



## **EFEITO DO LIXIVIADO DE UM ATERRO SANITÁRIO REGIONAL SOBRE BIOTESTE VEGETAL**

Arthur Arnoni Occhiutto<sup>1</sup>  
Marina de Lima Nogueira<sup>2</sup>  
Andressa Alice Paulino de Góis<sup>3</sup>  
Thaina Menegheti Nehme<sup>4</sup>  
Sarah Valero Cochut<sup>5</sup>  
Sandro Barbosa<sup>6</sup>

### **Tecnologia Ambiental**

#### *Resumo*

Os principais destinos dos resíduos sólidos urbanos são os aterros sanitários. Nestes, é gerado o chorume, que consiste no derivado da bioconversão da matéria orgânica e do resíduo líquido percolado pela ação da água da chuva. Bioensaios de toxicidade permitem avaliar o efeito das substâncias do resíduo sobre a fisiologia dos organismos, integrando assim os efeitos biológicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do chorume coletado em um aterro sanitário regional sobre a germinação de sementes e o crescimento inicial de *Allium cepa* L. Os bioensaios foram conduzidos em placas de Petri contendo duas folhas de papel Germitest umedecidos com 3 mL de solução, nas concentrações 25, 50, 70, 100% e água destilada foi utilizada como controle (0%). Foram utilizadas 30 sementes de *Allium cepa* L. por tratamento, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 repetições. As placas foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD, a 24°C, com fotoperíodo de 12 horas. Foram avaliados a Germinabilidade (G%), Índice de velocidade de germinação (IVG), Número de plântulas normais (NP), Alongamento de raiz (AR), Comprimento de parte aérea (PA), Biomassa fresca (BF). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de significância. O bioteste exposto às concentrações acima de 50% mostraram redução em todos os parâmetros avaliados indicando que altas concentrações de chorume tem efeito fitotóxico na germinação de sementes e no crescimento inicial de *Allium cepa* L.

**Palavras-chave:** Ecotoxicologia; Chorume; Bioensaio vegetal; Cebola.

<sup>1</sup>Graduando em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Alfenas, arthur.occhiutto@sou.unifal-mg.edu.br

<sup>2</sup>Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), marinanogueira@usp.br

<sup>3</sup>Graduando em Farmácia - Universidade Federal de Alfenas, andressa.gois@sou.unifal-mg.edu.br

<sup>4</sup>Graduanda em Biotecnologia - Universidade Federal de Alfenas, thaina.nehme@sou.unifal-mg.edu.br

<sup>5</sup>Graduanda em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Alfenas, sarah.cochut@sou.unifal-mg.edu.br

<sup>6</sup>Professor da Universidade Federal de Alfenas - ICN, sandro.barbosa@unifal-mg.edu.br

## INTRODUÇÃO

Atualmente parte significativa dos resíduos sólidos urbanos gerados em território nacional tem como destino final os aterros sanitários, aterros controlados ou lixões de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE), no levantamento realizado por CONSONI *et al.* (2018). Um dos principais produtos finais dos aterros é o chorume: líquido turvo, viscoso e de odor forte, cor negra e pH ácido que deriva da fusão das substâncias oriundas da percolação da água da chuva e os misturados da bioconversão da matéria orgânica presente (XI *et al.* 2010).

De modo geral, para o tratamento desse resíduo são utilizados tratamentos biológicos tanto aeróbicos e anaeróbicos, entretanto ainda pouco eficientes quando a idade do percolado coletado é grande (BIALOWIEC; RANDERSON, 2010). Quanto maior for a idade do lixiviado maior a concentração de substâncias de alto peso molecular, como alto teor de nitrogênio amoniacal e outros compostos altamente tóxicos o que diminui significativamente a sua biodegradabilidade. Devido à grande capacidade tóxica do chorume, é necessária a implementação de mecanismos de monitoramento. Normalmente, análises físico-químicas são recorrentes, mas não inferem diretamente na capacidade tóxica do lixiviado. Para melhorar a avaliação de dano ocasionada pelo percolado bioensaios de toxicidade que permitem o estudo do efeito das substâncias do resíduo na biota, integrando assim os efeitos biológicos tem sido utilizados (KLAUCK; RODRIGUES; SILVA, 2015).

