

## **TOXICIDADE DO LODO DE FLOTADOR DE ABATEDOURO DE AVES E SEU BIOCHAR EM ALFACE**

NATALIA NUNES GARCIA<sup>1</sup>; KAUANNA UYARA DEVENS<sup>1</sup>; DARLENE LOPES DO AMARAL OLIVEIRA<sup>2</sup>; NELSON CONSOLIN FILHO<sup>3</sup>; MORGANA SUSZEK GONÇALVES<sup>\*4</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental, Departamento Acadêmico de Ambiental, UTFPR, Campo Mourão, nataliagarcia\_@hotmail.com, kauanna.devens@hotmail.com

<sup>2</sup>Dr<sup>a</sup>. em Ciência do Solo, Prof<sup>a</sup>. do Departamento Acadêmico de Ambiental, UTFPR, Campo Mourão-PR, darleneoliveira@utfpr.edu.br

<sup>3</sup>Dr. em Ciências e Engenharia de Materiais, Prof. do Departamento Acadêmico de Química, UTFPR, Campo Mourão-PR, consolin@utfpr.edu.br

<sup>4</sup>Dr<sup>a</sup>. em Engenharia Agrícola, Prof<sup>a</sup>. do Departamento Acadêmico de Ambiental, UTFPR, Campo Mourão-PR, morgana@utfpr.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo avaliar a toxicidade de lodo de flotador de abatedouro de aves e seu *biochar*, quanto às características germinativas e de crescimento inicial de alface (*Lactuca sativa L.* var. *crespa*). O lodo e o *biochar*, produzido a 350°C por uma hora, foram caracterizados a partir dos parâmetros pH, condutividade elétrica e teores de alumínio, cromo e zinco. Também realizou-se testes de dessorção de alumínio do lodo e seu *biochar*. Os ensaios de toxicidade foram realizados em quintuplicata, considerando-se como tratamentos o uso do lodo do flotador, do *biochar* e água destilada como controle negativo. Os parâmetros avaliados no teste de toxicidade foram: taxa de germinação, comprimento de raízes, massa fresca e seca, índice de crescimento relativo (ICR) e índice de germinação (IG). As amostras de lodo e *biochar* apresentaram elevados teores de alumínio: 10.665,00 e 26.022,00 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e houve dessorção do metal nas amostras, sendo maior para o lodo. Os resultados mostraram que o lodo de flotador e seu *biochar* não apresentaram efeito significativo de toxicidade. Entretanto, nas primeiras 24 horas, o lodo apresentou leve efeito fitotóxico na germinação de sementes de alface, e de forma geral, o *biochar* obteve maiores resultados de ICR, IG, comprimento de raízes e biomassa fresca em relação ao lodo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avicultura, resíduos de abate, pirólise, fitotoxicidade.

## **TOXICITY OF THE FLOTATION SLUDGE FROM POULTRY SLAUGHTERHOUSE AND ITS BIOCHAR IN LETTUCE**

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the toxicity of the flotation sludge from poultry slaughterhouse and its biochar, for the characteristics of germination and initial growth of lettuce (*Lactuca sativa L.* var. *crespa*). The sludge and the biochar, produced at 350°C for one hour, were characterized from the parameters pH, electrical conductivity and contents of aluminum, chromium and zinc. Also were realized tests of aluminum desorption from sludge and its biochar. Toxicity tests were performed in quintuplicate, considering as treatments the use of flotation sludge, biochar and distilled water as negative control. The parameters evaluated in toxicity test were: germination rate, root length, fresh and dry weight, relative growth index (RGI) and germination index (GI). The samples of sludge and biochar showed high aluminum content: 10,665.00 and 26,022.00 mg kg<sup>-1</sup>, respectively, and there was metal desorption in samples, being higher for the sludge. The results demonstrated that the flotation sludge and its biochar no have significant effect of toxicity. However, in the first 24 hours, the sludge showed a slight phytotoxic effect on lettuce seed germination, and in general, the biochar obtained higher results of ICR, IG, root length and fresh biomass relative to the sludge.

