

1- Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal: 69, CEP: 13820-000, Jaguariúna-SP, Brasil. E-mails: sonia@cnpma.embrapa.br, veraf@cnpmq.embrapa.br, gomes@cnpma.embrapa.br e gustavo@cnpma.embrapa.br

RESUMO. O presente estudo apresenta os dados obtidos de adsorção e dessorção do hexazinone em Latossolo Vermelho distrófico (LVd), nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, solo este representativo da área de recarga do Aquífero Guarani, região de Ribeirão Preto.

ABSTRACT. The present work presents the results obtained for adsorption and desorption of hexazinone in Quartzipsammentic Haplorthox in the depths 0-10 cm and 10-20 cm, this soil is representative of the recharge area of Guarani Aquifer, region of Ribeirão Preto.

1.- Introdução

O Aquífero Guarani possui extensão intercontinental de 1.150.000 km², onde 840.000 km² localizam-se em território brasileiro (São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e os demais na Argentina, Uruguai e Paraguai. As áreas de afloramento do Aquífero no Brasil compreendem mais de 100.000 km². A Microbacia do Córrego do Espiraído, localizada na região de Ribeirão Preto, São Paulo, é uma dessas áreas de afloramento, onde existe predomínio do cultivo da cana-de-açúcar. Esta cultura apresenta a maior participação percentual do valor da produção do estado de São Paulo, 32% em 2000, com predomínio no uso dos herbicidas: atrazina, ametrina, simazina, diuron, tebutiuron e hexazinone.

Em estudos realizados sobre a avaliação do impacto desses agrotóxicos na qualidade de águas foram ressaltados aspectos relacionados à vulnerabilidade natural da área^{1,2}. A predominância de solos dos tipos Areia Quartzosa e Latossolos de textura média, que exibem alta permeabilidade, favorecem a descida de produtos até as camadas mais profundas e, conseqüentemente, até o lençol subterrâneo³.

O herbicida hexazinone é amplamente aplicado nessa área e seu comportamento é ainda pouco conhecido. Os estudos citados anteriormente indicaram, em uma abordagem exploratória preliminar, fazendo uso de simulação utilizando dados médios de literatura para as características do produto, a necessidade de avaliação detalhada do uso desse composto em função do potencial de lixiviação que o mesmo apresenta. Diante desses fatos e considerando que 100% do abastecimento urbano de água nesta região é proveniente desse manancial, a demanda pelo conhecimento mais amplo do comportamento desse

produto na área é imprescindível.

Existem vários métodos de avaliação dos processos de adsorção em pesticidas, entretanto, o mais utilizado é a isoterma de Freundlich (equação 1).

$$\log (X/M) = \log K_f + (1/n) \log C_e \quad (1)$$

onde:

-X/M = quantidade de pesticida adsorvido ou remanescente na argila ($\mu\text{g g}^{-1}$);

-C_e = concentração do pesticida na solução em equilíbrio com a argila ($\mu\text{g mL}^{-1}$);

-K_f = coeficiente de adsorção ou dessorção;

-1/n = grau de linearidade da adsorção ou dessorção.

O objetivo deste estudo foi avaliar a adsorção e subsequente dessorção da hexazinone no latossolo vermelho distrófico (LVd), nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, solo este representativo da área de recarga do Aquífero Guarani, região de Ribeirão Preto.

2.- Materiais e Métodos

O solo estudado foi coletado na microbacia do Córrego do Espiraído que é uma das áreas de afloramento do Aquífero Guarani. As amostras obtidas nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm de profundidade foram secas ao ar e passada em peneira de 2,0 mm de malha.

Soluções de hexazinone foram preparadas em cloreto de cálcio 0,01 mol L⁻¹ e adicionadas a 5 g de solo, em tubos cônicos de 50 mL provido de tampa. A cada tubo foram adicionados 25 mL da solução de cloreto contendo o padrão de hexazinone, de modo que as concentrações finais fossem: 0,02; 0,05; 0,10; 0,15; 0,2; 0,5; 1,0 e 1,6 $\mu\text{g mL}^{-1}$, em triplicata. Os frascos foram agitados por 24 h em um agitador orbital a 25 °C e 170 rpm. Após este tempo de equilíbrio, a solução foi centrifugada a 3000 rpm por 15 min. O sobrenadante foi removido e filtrado em membrana filtrante de 47 mm de diâmetro e porosidade 0,45 μm e analisado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). A quantificação do hexazinone foi feita em um cromatógrafo Agilent, modelo 1100, com detector ultravioleta a 247 nm. Utilizou-se a coluna Octadecyl (C-18) de 250 mm x 4,6 mm x 5 μm ; fase móvel metanol/água (50:50, v/v), vazão de 1,0 mL min⁻¹; e volume de injeção 100 μL . A diferença entre as concentrações inicial e a encontrada foi considerada como devida à adsorção de hexazinone ao solo.

