

## EFEITOS DO TAMANHO DE AGREGADOS E DA MICROBIOTA SOBRE O AMÔNIO, EM UM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO

COELHO, F. C.<sup>1</sup>, RUIZ, H. A.<sup>2</sup>, FRANÇA, G. E. de<sup>3</sup> e CANTARUTTI, R. B.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Prof. Assoc.-LFIT/CCTA/UENF (fcoelho@uenf.br), <sup>2</sup>Prof. Tit.- UFV (hruiiz@mail.ufv.br), <sup>3</sup> Pesq. CNPMS/EMBRAPA (franca@cnpms.embrapa.br), <sup>4</sup>Prof. Adj. UFV (cantarutti@mail.ufv.br).

Os latossolos desenvolvidos sob vegetação de cerrado apresentam, em geral, baixos teores de bases trocáveis e elevada acidez. Nestes solos, em razão dos problemas de acidez, as taxas de mineralização do nitrogênio orgânico são baixas, sendo geralmente necessário no cultivo agrícola, além da correção do solo, a aplicação de adubos (MALAVOLTA & KLIEMANN, 1985). A baixa eficiência de fertilizantes nitrogenados em condições tropicais tem sido atribuída ao grande potencial de perdas, sendo a lixiviação, a desnitrificação e a volatilização de amônia os mecanismos mais importantes (GAMBOA *et alii*, 1971; OSMANE *et alii*, 1983). GIRARDIN *et alii* (1993) e FRANCIS & SCHEPERS (1994) verificaram que em solos permeáveis, as perdas de nitrogênio por lixiviação podem ser minimizadas por meio do parcelamento da adubação. Apesar de geralmente se utilizar a forma amoniacal como fonte de nitrogênio nas adubações, o  $\text{NH}_4^+$  pode ser rapidamente oxidado no solo para a forma nítrica, em solos com boa aeração (MENGEL & KIRKBY, 1982). O íon  $\text{NO}_3^-$ , em razão da predominância de cargas negativas no solo, é transportado com facilidade, enquanto o  $\text{NH}_4^+$ , dado a adsorção pelo complexo coloidal, é menos lixiviado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da atividade biológica sobre as transformações e transporte do amônio em diferentes classes de agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro. O trabalho foi realizado com agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro álico, A moderado, textura argilosa, fase relevo suave ondulado amostrado sob vegetação de cerrado e sob área limpa, previamente cultivada com milho durante vários anos, localizado no Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Cada amostra de solo foi composta de quatro amostras simples retiradas em locais diferentes das áreas na profundidade de 0 a 5 cm. Foram separadas por via seca quatro classes de agregados: [2,0 a 1,0 ( $A_1$ ); 1,0 a 0,5 ( $A_2$ ) e 0,5 a 0,25 ( $A_3$ ) e 0,25 a 0,105 ( $A_4$ ) mm], de diâmetro. Posteriormente, determinou-se a composição granulométrica pelo método da pipeta, a densidade aparente pelo método da proveta, o pH em água, o carbono orgânico, a CTC efetiva e a total (EMBRAPA, 1979) o  $\text{N-NO}_3^-$  e o  $\text{N-NH}_4^+$  (TEDESCO *et alii*, 1985) de cada classe (Quadro 1). A unidade experimental foi constituída de uma coluna de vidro de 2 cm de diâmetro interno e 30 cm de comprimento, contendo uma tela plástica e esferas de vidro, de aproximadamente 5 mm de diâmetro, sobrepostos por uma fina camada de lã de vidro, na parte basal, para evitar perda de material de solo. A extremidade inferior da coluna era afunilada e conectada com uma mangueira de látex com pinça de Hoffmann para regular a vazão. As colunas foram preenchidas com agregados até os 5 cm da borda superior e os materiais foram cobertos com lã de vidro para evitar o contato direto com o fluido de saturação ou de eluição. O ensaio foi realizado em condições de laboratório, cujos tratamentos corresponderam a um fatorial  $2 \times 4$ , sendo: vegetação de cobertura (cerrado e milho); presença e ausência de esterilização do solo com brometo de metila; quatro classes de agregados ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  e  $A_4$ ); dispostos em um esquema de parcela subdividida no tempo, em que a parcela constituiu o período de amostragem do fluido percolado, após eluição com água destilada, a cada dois dias em condição de saturação, totalizando seis amostragens (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias após a primeira

