

## Mobilidade de Nitrato em colunas indeformadas de solos de uma pedossequência do estado do Paraná<sup>(1)</sup>

**Cristhiane Anete Neiverth<sup>(2)</sup>; Paulo Leonel Libardi<sup>(3)</sup>; Renato Antônio Dedecek<sup>(4)</sup>; Gustavo Ribas Curcio<sup>(4)</sup>; Mônica Martins Silva Salvador<sup>(5)</sup>**

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

<sup>(2)</sup> 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.br <sup>(3)</sup> Professor Doutor da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP); <sup>(4)</sup> Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro Nacional de Pesquisas Florestais; <sup>(5)</sup> Pós-doutoranda da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP).

**RESUMO:** O aumento da concentração de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) no lençol freático vem ocorrendo no mundo inteiro. Este trabalho objetiva avaliar a lixiviação do íon  $\text{NO}_3^-$  em colunas de solos de uma pedossequência, no município de Ponta Grossa, Paraná. Os solos foram classificados como: Latossolo Bruno\* Distrófico rubrico, Cambissolo Húmico\* Distrófico gleissólico e Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico. Foram coletadas colunas indeformadas nas profundidades de 0-50 cm. Foi aplicado o equivalente 1331 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e o correspondente a 2420 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (8-25-15) em cada coluna e adicionado um volume total de água de 3464 mL. O  $\text{NO}_3^-$  foi determinado utilizando-se a metodologia no método do salicilato. As análises de água lixiviada foram analisadas pelo procedimento ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SAS. O Latossolo apresentou a maior lixiviação dos três solos analisados, e, portanto, menor capacidade de filtro.

**Termos de indexação:** regime hídrico, método do salicilato, poluição dos mananciais.

### INTRODUÇÃO

A lixiviação pode ser definida como a translocação de sais solúveis que ocorre através do fluxo descendente de água no perfil do solo (Kiehl, 1987) sendo afetada por fatores físicos e químicos. Nutrientes com alta mobilidade como o Nitrogênio atingem o volume de solo explorado pelas raízes rapidamente, porém, se perdem facilmente por lixiviação (Aulakh et al, 2000).

Dos fertilizantes nitrogenados, o  $\text{NO}_3^-$  no solo resulta da aplicação ou da mineralização da matéria orgânica, mas quando na solução do solo não é imobilizado pela microbiota podendo ser facilmente lixiviado, pois apresenta carga negativa que não é adsorvido pelos colóides do solo (Primavesi et al, 2006).

Este trabalho objetivou determinar a lixiviação do íon  $\text{NO}_3^-$  em colunas de solos com estrutura indeformada de uma pedossequência, no município de Ponta Grossa, Paraná.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área escolhida localiza-se no município de Ponta Grossa. Apresenta latitude sul de 25°09' e longitude oeste de 50°16' e a área total é aproximadamente de 2.112,6 km<sup>2</sup>. A classificação climática da região, segundo Koppen, é subtropical úmido, mesotérmico.

Os solos foram divididos em três classes de regimes hídricos e classificados de acordo com Santos et al (2006): Latossolo Bruno Distrófico rúbico (não-hidromórfico), Cambissolo Húmico Distrófico gleissólico (semi-hidromórfico) e Gleissolo Melânico Tb Distrófico típico (hidromórfico). O Gleissolo encontra-se no início da depressão da planície, o Cambissolo está distante 210 metros do Gleissolo e o Latossolo está distante 640 metros do Gleissolo. Para cada solo, foram coletadas cinco colunas de solos na profundidade de 0-50 cm. As coletas foram realizadas utilizando-se um amostrador conectado à tomada de força de um trator New Holland TL 75E.

Após as coletas, as colunas foram levadas ao Laboratório de Química Ambiental do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), no município de Piracicaba – São Paulo para a instalação do experimento.

As colunas foram fixadas no suporte de alumínio confeccionado para o experimento e embaixo de cada coluna foram colocados frascos plásticos para a coleta do lixiviado. Cada frasco foi identificado com o número da coluna de solo e a data de coleta. Diariamente água destilada e deionizada era adicionada no período da manhã e, no período da tarde recolhidos os frascos da água lixiviada, cujo volume era quantificado.

As colunas coletadas no campo foram levadas ao laboratório sem estarem saturadas. Antes de simular a precipitação pluvial, foi aplicado um volume total de 500 mL de água destilada e deionizada para obtenção das amostras em branco. Depois desta etapa foi aplicado 100 mL de água diariamente até completar um volume total de 3464 mL, equivalente a precipitação pluvial que ocorre na área. A quantidade de água aplicada corresponde à média da precipitação pluviométrica dos últimos 10 anos na região.