Bioensaios com vegetais superiores, e entre eles se destaca *Allium cepa* L.; têm sido utilizados como ferramentas para aferir a toxicidade crônica do chorume ou substâncias complexadas componentes deste (KLAUCK; RODRIGUES; SILVA, 2013, 2015; HEBERLE *et al.*, 2019) sendo esta espécie uma das mais recomendadas por agências internacionais para tal finalidade.

Assim objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito fitotóxico do chorume coletado em um aterro sanitário regional em Alfenas-MG sobre a germinação de sementes e crescimento inicial utilizando a espécie *Allium cepa* L. como planta teste.

## METODOLOGIA

Para a realização do bioteste foram utilizadas amostras de chorume coletadas em um aterro sanitário da região sul do Estado de Minas Gerais. As amostras foram parcialmente submetidas a diluição com água destilada para a obtenção de soluções com 4 diferentes concentrações de chorume (25, 50, 75 e 100%) compondo, sendo água destilada utilizada como controle negativo.

Após a diluição do chorume, os bioensaios foram conduzidos em placas de Petri contendo duas folhas de papel *Germitest* umedecidos com 3 mL de solução, nas concentrações 25, 50, 70, 100% e água destilada foi utilizada como controle (0%). Foram utilizadas 30 sementes de *Allium cepa* L. por tratamento, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 repetições. As placas foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD, a 24°C, com fotoperíodo de 12 horas.

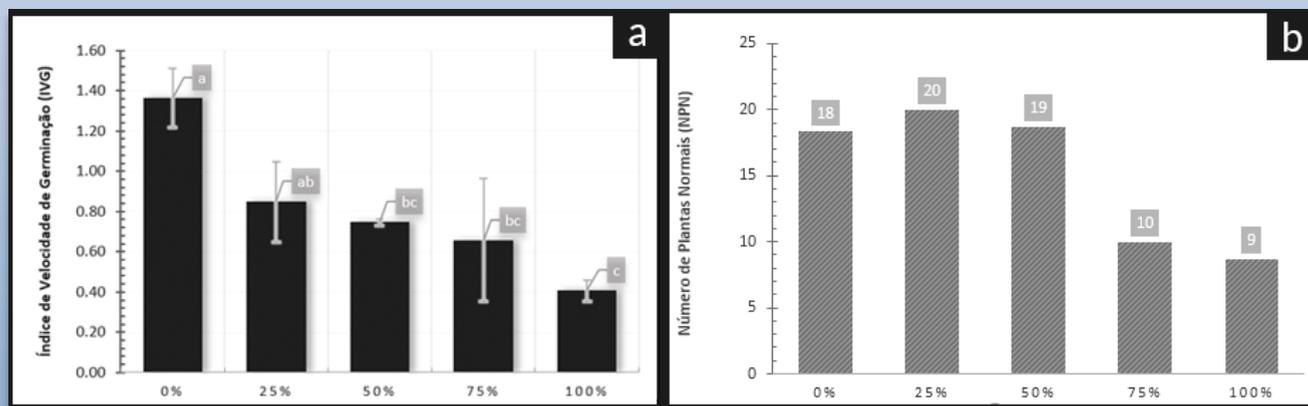
Para a análise do índice de velocidade de germinação realizou-se a anotação do número de sementes germinadas a cada 8 horas pelas primeiras 48 horas e em seguida a cada 24 horas até a data de retirada do experimento (após 8 dias). Ao final do experimento além do número de plantas normais (NPN) também foram tomados o peso da massa fresca das placas e o comprimento (em cm) da parte aérea e alongamento da raiz das 10 maiores plantas de *Allium Cepa* L. germinadas em cada placa. As plantas selecionadas foram dispostas em fundo milimetrado com referência previamente medida para calibração com câmera posicionada em suporte fixo para fotografia e posterior análise de imagem através da distribuição Fiji do software ImageJ. Após a digitalização das imagens, o alongamento de parte aérea e de raiz foram medidas. Os dados obtidos foram analisados através do software Rstudio e XLStat.

