

## **Análise de toxicidade de efluentes da produção de laminado de madeira visando a qualidade de recursos hídricos**

### **Toxicity analysis of effluents from wood laminate production aiming at the quality of water resources**

Gustavo da Fonseca Akutagawa <sup>1</sup>, Carolina Andrella Gomes <sup>2</sup>; Juliana Feijó de Souza  
Daniel <sup>3</sup>; Kátia Valéria Marques Cardoso Prates <sup>4</sup>

#### **RESUMO**

A produção industrial gera um alto volume de poluentes, chamados de efluentes industriais. Esses efluentes quando entram em contato com um corpo d'água sem tratamento prévio geram alto impacto no meio ambiente. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a toxicidade do efluente proveniente da produção de laminado de madeira, a partir dos impactos gerados na germinação de sementes de diversas espécies. Foram utilizadas sementes de cebola, pepino e alface. As sementes foram colocadas para germinar em recipientes tipo Gerbox em contato com o efluente a ser estudado. O número de sementes germinadas e o comprimento das radículas das sementes foram analisados e comparados com o crescimento nas amostras controle (água destilada e sulfato de cobre). Em ambas as sementes o efluente apresentou alto impacto negativo no crescimento das sementes, chegando a inibir 100% da germinação das sementes em concentrações mais altas do efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Allium cepa*; efluente; fitotoxicidade.

#### **ABSTRACT**

Industrial production generates a high volume of pollutants, called industrial effluents. When these effluents come into contact with a body of water without prior treatment, they generate a high impact on the environment. In this context, the objective of this work was to analyze the toxicity of effluents from the production of wood laminate, based on the impacts generated by the germination of seeds of different species. Onion, cucumber and lettuce seeds were used. The seeds were placed to germinate in Gerbox-type containers in contact with the effluent to be studied. The number of germinated seeds and the length of seed radicles were analyzed and compared with growth in control samples (distilled water and copper sulfate). In both seeds, the effluent had a high negative impact on seed growth, inhibiting 100% of seed germination at higher concentrations of the effluent.

**KEYWORDS:** *Allium cepa*; effluent; phytotoxicity.

## **INTRODUÇÃO**

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: gustavo.akutagawa12@gmail.com. ID Lattes: 3263748365906046.

<sup>2</sup> Discente no curso de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: carolinag@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1239459470906607.

<sup>3</sup> Professora Dr. no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: julianafeisouza@gmail.com. ID Lattes: 5816358738260783.

<sup>4</sup> Professora Dr. no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: kprates@professores.utfpr.edu.br. ID Lattes: 3263748365906046.

A produção industrial gera cada vez mais um alto volume de resíduos líquidos. Esses resíduos líquidos são chamados de efluentes e possuem uma alta carga de agentes químicos e matéria orgânica, que, ao entrar em contato com um corpo d'água, pode alterar suas propriedades físico-químicas e o ecossistema (RAMOS *et al.*, 2020).

Dentre as indústrias pode-se destacar a madeireira que gera diversos produtos, um deles é a produção de laminado. Na produção de laminado, o efluente gerado pelo cozimento da madeira possui uma variedade de compostos químicos que aumentam o impacto ambiental do efluente, como compostos lignocelulósicos e fenólicos, tornando o efluente significativamente tóxico (SCHERER; BARRETO-RODRIGUES, 2022);. Por isso, é de extrema importância estudar o impacto desse efluente no meio ambiente.

Dentre os testes de toxicidade, existem os testes de fitotoxicidade, onde sementes de espécies diversas são colocados em um recipiente onde entram em contato com efluentes testes, então, são analisados o crescimento e o desenvolvimento dessas sementes sob a influência dos efluentes e comparados com o crescimento das sementes em contato com água destilada.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a toxicidade de efluentes de madeira na produção de laminado a partir dos impactos causados na germinação e desenvolvimento de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos testes de fitotoxicidade foi utilizado efluente de madeira doado pelo professor Dr. Mário Antônio Alves da Cunha da UTFPR campus Pato Branco.

Os testes foram realizados com o efluente bruto, sem tratamento prévio.

Para a montagem das unidades experimentais utilizando sementes de cebola (*Allium cepa*) foram esterilizadas 10 placas de Petri em autoclave, e posteriormente forradas com papel filtro e deixadas em luz ultravioleta por 15 minutos para a esterilização do papel. Após a esterilização, foram umedecidos os papéis filtro com 5 mL das soluções teste, sendo as diluições de 100, 50 e 25% do efluente de madeira, água destilada como controle negativo e Sulfato de Cobre 0,05 mol/L como controle positivo (JALALI *et al.*, 2017).

Após umedecidos os papéis com as respectivas soluções, foram depositadas 10 sementes de cebola em cada placa e deixadas para germinar durante 1 semana. Após o período de germinação foram medidos o comprimento das radículas das sementes e o número de sementes germinadas por placa.