**KEYWORDS:** Aviculture, slaughter waste pyrolysis, phytotoxicity.

## INTRODUÇÃO

Processos de flotação são comumente utilizados como tratamento primário de efluentes que apresentam alta carga de óleos e graxas suspensos, como é o caso dos abatedouros de aves. Durante o tratamento do efluente, é feita a adição de um agente coagulante, de origem orgânica ou inorgânica, como o policloreto de alumínio, cloreto férrico ou sulfato de alumínio, que facilita a remoção dos contaminantes. Entretanto, ao final do tratamento físico-químico (coagulação e flotação), uma grande quantidade de biomassa (lodo) é gerada, sendo necessário um exigente controle quanto à caracterização química desse sólido, visando seu tratamento e disposição final.

O lodo gerado é comumente destinado à aterros, ou alternativamente, após tratamento térmico seguido de centrifugação para extração de água e óleos, pode passar por compostagem e ser utilizado como composto orgânico na agricultura. Entretanto, altas quantidades de metais pesados, principalmente os resultantes do uso de coagulantes e auxiliares de floculação no tratamento (como Al e Fe), podem inviabilizar o uso agrícola do composto produzido.

Nesse contexto, o processo de pirólise pode vir a ser uma opção de tratamento e aproveitamento do lodo proveniente de abatedouro de aves, acrescentando valor ao resíduo, especialmente na forma de bio-óleo e *biochar*.

O *biochar* é um produto rico em carbono, obtido quando uma biomassa ou material orgânico sofre decomposição térmica sob oferta limitada de oxigênio (Lehmann & Joseph, 2009). O *biochar* difere do carvão devido ao uso, tendo como principal finalidade sua aplicação no solo com o objetivo de melhorar suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Conz, 2015).

A toxicidade das substâncias químicas pode ser avaliada através de testes de germinação, sendo uma ferramenta utilizada para verificar se determinado resíduo ou efluente é potencialmente prejudicial a organismos vivos. No teste de toxicidade observa-se o efeito tóxico sobre o número de sementes germinadas e no desenvolvimento radicular. De acordo com Garcia (2006), a *Lactuca sativa* (alface) é uma espécie bastante empregada em ensaios de germinação, por ser facilmente obtida e por oferecer resultados rápidos e fáceis de serem avaliados.

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a toxicidade do lodo de flotador, proveniente do tratamento de efluentes de um abatedouro de aves, e do seu *biochar*, na germinação de sementes de alface e em seu desenvolvimento radicular e de biomassa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O lodo utilizado nos experimentos foi coletado em um abatedouro de aves, que utiliza o processo de coagulação e flotação como tratamento primário dos efluentes provenientes da linha vermelha. No processo é utilizado como coagulante o policloreto de alumínio (PAC-18) e o lodo gerado no flotador é enviado para centrífuga tri-decanter, com separação do sólido (lodo), óleo e água.

Em laboratório, o lodo coletado foi seco em estufa a 40°C por 48 horas para os procedimentos experimentais.

O *biochar* foi produzido utilizando-se uma massa inicial de 100 gramas de lodo seco, em reator pirolítico, na temperatura de 350 °C durante uma hora em forno mufla, sendo realizados cinco ensaios de produção.

Para caracterização do lodo realizou-se análises de pH e condutividade elétrica, de acordo com metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa SDA n° 17, de 21 de Maio de 2007. Na caracterização do *biochar*, a determinação do pH e condutividade elétrica seguiram metodologia proposta por Rajkovich et al. (2011). As análises foram realizadas em quintuplicata.

Tanto para o lodo quanto para o *biochar* foram analisados os teores de alumínio, cromo e zinco, a partir da digestão ácida das amostras seguida da leitura dos extratos em espectrofotômetro de absorção atômica.

