

SEMENTES DE *LACTUCA SATIVA* COMO BIOINDICADOR DE TOXICIDADE EM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

LACTUCA SATIVA SEEDS AS A BIOINDICATOR OF TOXICITY IN WASTE OF CIVIL CONSTRUCTION

Marcelo Gryczak

Doutorando em Ciências dos
Materiais/UFRGS. E-mail:
marcelogryczak@hotmail.com

Julia Tomaz Kilipper

Bióloga/UNESC. E-mail:
juliakilipper@hotmail.com

Patricia Darolt de Costa

Mestre em Ciências
Ambientais/UNESC. E-mail:
patriciadarolt.zdc@gmail.com

Alice Maccari

Mestre em Ciências
Ambientais/UNESC. E-mail:
alicemaccari@hotmail.com

RESUMO

Os resíduos de construção civil merecem destaque quando tratamos dos resíduos sólidos urbanos, geralmente por serem gerados em grande quantidade pelo setor da construção em todo o país. Devido ao potencial tóxico de determinados componentes dos materiais, esses resíduos merecem uma dedicação importante quando associados aos impactos que sua destinação inadequada pode causar no meio ambiente e na saúde. Como alternativa, o teste de fitotoxicidade é um critério para avaliar os níveis de toxidez antes de o resíduo ser reutilizado para diversos fins, evitando, de certa maneira, acidentes ambientais indesejáveis que possam a vir ocorrer. No presente artigo, para o desenvolvimento experimental do ensaio, foram obtidas sementes de *Lactuca sativa* (alface) e submetidas aos testes de ecotoxicidade. Os resultados obtidos neste trabalho apontam que a amostragem não tem interferência significativa nos índices de germinação do solubilizado de resíduo de construção civil.

Palavras-chave: Resíduos de construção civil. Fitotoxicidade. Meio ambiente.

ABSTRACT

Civil Construction Waste is worth highlighting when dealing with Urban Solid Waste, usually because it is generated in large quantities by the construction sector throughout the country. Due to the toxic potential of certain components of the materials, this waste deserves an important dedication when associated to the impacts that its inappropriate destination can cause in the environment and health. Alternatively, the phytotoxicity test is a criterion for assessing toxicity levels before the waste is reused for various purposes, to some extent avoiding undesirable environmental accidents that may occur. In the present article, for the experimental development of the test, seeds of *Lactuca sativa* (lettuce) were obtained and submitted to the ecotoxicity tests. The results obtained in this work indicate that the sampling does not have significant interference in the germination indexes of the solubilized of construction waste.

Keywords: Civil construction waste. Phytotoxicity. Environment.

INTRODUÇÃO

A grande heterogeneidade dos resíduos sólidos urbanos (RSU) faz com que esses apresentem uma composição bastante variável, podendo, muitas vezes, conforme a sua procedência, serem comparados aos resíduos industriais por possuírem substâncias a bases de metais pesados e outros componentes tóxicos que apresentam riscos a saúde e ao meio ambiente.

Dentre os resíduos urbanos, existem os resíduos da construção civil, que, segundo o inciso I, art 2º da RESOLUÇÃO CONAMA n. 307/2008,

são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

O gerenciamento e a reciclagem dos RCC provêm, em sua maior parcela, do descarte em reformas e demolições realizadas pelos próprios usuários dos imóveis. Devido a isso, destaca-se a importância da responsabilidade da sociedade civil na adequação da disposição final desse resíduo como forma de evitar consequências danosas ao meio ambiente, atribuídas ao potencial tóxico de determinados materiais.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da sua NBR 10.004/04, estabelece alguns critérios para a classificação dos resíduos sólidos quanto ao potencial tóxico à saúde e ao meio ambiente que estes podem causar. No entanto, quando se tem dúvidas quanto a essa classificação, o enquadramento dos resíduos sólidos pode ser feito por meio de análises físico-químicas sobre o extrato solubilizado e/ou lixiviado obtido a partir da amostra bruta do resíduo, por meio de testes de solubilização NBR 10.006/04.

