



## **FITOTOXICIDADE DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: estudo de caso com pilhas alcalinas**

*Pedro Luiz Dias BARROSO<sup>1</sup>, Julia Santos CAETANO<sup>2</sup>, Jean Pierre SAYAGO<sup>2</sup>, Joeci Ricardo GODOI<sup>3</sup>, Rodrigo Souza BANEGAS<sup>3</sup>, Leticia FLOHR<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Bolsista de Iniciação Científica IFC-Campus Camboriú; <sup>2</sup>Estudante do curso técnico em Controle Ambiental IFC- Campus Camboriú; <sup>3</sup>Coorientador IFC- Campus Camboriú; <sup>4</sup>Orientadora IFC-Campus Camboriú.

### **RESUMO**

Resíduos sólidos eletrônicos são um grave problema para o ambiente pois constituem-se de diversas substâncias tóxicas. Pilhas alcalinas são exemplos destes resíduos que são utilizados em residências e descartados como lixo comum. O objetivo deste trabalho foi avaliar efeitos tóxicos provocados pelo descarte inadequado de pilhas. Foram realizados testes de fitotoxicidade para avaliação de lixiviados de pilhas alcalinas. Os resultados observados indicam o grande potencial tóxico destas pilhas já que os lixiviados diminuíram a quantidade de sementes germinadas, o crescimento de raízes e a quantidade de clorofila em *Eruca sativa*.

### **INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA**

Os resíduos sólidos eletrônicos, também chamados de “lixos eletrônicos” configuram um grave problema para o ambiente, desde sua produção até o seu descarte, pois são constituídos por materiais que possuem metais pesados altamente tóxicos, como o mercúrio, cádmio, berílio e o chumbo (MOI, *et al.*, 2012).

Dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2014) estimam que a geração mundial de lixo eletrônico é de 40 milhões de toneladas ao ano, e o Brasil produziu cerca de 1,4 milhão de toneladas de lixo eletrônico neste mesmo ano. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2010), o Brasil é o país com maior geração de resíduos eletrônicos dentre os em desenvolvimento.

Dentre os resíduos eletrônicos mais encontrados em nossas residências estão as pilhas e baterias, que ainda são descartadas como lixo doméstico comum (Reidler e Günther, 2003). As pilhas mais comumente utilizadas são as alcalinas,



que apesar de serem fabricadas dentro dos padrões de Pb, Cd e Hg estabelecidos pela Resolução 401/2008 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, podem conter quantidades apreciáveis de Zn e Mn, metais pesados que não são contemplados pela legislação vigente (Câmara *et al.*, 2012).

Sabendo-se que estes resíduos são encaminhados para vazadouros, lixões, ou acabam sendo queimados ou lançados diretamente no solo e em rios, deve-se levar em conta as interações destes materiais com o meio ambiente, pois isto facilita a liberação de conteúdo tóxico. Conforme Reidler e Günther (2003), as substâncias tóxicas que compõem as pilhas e baterias, podem atingir e contaminar os aquíferos e chegar ao organismo humano através da ingestão (água ou alimentos contaminados), da inalação ou contato dérmico.

Considerando-se que os lixiviados de pilhas de uso doméstico apresentam riscos potenciais ao meio ambiente, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar efeitos tóxicos provocados pelo descarte inadequado de pilhas.

## METODOLOGIA

O procedimento de lixiviação das pilhas foi realizado conforme Câmara *et al.* (2012). As pilhas utilizadas foram previamente descarregadas e colocadas em frascos com 150 mL com água da chuva. A lixiviação foi estática e amostras foram retiradas no 1º, 7º, e 30º dias. Os testes foram realizados em duplicata. A água da chuva foi coletada no IFC - Campus Camboriú.

Os testes de fitotoxicidade foram realizados com as amostras extraídas dos lixiviados. Foram observados: germinação de sementes, crescimento de raízes e concentração de clorofila total em *Eruca sativa* (rúcula). Diferentes diluições do lixiviado foram testadas (100%, 50%, 25%, 12,5% e 6,25%). Para o teste de germinação, foi utilizada a metodologia de Brito-Pelegrini *et al.* (2007). As sementes foram expostas aos lixiviados por 7 dias, à temperatura e iluminação ambiente.

Após esse período, contabilizou-se o número de sementes germinadas e foi realizada a medição das raízes. A análise de clorofila total foi realizada nas plantas, extraindo-se a raiz. Aproximadamente 100 mg de plantas frescas foram maceradas em 5 mL de metanol 100% durante 5 minutos. O homogenado foi filtrado e a

absorbância dos sobrenadantes foi medida em 653 e 666nm (Espectrofotômetro UV VIS Metrolab 330). A concentração de clorofila total foi determinada de acordo com as equações experimentais descritas por Lichtenthaler (LICHTENTHALER, 1987).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 corresponde aos resultados do teste de germinação de sementes, do crescimento de raízes, e de clorofila total em *Eruca sativa* expostas aos lixiviados de pilhas alcalinas. Após a análise dos dados, foi possível observar que, de forma geral, as sementes expostas a diferentes diluições de amostras germinaram menos que o controle. O mesmo pode ser observado em relação ao tamanho das raízes destas plantas.

