

ADSORÇÃO DE CHUMBO EM CAMA DE FRANGO COM ADIÇÃO DE BIOCARVÃO

Data de aceite: 01/04/2024

Julio Cesar Francisco Ferreira de Araujo Junior

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciências do Solo (PPGACS- UFRRJ)

Fernando José Ferreira

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciências do Solo (PPGACS- UFRRJ)

Farley Alexandre da Fonseca Breda

Pós doutorando FAPERJ/ PPGA-CS (UFRRJ)

Erica Souto Abreu Lima

Professora do Departamento de Solos (UFRRJ)

Camila da Costa Barros de Souza

Pós doutoranda FAPERJ/ PPGA- CS (UFRRJ)

Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho

Professor do Departamento de Agrotecnologias e Sustentabilidade (UFRRJ)

cama de frango utilizada no experimento é proveniente de granjas localizadas no município de São José do Vale do Rio Preto. O biocarvão foi preparado a partir de carvão vegetal comercial produzido de madeira de eucalipto, seco em estufa de circulação forçada de ar e finamente moído em moinho de bolas. O biocarvão foi adicionado à cama de aviário em relação ao seu peso seco nas proporções de 0% (controle) e 10%. O processo de adsorção foi avaliado através do Método Batch de Laboratório adaptado, com concentrações crescentes de $Pb(NO_3)_2$. Os extratos foram analisados por espectrometria de absorção atômica e em seguida foi utilizado o programa IsoFit versão 1.2 para a seleção do modelo mais adequado para descrever a adsorção de Pb na cama de frango. Para comparação do ajuste dos modelos, foram analisados o Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICc), Variação de AICc ($\Delta AICc$) e a Ponderação de AICc (AICcw). A adição do biocarvão na cama de frango aumentou a adsorção do Pb pelo resíduo, sendo possível concluir que o biocarvão, por possuir elevada CTC, superfície porosa e alta densidade de grupamentos funcionais de superfície aumenta a afinidade desse metal com o resíduo.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da adição de diferentes doses de biocarvão na adsorção do chumbo (Pb) no resíduo de cama de frango. A

PALAVRAS-CHAVE: biossorção, contaminação ambiental, metais pesados.

ADSORPTION OF LEAD IN CHICKEN LITTER WITH THE ADDITION OF BIOCHAR

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the effects of adding different doses of biochar on lead adsorption in chicken litter waste. The chicken litter used in the experiment comes from farms located in the municipality of São José do Vale do Rio Preto. The biochar was prepared from commercial charcoal produced from eucalyptus wood, dried in a forced air circulation oven and finely ground in a ball mill. Biochar was added to poultry litter in relation to its dry weight in proportions of 0% (control) and 10%. The adsorption process was evaluated using the adapted Laboratory Batch Method, with increasing concentrations of $Pb(NO_3)_2$. The extracts were analyzed by atomic absorption spectrometry and then the IsoFit version 1.2 program was used to select the most appropriate model to describe the adsorption of Pb in chicken litter. To compare the fit of the models, the Corrected Akaike Information Criterion (AICc), AICc Variation ($\Delta AICc$) and AICc Weighting (AICcw) were analyzed. The addition of biochar to chicken litter increased the adsorption of Pb by the residue, making it possible to conclude that biochar, due to its high CTC, porous surface and high density of surface functional groups, increases the affinity of this metal with the residue.

KEYWORDS: biosorption, environmental contamination, heavy metals.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo (AVISITE, 2021). Devido a essa crescente produção, têm sido geradas quantidades elevadas de resíduos, sendo a cama de frango o resíduo avícola produzido em maior quantidade. A cama de frango é formada pela combinação de penas de aves, ração desperdiçada, forração do piso das granjas e outros resíduos da criação das aves como produtos veterinários (HAHN, 2004). Por possuir elevado nível de macro e micronutrientes, além de baixo custo, esse material é amplamente utilizado como fertilizante orgânico (BHERING et al., 2017).