Para avaliação da dessorção de alumínio em água destilada, seguiu-se metodologia adaptada de Dorado et al. (2005), que consistiu em pesar-se 1g de amostra de lodo ou *biochar* em tubos de centrifuga de 50 mL, onde adicionou-se 5mL de água destilada (pH = 8,0), sendo em seguida os frascos agitados a 200 rpm por 4 horas e centrifugados a 3800 rpm por 18 minutos. Posteriormente o sobrenadante foi separado e passou por digestão ácida e leitura do Al em espectrofotômetro de absorção atômica. Os ensaios foram realizados em duplicata.

Os ensaios de toxicidade foram realizados em quintuplicata, utilizando água destilada como controle negativo, e seguindo a metodologia de Rodrigues et al. (2013), onde as amostras de lodo e *biochar* foram secas, trituradas, padronizadas em malha fina (1 mm), diluídas em água destilada na proporção de 1:4 (m/v), agitadas em mesa agitadora orbital por 24 horas e, por fim, centrifugadas a 4500 rpm por 30 minutos, separando-se o sobrenadante.

Para o teste de toxicidade foram utilizadas 15 placas de Petri de vidro, autoclavadas juntamente com dois filtros de papel. Adicionou-se 3,0 mL do sobrenadante obtido na centrifugação da amostra e, após isso, com o auxílio de uma pinça, vinte sementes de *Lactuca sativa* var. crespa foram acomodadas sobre o papel e espaçadas para o crescimento adequado. O mesmo procedimento foi realizado com o controle negativo sem o extrato, porém utilizando 3,0 mL de água destilada.

As placas foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD em temperatura de 20 °C durante três dias. Foram observados e anotados o número de sementes germinadas em cada placa após 24 h, 48 h e 72 h. Após isso, os comprimentos das raízes foram medidos com o auxílio de um paquímetro, e por fim foram agrupadas as plântulas de cada placa e pesadas em balança analítica (biomassa fresca). As mesmas plântulas foram secas em estufa à 45 °C por 24 horas para a obtenção dos dados de biomassa seca.

A partir dos dados levantados, foi calculado o índice de crescimento relativo (ICR) e o índice de germinação (IG), seguindo a metodologia de Young et al. (2012). Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na caracterização do lodo e do *biochar* produzido (Tabela 1), elevado teor de alumínio, resultante do coagulante químico utilizado no processo de coagulação/floculação, e que, ainda, ocorreu a concentração dos metais (Al, Cr e Zn) após o processo de pirólise (*biochar*).

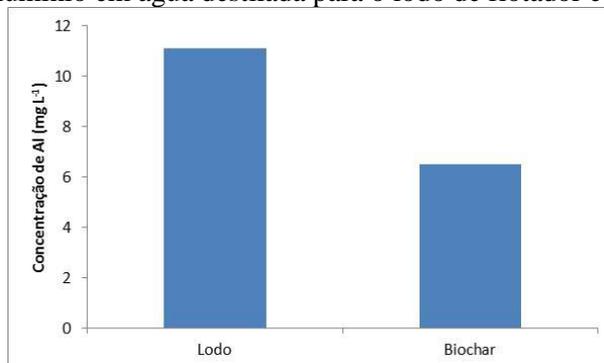
Tabela 1. Caracterização química do lodo e do biochar

Parâmetro	Lodo de flotador	Biochar
pH	7,03 ± 0,38	7,69 ± 0,31
C.E. (µs/cm)	836,64 ± 44,11	89,47 ± 8,83
Al (mg kg <sup>-1</sup> )	10665 ± 1273,1	26022 ± 2365
Cr (mg kg <sup>-1</sup> )	8,43 ± 2,23	16,96 ± 1,84
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	114,91 ± 16,96	267,31 ± 28,73

C.E.: Condutividade elétrica.

