

Estudo da lixiviação de fósforo em colunas de solos de subsuperfície de três pedossequências do Paraná⁽¹⁾.

Cristhiane Anete Neiverth⁽²⁾; Renato Antônio Dedecek⁽³⁾; Gustavo Ribas Curcio⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

⁽²⁾ Doutoranda do Programa de Pós-graduação de Solos e Nutrição de Plantas; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP); Piracicaba, São Paulo; crisneiverth@hotmail.com; ⁽³⁾ Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro Nacional de Pesquisas Florestais.

RESUMO: A prática agrícola causa a degradação dos recursos naturais devido à lixiviação dos agroquímicos e a poluição dos mananciais. Este trabalho objetiva determinar a lixiviação de Fósforo (P) em três pedossequências do Paraná, sendo: Latossolo Bruno*, Cambissolo Húmico*, Gleissolo Melânico; Latossolo Vermelho, Cambissolo Húmico, Organossolo Háplico; Latossolo Vermelho, Argissolo Acizentado, Planossolo Háplico. Para evitar o fluxo preferencial na parede da coluna, o experimento foi iniciado imediatamente para a estrutura do solo não ressecar. Foram coletadas colunas indeformadas na profundidade de 50-100 cm e adicionado quantidade de NPK e ureia equivalente a adubação recomendada para 5 anos e volume de água equivalente a um ano de chuvas. Os teores de P em água foram determinados em espectrofotômetro. A média ponderada para a concentração de P solúvel apresentou valores acima do estabelecido pela legislação para todos os solos estudados, que sugere um valor de 0,02 mg L⁻¹ na água.

Termos de indexação: regime hídrico, texturas, poluição dos mananciais.

INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas contribuem para a transferência de nutrientes para os mananciais hídricos. Na Europa se considera que entre 24 a 71% do total de P transferido para os rios são originados de áreas agricultáveis (Vichi & Chiaudani, 1987). O P é um elemento essencial para vida dos organismos, sendo considerado um nutriente limitante da atividade primária em sistemas de água doce.

Os valores aceitos, pela legislação, através da Resolução do CONAMA nº. 357 de 2005 (Brasil, 2005) são de 0,02 mg L⁻¹ de P total.

Este trabalho objetiva avaliar a lixiviação de P solúvel em colunas indeformadas de solos de subsuperfície de três pedossequências do estado do Paraná e a correlação entre o volume de P solúvel lixiviado e as características químicas e físico-hídricas que se relacionam com este processo.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação consistiu no estudo de três pedossequências em diferentes regimes hídricos (não-hidromórfico (NH), semi-hidromórfico (SH) e hidromórfico (H)) do estado do Paraná. A primeira pedossequência encontra-se na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)-Transferência de Tecnologia, município de Ponta Grossa, Paraná. A segunda encontra-se na área experimental da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), município de Ponta Grossa e a terceira no município de Paranavaí, em uma propriedade particular.

Foram coletadas colunas indeformadas de solo nas profundidades de 50 a 100 cm, para cada solo, em triplicata. As colunas eram de material de PVC com 50 cm de altura, 7,5 cm de diâmetro interno e 0,9 cm de espessura de parede. As coletas foram realizadas utilizando-se um aparelho conectado à tomada de força de um trator New Holland TL 75E.

Para evitar que ocorresse fluxo preferencial pela parede da coluna e interferisse no estudo da lixiviação, foi tomado o cuidado de embalar as colunas e forrar caixas plásticas com placas de isopor para que não houvesse mudanças nas suas estruturas enquanto eram transportadas. Logo após as coletas, as mesmas foram levadas para casa de vegetação e o estudo de lixiviação foi iniciado para evitar que a estrutura do solo ressecasse e interferisse no experimento através do fluxo preferencial.

