

FITOTOXICIDADE AGUDA DE EFLUENTE TÊXTIL IN NATURA EMPREGANDO SEMENTES COMO BIOINDICADORES

LAÍS MONTENEGRO TEIXEIRA¹; HELLEN LOYSE SOUSA AGUIAR²; ALBANISE BARBOSA MARINHO³; AMANDA GONDIM CABRAL QUIRINO⁴ E ELISÂNGELA MARIA RODRIGUES ROCHA⁵

¹Depto. de Engenharia civil e ambiental, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Cidade Universitária S/N- Campus 1, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa – PB, Brasil. ORCID:0000-0001-8146-5982, laismontenegrot@gmail.com

²Depto. de Engenharia civil e ambiental, UFPB, Cidade Universitária S/N- Campus 1, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa – PB, Brasil. ORCID: 0009-0008-9332-4683, hellenloyse5@gmail.com

³Depto. de Engenharia civil e ambiental, UFPB, Cidade Universitária S/N- Campus 1, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa – PB, Brasil. ORCID:0000-0002-8006-2011, albanise.marinho@academico.ufpb.br

⁴Depto. de Engenharia civil e ambiental, UFPB, Cidade Universitária S/N- Campus 1, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa – PB, Brasil. ORCID:0000-0002-0188-275X, amandagcq@hotmail.com

⁵Profa. Depto. de Engenharia civil e ambiental, UFPB, Cidade Universitária S/N- Campus 1, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa – PB, Brasil. ORCID: 0000-0001-7024-6979, elis@ct.ufpb.br

RESUMO: Os efluentes têxteis contêm uma ampla gama de poluentes orgânicos e substâncias tóxicas como, corantes e metais pesados, que são necessários para produção de pigmentos do tecido. Esses efluentes quando lançados nos corpos hídricos causam o desequilíbrio ambiental, uma vez que, podem ser bioacumulados ao longo da cadeia alimentar, além de provocarem alterações no aspecto visual dos mananciais. Este estudo consistiu, portanto, em avaliar a fitotoxicidade aguda de um efluente têxtil in natura, realizando testes de germinação para analisar as respostas de organismos vegetais ao efluente. Então, os testes de fitotoxicidade aguda foram realizados com sementes de Pepino (*Cucumis sativus*), Rabanete (*Raphanus sativus*), Tomate (*Solanum Lycopersicum*), Rúcula (*Eruca sativa*) e Algodão (*Gossypium hirsutum*), utilizados como bioindicadores. Os resultados revelaram uma sensibilidade das sementes de pepino ao efluente in natura. No entanto, em relação as outras sementes, os resultados obtiveram o aumento da taxa de germinação das sementes e contribuíram para potencializar essa germinação.

Palavras-chaves: Germinação, ecotoxicidade, sensibilidade

ACUTE PHYTOTOXICITY OF IN NATURA TEXTILE EFFLUENT USING SEEDS AS BIO INDICATORS

ABSTRACT: Textile effluents contain a wide range of organic pollutants and toxic substances, such as dyes and heavy metals, which are necessary for the production of fabric pigments. These effluents, when released into water bodies, cause environmental imbalance, as they can be bioaccumulated throughout the food chain, in addition to causing changes in the visual appearance of the water sources. This study therefore consisted of evaluating the acute phytotoxicity of an in natura textile effluent and performing germination tests to analyze the responses of plant organisms to the effluent. Then, acute phytotoxicity tests were carried out with seeds of cucumber (*Cucumis sativus*), radish (*Raphanus sativus*), tomato (*Solanum lycopersicum*), Arugula (*Eruca sativa*) and cotton (*Gossypium hirsutum*), which were used as bioindicators. The results revealed the sensitivity of cucumber seeds to raw effluent. However, in relation to other seeds, the results revealed an increase in the seed germination rate, which contributed to enhancing germination.

