

# EMISSÕES DE N<sub>2</sub>O EM ARGISSOLO AFETADAS POR SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO

Josiléia Acordi Zanatta<sup>1</sup>, Cimélio Bayer<sup>2</sup>, Frederico Costa Beber Vieira<sup>3</sup>

## Resumo

Práticas de manejo do solo afetam as emissões de N<sub>2</sub>O do solo, porém poucas são as informações disponíveis para ambientes tropicais e subtropicais. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de longo prazo (22 anos) de sistemas de preparo do solo [plantio direto (PD) e preparo convencional (PC)] e de sistemas de cultura [aveia/milho (A/M) e ervilhaca/milho (V/M)] sob as emissões de N<sub>2</sub>O do solo. Esses sistemas foram monitorados por 42 dias após o manejo das plantas de cobertura. Amostras de ar foram coletadas com câmaras estáticas aos 1, 2, 4, 6, 8, 11, 14, 18, 21, 27, 42 dias após manejo das culturas e a concentração de N<sub>2</sub>O determinada por cromatografia gasosa. A emissão acumulada de N<sub>2</sub>O até 42 dias após o manejo das plantas de cobertura, no solo em PD, foi, no sistema V/M (0,55±0,1 kg N ha<sup>-1</sup>) aproximadamente três vezes superior ao sistema A/M (0,19±0,1 kg N ha<sup>-1</sup>). No solo em PC, entretanto, tais emissões foram equivalentes entre os sistemas: 0,51±0,1 kg N ha<sup>-1</sup> no A/M e 0,51±0,1 kg N ha<sup>-1</sup> no V/M. Essas emissões foram controladas principalmente pela disponibilidade de N mineral dos resíduos e intensificados pelo aumento da porosidade total do solo preenchida com água.

## Introdução

O aumento da concentração de N<sub>2</sub>O na atmosfera tem contribuído para o aquecimento global. Práticas de manejo como preparos, adição de resíduos orgânicos, irrigação, fertilização nitrogenada entre outras, alteram as condições químico-físicas dos solos, com reflexos nas emissões de N<sub>2</sub>O do solo (Passianoto et al., 2003; Baggs et al., 2006).

A adição de resíduos vegetais tem intensificado as emissões N<sub>2</sub>O do solo, principalmente por seu efeito no aumento da disponibilidade de N e na atividade biológica. Todavia, a magnitude deste efeito depende da composição química dos resíduos vegetais (Millar et al., 2004) e do tipo de preparo do solo (Chikowo et al., 2004). O revolvimento do solo provoca um maior contato solo/resíduo, aumenta as taxas de decomposição dos resíduos vegetais e pode refletir em aumento das emissões de N<sub>2</sub>O no solo em PC (Baggs et al., 2006). Em PD, a disposição de resíduos vegetais na superfície do solo aumenta a conservação da umidade e a atividade biológica na superfície, o que juntamente com menor suprimento de O<sub>2</sub> no solo, em PD, ocasionado pela maior de densidade em relação ao PC, podem resultar em maior emissão de N<sub>2</sub>O.

Os objetivos deste estudo foram verificar o efeito de sistemas de culturas e de preparo de solo nas emissões de N<sub>2</sub>O e identificar as variáveis controladoras dessas emissões nas condições de solo e clima subtropical.

---

<sup>1</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Rod. Br 163, km 253,6 CEP 79804-970, Dourados/MS. E-mail:josileia@cpao.embrapa.br

<sup>2</sup>Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 91540-000, Porto Alegre/RS. E-mail: cimelio.bayer@ufrgs.br

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pampa, 973000 – 000, São Gabriel/RS. E-mail: fredricocbv@yahoo.com.br