Os solos utilizados no experimento foram classificados de acordo com Santos (2006) como: pedossequência 1: Latossolo Bruno* Distrófico rubrico (P1) Textura argilosa (NH), Cambissolo Húmico* Distrófico gleissólico (P2) textura argilosa (SH), Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico (P3) textura argilosa (H); pedossequência 2: Latossolo Vermelho Distrófico típico (P4) textura média (NH), Cambissolo Húmico Distrófico gleissólico* (P5) textura média (SH), Organossolo Háplico “Sáplico” terço (P6) textura média (H); pedossequência 3: Latossolo Vermelho Distrófico típico (P7) textura

arenosa (NH), Argissolo Acizentado Ta Distrófico típico (P8) textura arenosa (SH), Planossolo Haplíco Distrófico arênico* (P9) textura arenosa (H).

As amostras de solos deformadas e em anéis volumétricos foram coletadas em triplicata, nas profundidades: 0-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 30-50 cm; 50-100 cm. No Gleissolo não foi possível realizar as coletas de solos na última profundidade (50-100 m) devido à saturação hídrica permanente. As análises físicas e químicas dos solos foram realizadas conforme metodologia prescrita em Embrapa (1997).

Após a saturação das colunas com 500 ml de água deionizada, foram adicionados 660 mg de NPK (5-20-20), 110 mg de ureia e 3820 ml de água destilada e deionizada. O volume de água adotado foi baseado na média da precipitação pluviométrica anual que ocorreu nas áreas durante os últimos 10 anos.

Diariamente, os frascos de água lixiviada eram recolhidos e as amostras eram centrifugadas (Centrífuga 5810R Eppendorf), a 12000 rpm, durante 10 minutos. Isso para que o sedimento fosse decantando, sendo a solução sobrenadante coletada com pipetador automático.

O teor de P solúvel em água foi determinado em espectrofotômetro (Spectrometer UV/VIS – Perkin Elmer – Lambda 20) com comprimento de onda de 660 Å, pelo método do teste do ácido ascórbico. O espectrofotômetro foi calibrado para a leitura das amostras, com uma curva de calibração de quatro pontos (0; 0,1; 0,5; 1,0 e 4,0 $\mu\text{g L}^{-1}$), com concentração crescente de P solúvel e r^2 da equação gerada com os pontos da curva foi em média 0,9998. As amostras foram preparadas com 2,5 ml da amostra, 5,0 ml da solução de molibdato de amônio diluída (1/3 de molibdato de amônio (2%) e 2/3 de água destilada e deionizada).

As análises dos dados de água foram efetuadas por meio do ajuste dos modelos de regressão considerando as diferentes profundidades e grupos de solos (NH, SH e H). Para cada variável resposta existiam as variáveis explicativas candidatas a entrarem no modelo. O critério de seleção do modelo usado foi o “stepwise”. As variáveis significativas geraram as equações e os respectivos R^2 . Foram consideradas as características químicas, físico-hídricas e morfológicas dos horizontes dos diferentes solos selecionados, comparando-se solos de diferentes áreas do regime hídrico que ocorrem numa cabeceira de drenagem e solos que ocorrem na mesma área do regime hídrico em diferentes texturas. Através de análises multivariadas foram identificadas às características do solo que mais contribuem para

a sua atividade de redução da carga de agroquímicos na água de lixiviação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a quantidade de P solúvel acumulado nos três Latossolos (P1, P4 e P7). Observa-se que os solos P1 e P4 apresentaram estrutura granular estável, devido ao seu avançado estágio de desenvolvimento e elevada permeabilidade, apresentando altas lixiviações. Os teores dos três solos encontram-se acima do permitido. Essa baixa filtragem dos solos oferece vários riscos à saúde e ao meio ambiente, pois a contaminação da água causa várias conseqüências entre elas a eutrofização, uma das conseqüências do uso excessivo de fertilizantes na agricultura e alterações na drenagem, aumentando os índices do estado trófico, inclusive em águas subterrâneas (Piovesan, 2006).

A figura 2 apresenta a quantidade de P solúvel acumulado nos Cambissolos (P2 e P5) e Argissolo (P8). A maior perda de P ocorreu para P2, seguido de P5 e em último P8. O baixo valor de P8 pode ser atribuído a característica dos Argissolos, que apresentam uma profundidade variável, deste forte a imperfeitamente drenado (Embrapa, 2006) e também ao P, que por ser fortemente adsorvido pelas partículas de solo, o torna pouco móvel. Assim, esse elemento tende a se acumular na posição em que é aplicado (Ginting, 1998).