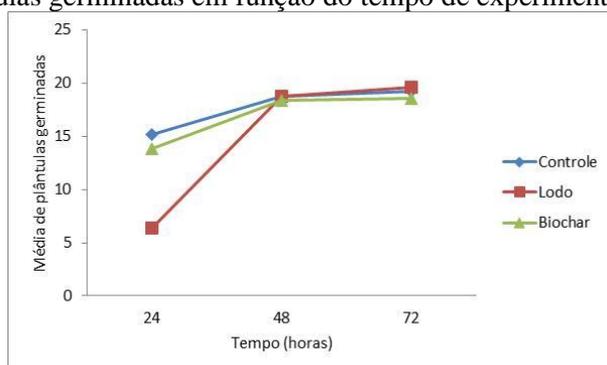
Os testes de dessorção do Al em água destilada (pH = 8,0) apresentaram maior concentração do metal no extrato obtido com o lodo de flotador (Figura 1), demonstrando que houve maior liberação do metal pesado em contato com a água para este material.

Figura 1. Dessorção de alumínio em água destilada para o lodo de flotador e seu *biochar*.



Na Figura 2 é apresentado o desenvolvimento germinativo das sementes de alface durante os três dias de incubação. Observa-se que o lodo de abatedouro de aves apresentou leve efeito fitotóxico sobre a germinação nas primeiras 24 horas, porém após 48 horas não foi mais observado diferença significativa em comparação ao *biochar* e o controle (água destilada).

Figura 2. Média de plântulas germinadas em função do tempo de experimento.



Para as primeiras 24 horas de incubação, o lodo de flotador apresentou diferença significativa a 5% de significância, pelo teste de Tukey, em relação ao controle e o *biochar*, apresentando valor inferior na germinação, o que comprova o efeito fitotóxico inicial. Já para os demais dias, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

O retardo no desenvolvimento inicial das sementes no tratamento com lodo de flotador em relação ao *biochar*, pode estar associado a maior presença de alumínio no extrato, conforme foi observado no teste de dessorção (Figura 1). O acúmulo de  $Al^{+3}$  em plantas sensíveis, provocadas pela toxicidade desse elemento, podem causar desorganização das estruturas e das funções das membranas, paralisação da síntese de DNA e das mitoses, enrijecimento das paredes celulares, redução no alongamento celular e distúrbios na assimilação e no metabolismo mineral nos ápices das raízes (Tice et al., 1992).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do índice de crescimento relativo (ICR) e do índice de germinação (IG).

Tabela 2. Germinação média das sementes, ICR e IG das plântulas de alface germinadas

Tratamento	ICR	IG (%)
Controle	1,00 a	97,33 a
Lodo de flotador	0,83 b	84,63 a
Biochar	0,97 ab	94,05 a

ICR: índice de crescimento relativo; IG: índice de germinação

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey.

Em relação ao índice de germinação, não houve diferença significativa entre os tratamentos a 5% de significância, pelo teste de Tukey, entretanto, o lodo de flotador apresentou o menor índice entre os tratamentos (84,63%).

O índice de crescimento relativo do lodo de flotador foi estatisticamente igual ao do biochar, mas diferente do controle (com água destilada), apresentando menor valor dentre os tratamentos (0,83). Já o *biochar* obteve ICR estatisticamente igual ao controle, o que indica menor toxicidade em relação ao lodo de flotador.

Considerando as categorias de toxicidade de acordo com os efeitos tóxicos observados no índice de crescimento relativo (ICR), apresentadas por Young et al. (2012), o lodo de abatedouro de aves e seu *biochar* não apresentaram efeito significativo de toxicidade ( $0,8 \leq ICR \leq 1,2$ ).

Quanto aos resultados de comprimento médio da raiz, biomassa fresca e biomassa seca de *Lactuca sativa* germinadas em lodo de flotador, seu *biochar* e no controle (Tabela 3), não houve diferença significativa apenas para os resultados de biomassa seca.