Keywords: Germination, ecotoxicity, sensitivity

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a indústria têxtil é um pilar fundamental do cenário socioeconômico, com um faturamento expressivo de R\$194 Bilhões em 2021, conforme dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit, 2022). Contudo, essa importância é acompanhada por desafios ambientais consideráveis, como o elevado consumo de água e o descarte de contaminantes nos ecossistemas, especialmente nos ambientes aquáticos (Kishor *et al.*, 2021).

O lançamento de efluentes industriais no ecossistema é bastante desregulamentado, não são tratados e estão em alta para satisfazer a procura da população por produtos comerciais. Os efeitos ecotoxicológicos apresentam de maneira mais acentuada, afetando a flora e a fauna da biosfera e, em última análise, colocando em risco a segurança da saúde pública. A descarga de efluentes no meio ambiente começa principalmente no sistema aquático, tornando-o o ponto de entrada no ecossistema (Saravanakumar *et al.*, 2022; Tounsadi *et al.*, 2020).

O descarte dos efluentes têxteis pode resultar no esgotamento do oxigênio dissolvido nos corpos d'água, pode causar doenças crônicas aos seres, e apresentar efeitos mutagênicos, uma vez que, os compostos poluentes da composição dos corantes podem ser bioacumulados ao longo da cadeia alimentar, além de provocar alterações no aspecto visual dos mananciais, desencadeando então, o desequilíbrio nos ecossistemas (Altohamy *et al.*, 2022; Dutta; Bhattacharjee, 2022). A baixa biodegradabilidade dos efluentes têxteis é geralmente atribuída à existência dos produtos orgânicos recalcitrantes, incluindo os corantes, que são largamente utilizados em diversos setores industriais (Oyeniran; Sogbanmu; Adesalu, 2021; Wu *et al.*, 2021).

Nesse sentido, testes de fitotoxicidade aguda, podem ser empregados para avaliar a resposta de organismos testes aos componentes tóxicos presentes no efluente. A aplicação desses testes requer a seleção de organismos

sensíveis, de grande disponibilidade e significativa representação ecológica (Lei *et al.*, 2018; Santana *et al.*, 2018). Testes de fitotoxicidade proporcionam uma avaliação estática da toxicidade aguda, permitindo a análise dos efeitos adversos sobre o processo de germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas. Além disso, apresentam baixo custo de implementação e apresentam resultados rápidos (Oliveira; Baldan, 2022; Dhaouefi *et al.*, 2019).

Diante disso, o presente estudo propõe-se a avaliar a fitotoxicidade aguda de um efluente têxtil *in natura*, utilizando sementes de Pepino (*Cucumis sativus*), Rabanete (*Raphanus sativus*), Tomate (*Solanum Lycopersicum*), Rúcula (*Eruca sativa*) e Algodão (*Gossypium hirsutum*) como bioindicadores. Os resultados obtidos serão cruciais não apenas para compreender os potenciais efeitos desse efluente no meio ambiente, mas também para fornecer informações para a indústria têxtil e as agências reguladoras ambientais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de germinação foram realizados com sementes de Pepino (*Cucumis sativus*), Rabanete (*Raphanus sativus*), Tomate (*Solanum Lycopersicum*), Rúcula (*Eruca sativa*) e Algodão (*Gossypium hirsutum*), adaptando-se metodologias empregadas por Sobrero e Ronco (2004). Para tanto, utilizou-se placas de Petri (90 mm) forradas com papel filtro qualitativo embebido com 6 mL da amostra líquida. Em cada placa foram dispostas aleatoriamente 10 sementes e, posteriormente, foram vedadas e incubadas, no escuro, a 22 ± 2 °C, em incubadora DBO durante 120 dias. Após esse período, foram retiradas da incubadora e realizou-se as medições das raízes e comprimento dos caules da plântula.

As amostras do efluente têxtil *in natura* utilizadas foram diluídas em percentuais de 5%, 10%, 15%, 25% e 50% e todos os testes foram realizados no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), feitos em triplicata. Em cada teste

realizado, foram utilizadas 3 placas como controle negativo com água destilada.