percolação). Os agregados dos tratamentos com esterilização sofreram exposição ao brometo de metila, por um período de 24 horas, antes de serem acondicionados nas colunas. Após montados os sistemas de percolação foram percoladas, de forma ascendente com o auxílio de frascos de Mariotte, a solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  à  $10.000 \mu\text{moles L}^{-1}$  de N até saturação. Posteriormente cada sistema foi mantido em condição próxima à capacidade de campo retirando-se a conexão da parte basal das colunas com os frascos de Mariotte deixando-se a solução das colunas escoarem. As colunas com os agregados foram incubadas por sete dias após o qual foi feita esterilização de todos os sistemas com vapor de clorofórmio para paralisação da atividade microbiológica em todos os tratamentos. Foi então efetuada a eluição com água destilada, após cada intervalo de dois dias de saturação dos sistemas, sendo coletado um volume correspondente a duas vezes o volume de poros em cada eluição. Nas soluções efluentes foram determinadas as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  e  $\text{N-NH}_4^+$  (TEDESCO *et alii*, 1985). Foi realizada a análise de variância dos fatores em estudo seguida de teste de média para se avaliar o efeito das classes de agregados para cada cobertura vegetal e esterilização e, análise de regressão para os dados dos teores de amônio em função dos intervalos de coleta em dias. A vegetação, o tamanho dos agregados, os dias em estado de saturação, assim como a esterilização com brometo de metila não afetaram significativamente o teor de nitrato dos efluentes, que apresentaram, em média, 578; 24; 14; 14; 12; e 13  $\mu\text{moles L}^{-1}$  de nitrato na primeira eluição e, aos dois; quatro; seis; oito e 10 dias após a primeira eluição, respectivamente. Na primeira eluição os teores de amônio foram maiores nos efluentes das classes de agregados de menor tamanho ( $A_4$ ) para as amostras de solo de cerrado sem esterilização (CSE), cerrado com esterilização (CCE), solo de cultura de milho / sem esterilização (MSE) e de solo de milho / com esterilização (MCE) (Figura 1). Sendo que, as classes de agregados do CSE e MSE apresentaram o mesmo padrão de variação. A classe  $A_4$  certamente reteve maior volume da solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , por possuir maior capacidade de retenção de umidade (CARVALHO, 1998). Por este motivo, liberou maior quantidade de  $\text{NH}_4^+$  na primeira eluição. Além disto, a velocidade de escoamento da água destilada foi maior nas colunas com agregados maiores, de tal forma que, certamente, formou-se um gradiente de concentração entre os poros maiores, menos concentrados em  $\text{NH}_4^+$ , não permitindo a total substituição da solução intraagregados pela água de eluição. MATOS (1995) estudando os fatores de retardamento de alguns metais em solos do município de Viçosa-MG verificou um rápido aparecimento do soluto no efluente sugerindo a existência de um deslocamento preferencial da solução contaminante pelos poros de grande diâmetro com mistura menos completa entre a solução deslocadora e a deslocada nos poros menores, intraagregados. ARAÚJO (1997) trabalhando com eluição de cátions, apenas com amostras do MSE, deste mesmo Latossolo, observou que os agregados menores liberaram mais magnésio, cálcio e potássio para a solução interagregados. Na presença da atividade da microbiota (CSE e MSE) ocorreu semelhança estatística entre o teor de  $\text{NH}_4^+$  no efluente da primeira eluição das classes  $A_3$  e  $A_4$  (Figura 4). Isto ocorreu porque o efluente de  $A_4$  apresentou-se menos concentrado nestas circunstâncias, o que pode estar relacionado à maior assimilação do  $\text{NH}_4^+$  por microrganismos do solo, que, nestes agregados, encontraram maior disponibilidades de nutrientes (Quadro 1). Outra possibilidade para a redução do teor devido à atividade microbiológica seria a nitrificação, no entanto, a maior retenção de umidade em  $A_4$ , e a ausência de diferença significativa entre os teores de nitrato dos efluentes de todas as classes indicam a baixa ocorrência deste processo microbiológico. Na segunda eluição, após dois dias da primeira eluição, houve diferença significativa da classe de agregados em CCE entre os teores de amônio das soluções efluentes. A classe  $A_4$  apresentou o maior teor com  $2.112 \mu\text{moles L}^{-1}$  de amônio seguida pelo  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  com 837; 558 e; 517  $\mu\text{moles L}^{-1}$  de