A toxicidade de resíduos pode ser avaliada através de testes de análise química ou utilizando testes toxicológicos. A ecotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos adversos das substâncias químicas (naturais ou sintéticas) nos ecossistemas e a sua ação nos organismos (LYNCH; WISEMAN; DE LEIJ; SIMON, 2001).

A avaliação da toxicidade das substâncias presentes nos resíduos sólidos pode ser medida por meio de ensaios de fitotoxicidade, que é a ação tóxica ou reação adversa que uma substância presente no meio provoca nas plantas, a qual pode ser determinada pela

germinação das sementes, alongamento da raiz e crescimento da muda (LABRE; SILVA; MILLIOLI; CARVALHO, 2008).

A toxicidade, segundo Rodrigues (2005), é uma propriedade inerente a agentes tóxicos ou não, na qual reflete o potencial em causar efeitos danosos a diferentes organismos sob condições específicas de exposição, além de ser uma propriedade, a qual deve ser levada em consideração quando se procede à caracterização preliminar de algum resíduo. A avaliação dessa propriedade pode ser encarada como uma mudança atual na mentalidade da sociedade perante as consequências negativas dos resíduos sólidos gerados pelas atividades industriais.

O teste de fitotoxicidade é um critério para avaliar os níveis de toxidez antes de o resíduo ser reutilizado para diversos fins, evitando, de certa maneira, acidentes ambientais indesejáveis que possam a vir ocorrer. Como acrescentam os autores Wang e Ketury (1990), a germinação de plantas e o comprimento da raiz têm sido um teste bastante utilizado na determinação da toxicidade de resíduos por ser uma técnica simples, rápida, segura e reproduzível para avaliar os danos causados pelas combinações tóxicas presentes nesses materiais.

A necessidade de testes rápidos e sensíveis para o diagnóstico da qualidade de água e solos reflete-se no mundo todo. Bioindicadores têm sido aplicados em ensaios eficazes de toxicidade aguda, complementando os parâmetros físico-químicos de efluentes ou lixiviados. As sementes de *Lactuca sativa* têm sido bastante utilizadas e fornecem diversas vantagens sobre outros organismos testes, principalmente devido ao baixo preço, fácil cultivação, não sendo necessária manutenção entre experiências (KOMILIS; TZIOUVARAS, 2009).

Salienta-se que o ensaio com semente de alface pode ser utilizado para amostras contaminadas com alguma substância ou mistura complexa líquidas ou de sólidos solubilizados em solução aquosa. Neste trabalho, foi utilizado o extrato solubilizado do resíduo de construção civil, e, quanto à metodologia utilizada, é descrita em subseqüência.

Dessa forma, o presente trabalho objetiva a avaliação do nível de ecotoxicidade de um resíduo de construção civil, através da inibição da germinação de sementes de *Lactuca sativa*.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento experimental do ensaio, foram obtidas sementes de *Lactuca sativa* (alface), isentas de praguicidas através de fornecedores qualificados.

O ensaio de toxicidade aguda utilizado como parâmetro à germinação em sementes foi baseado na normativa 850 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA, 1996), e, entre as espécies a serem utilizadas, as sementes de alface *Lactuca sativa* é uma das espécies na qual a norma recomenda.

O controle negativo foi feito com água deionizada, e o positivo com solução de 2% de glifosato. A aquisição da amostra para o ensaio foi realizada através da moagem de concreto, gesso, tijolos e areia, com o intuito de simular em laboratório o resíduo de construção civil de uma residência.

Para realização do ensaio, a amostra foi preparada através da secagem em estufa durante 6 horas em temperatura de 110°C e moagem em moinho de bolas até obtenção de granulação passante em peneira de 5 mm. A amostra seca e moída é ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Resíduo de construção civil moído



Fonte: Acervo do autor, 2017.

A amostra moída e seca foi pesada com uma massa de 250 g e adicionados 1000 ml de água deionizada. A amostra foi agitada em velocidade baixa durante 5 minutos.