Os dados de número de plantas normais (NPN), do comprimento de parte aérea e do alongamento de raiz foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de significância. Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado o cálculo baseado na soma do número de sementes germinadas no dia dividido por  $n$  (sendo  $n$  o número do dia amostrado). Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de significância e descritos utilizando a plataforma RStudio.



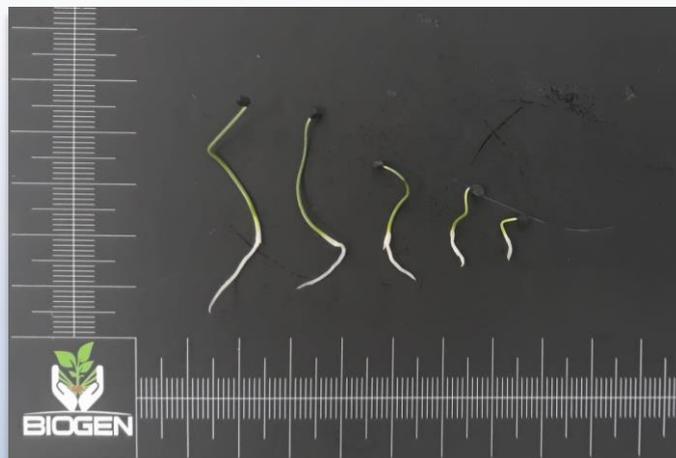
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito inibitório do choroime sobre a germinação das sementes de *Allium cepa* L. Contudo, o índice de velocidade de germinação demonstrou, de acordo com o teste de Tukey, que houve um atraso na germinação significativo a partir da concentração 50% quando comparado ao controle negativo (Figura 1a) e isso certamente corroborou com a redução de plantas normais observados nas concentrações 75% e 100% (Figura 1b) indicando que há relação entre a porcentagem de choroime aplicado na solução aquosa e a velocidade de germinação e o crescimento inicial de *A. cepa* L.



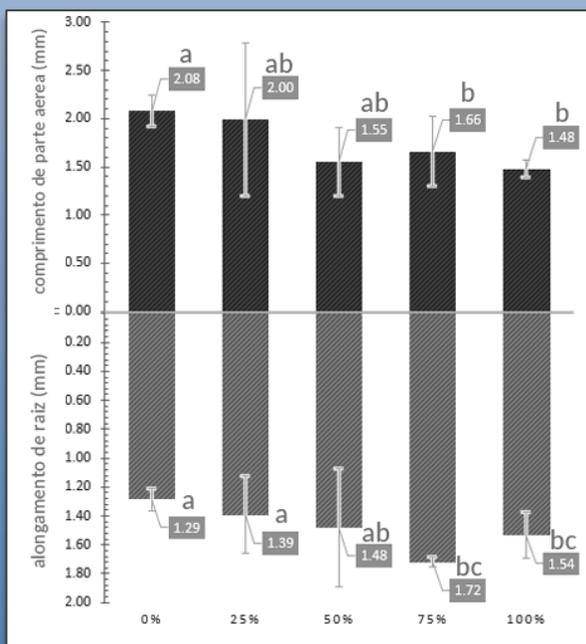
**Figura 1:** a) Gráfico de barras da comparação entre o índice de velocidade de germinação – IVG (eixo y) e concentrações das soluções de choroimes aplicadas (eixo x). b) Gráfico de barras da comparação do número de plantas normais – NPN de *Allium Cepa* L. (eixo y) expostas as soluções com diferentes concentrações de choroime (eixo x).

Esses resultados foram visualmente observados ao final do experimento (Figura 2). As plantas submetidas às maiores concentrações (acima de 50%) tiveram redução de outros parâmetros observados como Comprimento de parte aérea (CPA) e Alongamento de raiz (AR).