A figura 3 apresenta a quantidade de P acumulado no Planossolo (P9). Apesar de P9 ser imperfeitamente ou mal drenado, geralmente com acentuada concentração de argila e permeabilidade lenta (Santos, 2006), os dados mostram que estas características não foram suficientes para que a perda de P por lixiviação fosse menor, e o risco de contaminação reduzido. A quantidade de P perdida neste perfil foi o maior de todos e se levamos em consideração que o manancial hídrico abastece o município de Paranavaí, o solo apresentou uma depuração muito baixa do P, aumentando os riscos de contaminação da água superficial e subterrânea.

A média ponderada para a concentração de P solúvel lixiviado das colunas apresentou valores distintos, variando de acordo com o regime hídrico de cada solo, mas todos os solos apresentam valores acima do estabelecido pela legislação, que sugere o máximo de 0,02 mg L^{-1} na água. Os solos NH apresentaram valores de 0,04; 0,2 e 0,1 mg L^{-1} para P1, P4 e P7, respectivamente. Para os solos SH os valores encontrados da água lixiviada das colunas de solos de subsuperfície foram de 0,06; 0,2 e 0,1 mg L^{-1}



¹, para P2, P5 e P8, respectivamente. Já para o solo H a concentração foi de 4,2 mg L⁻¹ em P9.

A tabela 1 apresenta a equação de correlação obtida para os dados de solos e para o P lixiviado.

Tabela 1 – Equação com a correlação obtida para os dados de solos de subsuperfície para o P solúvel lixivado:

Regime Hídrico	Equação	R ²
NH	$-2,67+0,0049*Areia-fina+0,12*CO+0,02*CTC+0,0028*Argila$	91,78

Não houve correlação entre as perdas acumuladas de P lixivado para os solos SH e H, apenas para os solos NH com o teor de areia fina, carbono orgânico (CO), capacidade de troca catiônica (CTC) e argila de $r^2=0,91$. Considerando que as argilas são mais ativas e conseguem reter teores mais elevados de P, acabam sendo transportado em maior quantidade (Andraski & Bundy, 2000). A textura e a CTC dos solos estão intimamente relacionados, sendo que os solos com menores teores de argila apresentam normalmente menor CTC (Tome Jr, 1997). A maior proporção de CO retido caracteriza um solo de melhor qualidade, habilitando o solo a exercer suas funções de filtro (Vezzani, 2001)

CONCLUSÕES

O CONAMA sugere os valores não devem ultrapassar 0,02 mg L⁻¹ na água para consumo. A média ponderada para a concentração de fósforo solúvel lixivado das colunas de subsuperfície apresentou valores acima do estabelecido pelo CONAMA para os todos os perfis estudados, independente do regime hídrico.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Escritório de Negócios de Ponta Grossa, vinculado à Embrapa Transferência de Tecnologia (SNT), pelo auxílio nas coletas das amostras.

REFERÊNCIAS

ANDRASKI, T. W.; BUNDY, L. G.; BRYE, K. R. Crop management and corn nitrogen rate effects on nitrate leaching. *Journal of Environmental Quality*, 29:1095-1103, 2000.

BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA^o. 357. Diário Oficial da União de 18/03/2005. Brasília, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

GINTING, D. Interaction between manure and tillage system on phosphorus uptake and runoff losses. *Journal of Environmental Quality*, 27:1403-1410, 1998.

PIOVESAN, R. P. Perdas de Nutrientes Via Subssuperfície em Colunas de Solo sob Adubação Mineral e Orgânica. Curitiba, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. da. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

TOMÉ JUNIOR., J.B. Manual para a interpretação de análise de solo. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

VEZZANI, F.M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 184p. (Tese de Doutorado).

