

Determinação de DL50 para Avaliar a Fitotoxicidade de Lodo de Estação de Tratamento de Efluentes de Aterro Sanitário

KETELLEN NUNES TRINDADE¹; MIRNA MARIO BERCIL²; GABRIEL AFONSO MARTINS³; AMANDA MORAIS GRABIN⁴; LUCIARA BILHALVA CORRÊA⁵; ÉRICO KUNDE CORRÊA⁶

¹ Universidade Federal De Pelotas – ketellentrin@gmail.com

² Universidade Federal De Pelotas – mirnabercil365@gmail.com

³ Universidade Federal De Pelotas - gabrielmartins1@hotmail.com

⁴ Universidade Federal De Pelotas – amandagrabin@gmail.com

⁵ Universidade federal De Pelotas – luciarabc@gmail.com

⁶ Universidade Federal De Pelotas - ericokundecorrea@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A destinação do lodo de estações de tratamento de esgoto (ETE) instalados em aterros sanitários representa um grande desafio na atualidade para a sustentabilidade ambiental. Este material que apesar de ser rico em nutriente e matéria orgânica, pode conter sais, metais pesados e microrganismos patogênicos que comprometem sua utilização direta em solo (FERNANDES et al., 2003; SILVA et al., 2017).

Uma das formas práticas de avaliar os riscos que este resíduo pode ter é por meio de bioensaios de germinação com sementes de alface mimoso (*Lactuca sativa L.*), uma espécie sensível as alterações de pH, condutividade elétrica e presença de compostos tóxicos (SINGH et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2017). Neste contexto as análises, o Índice de Germinação (IG), proposto por ZUCCONI et al. (1981), tem sido utilizado como indicador inicial de fitotoxicidade, pois relaciona tanto a taxa de germinação quanto o crescimento das raízes.

Neste contexto, a determinação da Dose Letal 50 (DL₅₀) tem ganhando espaço como parâmetro fundamental em estudos ecotoxicológicos. Esse índice permite identificar a concentração do resíduo capaz de inibir 50% do desenvolvimento das sementes, fornecendo uma medida previa e clara de risco. Além disto, a DL₅₀ pode orientar o uso seguro do lodo em atividades agrícolas, transformando um passivo ambiental em uma possível alternativa de adubação ou condicionamento do solo (SILVA et al., 2017; SINGH et al., 2021).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a fitotoxicidade do lodo de ETE de aterro sanitário por meio de bioensaio com sementes de alface mimoso, estimar a DL₅₀ a partir do índice de germinação e discutir sua relevância como ferramenta de apoio para práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

2. METODOLOGIA

Este experimento foi conduzido utilizando 18 placas de Petri, sendo estas cada uma contendo 10 sementes de alface mimoso em cada uma, a solução utilizada foi preparada a partir de 20g de lodo diluído com 200 ml de água destilada sendo este mantido sobre agitação por uma hora.

Nesse contexto foram testadas cinco diluições do lodo (20%, 40%, 60%, 80% e 100%). Após incubação de 5 dias registrou-se a germinação e o comprimento médio das suas raízes,

O cálculo do índice de germinação (IG%) seguiu a metodologia de Zucconi et al. (1981):

$$G (\%) = \frac{\text{Germinação amostra}}{\text{Germinação controle}} \times 100$$

$$AL (\%) = \frac{\text{Comprimento raiz amostra}}{\text{Comprimento raiz controle}} \times 100$$

$$IG (\%) = \frac{G(\%) \times AL(\%)}{100} \times 100$$

Sendo assim podemos dizer que a partir da DL_{50} foi estimado por interpolação linear a regressão simples considerando as diluições com IG próximo de 50 %

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fitotoxicidade observada

Tabela 1- Valores médios de germinação relativa (G%), alongamentos raízes (AL%) e índice de germinação (IG%), classificação de fitotoxicidade.