A análise das sementes foi dada pelas equações (LELES, 2017):

Germinação relativa de sementes:

$$GRS(\%) = \frac{\text{número de sementes germinadas por amostra}}{\text{número de sementes germinadas no controle positivo}} \times 100 \quad (1)$$

Comprimento relativo da radícula:

$$CRR(\%) = \frac{\text{comprimento da radícula com amostra}}{\text{comprimento da radícula com controle positivo}} \times 100 \quad (2)$$

Índice de germinação:

$$IG(\%) = \frac{GRS \times CRR}{100} \quad (3)$$

Índice de germinação residual normalizado:

$$IGN(\%) = \frac{\text{germinação na amostra} - \text{germinação controle}}{\text{germinação controle}} \quad (4)$$

Índice de porcentagem de alongamento radical residual normalizado

$$IER(\%) = \frac{\text{along } x - \text{along controle}}{\text{along controle}} \quad (5)$$

onde along x é o comprimento médio das radículas em amostra e along controle é o comprimento médio das radículas em água destilada.

Também foram realizados testes com sementes de alface (*Lactuca sativa*) e pepino (*Cucumis sativus*). Foram lavados com água e sabão 15 caixas tipo gerbox e desinfetados com hipoclorito 2% e álcool 70% e forrados com papel filtro (MAPA, 2009). Cada placa foi umedecida com 4 mL das diferentes diluições do efluente teste de madeira (100%, 50% e 25%) e foram utilizados o Sulfato de Cobre 0,05 mol/L como controle positivo (JALALI *et al.*, 2017) e água destilada como controle negativo.

As sementes de *Lactuca sativa* foram desinfetadas com hipoclorito 2% por 30 segundos e foram distribuídas 20 sementes por placa com distâncias regulares entre as sementes. As sementes foram deixadas para germinar por 72 horas a 28°C no escuro (VIEGAS *et al.*, 2023) e, em seguida, foram medidos os comprimentos das radículas e o número de germinações por placas por 3 dias em horários semelhantes com paquímetro manual.

O experimento foi repetido com semente de *Cucumis sativus*, porém com número reduzido de sementes (15 por placa) devido ao tamanho das sementes.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados coletados do comprimento das radículas (em milímetros) no teste de germinação com a sementes de *Allium cepa* estão presentes na Tabela 1.

**Tabela 1 - Média do comprimento das radículas das sementes *Allium cepa* (mm)**

Ca	Cs	E100%	E50%	E25%
0,45	0,1	0,14	0,23	0,27

Legenda: Ca - Controle água; Cs - Controle sulfato; E100% - Efluente concentração 100%; E50% - Efluente concentração 50%; E25% - Efluente concentração 25%

A partir dos dados obtidos foram feitas as análises dos resultados a partir das equações (1), (2), (3), (4), e (5). Os resultados são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Índices macroscópicos de efeito de toxicidade das sementes *Allium cepa***

	GRS	CRR	IG	IGN	IER
Cs	33,33%	22,22%	0,07%	-66,67%	-77,78%
E100%	166,66%	31,11%	0,52%	66,67%	-68,89%
E50%	200%	51,85%	0,01%	1%	-0,48%

**Tabela 2 - Índices macroscópicos de efeito de toxicidade das sementes *Allium cepa***

<b>E25%</b>	116,66%	60,31%	0,01%	0,17%	-0,40%
-------------	---------	--------	-------	-------	--------

Legenda: GRS - Germinação relativa das sementes; CRR - Crescimento relativo da radícula; IG - Índice de germinação; IGN - Índice de germinação normalizado; IER - Índice de porcentagem de alongamento radical residual normalizado.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados referentes aos ensaios utilizando sementes de *Cucumis sativus* e *Lactuca sativa*.

**Tabela 3 - Média do comprimento das radículas das sementes *Cucumis sativus* e *Lactuca sativa* (mm)**

Diluição	E100%	E50%	E25%	Ca	Cs
<b>Cucumis</b>	4,5	36,7	55,55	58,1	2,2
<b>Lactuca</b>	0	4,85	10,075	35,025	0

Legenda: Ca - Controle água; Cs - Controle sulfato; E100% - Efluente concentração 100%; E50% - Efluente concentração 50%; E25% - Efluente concentração 25%

A partir da equação (3) foram calculados o crescimento relativo das radículas (CRR) e construída a Tabela 4.

**Tabela 4. Dados do crescimento relativo das sementes *Cucumis sativus* e *Lactuca sativa***

Diluição	CRR (%)			
	E 100%	E 50%	E 25%	C sulfato
<b>Cucumis</b>	7,75	63,17	95,61	3,79
<b>Lactuca</b>	0	13,85	28,77	0

Legenda: CRR - comprimento relativo da radícula.