Para avaliação da dessorção, os frascos dos quais se retirou todo o sobrenadante foram pesados e outros 25 mL de solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ foram adicionados. As

concentrações do hexazinone foram determinadas e os resultados foram expressos como quantidade adsorvida ou dessorvida por grama de solo. O coeficiente de distribuição (K_f) foi estimado pelo modelo de Freundlich e normalizado pela equação $K_{oc} = (K_f / \% \text{ carbono orgânico}) \times 100^4$.

3.- Resultados e Discussão

A adsorção/dessorção do hexazinone foi determinada usando-se a relação logarítmica de Freundlich (equação 1) e também a relação linear entre as concentrações de herbicida no solo (X/M) e na água (C_e) (equação 2):

$$X/M = K \cdot C_e \quad (2)$$

onde, K e K_f são os coeficientes de adsorção (sendo K_f o coeficiente de Freundlich).

Os valores de C_e e X/M são determinados por CLAE empregando-se diferentes concentrações iniciais de herbicida.

As Figuras de 1-6 apresentam os gráficos das isotermas de adsorção/dessorção para o herbicida no solo, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, nas formas linearizadas (Freundlich), Figuras 1, 2, 4 e 5 e não linearizadas, Figuras 3 e 6. A Tabela 1 apresenta as constantes de Freundlich obtidas a partir das Figuras 1, 2, 4 e 5, cujos resultados descrevem o comportamento do hexazinone no latossolo vermelho distrófico (LVd).

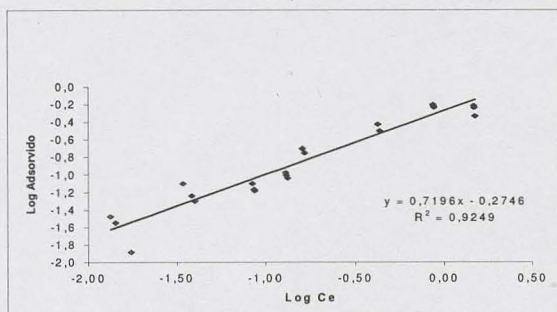


Figura 1. Isoterma de adsorção linearizada; camada 0-10 cm.

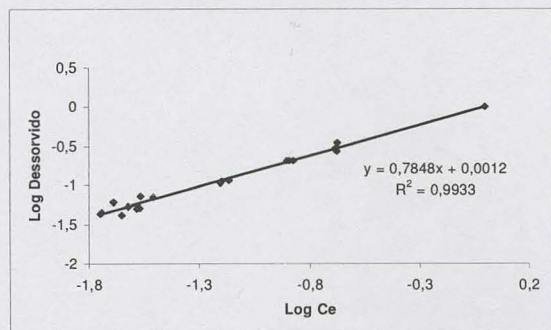


Figura 2. Isoterma de dessorção linearizada; camada 0-10 cm.

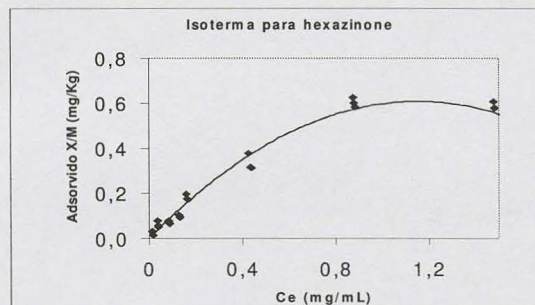


Figura 3. Isoterma de adsorção não linearizada; 0-10 cm.