amônio, respectivamente, estes, porém, sem diferirem estatisticamente entre si a 5%, pelo Teste de Duncan. Os efluentes das eluições aos quatro; seis; oito e 10 dias após a primeira eluição não apresentaram efeito significativo das classes de agregados sobre os teores de amônio. Ocorreu em média 339; 236; 195 e; 165  $\mu\text{moles L}^{-1}$  de amônio, respectivamente, para cada época de eluição. A vegetação, o tamanho dos agregados, os dias em estado de saturação, assim como a esterilização com brometo de metila não afetaram significativamente o teor de nitrato dos efluentes, que apresentaram, em média, 578; 24; 14; 14; 12; e 13  $\mu\text{moles L}^{-1}$  de amônio na primeira eluição e aos dois; quatro; seis; oito e 10 dias após a primeira eluição, respectivamente. As regressões obtidas para avaliar o efeito do período de tempo, em dias, em estado de saturação com água, sobre o teor de amônio do efluente foram, de maneira geral, raiz quadráticas (Quadro 2) com decréscimo dos teores deste cátion em função das eluições sequenciais.

## LITERATURA CITADA

- ARAÚJO, C.A.S. *Movimento de fósforo e de macronutrientes catiônicos em agregados de um latossolo vermelho-escuro*. Viçosa, MG, UFV, 1997. 121p. (Tese D.S.)
- ATLAS, R. M. & BARTHA, R. *Microbial Ecology – Fundamentals and Applications*. 3rd ed. N. York, The benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1993.
- CARVALHO, M.A. *Retenção de água e outros atributos físicos de agregados de um latossolo vermelho-escuro*. Viçosa, MG, UFV, 1998. 83p. (Tese D.S.)
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. s.n.p.
- FRANCIS, D.D. & SCHEPERS, J.S. Nitrogen uptake efficiency in mayze production using irrigation water high in nitrate. *Fertilizer Res.*, **39**:239-244, 1994.
- GAMBOA, J, PEREZ, G., BLASCO, M. Um modelo para describir los procesos de retención y lixiviación en los suelos. *Turrialba*, **21**: 312-316, 1971.
- GIRARDIN, P.H.; TRENDEL, R.; MEYER, J.L.; BIRGAENTZLE, M. & FREYSS, P. Effects of conventional and multiple N application by fertigation on maize grain yields and N-NO<sub>3</sub>- residues. In: FRAGOSO, M.A.C. & BEUSICHEM, M.L. (eds.), *OPTIMIZATION OF PLANT NUTRITION*, Kluwer Academic Publishers, 1993. p.411-415.
- JACKSON, M. L. Organic matter determination for soil. In: JACKSON, M. L. ed. *Soil chemical analysis*, New Jersey, Pretece-Hal, 1958. p. 205-226.
- MALAVOLTA, E. & KLIEMANN, H.J. *Desordens nutricionais no cerrado*. Piracicaba, POTAFOS, 1985. 136p.
- MATOS, A.T. de. *Fatores de retardamento e coeficientes de dispersão-difusão do zinco, cádmio, cobre e chumbo em solos do município de Viçosa - MG*. Viçosa, MG, UFV, 1995.110p. (Tese D.S.)
- MENGEL, K., KIRKBY, E. A. Nitrogen. In: PRINCIPLES of plant nutrition. Switzerland: International Potash Institute, 1982. p. 335 - 68.
- OSINAME, O., GIJN VAN, H., VLEK, P. L. G. Effect nitrifications inhibitors on the fate and efficiency of nitrogenous fertilizers under simulated humid tropical conditions, *Trop. Agric.*, **60**:211 - 217, 1983.
- SIQUEIRA, J. O. *Biologia do Solo*. Lavras, ESAL/FAEPE. 1993.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEM, H. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre, UFRS, 1985. s.n.p. (Boletim Técnico, 5)