Tabela 3. Comprimento médio da raiz, massa fresca e massa seca das plântulas de alface germinadas

Tratamento	Comprimento de raízes (mm)	Biomassa fresca (g)	Biomassa seca (g)
Controle	25,62 a	0,16 a	0,014 a
Lodo de flotador	21,27 b	0,12 b	0,014 a
Biochar	24,91 ab	0,14 ab	0,013 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey.

O comprimento médio das raízes foi menor no tratamento utilizando o lodo de flotador, entretanto, este foi estatisticamente igual ao uso do *biochar*. Em relação ao alumínio, alguns estudos têm mostrado que a inibição do crescimento da raiz é o sintoma visível mais rápido da toxicidade do Al em plantas (Degenhardt et al., 1998).

Quanto aos resultados de biomassa fresca, o tratamento controle apresentou maior média, mas foi estatisticamente igual ao tratamento utilizando o biochar.

Em estudo realizado por Gordín et al. (2013) a altura, o comprimento das raízes e as massas secas da parte aérea e das raízes de plântulas de pinhão manso foram reduzidos de acordo com o aumento da concentração da solução de alumínio.

## CONCLUSÃO

O lodo de abatedouro de aves e seu *biochar* não apresentaram efeito significativo de toxicidade. Entretanto, nas primeiras 24 horas, o lodo de flotador apresentou leve efeito fitotóxico na germinação de sementes de alface, e de forma geral, o biochar obteve maiores resultados de ICR, IG, comprimento de raízes e biomassa fresca em relação ao lodo.

## REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa SDA n° 17. Diário Oficial da União - Seção 1, n° 99, 21 de maio de 2007.
- Conz, R. F. Caracterização de matérias-primas e biochars para aplicação na agricultura. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências).
- Degenhardt, J.; Larsen, P. B.; Howell, S. H.; Kochian, L. V. Aluminum resistance in the Arabidopsis mutant alr - 104 is caused by an aluminum-induced increase in rhizosphere pH. *Plant Physiology*, v.117, p. 19-27, 1998.
- Dorado, J.; López-Fando, C.; Zancada, M. C.; Almendros, G. Sorption - desorption of alachlor and linuron in a semiarid soil as influenced by organic matter properties after 16 years of periodic inputs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, n. 13, p. 5359-5365, 2005.
- Garcia, J. C. Degradação fotocatalítica artificial e solar de efluentes têxteis por processos oxidativos avançados utilizando TiO<sub>2</sub>. Maringá: UEM, 2006. 180 f. Tese (Doutorado em Química).
- Gordín, Carla R. B.; Marques, R. F.; Rosa, R. J. M.; Santos, A. M. dos; Scalón, S. de P. Q. Emergência de plântulas e crescimento inicial do pinhão manso exposto a alumínio. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 1, p. 147-156, 2013.
- Lehmann, J.; Joseph, S. *Biochar for environmental management science and technology*. New York: Earthscan, 2009.
- Rajkovic, S.; Enders, A.; Hanley, K.; Hyland, C.; Zimmerman, A. R.; Lehmann, J. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biology and Fertility of Soils*, v. 48, p. 271-284, 2011.
- Rodrigues, L. C. de A.; Barbosa, S.; Pazin, M.; Maselli, B. de S.; Beijo, L. A.; Kummrow, F. Fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com *Lactuca sativa*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.10, p.1099-1108, 2013.
- Tice, K. R.; Parker, D. R.; Demason, D. A. Operationally defined apoplastic and symplastic aluminum fractions in root tips of aluminum-intoxicated wheat. *Plant Physiology*, v. 100, n. 1, p. 309-318, 1992.
- Young, B. J.; Riera, N. I.; Beily, M. E.; Bres, P. A.; Crespo, D. C.; Ronco, A. E. Toxicity of the effluent from anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 76, p. 182-186, 2012.