A primeira dose de adubo aplicada foi 554 mg de ureia em cada coluna, correspondente à aplicação de 1331 kg ha<sup>-1</sup> utilizado na área e posteriormente foi aplicado 370 mg de NPK (8-25-15), sendo que o Nitrogênio aplicado estava na forma de Sulfato de Amônio, correspondendo a 2420 kg ha<sup>-1</sup>.

Em laboratório, foram determinadas as concentrações de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nas amostras de água lixiviada utilizando-se a metodologia no método do salicilato, proposta por Yang et al (1998).

Os resultados foram estudados pelo procedimento Anova e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a concentração (mg/L) e a quantidade (mg) acumulada de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lixiviado do Latossolo na profundidade de 0-50 cm tratado com fertilizantes nitrogenados ureia e NPK (8-25-15) e submetidos a percolações com água destilada. A quantidade total de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lixiviado durante o experimento foi de 68,30 mg e o volume de água foi de 3,20 L, sendo esta quantidade maior em relação aos dois solos avaliados. Foi baixo o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lixiviado nas primeiras percolações, mas crescente nas demais e constante nas três últimas. Em relação à concentração, esta foi superior a todos os solos analisados de superfície, com 733,32 mg durante todo o experimento.

A figura 2 apresenta a concentração (mg/L) e a quantidade (mg) acumulada de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lixiviado do Cambissolo na profundidade de 0-50 cm tratado com fertilizantes nitrogenados ureia e NPK (8-25-15) e submetidos a percolações com água destilada. O teor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> percolado e volume de água lixiviado foram menores, sendo 9,58 mg e 1,25 L, respectivamente, provavelmente devido a compactação da área causado pelo Sistema de Plantio Direto. Possivelmente por isto a quantidade de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> não foi maior. Joannon et al (2001) sugerem que o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> seja lixiviado através do solo, enquanto o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> seja carregado do solo pelo

escoamento superficial. Com relação a concentração total, esta foi inferior ao Latossolo e superior ao Gleissolo, com 246,93 mg L<sup>-1</sup>.

A figura 3 apresenta a concentração (mg L<sup>-1</sup>) e a quantidade (mg) acumulada de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lixiviado do Gleissolo na profundidade de 0-50 cm tratado com fertilizantes nitrogenados ureia e NPK (8-25-15) e submetidos a percolações com água destilada. O Gleissolo apresentou a segunda maior lixiviação de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> em quantidade, com 15,60 mg e volume de água de 3,29 L. Embora a ureia tenha sido aplicada no primeiro dia do experimento, as primeiras nove percolações foram praticamente nulas. Somente a partir da décima os valores foram crescentes, período em que foi aplicado o NPK, sendo imediata a lixiviação do NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Possivelmente se o experimento continuasse mais NO<sub>3</sub><sup>-</sup> seria lixiviado porque apresenta carga negativa fraca, sendo pouco retido no solo, permanecendo como íon livre na solução do solo, passível de ser lixiviado (Raij, 1991). A concentração total de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> lixiviado durante todo o experimento foi de 195,93 mg L<sup>-1</sup>.

Os três solos de superfície analisados apresentaram lixiviações distintas, porém, altos teores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> mesmo com as plantas acumulando altos níveis ou translocando através dos tecidos sem efeitos prejudiciais. Entretanto, se os homens e animais consumirem material vegetal com altos níveis de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, podem sofrer de metemoglobinemia, uma doença na qual o fígado reduz o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a nitrito, o que se combina com a hemoglobina. Nesse sentido, alguns países impõem limites nos níveis de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nos vegetais que são consumidos pelo homem (Taiz & Zeiger, 2009)

A tabela 1 apresenta os valores médios da quantidade de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg) lixiviado das colunas de superfície (0-50 cm) para os três solos analisados: Latossolo, Cambissolo e Gleissolo nos três períodos: branco, ureia e NPK.

Tabela 1- Valores médios da quantidade de Nitrato (mg) lixiviado das colunas de Latossolo, Cambissolo e Gleissolo de superfície (0-0,5 m)

Solos	Nitrato (mg)		
	Branco	Ureia	Ureia+NPK
Latossolo	0,90 a	5,57 a	36,69 a
Cambissolo	0,10 b	0,22 b	4,49 b
Gleissolo	0,25 b	2,54 b	50,50 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

No primeiro período do experimento, o Latossolo apresentou diferença em relação aos demais solos,

sendo o que mais lixiviou  $\text{NO}_3^-$  na água, com 0,90 mg. Os demais solos não apresentaram diferenças estatísticas. Mantovani (2005) atribuiu o elemento N ser o mais difícil de ser manejado no solo devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas a que está sujeito e à dependência das condições ambientais. Estas dificuldades se intensificam devido às perdas por lixiviação ser a reação mais importante que ocorre com o N nos solos brasileiros em regiões com baixa eficiência dos fertilizantes nitrogenados e alta precipitação pluviométrica.