## Material e Métodos

A avaliação da emissão de N<sub>2</sub>O foi realizada num experimento de longa duração (22 anos), instalado na Estação Experimental da UFRGS. O clima local é subtropical úmido, Cfa, com temperatura média anual de 19,4 °C e precipitação de 1.440 mm. O solo do experimento é um Argissolo Vermelho distrófico típico, com 220 g kg<sup>-1</sup> de argila. Na safra 2007/2008, iniciou-se o monitoramento das emissões de N<sub>2</sub>O do solo nos sistemas de preparo de solo (PC: preparo convencional e PD: plantio direto) associado aos sistemas de culturas [A/M – aveia (*Avena strigosa* (Schreb)/Milho (*Zea mays* (L.), V/M – ervilhaca (*Vigna sativa* (L.)/milho]. Os resíduos vegetais de aveia preta e ervilhaca foram uniformizados para 5,0 e 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente.

As amostras de ar foram coletadas aos 1, 2, 4, 6, 8, 11, 14, 18, 21, 27, 42 dias após o manejo das culturas de coberturas de solo com câmaras estáticas, com dimensões de 0,20 m de altura e 0,25 m de diâmetro. Amostras do ar do interior da câmara foram coletadas aos 0, 15, 30 e 45 minutos após o fechamento das câmaras, com seringas de polipropileno de 20 mL. A concentração de N<sub>2</sub>O nas amostras de ar foi analisada por cromatografia gasosa no prazo máximo de 36 horas após a coleta. Os fluxos de N<sub>2</sub>O foram calculados pela mudança na quantidade do gás dentro da câmara no intervalo de tempo, considerando o volume, temperatura e pressão no interior da câmara. As emissões médias diárias de N<sub>2</sub>O foram obtidas pelo valor médio das três câmaras instaladas em cada tratamento a campo. A emissão do período foi obtida pela integração da área sob a curva, a qual foi estabelecida pela interpolação dos valores diários de emissão de N<sub>2</sub>O do solo.

Todas as amostragens de ar e análise de N<sub>2</sub>O foram acompanhadas por análise de variáveis meteorológicas e de solo, na camada de 0 – 10 cm. A umidade gravimétrica, nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) seguiram metodologias descritas em Tedesco et al. (1995). A porosidade do solo preenchido por água (PPA) foi calculada baseada nos resultados de umidade gravimétrica e densidade do solo. As diferenças entre os tratamentos foram avaliadas por contrastes ortogonais ao nível de 10% de significância pelo software MULTIV v. 2.4.2.

