ainda com valor médio maior que o obtido no CP. Dentre os pontos estudados, o ponto 2 foi onde se obteve o maior valor de crescimento radicular (0,55 cm).

Na Tabela 01 pode-se visualizar os índices calculados a partir dos resultados dos testes de toxicidade.

Analisando os índices apresentados na Tabela 01 é possível averiguar que os pontos 3 e 4 apresentaram as menores taxa de germinação, sendo 70% e 67% respectivamente, porcentagens mais baixas que o próprio controle positivo. O ponto 3, apesar de ter uma baixa taxa de germinação apresentou uma alta porcentagem no crescimento relativo das radículas (86%). Os índices de análise macroscópica indicam que o ponto 4 tem maior toxicidade e o ponto 2 tem menor toxicidade.

Tabela 01: Índices macroscópicos calculados a partir dos resultados dos testes de toxicidade do solubilizado obtido dos sedimentos coletados no córrego Água Fresca

PONTO AMOSTRAL	TG (%) ¹	GRS (%) ²	CRR (%) ³	IG(%) ⁴	IGN (%) ⁵	IER(%) ⁶
1	83	89,29	81,57	72,83	-0,27	-0,18
2	90	96,43	94,22	90,86	-0,09	-0,06
3	70	75,00	86,18	64,64	-0,35	-0,14
4	67	71,43	68,29	48,78	-0,51	-0,32
CN ⁷	93	100,00	100,00	100,00	-0,00	0,00
CP ⁸	77	82,14	17,07	14,02	-0,86	-0,83

¹ (TG) = Taxa de germinação; ² (GRS) = Germinação relativa das sementes; ³ (CRR) = Crescimento relativo da radícula; ⁴ (IG) = Índice de germinação; ⁵ (IGN) = Índice de germinação residual normalizado; ⁶ (IER) = Índice de alongamento radical residual normalizado; ⁷(CN) = Controle Negativo; ⁸(CP) = Controle Positivo.

O índice IGN classificou os pontos 1 e 3 como um nível moderado de toxicidade, o ponto 2 com um nível baixo de toxicidade e o ponto 4 com um nível alto de toxicidade. Já o índice IER apresentou um nível de toxicidade baixa para os pontos 1, 2 e 3, para o ponto 4 a classificação foi de toxicidade moderada.

CONCLUSÕES

Pelo teste de toxicidade com a *Allium cepa* (cebola) constatou-se diferentes níveis de toxicidade nos pontos amostrais, indicando que o uso e ocupação do solo e caracterização urbana tem influência na toxicidade da água. O teste não apresentou uma



inibição no crescimento radicular das sementes que fosse significativo. O ponto 4, inserido na seção amostral foi o ponto que apresentou os maiores níveis de toxicidade, e um menor crescimento radicular e o ponto 2, inserido na seção amostral médio curso obteve os menores níveis de toxicidade e maior crescimento radicular, indicando a relação entre a toxicidade com a inibição ou retardamento do crescimento das radículas.

A AGRADECIMENTOS

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

R REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

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, Mirian Vizintim Fernandes et al. **Atlas Ambiental da Cidade de Londrina**: Curso e (per) curso das águas. [S. l.: s. n.], 2008. Atlas. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/atlasambiental/NATURAL/CURSODASAGUAS.htm>. Acesso em: 4 jul. 2022.

CARVALHO, Aline Christine da Silva et al. Caracterização das bacias hidrográficas do município de Londrina para a elaboração do Zoneamento Ambiental Municipal. **16º Congresso Nacional do Meio Ambiente**, Poços de Caldas, ano 2019, v. 11, n. 1, p. 1-5, 27 set. 2019. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/Trabalhos%20Cient%3%ADficos/Recursos%20Naturais/59.%20Caracteriza%3%A7%C3%A3o%20das%20bacias%20hidrogr%C3%A1ficas%20do%20munic%C3%ADpio%20de%20Londrina.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2022.

COSTA, Pedro Henrique. **Análise da modificação dos elementos da paisagem do curso e das adjacências do córrego Água Fresca**. Orientador: Dra. Eloiza Cristiane Torres. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, [S. l.], 2009. Disponível em: http://www.geo.uel.br/tcc/088_analisedamodificacaodoselementosdapaisagemdocursoedasadjacen

ciasdocorreoguaafresca_2009.pdf. Acesso em: 12 jul. 2022

FERREIRA, Karen de Souza et al. Metais nos Sedimentos em Reservatórios: há Toxicidade Potencial?. **Sociedade & natureza**, Uberlândia, ano 2021, v. 33, n. 58794, p. 1-12, 25 ago. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/HL7KQ6fNkdd8s9KStKWwRxy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 jul. 2022.

Google Earth Pro

HAGEMEYER, Gabriela Pupo et al. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em nascentes de fragmentos de Mata Atlântica. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, [S. l.], ano 2022, v. 07, n. 01, p. 16-25, 29 jan. 2022. Disponível em: <http://ead.codai.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/3963/482484560>. Acesso em: 19 jul. 2022.

LELES, Denise. **Avaliação ecotoxicológica de efluente têxtil com corante utilizando sementes de Lactuca sativa e Allium cepa**. Orientador: Dr.a Katia A. Kopp. 2017. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/TCC_2_-_DENISE_LELES.pdf. Acesso em: 26 jul. 2022.

PETERLINI, Giselly. **Mapeamento de lineamentos estruturais e sua influência na potencialidade hídrica do sistema Aquífero Serra Geral na bacia do Ribeirão Cambé em Londrina, PR**. Orientador: Dr. Maurício Moreira dos Santos. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso 2 (Graduando em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12105/1/LD_COEAM_2017_1_13.pdf. Acesso em: 16 jun. 2022.

SILVA, Carla Regina Figueiredo da; TOFOLO, Leonardo. **Avaliação do potencial citotóxico e genotóxico do rio alegria, medianeira – pr utilizando bioensaios com Allium cepa**. Orientador: Prof. Ismael L. Costa Jr. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/13527/1/avalia%C3%A7%C3%A3opotencialrioalegria.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SILVA, Juliano Lopes da. RIOS DE LONDRINA: UM OLHAR GEOGRÁFICO NO (PER)CORRER DAS ÁGUAS PELA CIDADE. **Webartigos**, [S. l.], p. 1-2, 28 set. 2011. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/rios-de-londrina-um-olhar-geografico-no-per-correr-das-aguas-pela-cidade/77279/>. Acesso em: 29 jul. 2022

SOMMAGGIO, Lais Roberta Deroldo. **Avaliação da possibilidade de detoxicação e utilização agrícola de lodo de esgoto, após bioestimulação, por meio de diferentes bioensaios**. Orientador: Profa. Dra. Maria Aparecida Marin Morales. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143069/sommaggio_lrd_me_rcla_par.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 20 jul. 2022.

Realização

Apoio