



Análise da Utilização do Pesticida Paraquat na Agricultura do Campo Experimental de Bom Jardim, RJ

Thaís Cristina Campos de Abreu⁽¹⁾; Tácio Mauro Pereira de Campos⁽²⁾;
Denise Maria Mano⁽³⁾; Guilherme Kangussú Donagemma⁽⁴⁾
& Heitor Luiz da Costa Coutinho⁽⁴⁾

⁽¹⁾Mestra em Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), thaisccabreu@yahoo.com.br

⁽²⁾Professor Associado, Depto Engenharia Civil, PUC-Rio, RJ, CEP 22453-900, tacio@rdc.puc-rio.br ⁽³⁾Professora Adjunto, Depto Engenharia Civil, PUC-Rio, dmano@civ.puc-rio.br ⁽⁴⁾Pesquisador Embrapa-CNPS, RJ, donagemmaster@gmail.com, heitor@cnps.embrapa.br

Apoio Pronex - FAPERJ

RESUMO: O trabalho apresenta possíveis conseqüências da utilização do pesticida Paraquat na agricultura a partir de resultados da execução em laboratório de ensaios de batelada (adsorção e dessorção) e de coluna em um solo (Cambissolo) de Bom Jardim, RJ. A avaliação dos parâmetros de transporte (fator de retardamento e dispersão hidrodinâmica), obtidos pelos ensaios, mostrou que o Paraquat se comportou como sendo de elevada capacidade de adsorção ao solo estudado. Embora a taxa de dessorção tenha sido pequena, a mesma não pode ser desconsiderada tendo em vista os processos de erosão hídrica. Conclui-se, portanto, que o Paraquat apresenta baixo risco de contaminação de águas subterrâneas por lixiviação, sendo provavelmente o maior risco de contaminação via escoamento superficial, devendo tal ser mais investigado visando subsidiar o uso sustentável da área.

Palavras-chave: Paraquat, ensaio de coluna, dessorção.

INTRODUÇÃO

Na agricultura o preparo do solo tem por objetivo melhorar as condições superficiais e internas do mesmo. Contudo, este preparo promove alterações das condições físicas de superfície e subsuperfície, podendo influenciar nos fatores relacionados a processos de erosão hídrica. Os fatores primários mais importantes que influenciam a erosão hídrica do solo são a cobertura e a rugosidade superficial por serem responsáveis por, praticamente, toda a retenção e armazenagem de água e sedimentos na superfície do solo (Bertol et al., 2006).

Outra forma de alterar o solo é através da utilização de compostos químicos que auxiliam numa maior produtividade agrícola, porém modificam a salinidade do solo. Uma boa prática de manejo é necessária para a conservação do solo, como também a redução da utilização de defensivos

agrícolas, minimizando os riscos de contaminação de águas superficiais e subterrâneas.

No município de Bom Jardim, localizado no Estado do Rio de Janeiro, encontra-se um Campo Experimental que vem sendo monitorado pela Embrapa-Solos. Neste local a forma predominante de agricultura é o sistema de pousio (Mendes, 2006), e, em muitos casos, é feito simultaneamente o cultivo rotativo pelo manejo manual. Com isto, promove-se não só uma recuperação da área pela vegetação local, como também uma recuperação e/ou reposição de nutrientes. Ainda que a forma de agricultura seja planejada, a utilização de pesticidas no cultivo é freqüente, sendo que o mais utilizado no Município é o Paraquat, que é um herbicida de amplo espectro e de rápida ação.

O Paraquat é um composto de alta toxicidade ao ser humano quando ingerido (Schmitt et al., 2006). Assim sendo, avaliar sua permanência no solo é de extrema relevância.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a utilização do pesticida na agricultura, considerando principalmente os riscos de contaminação de águas superficiais e subterrâneas e nortear o uso mais sustentável do solo. Neste sentido foram determinados parâmetros de transporte do herbicida a partir de ensaios de batelada e de coluna em amostras de solo de distintas colorações e manejo.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi desenvolvido utilizando amostras de solo do Campo Experimental com coordenadas geográficas de 22° 09' 62'' S e 42° 17' 14'' W. O solo utilizado no estudo é um Cambissolo e a amostragem foi feita a aproximadamente 60 cm da superfície, evitando-se com isto a interferência de raízes no processo de moldagem do material no campo e em laboratório. As amostras foram coletadas de três áreas em que o uso do solo é distinto: feijão, pousio e banana. Para cada local foi



atribuído, segundo a coloração de solo encontrado, um horizonte, sendo eles: A, B e C.

Para a determinação dos parâmetros de transporte do Paraquat foram executados ensaios de coluna e de batelada de adsorção e dessorção (Abreu, 2008). O ensaio de batelada seguiu a norma da EPA (1991) que consiste em agitar uma solução por um determinado tempo de equilíbrio. Para a obtenção da isoterma de adsorção as concentrações utilizadas foram de 50, 100, 200, 300, 400 e 500 mg/L para um tempo de equilíbrio de 116 horas de agitação, como encontrado por Abreu (2008). Após o ensaio de adsorção, o processo de dessorção ocorreu para as concentrações iniciais de 300 mg/L, porém ao final da adsorção, adiciona-se água destilada por 24 horas de agitação.