O frasco contendo a solução foi coberto com filme de PVC, permanecendo em repouso durante 7 dias em temperatura de até 25 °C. A solução foi filtrada em filtro de 0,45 micra com o auxílio de dispositivo de filtragem. Dessa forma, foi obtido o extrato solubilizado do resíduo, conforme NBR 10.006/2004.

A amostra foi diluída em água deionizada em frações de 25%, 50% e 75%, e utilizada amostra de 100% de extrato solubilizado. As amostras foram identificadas de acordo com a

porcentagem do extrato do solubilizado utilizado.

As amostras foram dispostas em duplicatas com grupos de 10 sementes em placas de petri com tampa e seladas com filme de PVC. Em papel filtro, foram adicionados 5 ml da solução solubilizada de acordo com suas respectivas frações, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Sementes dispostas em solução amostral



Fonte: Acervo do autor, 2017.

Durante as primeiras 48 horas, as amostras ficaram no escuro, e, após isso, a luminosidade foi controlada com alternância de 16 horas luz e 8 horas no escuro, com temperatura de 20°C em incubadora.

Depois de 7 dias, as sementes de suas respectivas amostras foram retiradas e contadas referente à sua germinação, considerando germinação as sementes com radículas iguais ou superiores a 5 mm, conforme estrutura destacada na Figura 3.

Figura 3 – Radícula em destaque. Semente germinada



Fonte: Acervo do autor, 2017.

As radículas das sementes foram medidas com utilização de paquímetro de resolução de 0,01 mm.

Com os dados obtidos, foram calculados o índice de crescimento radicular (*ICR*) e o índice de germinação (*IG*), utilizando as seguintes fórmulas.

Equação de índice de crescimento radicular:

$$ICR = CRA / CRC$$

Onde:

ICR: índice de crescimento

CRA: comprimento da radícula na amostra

CRC: comprimento da radícula no controle negativo

Equação do índice de germinação:

$$IG=ICR \times (SGA/SGC) \times 100$$

Onde:

IG: índice de germinação

ICR: índice de crescimento

SGA: número de sementes germinadas na amostra

SGC: número de sementes germinadas no controle negativo

Dessa forma, foi possível a obtenção dos dados necessários para discussão dos resultados presente na próxima sessão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos são representados e discutidos em subseqüência:

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de fitotoxicidade

| Amostra (%) | Comprimento médio da raiz (mm) | <i>ICR</i> | <i>IG</i> (%) |
|-------------|--------------------------------|------------|---------------|
| 0 | 13,5 | 1 | 100 |
| 25 | 13,0 | 0,96 | 96 |
| 50 | 12,7 | 0,94 | 94 |
| 75 | 12,1 | 0,89 | 89 |
| 100 | 11,9 | 0,88 | 88 |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