VIGHI, M. & CHIAUDANI, G. Eutrophication in Europe: the role of agricultural activities. *Reviews in Environmental Toxicology*, 3:213–257, 1987.

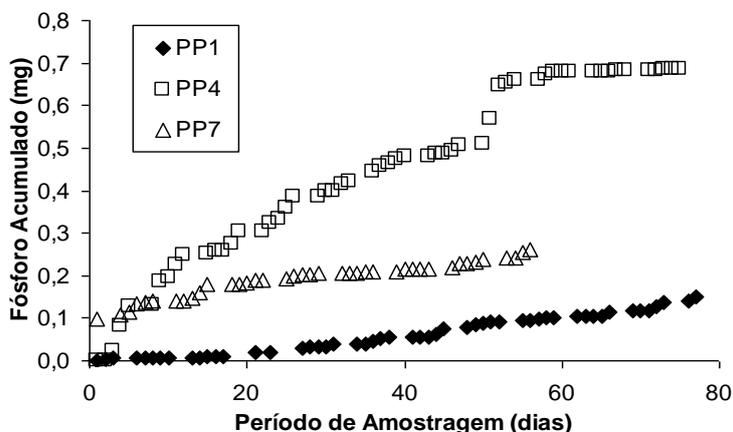


Figura 1 – Quantidade de P Solúvel Acumulado dos solos não-hidromorficos de subsuperfície: Latossolo Bruno Distrófico rúbrico (P1) e Latossolo Vermelho Distrófico típico (P4), texturas argilosas; Latossolo Vermelho Distrófico típico (P7), textura arenosa.

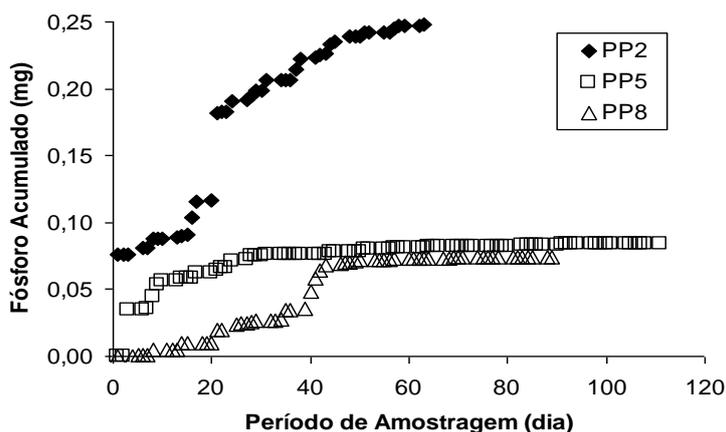


Figura 2 – Quantidade de P solúvel acumulado dos solos semi-hidromorficos de subsuperfície: Cambissolo Humico Distrófico gleissólico (P2) e Cambissolo Humico Distrófico gleissólico (P5), texturas argilosas; Argissolo Acizentado Distrófico típico (P8), textura arenosa.

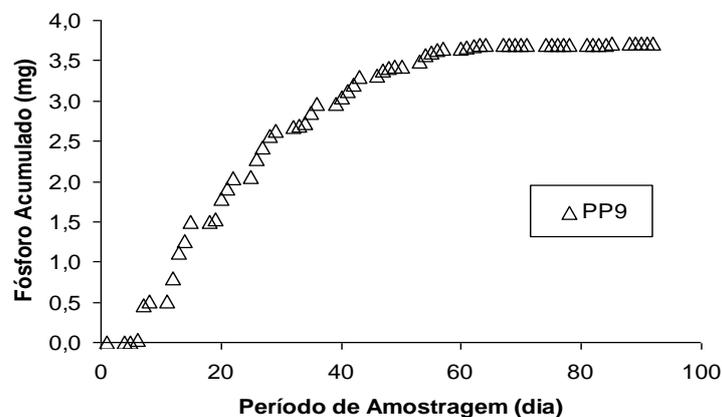


Figura 3 – Quantidade de P solúvel acumulado do solo hidromorfico do Planossolo Haplico Distrófico arênico* (P9), textura arenosa.