Com os dados coletados foi realizada a análise estatística dos comprimentos médios de cada plântula, por meio de teste de Dunnett (para comparação com o grupo controle) e coeficiente de variação – e a obtenção do Índice de Germinação (IG) de acordo com Soares *et al.* (2013), explícito na Equação 1.

$$IG (\%) = \left(\frac{NS_{GA} * CPa}{NS_{GB} * CPb} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que: CPb - comprimento médio das plântulas (hipocótilo + radícula) no controle negativo; CPa- comprimento médio das plântulas nas amostras de diluição efluente; NS_{GA}- número de sementes germinadas nas amostras de diluição; e NS_{GB}- número de sementes germinadas no controle negativo.

Após a obtenção dos dados, devido a aplicação dos valores obtidos nos testes de fitotoxicidade, foi considerada a escala de classificação qualitativa de fitotoxicidade proposto por Soares *et al.* (2013), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação do índice de germinação

IG (%)	Classificação do material em análise
> 100	O material potencializa a germinação e o crescimento da raiz das plantas
80-100	Não fitotóxico; composto maturado
60-80	Moderadamente fitotóxico
30-60	Fitotóxico
< 30	Muito Fitotóxico

IG- Índice de Germinação

Fonte: Adaptação de Soares *et al.* (2013)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, com o teste utilizando o efluente *in natura*, expostos na Tabela 2, foram realizados para obter conhecimento do quanto o efluente afetou a germinação das sementes e o quanto essas sementes são sensíveis.

O grupo controle (CN) apresentou valores acima de 90 % de germinação para o pepino e rúcula, e 77% para o rabanete, e 83% para o tomate e algodão. O Coeficiente de variação (Cv) manteve-se abaixo de 30 %, exceto para o tomate e algodão, comprovando a

distribuição heterogênea dos dados resultantes das amostras diluídas do efluente têxtil e seus efeitos deletérios à germinação das sementes.

Pode-se observar que o resultado do teste de fitotoxicidade com o efluente *in natura* diluído em água destilada até 50% se mostrou moderadamente fitotóxico e fitotóxico para a germinação apenas da semente de pepino, como apresentado na Figura 1. Para as demais sementes analisadas, houve uma potencialização da germinação das suas sementes, mostrando que são resistentes ao efluente têxtil analisado.

Tabela 2. Resultados e estatística do teste de fitotoxicidade do efluente têxtil *in natura* com sementes de Pepino, Rabanete, Rúcula, Tomate e Algodão

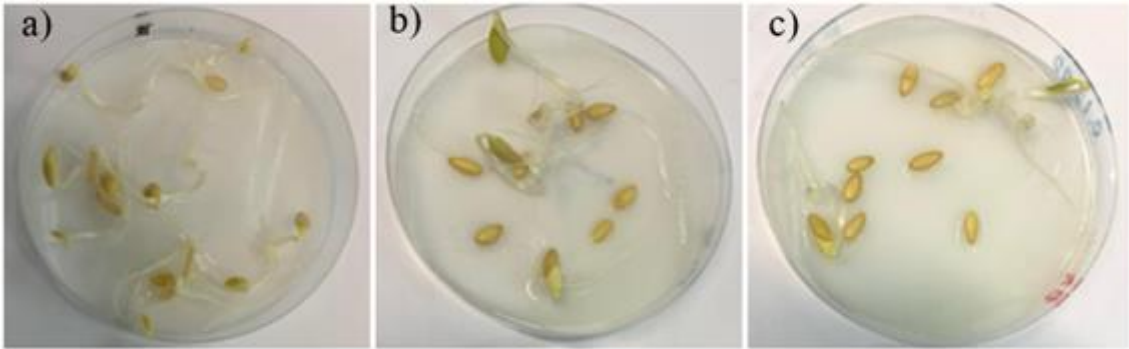
Índices	Semente	CN	Percentual de diluição				
			5%	10%	15%	25%	50%
CM (cm)	Pepino	7,6	11,05	10,93	9,00	11,44	13,80
	Rabanete	12,73	12,49	13,23	15,67	15,68	16,83
	Rúcula	5,01	5,80	6,47	6,76	6,42	8,16
	Tomate	4,12	3,86	4,93	5,78	4,19	5,83
	Algodão	1,88	2,74	1,67	2,35	2,09	3,25
Cv (%)	Pepino	18	17,00	8,00	8,00	7,00	11,00
	Rabanete	28	31,00	30,00	35,00	41,00	40,00
	Rúcula	29	25,00	35,00	27,00	43,00	32,00
	Tomate	41	47,00	47,00	30,00	48,00	39,00
	Algodão	55	54,00	103,00	63,00	84,00	35,00
IG (%)	Pepino	97	85,21	39,68	32,47	37,87	57,10
	Rabanete	77	106,66	108,44	123,09	128,56	132,22
	Rúcula	100	100,20	103,26	121,34	106,78	130,25
	Tomate	83	82,54	124,25	129,10	97,67	124,44
	Algodão	83	122,77	78,34	110,43	102,28	131,70