**Figura 2:** Sementes de *Allium cepa* L. expostas a extratos aquosos com diferentes concentrações de chorume. Em sequência: A) Controle negativo (água destilada), B) 25% de chorume, C) 50% de chorume, D) 75% de chorume e E) 100% de chorume.

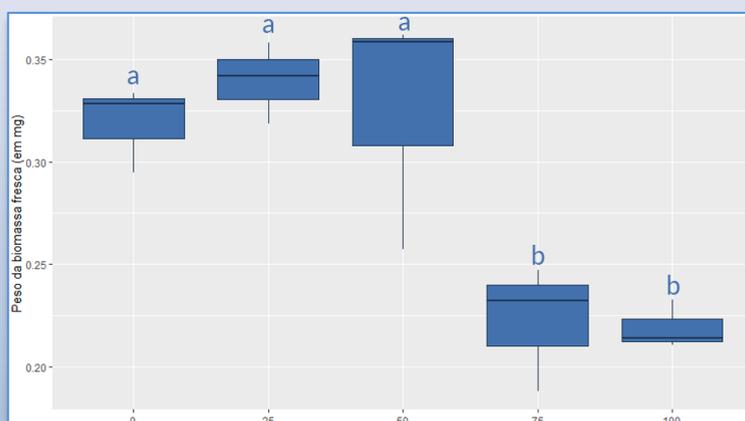
Para CPA e AR, de acordo com o teste de Tukey, a partir da concentração 75% quando comparado ao controle negativo (Figura 3) evidencia-se uma redução desses parâmetros, indicando também que há relação entre porcentagens mais altas de chorume e redução do crescimento do eixo vegetal (raiz – caule).



**Figura 3:** Comprimento de parte aérea (gráfico superior) e alongamento de raiz (gráfico inferior) de plantas de *A. cepa* L. submetidas às diferentes concentrações (0, 25, 50, 75 e 100%) de chorume em solução aquosa.



Os mesmos resultados foram obtidos na análise da biomassa fresca (BF) indicando que plantas expostas às soluções com maiores concentrações de chorume (75 e 100%) sofreram efeitos mais drásticos quando comparado ao controle negativo (Figura 4).



**Figura 4:** Boxplot de biomassa fresca em mg em relação a cada tratamento das sementes de *Allium Cepa* L. germinadas em soluções com 5 concentrações de chorume.

Nesse contexto, podemos inferir que na composição química da amostra de chorume utilizada pode haver substâncias que, embora não interfiram na germinação dos biotestes, podem ter causado danos aos sistemas fisiológicos que controlam os mecanismos de crescimento inicial. Klauck; Rodrigues; Silva (2015) já relatavam que análises químicas das amostras de chorume são eficientes em apontar o potencial tóxico com base na composição de metais pesados e outras substâncias que podem acarretar danos ao meio ambiente e a biota. Porém, não demonstraram claramente os efeitos que a biota pode vier a sofrer, dado às tantas variantes que essas amostras podem conter.

Os resultados aqui obtidos foram congruentes aos relatados por Mazzeo *et al.* (2015) que também trabalharam com germinação de *A. cepa* L. exposta a percolados de esgoto e os trabalhos apresentados na revisão colocada por Liu *et al.* (2017). Os trabalhos apontam que as soluções aquosas contendo 75% e 100% do percolado de esgoto/aterro sanitário apresentaram maior efeito inibitório sobre os biotestes (vegetais superiores) estudados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioensaio com *Allium cepa* L. realizado demonstrou o efeito fitotóxico das soluções aquosas contendo chorume de um aterro regional sobre os aspectos germinativos e o crescimento inicial das plantas expostas aos tratamentos, sendo este mais efetivo nas maiores concentrações (75 e 100%) para a maioria dos parâmetros avaliados.