Possivelmente estes resultados se devem a presença de metais pesados nos lixiviados. Segundo Zurera *et al.*(1987), plantas folhosas tendem a ter maior absorção de metais tóxicos. Câmara et al. (2012) observou a liberação de Fe, Mn e Zn em pilhas alcalinas expostas a água de chuva, e quantificaram percentuais de 97,5%, 71,5% e 58,2% destes elementos respectivamente, nos lixiviados, após um período de 30 dias.

Tabela 1: Resultados do teste de germinação de sementes, do crescimento de raízes, e de clorofila total em *E. sativa* expostas aos lixiviados de pilhas alcalinas (% em relação ao controle).

Diluições da amostra	Germinação de sementes			Crescimento de raízes			Clorofila Total		
	DIA 1	DIA 7	DIA 30	DIA 1	DIA 7	DIA 30	DIA 1	DIA 7	DIA 30
controle	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6,25%	89,3	97,2	91,4	86,7	108,8	50,4	81,5	108,4	79,8
12,50%	100	97,2	97,1	78,5	95,1	75,9	80,8	100,8	116,1
25,00%	89,3	86,1	85,7	69,3	96,5	66,1	92,7	82,3	92,2
50,00%	114,3	94,4	97,1	95,0	83,9	20,8	50,7	65,1	99,4
100,00%	78,6	94,4	88,6	86,7	89,0	21,5	34,0	59,6	87,9

No teste para verificar quantidade de clorofila total, os resultados indicaram que, de forma geral, houve diminuição nas quantidades quando comparadas ao



controle. Entretanto, neste trabalho nota-se que nas sementes expostas ao lixiviado de 7 dias na concentração de 6,25% e 12,5%, e ao lixiviado de 30 dias na concentração de 12,5% houve um aumento na quantidade de clorofila total em relação ao controle negativo. Este aumento na quantidade de pigmento pode ser explicado pela presença de zinco e manganês que foram lixiviados das pilhas alcalinas. De acordo com Raven (1999), apesar de ser tóxico em altas concentrações, o zinco é um micronutriente essencial para a atividade de diversas enzimas e faz parte de moléculas que atuam em papéis chave no transporte de elétrons fotossintéticos. Doganlar et al. (2012), afirmam que o manganês é um microelemento importante e está presente na constituição de enzimas e cofatores, mas é tóxico em concentrações excessivas.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa foi possível observar o potencial tóxico de pilhas de uso doméstico que são descartadas inadequadamente, já que os lixiviados provocaram efeitos na germinação, no tamanho de raízes e na quantidade de clorofila total em *Eruca sativa*. Estes resultados mostram a problemática dos resíduos sólidos eletrônicos no meio ambiente, e podem auxiliar na conscientização das pessoas sobre o seu correto descarte.

### REFERÊNCIAS

BRITO-PELEGRINI, N.N., PATERNIANI, J.E.S., BROTA, G.A., DOS SANTOS, E.M., SILVA, N.B.. 2007. **Ensaio biológicos com sementes para avaliar a redução da toxicidade do chorume tratado por processo fotoquímico**. Minerva 6 (3), p. 219-228.

CÂMARA, S.C.; AFONSO, J.C.; SILVA, L.I.D.; DOMINGUES, N.N.; ALCOVER NETO, A. 2012. **Simulação do intemperismo natural de pilhas zinco-carbono e alcalinas**. Quim. Nova, Vol. 35, No. 1, 82-90.





DOGANLAR, Z.B.; ÇAKMAK, S.; YANIK, T. 2012. **Metal uptake and physiological changes in *Lemna gibba* exposed to manganese and nickel.** International Journal of Biology, V. 4 , n.3, p 148-157.

LICHTENTHALER, H.K., 1987. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes.** Meth. Enzymol. 148, 350– 383.

MOI, Paula Cristina Pedroso et al. 2012. **Lixo eletrônico: consequências e possíveis soluções.** Mato Grosso: Connectionline, 2012. 9 p.

ONU. **Brasil produziu 1,4 milhão de toneladas de resíduos eletrônicos em 2014, afirma novo relatório da ONU.** 2014. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/brasil-produziu-14-milhao-de-toneladas-de-residuos-eletronicos-em-2014-afirma-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

PNUMA. **Substâncias Nocivas e Resíduos.** 2010. Disponível em: <<http://web.unep.org/regions/brazil/other/substancias-nocivas-e-residuos>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

RAVEN, J. A., EVANS, M. C. W. & KORB, R. E. 1999. **The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O<sub>2</sub>-evolving organisms.** Photosynth. Res. 60:111–49.

REIDLER, N. M. V. L.; GÜNTHER, W. M. R. 2003. **Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas.** Revista Limpeza Pública, São Paulo, v. 60, p. 20-26.

ZURERA, G. et al. 1987. **Lead and cadmium contamination levels in edible vegetables.** Environmental Contamination and Toxicology. New York, v. 38, n.5, p 805-812.