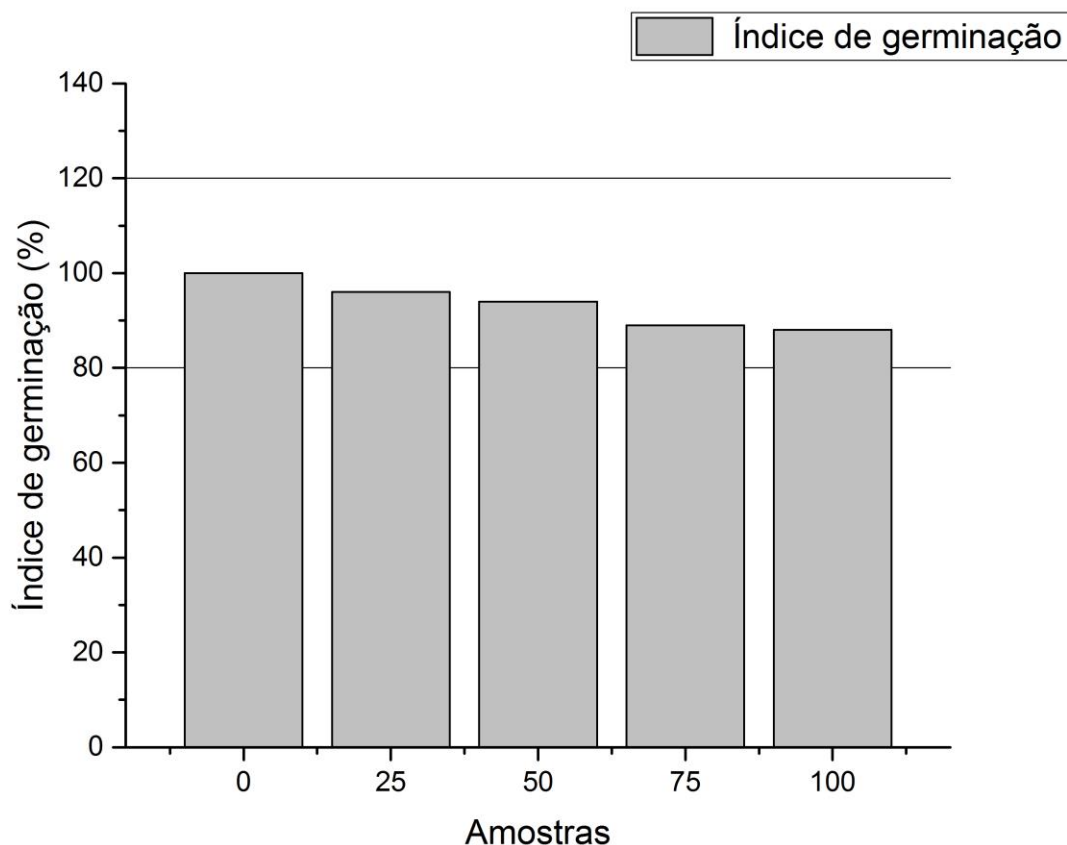
A norma estabelece como germinação a radícula que atingir o tamanho médio igual ou superior a 5 mm.

Dessa forma, o comprimento médio da radícula de todas as amostras nas diferentes concentrações é estabelecido como germinação, validando os dados a serem discutidos.

As sementes de alface são conhecidas pela alta vulnerabilidade, revelando alta sensibilidade às condições do ambiente, frequentemente inadequadas para o desenvolvimento inicial da planta (EIRA; MARCOS FILHO, 1990).

De acordo com Young et al. (2012), é considerada tóxica a amostra que inibiu o crescimento das sementes com resultado de *IG* abaixo de 80% e taxas acima de 120% são considerados estímulo de crescimento. Esses dados são apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Índice de germinação dos extratos solubilizados amostrais