Assinala-se que há necessidade de análises mais aprofundadas sobre o efeito e composição do chorume derivado do aterro sanitário em questão, de estudos que visem a caracterização da composição química e dos efeitos sobre a cariologia do bioteste.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao MEC/SESu/FNDE pela bolsa PET do Professor Sandro Barbosa, ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e Via Solo pelo financiamento e bolsas de pesquisa concedidas para conduzir este estudo.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. da M. (Org.). **As bases toxicológicas da Ecotoxicologia**. São Carlos: Rima, 340p. 2003.

BERTAN, A. S. et al. **Assessment of phytoremediation potencial of *Allium cepa* L. in raw sewage treatment**. Brazilian Journal of Biology [online]. 2020, v. 80, n. 2 [Accessed 21 July 2021], pp. 431-436. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.214278>>

BIALOWIEC A., RANDERSON, P. F. **Phytotoxicity of landfill leachate on willow – *Salix amygdalina* L.** *Waste Management*. V.30, 1587–1593, 2010.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** – Lei nº. 12.305/2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 15 de dezembro de 2020.

CONSONI, Ângelo José et al. **Disposição final de lixo & Legislação e Licenciamento Ambiental. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. CEMPRE, p. 241-282 e 305-345. 2018. Disponível em: <[http://cempre.org.br/upload/Lixo\\_Municipal\\_2018.pdf](http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf)>. Acesso em 15 de dezembro de 2020.



EGITO, L.C.M., MEDEIROS, M.G., MEDEIROS, S.R.B. E AGNEZ-LIMA, L.F., 2007. **Cytotoxic and genotoxic potential of surface water from the Pitimbu river, northeastern/RN Brasil.** Genetics and Molecular Biology, vol. 30, no. 2, pp. 435-441. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-4752007000300023>

GUERRA R. **Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents.** Chemosphere. 2001 Sep;44(8):1737-47. doi: 10.1016/s0045-6535(00)00562-2. PMID: 115349054375. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.1813>.

HEBERLE, ALAN NELSON ARENHART et al. **Phytotoxicity and genotoxicity evaluation of 2,4,6-tribromophenol solution treated by UV-based oxidation processes,** Environmental Pollution, Volume 249, 2019, Pages 354-361,ISSN 0269-7491, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.057>.

KLAUCK, CR, RODRIGUES, MAS e SILVA, LB. **Evaluation of phytotoxicity of municipal landfill leachate before and after biological treatment.** Brazilian Journal of Biology [online]. 2015, v. 75, n. 2 suppl, pp. 57-62. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.1813>>. ISSN 1678-

LI, G. et al. **A comparison of the toxicity of landfill leachate exposure at the seed soaking and germination stages on Zea mays L.** Journal of environmental sciences 55, 206 - 213, 2017.

MARCELINO, Rafaela Brito Portela et al. **Tendências e desafios na aplicação de tecnologias avançadas para o tratamento de efluentes industriais não biodegradáveis: atuação do grupo de pesquisas POA Control da UFMG.** Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, v. 20, n. 2, p. 358-383, 2013.

MAZZEO et al. **Monitoring the natural attenuation of a sewage sludge toxicity using the Allium cepa test.** Ecological Indicators, 56, 60–69, 2015.

RANI, Aishwarya et al. **Treatment of urban municipal landfill leachate utilizing garbage enzyme.** Bioresource Technology, v. 297, p. 122437, 2020

RIZZO, L. **Bioassays as a tool for evaluating advanced oxidation processes in water and wastewater treatment,** Water Research, v. 45, n. 15, p. 4311 – 4340, 2011

SOUZA, Cássia Cabral; AQUINO, Sergio Francisco; SILVA, Silvana de Queiroz. **Ensaio toxicológicos aplicados à análise de águas contaminadas por fármacos.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 25, n. 2, p. 217-228, 2020.

XI, D.L., SUN, Y.S., LIU, X.Y. **Environmental Monitoring.** 4th Ed. Higher Education Press, Beijing. 2010.

YE, Jianshe et al. **Tecnologias sustentáveis emergentes para remediação de solos e águas subterrâneas em um aterro sanitário municipal - Uma revisão.** Chemosphere, v. 227, p. 681-702, 2019.

ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações.** São Carlos: Rima, 464 p. 2006.