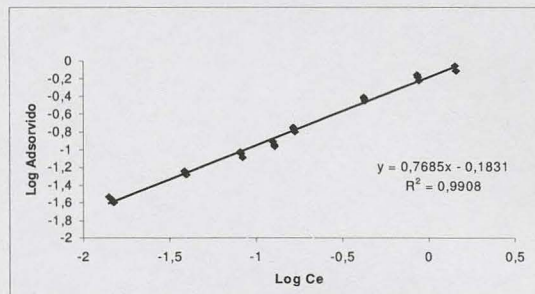


Figura 4. Isoterma de adsorção linearizada; camada 10-20 cm.

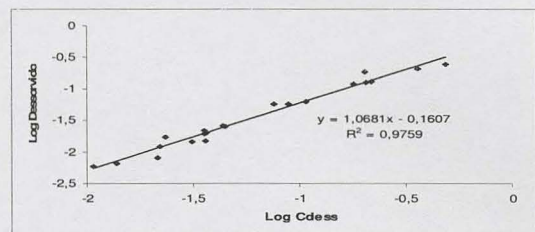


Figura 5. Isoterma de dessorção linearizada; camada 10-20 cm.

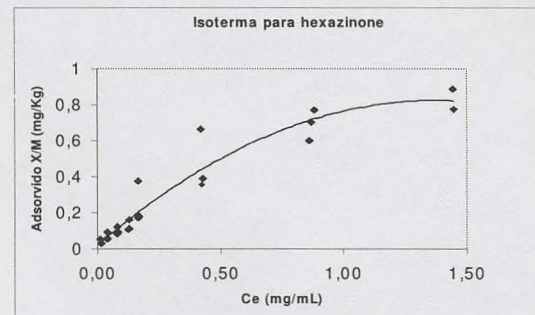


Figura 6. Isoterma de adsorção não linearizada; 10-20 cm.

Utilizando-se a relação de Freundlich (Figura 1), verifica-se que K_f na camada 0-10 cm ($K_f = 0,53$) foi menor que na camada 10-20 cm (Figura 4, $K_f = 0,66$). Esses valores estão de acordo com a literatura, que relata valores de K_f de 0,13 a 1,58 para hexazinone em seis tipos de solos brasileiros⁵. A correlação linear (r^2) nas isotermas de adsorção variaram de 0,92 a 0,99, indicando que o modelo matemático é adequado. Analisando-se os valores de K_f de dessorção

(Figuras 2 e 5), verifica-se que o herbicida dessorve mais na camada 0-10 cm ($K_f = 1,002$) em relação à camada 10-20 cm ($K_f = 0,69$). Isso significa que o hexazinone será lixiviado para camadas inferiores do solo, podendo chegar ao lençol freático.

Tabela 1. Constantes de Freundlich obtidas a partir dos gráficos.

LVd (0-10 cm)	ADSORÇÃO	DESSORÇÃO
Log K_f	-0,2746	0,0012
1/n	0,7196	0,7848
K_f	0,53	1,002
Koc	29,1	55,0
LVd (10-20 cm)	ADSORÇÃO	DESSORÇÃO
Log K_f	-0,1831	-0,1607
1/n	0,7685	1,0681
K_f	0,66	0,69
Koc	23,5	37,9

4.- Conclusões

Foram determinados os valores do coeficiente de adsorção e dessorção ao carbono orgânico do hexazinone no solo predominante da região de Ribeirão Preto, nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm. Os valores obtidos indicam que o hexazinone tem potencial para lixiviar para camadas mais profundas do solo, podendo chegar às águas subterrâneas.

Referências Bibliográficas

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Impacto ambiental e implicações sócio-econômicas da agricultura intensiva em água subterrânea. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 1999. 36 p (Relatório final de atividades).

Gomes, M.A.F.; Spadotto, C.A.; Lanchotte, v.I. Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente, 2001, 11, 65.

Pessoa, M.C.P.Y.; Gomes, M.A.F.; Dornelas De Sousa, M.; Nicolell, A.G.; Cerdeira, A. L. ; Monticelli, A. Rev. Cient. Rural, 1999, 4, 15.

WSSA. Weed Science Society of America. Herbicide Handbook. 6 th ed. Champaign: WSSA, 1989. 310 p.

Oliveira, R. S. Jr.; Koskinen, W. C.; Ferreira, F.A. Weed Research, 2001, 41, 97.