CM- Comprimento médio das plântulas; Cv – Coeficiente de variação; IG- Índice de Germinação; CN- Controle negativo.
Fonte: Autoria Própria (2024)

Assim como apresentado, Engelhardt *et al.* (2020), observaram a resistência do rabanete à toxicidade de efluentes, quando comparados a outras sementes. E o estudo de Hoss *et al.*

(2019), expõe a boa sensibilidade da semente de pepino em testes de fitotoxicidade com lixiviado bruto, apresentando índice de germinação de 49,61%.

Figura 1. Germinação das sementes de Pepino: a) Controle Negativo b) Diluição de 10% c) Diluição de 50%



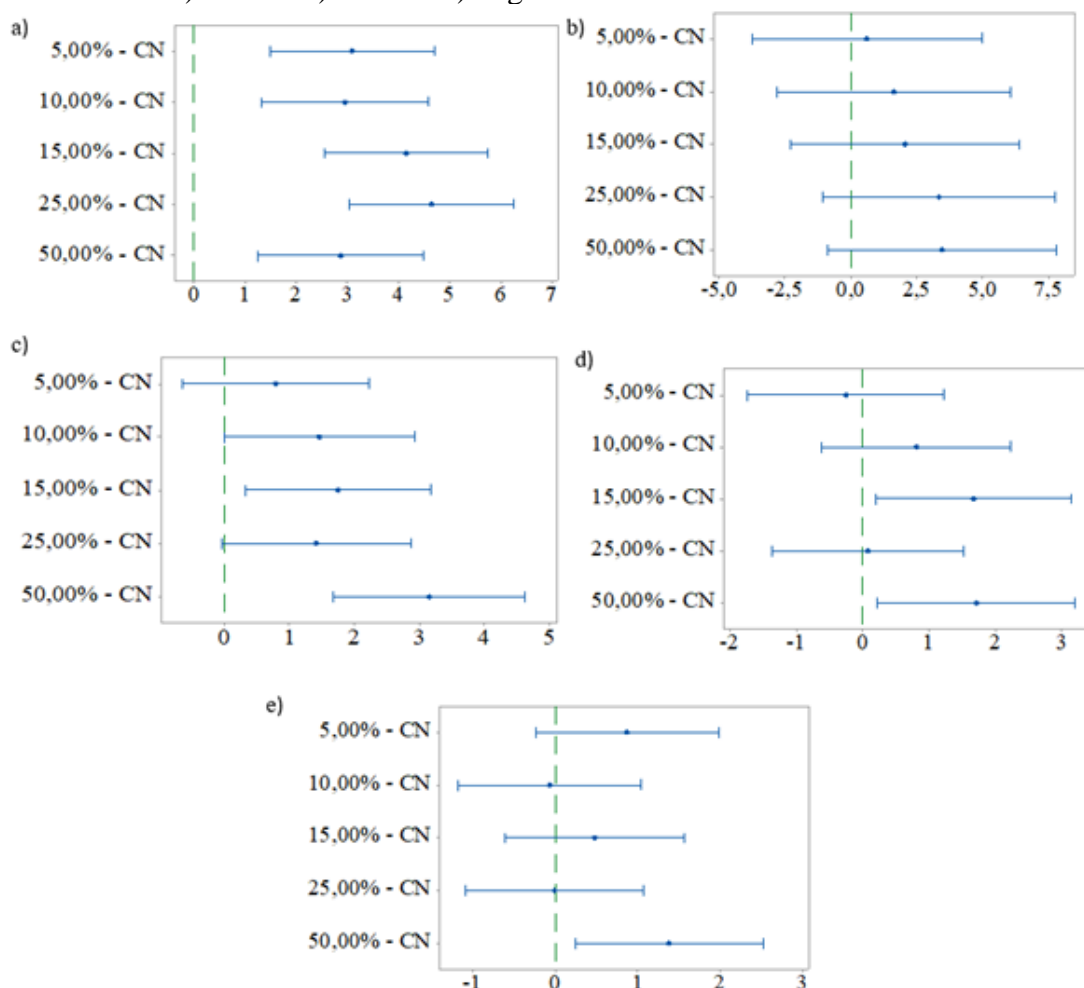
Fonte: Autoria Própria (2024)