Entretanto, a aplicação da cama de frango não tratada na agricultura pode gerar impactos como a contaminação por metais pesados, levando a um acúmulo desses elementos nas camadas mais superficiais do solo, conseqüentemente causando a contaminação de mananciais e alimentos produzidos (KPOMBLEKOU-A; MORTLEY, 2016), o que favorece a entrada desses metais na cadeia trófica.

Alguns metais pesados, como o Cu, Zn, Fe e Mn são adicionados deliberadamente na alimentação dos frangos como promotores de crescimento. Entretanto, outros metais pesados, como o Pb, podem ser adicionados de forma involuntária na ração através de impurezas presentes nos ingredientes utilizados no seu preparo e através de medicamentos adicionados na mesma (SAGER, 2007). Nesse cenário, o Pb destaca-se por não desempenhar funções biológicas, ser um elemento tóxico aos seres vivos, que se acumula no organismo (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

Assim, torna-se necessário propor alternativas de tratamento prévio desse resíduo à sua utilização como adubo orgânico na agricultura. A utilização do biocarvão associado à cama de frango previamente à sua aplicação na agricultura pode favorecer a adsorção de metais pesados pelo biocarvão possuir elevada capacidade de troca catiônica (CTC), elevada superfície específica e grande densidade de grupamentos funcionais oxigenados em sua superfície (ZONG et al., 2021).

Dessa forma, avaliar o efeito da adição do biocarvão no processo de adsorção do Pb à cama de frango contribui para uma aplicação segura desse resíduo orgânico na agricultura e para a segurança alimentar. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo de adsorção do Pb à cama de frango tratada com as doses de 0% e 10% de biocarvão, mediante a seleção de modelos de isothermas para descrever o fenômeno de adsorção.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do ensaio de adsorção foi utilizada cama de frango oriunda de granjas localizadas no município de São José do Vale do Rio Preto, Rio de Janeiro. O biocarvão foi preparado a partir de carvão vegetal comercial produzido de madeira de eucalipto, seco em estufa de circulação forçada de ar e finamente moído em moinho de bolas. O biocarvão foi adicionado à cama de aviário em relação ao seu peso seco nas proporções de 0% (controle) e 10%.

O ensaio de adsorção foi realizado através de uma adaptação do método de batelada proposto por Harter e Naidu (2001). Para a realização da análise, foi utilizado 0,5 g de amostra pesadas e posteriormente transferidas para tubos falcon. Foram adicionados 20 ml de solução com concentrações crescentes do metal de interesse (Pb): 0; 30; 60; 120; 200; 280 e 360 mg L⁻¹ de Pb(NO₃)₂. Os extratos obtidos foram analisados através de espectrometria de absorção atômica marca Varian SpectrAA 55B, no Departamento de Solos na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), para determinação dos teores de Pb.

Para escolha do modelo mais adequado para descrever a adsorção de Pb na cama de frango foram utilizados parâmetros de oito equações isotérmicas através do software IsoFit versão 1.2 (MATTOT;RABIDEAU, 2008), sendo elas: Isoterma BET; Isoterma de Freundlich; Freundlich com Particionamento Linear – FP; Isoterma de Langmuir; Isoterma de Langmuir – Freundlich (LF); Langmuir com Particionamento Linear – LP; Isoterma Linear; Isoterma Toth.

Após a comparação dos modelos de adsorção, foram selecionados os mais adequados para o metal através do coeficiente de determinação (R²), Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICc), Variação de AICc (Δ AICc) e Ponderação de AICcw (AICcw), fornecidos pelo IsoFit.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores de R^2 , AICc, AICw e $\Delta AICc$ para os oito modelos de isothermas calculados pelo software IsoFit. Os valores foram os critérios utilizados para a seleção dos melhores modelos de adsorção de Pb. Observa-se que os valores de R^2 não expressaram diferenças entre os modelos para ambos os tratamentos, portanto o uso desse parâmetro para seleção de modelos de adsorção não apresentou um bom desempenho.