O teste de fitotoxicidade com *Allium cepa*, ao compararmos com a literatura (LELES, 2017), apresentou toxicidade alta na maior concentração do efluente, mostrando alto prejuízo no crescimento radicular das sementes.

Após a análise das Tabelas 3 a 6, o crescimento relativo e germinação relativa apontam que o efluente, em suas diferentes diluições, prejudica o crescimento e germinação das duas sementes (*Cucumis sativus* e *Lactuca sativa*), sendo a amostra com efluente 100% (E 100%) a que mais inibe o crescimento das sementes, se aproximando ou equiparando ao desempenho das semente expostas ao sulfato de cobre e, até mesmo em concentrações baixas, como na amostra de efluente 25% (E 25%), o efluente ainda apresenta inibição no crescimento das sementes.

A importância do teste é destacada segundo o autor Selim (SELIM *et al.*, 2023) onde o efluente em questão inibe cerca de 72% do crescimento da radícula da semente.

Ao comparar com a literatura (SHARMA *et al.*, 2023) observa-se que em diferentes sementes, o efluente provenientes do processamento da madeira afeta o crescimento e germinação das sementes, sendo menor o impacto com concentrações menores (<25%) e de alto impacto no efluente puro, chegando a inibir quase completamente o crescimento radicular.

## CONCLUSÕES

O efluente de laminado de madeira na concentração de 100% inibiu 92,25% do crescimento radicular das sementes de *Cucumis sativus*, e inibiu completamente a germinação das sementes de *Lactuca sativa*. Nos testes com semente de *Allium cepa* o efluente foi considerado altamente tóxico, com significativo prejuízo no crescimento das radículas das sementes. Esses resultados demonstram que o efluente possui alto impacto no desenvolvimento de sementes de diferentes espécies, sendo assim considerado tóxico e de alto impacto caso descartado sem tratamento no meio ambiente, sendo então necessário tratamento prévio ao descarte em corpos hídricos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à UTFPR por ceder o laboratório QuiMiBio para a realização dos experimentos, à professora doutora Juliana Feijó de Souza Daniel, por auxiliar na execução do projeto e na elaboração da metodologia, e à professor doutora Kátia Valéria Marques Cardoso Prates pela Orientação e acompanhamento do Projeto e ao Programa de Iniciação Científica da PROPPG-UTFPR.

## CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

JALALI, K. *et al.* GERMINATION, SEEDLING GROWTH, AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN FOUR LEGUME (FABACEAE) SPECIES UNDER COPPER SULPHATE FUNGICIDE TREATMENT. **Pakistan Journal of Botany**, [S. l.], ano 2018, v. 50, p. 1599-1606, 4 jul. 2017.

LELES, D.. Avaliação ecotoxicológica de efluente têxtil com corante utilizando sementes de *Lactuca sativa* e *Allium cepa*. 2017. Tese de Conclusão de Curso (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA) - **Universidade Federal de Goiás**, Goiânia, 2017.

RAMOS, M. D. N. *et al.* Análise Crítica das Características de Efluentes Industriais do Setor Têxtil no Brasil. **Revista Virtual de Química**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 913-929, 25 jun. 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20220129>. Disponível em: <https://rvq.s bq.org.br/>. Acesso em: 1 set. 2023.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. 1. ed. Brasília, DF: Mapa, 2009.

SCHERER, C. E.; BARRETO-RODRIGUES, M.. Combination of catalytic ozonation and fungal bioremediation for treatment from effluent from the laminate production industry. **Revista Ambiente & Água**, v. 17, n. 6, p. 2817, 2022.

SELIM, M. T. *et al.* Biological Treatment of Real Textile Effluent Using *Aspergillus flavus* and *Fusarium oxysporium* and Their Consortium along with the Evaluation of Their Phytotoxicity. **Journal of Fungi**, [S. l.], p. 193, 9 mar. 2021. DOI .  
<https://doi.org/10.3390/jof7030193>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/journal/jof>.  
Acesso em: 19 ago. 2023.

SHARMA, P. *et al.* Environmental Impacts of Pulp Paper Mill Effluent: Potential Source of Chromosomal Aberration and Phytotoxicity. **International Journal of Applied Environmental Sciences**, India, ano 2020, v. 15, n. 1, p. 77-92, 1 jan. 2020. DOI  
DOI:10.37622/000000. Disponível em: <http://www.ripublication.com/ijaes.htm>. Acesso em:  
16 ago. 2023.

VIEGAS, C. *et al.* Evaluation of microalgae as bioremediation agent for poultry effluent and biostimulant for germination. **Environmental Technology & Innovation**, [S. l.], ano 2021, v. 24, p. 102048, 28 out. 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102048>.  
Disponível em: [sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421006969](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421006969). Acesso em: 11 jul. 2023.