A Figura 2 expõe a análise estatística dos dados do pepino, rabanete, rúcula, tomate e algodão de acordo com o Teste de *Dunnnett* para o efluente *in natura*.

Ao analisar os dados de crescimento da plântula, comparando as médias com o controle, constatou-se que o comprimento médio das plântulas em todas as diluições do

efluente *in natura* da semente de pepino, diferem significativamente em relação ao grupo controle, de acordo com o teste de *Dunnnett* ($\alpha=0,05$), pois se um intervalo não contiver o zero (0) apresentado no gráfico, a média correspondente será significativamente diferente da média do controle.

Figura 2. Teste de *Dunnett* com efluente *in natura* e bioensaios com as sementes: a) Pepino b) Rabanete c) Rúcula d) Tomate e) Algodão.



Fonte: Autoria Própria (2024)

No entanto, os resultados estatísticos, da maioria das diluições das demais sementes, de acordo com teste de *Dunnett*, dos comprimentos das plântulas são semelhantes aos do controle negativo, chegando a ser completamente semelhantes para o rabanete.

4 CONCLUSÕES

A partir dos ensaios de fitotoxicidade aguda utilizando o efluente têxtil *in natura* observou-se que é necessário realizar um tratamento prévio antes da sua disposição final, uma vez que, ele pode ser prejudicial ao meio ambiente e inibir a germinação de sementes, como foi o caso do pepino. Sugere-se ainda que sejam realizados testes de fitotoxicidade crônica para a confirmação do potencial de

germinação das sementes de rabanete, rúcula, tomate e algodão, levando em consideração um maior ciclo de vida da planta, a fim de verificar uma maior influência no que diz respeito à germinação das sementes.

5 REFERÊNCIAS

ABIT. **Perfil do setor**. São Paulo: Abit, 2022. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 13 nov 2023.

AL-TOHAMY, R.; ALI, S. S.; LI, F.; OKASHA, K. M.; MAHMOUD, Y. A. G.; ELSAMAHY, T.; SUN, J. A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: Ecotoxicological and health concerns of textile

dyes and possible remediation approaches for environmental safety. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Lagos, v. 231, article 113160, p. 1-17, 2022.

DHAOUFI, Z.; TOLEDO-CERVANTES, A.; GHEDIRA, K.; CHEKIR-GHEDIRA, L.; MUÑOZ, R. Decolorization and phytotoxicity reduction in an innovative anaerobic/aerobic photobioreactor treating textile wastewater. **Chemosphere**, Amsterdã, v. 234, p. 356-364, 2019.