Considerando os valores de AICc, o modelo Linear e o de Langmuir com Particionamento Linear foram os que apresentaram menor valor para o tratamento de 0% e o modelo de Langmuir para o tratamento 10%. De acordo com BURNHAM; ANDERSON (2004), o modelo que apresentar menor valor de AICc pode ser considerado como mais adequado para representar a adsorção dos metais nos solos, levando em consideração que o menor valor desse critério representa maior proximidade da realidade por ser uma medida de aproximação entre o modelo verdadeiro e o modelo calculado.

Tabela 1: Modelos de isothermas de adsorção do Pb dado pelo IsoFit para a cama de frango não compostada com a adição de biocarvão.

Teor de biochar		BET	Freundlich	Freundlich-Partition	Langmuir	Langmuir-Freundlich	Langmuir-Partition	Linear	Toth
0%	R2	0,650	0,650	0,650	0,648	0,797	0,650	0,650	0,650
	AICc	98,475	89,987	109,987	90,015	107,109	83,320	83,320	109,987
	AICw	0,000	0,017	0,000	0,017	0,000	0,483	0,483	0,000
	$\Delta AICc$	15,155	6,667	26,667	6,695	23,789	0,000	0,000	26,667
10%	R2	0,902	0,952	0,952	0,973	0,994	0,972	0,902	0,947
	AICc	98,286	79,546	99,550	76,712	92,325	96,773	79,011	102,682
	AICw	0,000	0,155	0,000	0,641	0,000	0,000	0,203	0,000
	$\Delta AICc$	21,574	2,834	22,838	0,000	15,612	20,061	2,299	25,969

Os critérios complementares ΔAIC e AICw foram utilizados para avaliar a probabilidade de acerto na escolha do modelo. Através do AICw foi possível observar o peso de cada um dos modelos para representar as isothermas de adsorção. Assim, os critérios ΔAIC e AICw corroboraram com a seleção dos modelos Linear e Langmuir com Particionamento Linear para descrever a adsorção do Pb à cama de frango sem adição de biocarvão (0%), e do modelo de Langmuir para descrever a adsorção à cama de frango com 10% de biocarvão.

Na Figura 1 é apresentado o comportamento das isothermas de adsorção do Pb à cama de frango com 0% e 10% de biocarvão. Observa-se que a adição de biocarvão aumentou a afinidade do metal pelo adsorvente mudando o comportamento das isothermas, explicando assim a seleção de modelos distintos quanto à adsorção do metal ao resíduo com diferentes doses de biocarvão. Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros gerados pelo software IsoFit para os modelos que melhor se ajustaram para os estudos de adsorção do Pb em cama de frango com adição de 0 e 10% de biocarvão.

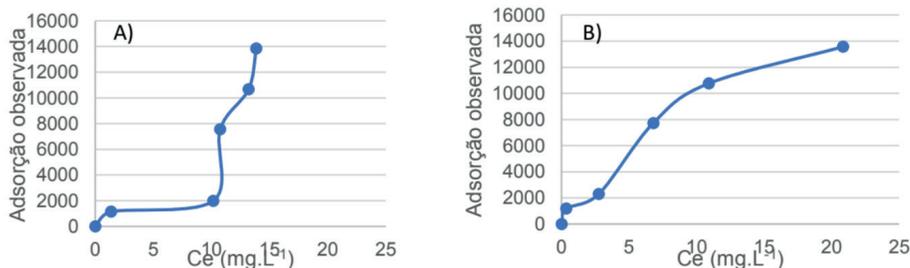


Figura 1: Isotermas de adsorção de Pb em cama de frango não compostada com adição de biocarvão a 0% (A), 10% (B).

Tabela 2: Parâmetros de isotermas de Pb gerados pelo IsoFit para a cama de frango com a adição de biocarvão.