O Gleissolo lixiviou 0,25 mg de  $\text{NO}_3^-$ , e em menor proporção, o Cambissolo de superfície, com 0,09. Embora estes valores sejam considerados baixos, deve-se considerar que nestes solos ainda não havia aplicação de ureia e NPK, apenas resíduos de adubações dos anos anteriores. Mesmo com o  $\text{NO}_3^-$  sendo extremamente móvel e os teores baixos, houve lixiviação do ânion em todos os solos.

No segundo período de amostragem, com a adição da ureia nos solos, apenas o Latossolo apresentou diferença estatística em relação aos demais, com lixiviação de  $\text{NO}_3^-$  de 5,57 mg e o Gleissolo com 2,54 mg. O Cambissolo apresentou menor teor, com 0,22 mg. O resultado de certa forma era esperado, pois a ureia necessita de duas reações até atingir a forma de  $\text{NO}_3^-$  (hidrólise e nitrificação), retardando a lixiviação de  $\text{NO}_3^-$  uma vez que o  $\text{NH}_4^+$  pode ser retido pelas cargas elétricas negativas do solo antes de ser nitrificado.

Para o terceiro período, o Latossolo e o Gleissolo diferiram estatisticamente do Cambissolo. Os maiores teores de  $\text{NO}_3^-$  lixiviados foram para o Gleissolo, 50,50 mg e o Latossolo, 36,69 mg e menor para o Cambissolo, com 4,49 mg. Binder et al (2000) afirmam que a melhor época para aplicação de N depende do grau de deficiência deste nutriente, que se dá em função da quantidade de N disponibilizada pelo solo e da demanda do milho.

### CONCLUSÕES

O Latossolo, solo não-hidromorfo, apresentou a maior lixiviação dos três solos analisados, e, portanto, menor capacidade de filtro em relação ao Cambissolo, solo semi-hidromorfo e ao Gleissolo, solo hidromorfo.

### AGRADECIMENTOS

À Embrapa Escritório de Negócios de Ponta Grossa, vinculado à Embrapa Transferência de

Tecnologia (SNT), pelo auxílio nas coletas das amostras.

### REFERÊNCIAS

AULAKH, M. S.; KHERA, T. S.; DORAN, J. W.; SINGH, K.; SINGH, B. Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer. *Soil Science Society of America Journal*, 64:1867-1876, 2000.

BINDER, D. L.; SANDER, D. H.; WALTERS, D. T. Maize Response to Time of Nitrogen Application as Affected by Level of Nitrogen Deficiency. *Agronomy Journal*, 92:1228-1236, 2000.

JOANNON, G.; POSS, R.; KORPRADITSKUL, R.; BRUNET, D.; BOONSOOK, P. Water and soil pollution in vineyards of central Thailand. *Water Science technology*, 44:113-121, 2001.

KIEHL, J.C. Nitrogênio: Dinâmica e disponibilidade no solo. In: Curso de atualização em fertilidade do solo, 1., Ilha Solteira, 1987. Trabalhos apresentados. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.139-157.

MANTOVANI, A. Lixiviação de nitrogênio em Nitossolo Vermelho afetada pelo pH do solo e pela adição de fertilizantes nitrogenados combinados com superfosfato triplo. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Agroveterinárias. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. 69 p. 2005.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagens de *coastcross* adubada com nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35:683-690, 2006.

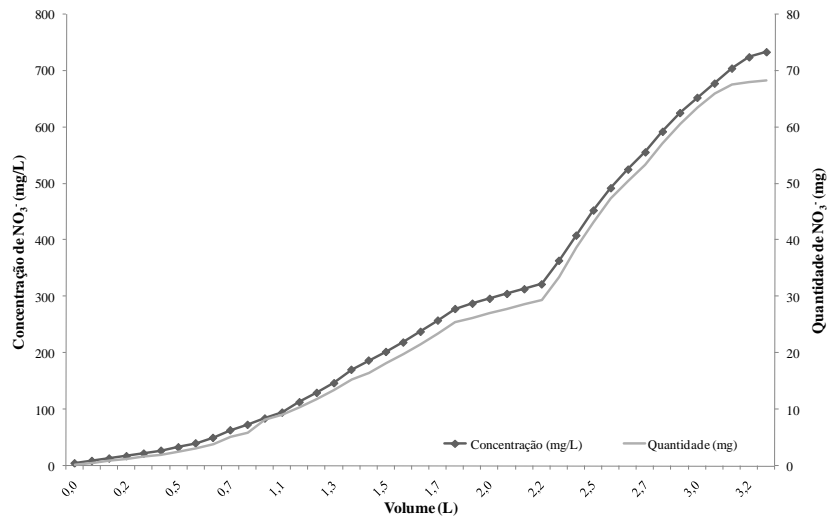
RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Agrônômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