DUTTA, S.; BHATTACHARJEE, J. A comparative study between physicochemical and biological methods for effective removal of textile dye from wastewater. **Development in Wastewater Treatment Research and Processe**, Haldia, p. 1-21, 2022.

ENGELHARDT, M. M.; LIMA, F. R. D.; MARTINS, G. C.; VASQUES, I. C. F.; SILVA, A. O.; OLIVEIRA, J. R.; REIS, R. H. C. L.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. G. S. Fitotoxicidade do cobre em culturas agrícolas cultivadas em solos tropicais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 6, suplemento 2, p. 2883-2393, 2020.

HOSS, L.; LOEBENS, L.; SANTOS, N. R.; SCHOELER, G. P.; SILVEIRA, M. Efeito da ozonização na fitotoxicidade de lixiviado de aterro sanitário. In: Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2., 2019, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Bauru, SP: IBEAS, 2019. p. 1-6.

KISHOR, R.; PURCHASE, D.; SARATALE, G. D.; SARATALE, R. G.; FERREIRA, L. F. R.; BILAL, M.; CHANDRA, R.; BHARAGAVA, R.N. Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, Lucknow, v. 9, n. 2, article 105012, p. 1-18, 2021.

LEI, C.; SUN, Y.; TSANG, D. C. W.; LIN, D. Environmental transformations and ecological effects of iron-based nanoparticles.

Environmental pollution, Amsterdã, v. 232, p. 10-30, 2018.

OLIVEIRA, F. G.; BALDAN, L. T. **Fundamentos de Ecotoxicologia: princípios e aplicações**. Palotina: UFPR, 2022.

OYENIRAN, D. O.; SOGBANMU, T. O.; ADESALU, T. A. Antibiotics, algal evaluations and subacute effects of abattoir wastewater on liver function enzymes, genetic and haematologic biomarkers in the freshwater fish, *Clarias gariepinus*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Lagos, v. 212, article 111982, p. 1-8, 2021.

SANTANA, R. M. R.; NASCIMENTO, G. E.; SILVA, P. K. A.; LUCENA, A. L. A.; PROCÓPIO, T. F.; NAPOLEÃO, T. H.; DUARTE, M. M. B.; NAPOLEÃO, D. C. Kinetic and ecotoxicological evaluation of the direct orange 26 dye degradation by Fenton and solar photoFenton processes. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, São Luís, v. 22, n. 5, p. 1-20, 2018.

SARAVANAKUMAR, K.; SILVA, S.; SANTOSH, S. S.; SATHIYASEELAN, A.; GANESHALINGAM, A.; JAMLA, M.; WANG, M. H. Impact of industrial effluents on the environment and human health and their remediation using MOFs-based hybrid membrane filtration techniques. **Chemosphere**, Amsterdã, v. 307, parte 1, article 135593, p. 1-8, 2022.

SOARES, M. R.; MATSINHE, C.; BELO, S.; QUINA, M. J.; QUINTA-FERREIRA, R. Phytotoxicity evolution of biowastes undergoing aerobic decomposition. **Journal of Waste Management**, Amsterdã, v. 2013, n. 1, article 479126, p. 1-8, 2013.

SOBRERO, M. C.; RONCO, A. Ensayo de toxicidade aguda com semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L). In: MORALES, G. C. **Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones**. Jiutepec: IMTA. 2004. p. 71-79.

TOUNSADI, H.; METARFI, Y.; TALEB, M.; EL RHAZI, K.; RAIS, Z. Impact of chemical substances used in textile industry on the employee's health: epidemiological study. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Lagos, v. 197, article 110594, p. 1-8, 2020.

WU, L.; XU, Y.; LV, X.; CHANG, X.; MA, X.; TIAN, X.; SHI, X.; LI, X.; KONG, X. Impacts of an azo food dye tartrazine uptake on intestinal barrier, oxidative stress, inflammatory response and intestinal microbiome in crucian carp (*Carassius auratus*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Lagos, v. 223, article 112551, p. 1-8, 2021.