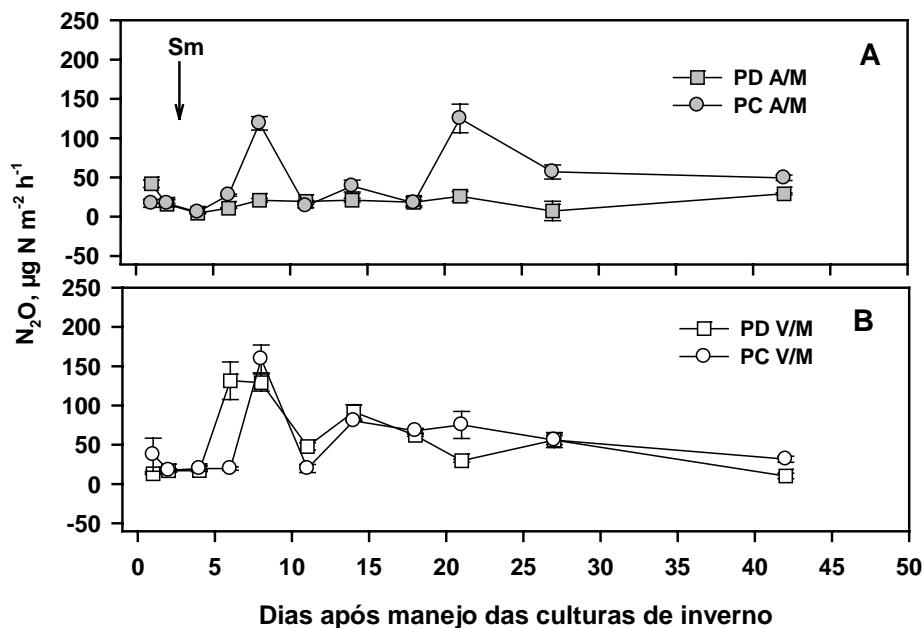
## Resultados e Discussão

As emissões de N<sub>2</sub>O do solo variaram de -52,9±2,9 a 159,16±20,84 µg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>, onde os valores negativos e positivos indicam absorção e fluxo líquido de N<sub>2</sub>O do solo para atmosfera, respectivamente (Figura 1). A magnitude das emissões de N<sub>2</sub>O do solo neste estudo foi similar às verificadas em outros estudos no Brasil (Metay et al., 2007; Jantália et al., 2008).

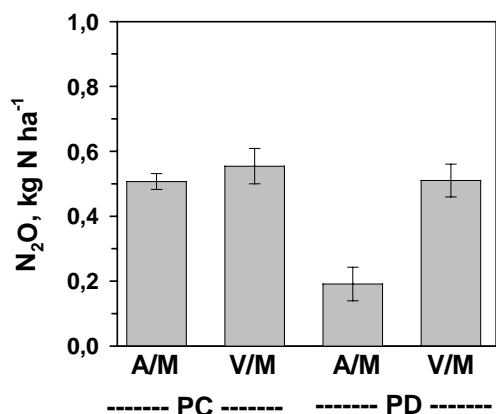
As maiores emissões de N<sub>2</sub>O foram verificadas no período pós-manejo (média: 42,87±8,34 µg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>). Neste período, verificaram-se picos de emissão de N<sub>2</sub>O maiores que 100 µg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> em vários eventos de amostragem entre o 8º e o 21º dia (Figura 1). Aumentos das taxas de emissão de N<sub>2</sub>O do solo após a adição de resíduos vegetais e preparos de solo têm sido atribuídos, principalmente ao aporte de C e N no solo, intensificando a disponibilidade de substrato para os processos de produção de N<sub>2</sub>O e o consumo de O<sub>2</sub> pela atividade aeróbica (Baggs et al., 2006; Carmo et al., 2007). No entanto, neste estudo os maiores fluxos de N<sub>2</sub>O estiveram associados aos maiores valores de PPA (N<sub>2</sub>O = 2,74.e<sup>0,041</sup>; R<sup>2</sup>=0,31; p<0,0001), indicando um efeito direto da ocorrência da precipitação. No período de 10 dias após o manejo das culturas choveu o equivalente a 200 mm.

Sob PD, as emissões acumuladas de N<sub>2</sub>O no período pós-manejo foram de 0,19±0,1 kg N ha<sup>-1</sup> no sistema A/M e 0,51±0,1 kg N ha<sup>-1</sup> no V/M (Figura 2). A adição de resíduos vegetais ricos em N, como os de ervilhaca, mineralizam quantidades significativas de N num curto espaço de

tempo, mesmo quando mantidos na superfície dos solos em PD. Esse efeito associado a elevada PPA no período resultou no aumento da emissão de  $N_2O$ . Todavia, a adição de resíduos de aveia (A/M), além de apresentar reduzida taxa de mineralização devido a qualidade química dos resíduos (Millar & Baggs, 2004), a baixa concentração de N nestes resíduos condiciona a imobilização temporária do N na biomassa microbiana, fazendo com que a emissão de  $N_2O$  seja limitada pela disponibilidade de N mineral no solo (Gomes, 2006).



**Figura 1.** Emissões de  $N_2O$  ( $\mu\text{g N m}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) no solo afetadas por sistemas de preparo de solo (PD: plantio direto e PC: preparo convencional) e de culturas (A/M: aveia/milho e V/M: ervilhaca/milho). Barras verticais indicam o erro padrão da média ( $n=3$ ). Sm= semeadura milho; Cm= colheita milho; Sc=semeadura das culturas inverno.