Diluição	G (%) médio	AL (%) médio	IG(%) médio	Classificação fitotoxicidade
Controle	86,67	100,00	100,00	Referência
20%	78,11	64,48	56,92	Moderadamente fitotóxico
40%	9,09	5,30	1,45	Fortemente fitotóxico
60%	0,00	0,00	0,00	Fortemente fitotóxico
80%	0,00	0,00	0,00	Fortemente fitotóxico
100%	0,00	0,00	0,00	Fortemente fitotóxico

Fonte: Autora (2025)

Na tabela 1, observa-se que o controle apresenta IG de 100%, confirmando-se a viabilidade das sementes e a adequação das condições do ensaio. A diluição de 20% apresentou IG médio 56,92%, caracterizando uma toxicidade moderada já

a partir de 40% houve queda drástica no IG, e nas diluições de 60%, 80% e 100% não ocorreu germinação demonstrando elevada fitotoxicidade em estado bruto do lodo.

3.2 Parâmetros físico-químicos

Tabela 2 – Médias de pH e condutividade elétrica das soluções de lodo.

DILUIÇÃO	PH MÉDIO	CONDUTIVIDADE (mS\cm)
Controle	6,95	5,87
20%	5,34	7,27
40%	5,24	1,45
60%	5,24	4,64
80%	5,21	4,64
100%	5,08	7,25

Fonte: Autora (2025)

Na tabela 2, observa-se tendência de acidificação, com seu pH reduzido de 6,95 no controle para 5,08 no lodo bruto. Valores próximos de 5 são desfavoráveis à germinação da alface, já a condutividade elétrica observou-se variação entre 1,45 e 7,27 mS\cm o que indica excesso de sais solúveis que podem dificultar a absorção de água pelas sementes, contribuindo para a inibição da germinação.

3.3 Estimativa de DL₅₀

Tabela 3 – Estimativas de DL₅₀ pelo IG (%)

MÉTODO	DL ₅₀ ESTIMADA (%)
Interpolação linear	22,5%
Régressão linear	21,1%
Valor médio aproximado	21-22%

Fonte: Autora (2025)

Na tabela 3, observou-se que a interpolação linear resultou em DL₅₀ 22,5%, enquanto a regressão linear simples estimou 21,1%. A média ficou situada entre 21-22% valor coerente com a leitura que apontou DL₅₀ entre 20% e 30% para resíduos orgânicos não estabilizados em bioensaios de germinação com alface mimosa.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o estudo demonstrou que a determinação da DL_{50} é uma ferramenta eficiente para a avaliação da fitotoxicidade de lodo de ETE proveniente de aterro sanitário. Os resultados demonstram evidência aumente que o resíduo apresenta toxicidade significativa em concentrações acima de 20%, com DL_{50} estimada entre 21 e 22%, estes valores demonstram que o lodo, em seu estado bruto não é adequado para a aplicação direta no solo, pois compromete a germinação eo desenvolvimento radicular das sementes de alface.

A utilização da DL_{50} como parâmetro ecotoxicológico pode contribuir para definir limites seguros de uso agrícola, sendo indicada a necessidade de tratamentos prévios de estabilização e redução de sais solúveis antes de qualquer aplicação. Desta forma, esta pesquisa reforça a importância de associar análises físico-químicas a bioensaios para transformar o lodo de ETE providente de aterro sanitário em insumos agrícola de forma controlada e sustentável dando.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P.; OLIVEIRA, A. B. Toxicity of sewage sludge compost determined by bioassay with plants. *Waste Management*, v.23, n.8, p.817–823, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993603005041>
- SINGH, H. et al. Optimization of EMS mutagen dose for short day Indian onion. *Journal of Applied and Natural Science*, v.13, n.1, p.222–227, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350949094_Optimization_of_EM_mutagen_dose_for_short_day_Indian_onion
- SILVA, C. A.; BERTONCINI, E. I.; FERNANDES, L. A. Uso agrícola de lodo de esgoto: impactos na produção vegetal e qualidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, n.9, p.623–631, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/TDTz6YLK7JFnLLzvC33Pczm/?lang=en>.
- OLIVEIRA, R. L.; LIMA, J. R. S.; FREITAS, R. M. O. Efeito de resíduos orgânicos na germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas. *Acta Iguazu*, v.6, n.4, p.37–47, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/kWfqS44BWy4R7zyM6vRymrt/?format=html&lang=pt>
- ZUCCONI, F.; PERA, A.; FORTE, M.; DE BERTOLDI, M. Evaluating toxicity of immature compost. *BioCycle*, v.22, p.54–57, 1981.