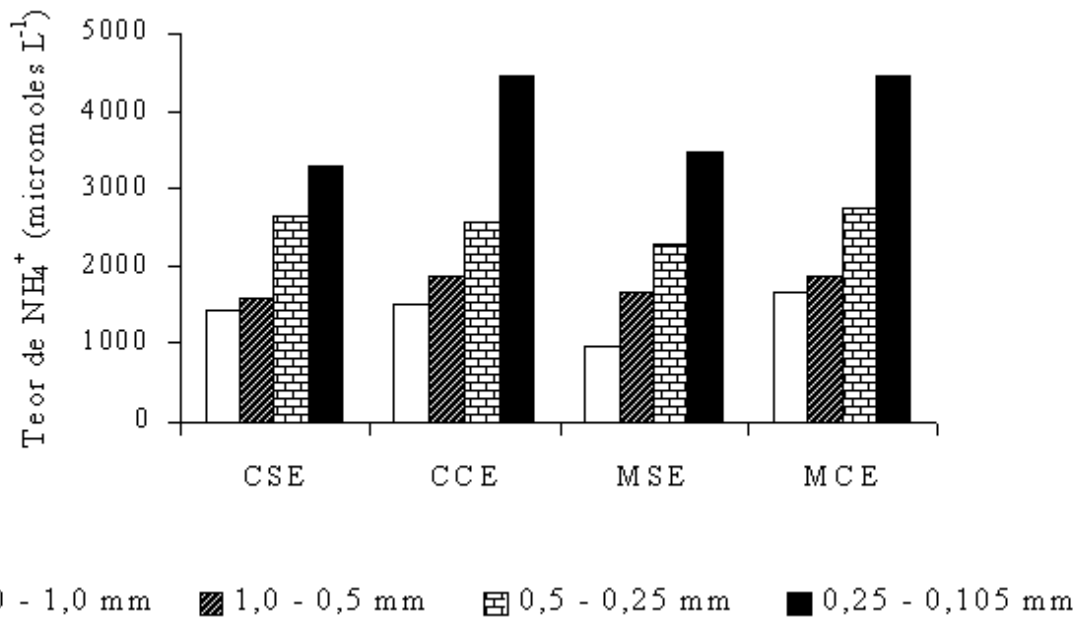


Figura 1- Teor de amônio no efluente da primeira eluição com água destilada considerando as classes de agregados das amostras: sob cerrado, sem esterilização (CSE); sob cerrado, com esterilização (CCE); sob milho, sem esterilização (MSE) e; sob milho, com esterilização (MCE). As médias seguidas pelas mesmas letras dentro de cada vegetação e esterilização não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan

QUADRO 2- Equações de regressão relacionando o teor de amônio ( $\hat{Z}$ ) no efluente, em  $\mu\text{moles L}^{-1}$ , com o tempo de difusão (D), para as colunas que foram saturados com solução de cloreto de amônio, após lixiviações com dois volumes de poros com água destilada