Biocarvão	Langmuir com Particionamento Linear			Linear	Langmuir	
	Kp	Q0	b	Kd	Qmax (mg Kg ⁻¹)	b
0%	743,14	0,00070	0,00000009	743,16		
10%					24552,30	0,063

Na Figura 1A é apresentada uma curva do tipo S, que segundo SPOSITO (2008), é caracterizada por possuir uma pequena inclinação inicial que tende a aumentar de acordo com a concentração do adsorbato. Esse padrão sugere que em baixas concentrações, ocorre baixa afinidade do adsorbato pelo adsorvente e uma elevada afinidade pelo ligante solúvel. Entretanto, é possível observar na Figura 1B que a adição de biocarvão aumenta a afinidade do metal pelo adsorvente nas concentrações mais baixas, fazendo com que o metal presente na solução possivelmente esteja formando complexos com a cama de frango através de ligações covalentes, reduzindo assim a mobilidade e biodisponibilidade de Pb. O biocarvão possui elevada capacidade de troca catiônica e elevada superfície específica auxiliando na adsorção de contaminantes orgânicos e inorgânicos em sua superfície, o que reduz a mobilidade de poluentes em solos contaminados (BEESLEY et al., 2011).

CONCLUSÕES

A adição de biocarvão promoveu mudanças na adsorção de Pb aumentando da afinidade do metal pelo adsorvente. Essa característica pode influenciar na redução da mobilidade e biodisponibilidade do Pb para a solução do solo. Dessa forma, a adição do biocarvão à cama de frango previamente à sua aplicação agrícola apresenta um potencial de redução da contaminação de Pb e do risco de entrada na cadeia trófica.

AGRADECIMENTOS

A todos do laboratório de Química e Poluição do Solo por auxiliar nas análises e neste trabalho. A CAPES, CNPq e FAPERJ por apoiar e fomentar a iniciação científica, dos alunos da graduação, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Ciência do Solo (PPGA-CS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVISITE: O portal da avicultura. **Notícias**. 2021. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/index.php?page=noticias&id=24379>. Acesso em: 08 out. 2023.

BEESLEY, L., & MARMIROLI, M. **The immobilization and retention of soluble arsenic, cadmium and zinc by biochar**. Environmental Pollution, Vol. 159(2), pp. 474-480, 2011.

BHERING, A. S.; CARMO, M. G. F.; MATOS, T. S.; LIMA, E. S. A.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. **Soil factors related to the severity of clubroot in Rio de Janeiro, Brazil**. Plant Disease, v. 101, n. 8, p. 1345–1353, 2017.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection**. Sociological Methods and Research. Beverly Hills, v.33, n.02, p.261-304, 2004.

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, 2004. 130 p. (Dissertação Mestrado).

HARTER, R. D.; NAIDU, R. An assessment of environmental and solution parameter impact on trace-metal sorption by soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, n. 3, p. 597-612, 2001.

KPOMBLEKOU-A, K.; MORTLEY, D. **Organic Fertilizers in Alabama: Composition, Transformations, and Crop Response in Selected Soils of the Southeast United States**. ORGANIC FERTILIZERS, p. 25, 2016.

MATTOT, L. S.; RABIDEAU, A. J. ISOFIT - **A program for fitting sorption isotherms to experimental data**. Environmental Modelling & Software, v.23, p.670-676, 2008.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. **Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde**. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health, v.15, n.2, 2004.

SAGER, M. **Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria**. Soil Biology and Biochemistry, v. 39, p. 1383-1390, 2007.

SPOSITO, G. **The Chemistry of Soils**. Second edition. 344 p. 2008.

ZONG, Y.T., XIAO, Q., LU, S.G., 2021. **Biochar derived from cadmium-contaminated ricestraw at various pyrolysis temperatures: cadmium immobilization mechanisms and environmental implication**. Bioresour. Technol. 321, 124459.