O ensaio de coluna, ou ensaio de advecção-dispersão-sorção (ADS) foi realizado com o equipamento desenvolvido no Laboratório de Geotecnia e Meio Ambiente da PUC-Rio, por Borges (1997). O ensaio consiste em percolar um líquido de concentração conhecida através de uma coluna de solo até que a concentração de saída seja igual à de entrada. A concentração inicial utilizada no procedimento é de 300 mg/L, igual à usada na aplicação no campo. Esta concentração foi mantida constante durante o ensaio e alíquotas de efluente são coletadas para análise química a fim de determinar a concentração de saída do Paraquat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo ensaiado foi classificado como representativo de um horizonte C do perfil do terreno local. Outras duas amostras, representativas dos horizontes A e B do perfil, foram também ensaiadas. Os resultados das mesmas, entretanto, não são discutidos neste trabalho.

Propriedades físicas do solo foram obtidas a partir de ensaios de caracterização geotécnica, segundo normas da ABNT. Resultados de tais ensaios estão apresentados na Tab.1 (ensaios de granulometria, massa específica dos grãos e limites de consistência). Propriedades químicas, compreendendo o teor de carbono orgânico (C_{org}), pH, capacidade de troca catiônica (CTC), foram determinadas segundo a Embrapa-Solos, como visto na Tab.2.

Tabela 1 – Propriedades físicas do horizonte C.

G_s	Pd	Ar	Silt	Arg	LL	LP
	%	%	%	%	%	%
2,7	1,7	44	16	39	55	32

Obs: G_s : densidade dos grãos; Pd: pedregulho; Ar: areia; Silt: silte; Arg: argila; LL: limite de liquidez e LP: limite de plasticidade.

Tabela 2 – Propriedades químicas do horizonte C.

pH	pH	CTC	C_{org}
H_2O	KCl	$Cmol/dm^3$	g/kg
4,8	3,9	6,9	5,3

Características mineralógicas foram determinadas por meio de lâminas da fração argila seguindo o método do gotejamento e realizadas pelo Laboratório de Difractometria de Raio X, do Departamento de Ciências dos Materiais e Metalurgia, PUC-Rio, sendo os minerais presentes o quartzo, a caulinita e a gibsitita.

A isoterma de adsorção obtida está apresentada no Graf. 1. Utilizando-se os modelos de Freundlich e Langmuir, apresentados nas equações um e dois, respectivamente, obteve-se fatores de correlação superiores a 0,98, indicando que os dados experimentais podem ser expressos utilizando ambos os modelos. Os parâmetros de adsorção obtidos por cada um não são, entretanto, representativos de um composto de alta adsorção, como apresentado na Tab.3.

$$\log q = \log K_f + 1/n_f \log C_{eq} \quad (\text{eq.um})$$

onde q é a quantidade de Paraquat adsorvida por grama de solo [mg/g]; C_{eq} é a concentração da fase líquida no equilíbrio [mg/L]; K_f é o coeficiente de adsorção de Freundlich [$mg/g(L/mg)^{1/n_f}$] e n_f é a constante de intensidade de adsorção de linearidade que está restrita entre 0 e 1.

$$C_{eq}/q = 1/(K_L Q_m) + C_{eq}/Q_m \quad (\text{eq.dois})$$

onde K_L é o coeficiente de Langmuir [L/mg] e Q_m é a capacidade máxima de adsorção [mg/g].

Gráfico 1 – Isoterma de adsorção do Paraquat.

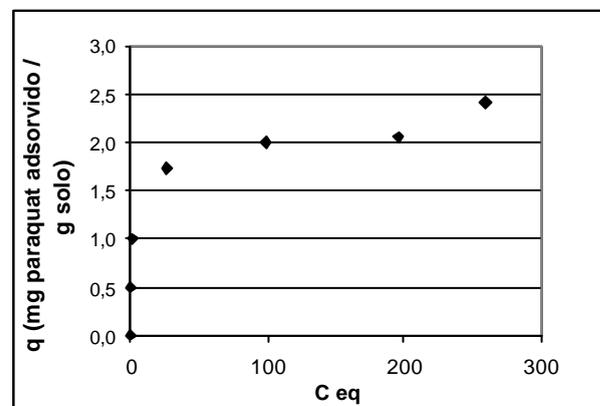




Tabela 3 – Parâmetros dos modelos utilizados.

Freundlich			Langmuir		
K_f	n_f	R^2	K_L	Q_m	R^2
1,16	7,23	0,980	0,16	2,3	0,987

Para o processo de dessorção foi observada uma pequena porcentagem de Paraquat dessorvido do solo, de aproximadamente 4 % do adsorvido.