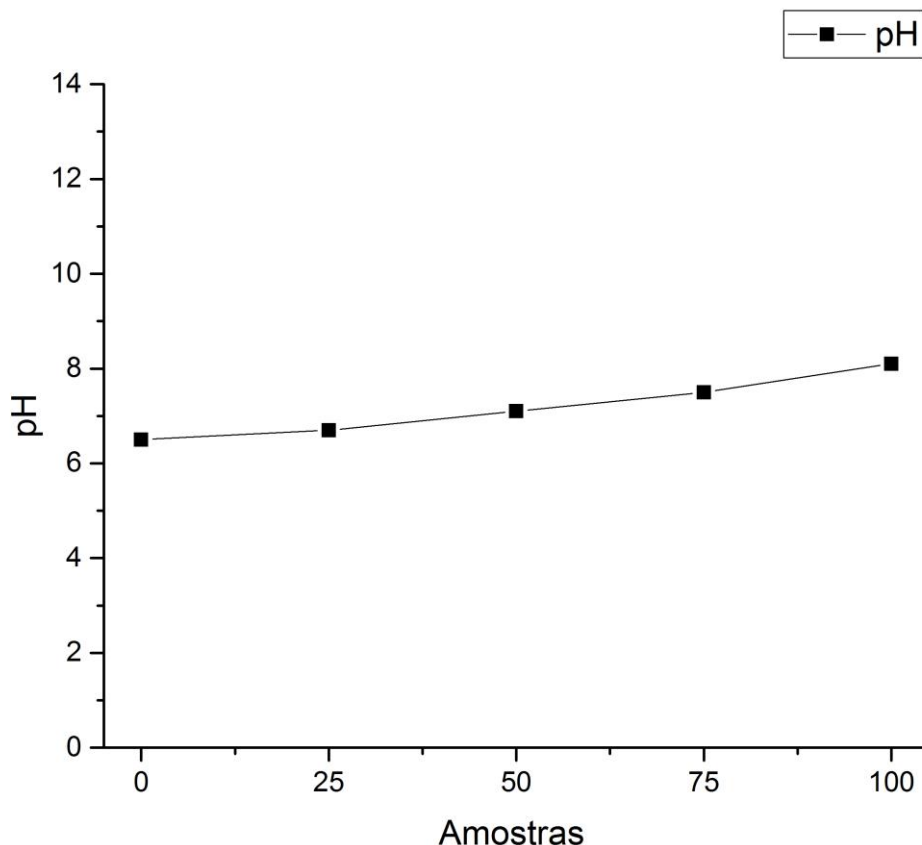


Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os resultados obtidos para os ensaios de ecotoxicidade do resíduo de construção civil utilizando sementes de *Lactuca sativa* mostraram que o resíduo analisado em questão é atóxico. Ou seja, esse resíduo não causou nenhuma reação adversa nas sementes de *Lactuca sativa* utilizadas no ensaio.

Para melhor entender a alteração ocasionada pelas amostras de resíduo nas soluções dos extratos do solubilizado, são apresentados no Gráfico 2 os resultados de pH presentes nas amostras.

Gráfico 2 – Resultados de pH das amostras solubilizadas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

É possível perceber um aumento gradativo em relação à concentração das amostras e um aumento no pH. Conforme Schaefer et al. (2007), um fator que pode contribuir para a alcalinidade do extrato solubilizado é o volume de água limitado, pois, no meio ambiente, as condições diferem das propostas no ensaio, uma vez que o volume de água é ilimitado, induzido a diferentes condições do extrato solubilizado.

Contudo, o aumento exponencial do pH não alterou o nível de toxicidade abaixo do limite de 80% em relação ao controle, posto que o resíduo analisado não possui substâncias necessárias a fim de prover a inibição limite ao índice de germinação nas frações dos extratos no plano amostral.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

- _____. **NBR 10004**: Resíduos sólidos classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- CARELI, E. D. A **Resolução CONAMA nº 307/2002 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição**. São Paulo, v. 154, 2008.
- EIRA, M.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface: I. efeitos sobre a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 12, n. 1, p. 9-27, 1990.
- EPA, U. S. Ecological Effects Test Guidelines: seed germination/root elongation toxicity test, Washington, apr. 1996.
- LABRE, J. C. C.; SILVA J. M. A.; MILLIOLI V. S.; CARVALHO D. D. Testes ecotoxicológicos baseados na exposição de anelídeos e sementes de alface através da adição de diferentes concentrações de surfactantes ao solo. **III Workshop de Ecotoxicologia**, Rio Claro, suplemento 1, v. 8, n. 2, 2008.
- LYNCH J. M.; WISEMAN A.; DE LEIJ F. A. A. M, SIMON A.L. **Ecotoxicology**. Encyclopedia of Biodiversity. New York: Elsevier, 2001.
- KOMILIS, D. P.; TZIOUVARAS, I. S. A statistical analysis to assess the maturity and stability of six composts. **Waste Management**, v. 29, p. 1504-1513, 2009.
- RODRIGUES, L. V. B. **Testes de toxicidade aguda através de bioensaios no extrato solubilizado dos resíduos classe II a não inertes e classe II B inertes**. 2005.123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <http://www.ppgerha.ufpr.br/dissertacoes/files/094-Nebora_Liz_Vendramin_Brasil_Rodrigues.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2017.
- SCHAEFER, C. O. et al. Estudo do comportamento de lixiviação de argamassas produzidas com agregados reciclados. **Exacta**, v. 5, n. 2, p. 243-252, 2007.
- WANG, W.; KETURI, P. H. Comparative seed germination tests using ten plant species for toxicity assessment of a metal engraving effluent sample. *Wat. Air Soil Pollut.* 1990.
- YOUNG et al. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, n. 76, p. 182-186, 2012.