Tratamento	Agregados	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
	mm		
Cerrado / Sem esterilização (CSE)	2,0 - 1,0	$\hat{Z} = 1439,35-771,797^{***}D^{0,5}+126,183^{***}D$	0,997
	1,0 - 0,5	$\hat{Z} = 1583,27-976,834^{***}D^{0,5}+176,272^{***}D$	0,991
	0,5 - 0,25	$\hat{Z} = 2595,20-1898,30^{***}D^{0,5}+372,424^{***}D$	0,984
	0,25 - 0,105	$\hat{Z} = 3246,24-2485,41^{***}D^{0,5}+496,971^{***}D$	0,983
Cerrado / Com esterilização (CCE)	2,0 - 1,0	$\hat{Z} = 4934,64-5119,34^{***}D^{0,5}+1926,6^{***}D-246,871^{***}D^{1,5}$	0,999
	1,0 - 0,5	$\hat{Z} = 1866,45-1176,62^{***}D^{0,5}+209,051^{***}D$	0,994
	0,5 - 0,25	$\hat{Z} = 2549,81-1811,97^{***}D^{0,5}+339,2^{***}D$	0,990
	0,25 - 0,105	$\hat{Z} = 4548,93-2609,22^{***}D^{0,5}+369,896^{***}D$	0,966
Milho / Sem esterilização (MSE)	2,0 - 1,0	$\hat{Z} = 1862,44-1152,21^{***}D^{0,5}+221,646^{***}D$	0,835
	1,0 - 0,5	$\hat{Z} = 1649,19-1161,76^{***}D^{0,5}+220,198^{***}D$	0,989
	0,5 - 0,25	$\hat{Z} = 2280,63-1827,92^{***}D^{0,5}+371,301^{***}D$	0,986
	0,25 - 0,105	$\hat{Z} = 3414,89-2809,60^{***}D^{0,5}+574,845^{***}D$	0,978
Milho / Com esterilização (MCE)	2,0 - 1,0	$\hat{Z} = 1637,26-985,65^{***}D^{0,5}+162,433^{***}D$	0,997
	1,0 - 0,5	$\hat{Z} = 1840,95-1347,78^{***}D^{0,5}+257,708^{***}D$	0,985
	0,5 - 0,25	$\hat{Z} = 2730,89-2193,03^{***}D^{0,5}+439,244^{***}D$	0,985
	0,25 - 0,105	$\hat{Z} = 4372,44-3730,46^{***}D^{0,5}+772,968^{***}D$	0,979

QUADRO 1 - Caracterização química e física dos agregados do Latossolo Vermelho-Escuro

Característica	Classe de Agregados (mm)			
	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,105
	CERRADO			
pH em água (12,5)	5,3	5,0	5,2	5,2
CTC efetiva (mmol dm <sup>-3</sup> )	24,3	26,5	29,4	29,8
CTC total (mmol dm <sup>-3</sup> )	95,9	100,3	112,8	120,1
Carbono orgânico (kg kg <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	0,031	0,033	0,034	0,037
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	91	88	74	96
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	124	122	153	112
Granulometria (kg kg <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>				
- Areia	0,27	0,22	0,16	0,14
- Silte	0,17	0,23	0,26	0,22
- Argila	0,56	0,55	0,58	0,64
Densidade aparente (kg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	0,91	0,92	0,90	0,90
	MILHO			
pH em água (12,5)	5,2	5,1	5,1	5,0
CTC efetiva (mmol dm <sup>-3</sup> )	23,3	25,9	28,4	28,6
CTC total (mmol dm <sup>-3</sup> )	92,9	99,3	110,9	114,1
Carbono orgânico (kg kg <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	0,025	0,028	0,032	0,033
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	92	86	101	103
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	85	94	107	112
Granulometria (kg kg <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>				
- Areia	0,31	0,25	0,17	0,14
- Silte	0,16	0,20	0,27	0,24
- Argila	0,53	0,55	0,56	0,62
Densidade aparente (kg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	0,92	0,94	0,93	0,91