O ensaio ADS, que foi realizado para quatro colunas de solo, permitiu determinar os parâmetros relacionados ao transporte do Paraquat a partir da curva de transporte (curva breakthrough) e a relação entre a dispersão hidrodinâmica (D_h) e velocidade média (v). O Gráfico dois apresenta as curvas de transporte do Paraquat. Das mesmas, pode-se obter o fator de retardamento (R) no ponto de concentração relativa igual a 0,5. Os valores encontrados são apresentados na Tab.3. Nesta tabela estão também incluídas características das colunas de solo ensaiadas bem como os parâmetros de transporte definidos a partir dos ensaios.

Gráfico 2 – Curva de transporte do Paraquat.

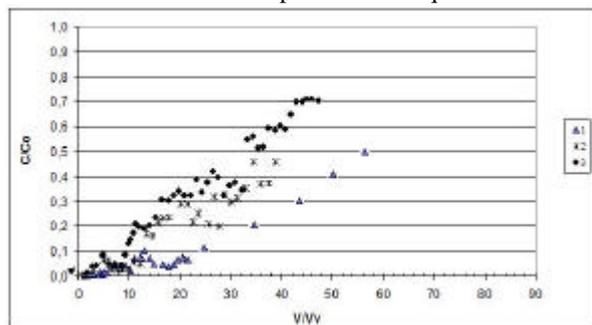


Tabela 3 – Resumo do ensaio ADS

Coluna	1	2	3
Altura (cm)	12	10	5
Volume (cm ³)	136	113	57
γ_{nat} (g/cm ³)	1,77	1,94	1,77
S (%)	55,7	68,9	58,7
n	0,44	0,63	0,44
R	56	39	34
D_h (cm ² /s)	1,8E-3	1,1E-3	0,5E-3
v (cm/s)	9,1E-4	4,7E-4	3,1E-4

Obs: γ_{nat} : peso específico natural; S: grau de saturação e n: porosidade

CONCLUSÕES

Através das propriedades físicas, químicas e mineralógicas observa-se que o solo em questão é representativo de um solo de baixa capacidade de troca catiônica, como esperado para um solo com alta porcentagem de areia e com a caulinita e a

gibbsita como argilo-minerais presentes. É também observado que o solo possui uma eletronegatividade negativa dada pela diferença entre os pH's, o que favorece a adsorção de moléculas positivas, como a molécula de Paraquat.

Com o resultado da isoterma de adsorção vê-se que o Paraquat é altamente adsorvido pelo solo, e também que, apesar de ser um composto altamente solúvel em água, sua dessorção é pequena. Mas, esta dessorção é alarmante por se tratar de um herbicida de alta toxicidade, principalmente quando ingerido.

Do ensaio ADS comprovou-se que o Paraquat fica aderido às partículas sólidas, sendo difícil uma contaminação do lençol freático pela percolação do soluto num perfil de solo.

A adsorção do pesticida ao solo foi independente do manejo adotado no local. Estudos utilizando camadas mais superficiais incluindo o escoamento superficial poderão esclarecer melhor o comportamento do Paraquat em resposta ao manejo.

Assim, os resultados do estudo indicam que a maior preocupação está no fato de que o Paraquat, aderido às partículas sólidas, pode ser carregado por águas de escoamento superficial. Isto pode ser mais agravante quando o manejo do solo não é feito corretamente e o processo de erosão se torna acentuado.

REFERÊNCIAS

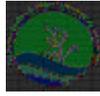
ABREU, T. C. C. de Avaliação do Transporte do Herbicida Paraquat em Amostras de Solo do Campo Experimental de Bom Jardim, RJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2008.

BERTO, I. et al, Seção VI – Manejo e Conservação do Solo e da Água: Parâmetros Relacionados com a Erosão Hídrica sob Taxa Constante da Enxurrada, em Diferentes Métodos de Preparo do Solo. R. Bras. Ci. Solo, 30:715-722. 2006.

BORGES, A. F; de CAMPOS, T. M. P.; NOBRE, M. M. M. Desenvolvimento de um Sistema de Permeômetros para Ensaio de Transporte de Contaminante em Laboratório. Solos e Rochas. São Paulo. V.20. 3 p.191-207. 1997.

EPA Technical Resource Document: Batch-Type Procedures For Estimating Soil Adsorption of Chemicals. 1991.

GILLES, C. H. et al, Studies in Adsorption. Part XI* A System of Classification of Solution Adsorption Isotherms, and its Use in Diagnosis of



Adsorption Mechanisms and in Measurement of Specific Surface Areas of Soil. Journal of the Chemical Society. p.3973-3993. 1960.

MENDES, C. A. R. Erosão Superficial em Encosta Íngreme sob Cultivo Perene e com Pousio no

Município de Bom Jardim – RJ. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – UFRJ. Rio de Janeiro. 2006.

SCHMITT, G. C. et al. Aspectos gerais e diagnóstico clinicolaboratorial. J. Bras. Patol. Méd. Lab. Vol.42, n.4. p.235-243. 2006.