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. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

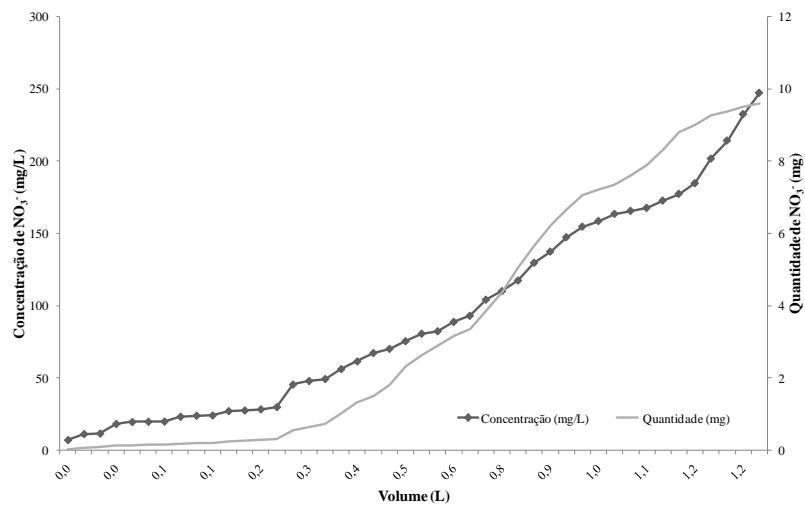
TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4. ed., Porto Alegre: Artmed. 2009. 848 p.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. El suelo y los fertilizantes nitrogenados. In: Fertilidade de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner yu Simon, S.A. 1970. Cap. 5, p.138-165.

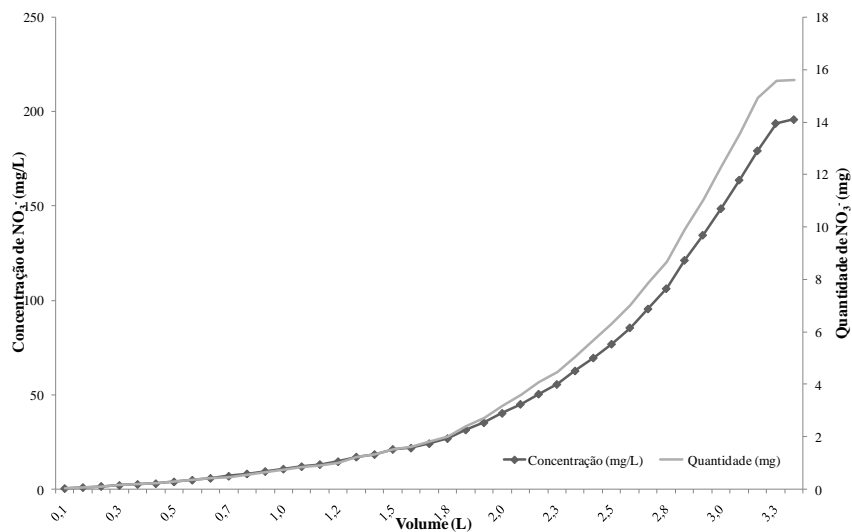
YANG, J. E.; SKOGLEY, E. O.; SCHAFF, B. E.; KIM, J. J. A simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin and soil extracts. *Journal of American Soil Society*. 62:1108-1115, 1998.



**Figura 1** – Concentração (mg/L) e quantidade (mg) acumulada de  $\text{NO}_3^-$  lixiviado do Latossolo de superfície (0-50 cm) tratado com fertilizantes nitrogenados e submetidos a percolações com água destilada.



**Figura 2** – Concentração (mg/L) e quantidade (mg) acumulada de  $\text{NO}_3^-$  lixiviado do Cambissolo de superfície (0-50 cm) tratado com fertilizantes nitrogenados e submetidos a percolações com água destilada.



**Figura 3** – Concentração (mg/L) e quantidade (mg) acumulada de  $\text{NO}_3^-$  lixiviado do Gleissolo de superfície (0-50 cm) tratado com fertilizantes nitrogenados e submetidos a percolações com água destilada.