**Figura 2.** Emissão acumulada de  $N_2O$  no período pós-manejo afetadas por sistemas de preparo de solo (PD: plantio direto e PC: preparo convencional) e de culturas (A/M: aveia/milho e V/M: ervilhaca/milho). Barras verticais indicam o erro padrão da média ( $n=3$ ).

Entretanto, a adição de resíduos de aveia (A/M) em PC resultou em emissões de  $N_2O$  similares àsquelas medidas com V/M (Figura 2). O revolvimento do solo por promover a ruptura

dos agregados do solo e maior contato dos resíduos com o solo intensifica a mineralização do N se comparado ao PD com aumento da emissão de N<sub>2</sub>O. Em condições normais de precipitação, no entanto, Gomes (2006) não verificou aumento da emissão de N<sub>2</sub>O do solo pela adição de aveia em PC, o que foi atribuído a maior aeração deste sistema de preparo e a distribuição do N mineral na camada revolvida, limitando a produção de N<sub>2</sub>O a micro sítios de anaerobiose criados pelo consumo de O<sub>2</sub>. Porém, neste estudo, a elevada PPA verificada após o manejo das plantas de cobertura de solo, possivelmente reduziu o suprimento de O<sub>2</sub> no solo em PC, favorecendo a produção de N<sub>2</sub>O por desnitrificação. Em ambientes úmidos, as diferenças relacionadas a conservação da umidade do solo, que favorece a emissão de N<sub>2</sub>O em PD se comparado ao PC, não se evidencia, o que permitiu que o solo em PC apresentasse emissões de N<sub>2</sub>O similares.

Muitos trabalhos têm sugerido que a emissão de N<sub>2</sub>O do solo, em PD, é maior do que aquelas em PC, atribuindo estas diferenças a população microbiana, a umidade, a estrutura e ao conteúdo de N no solo (Baggs et al., 2006). Todavia, os resultados deste estudo e de outros (Jantália et al., 2008) têm observado que a magnitude dos efeitos dos preparos sobre as emissões de N<sub>2</sub>O, dependem da qualidade dos resíduos vegetais adicionados e, principalmente, das variáveis meteorológicas. Isto evidencia a necessidade de se considerar vários anos de estudo, buscando representar as variações nas condições climáticas locais e regionais na pesquisa com gases de efeito estufa.

## Conclusões

A emissão de N<sub>2</sub>O do solo foi afetada pelo sistema de preparo do solo quando cultivado com aveia/milho; a emissão de N<sub>2</sub>O do solo no sistema A/M foi menor que no sistema V/M apenas quando cultivado em PD; houve grande influência da precipitação, por meio de variações na porosidade preenchida por água, na magnitude das emissões de N<sub>2</sub>O verificadas neste estudo.

## Referências

- BAGGS, E.M.; CHEBIL, J.; NDUFA, J.K. 2006. A short-term investigation of trace gas emissions following tillage and no-tillage of agroforestry residues in western Kenya. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, 90:69-76.
- CARMO, J.B.; PICCOLO, M.C.; ANDRADE, C.A.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; NETO, E.S.; CERRI, C.C. 2007. Short-term changes in nitrogen availability, gas fluxes (CO<sub>2</sub>, NO, N<sub>2</sub>O) and microbial biomass after tillage during pasture re-establishment in Rondônia, Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, 96:250-259.
- CHIKOWO, R.; MAPFUMO, P.; NYAMUGAFATA, P.; GILLER, K.E. 2004. Mineral N dynamics, leaching and nitrous oxide losses under maize following two-year improved fallows on a sandy loam soil in Zimbabwe. *Plant and Soil*, 259:315-330.
- GOMES, J. 2006. Emissão de gases do efeito estufa e mitigação do potencial de aquecimento global por sistemas conservacionistas de manejo do solo. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- JANTALIA, C.P.; SANTOS, H.P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R. 2008. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 82:161-173.
- METAY, A.; OLIVER, R.; SCOPEL, E.; DOUZET, J.-M.; ALOISIO ALVES MOREIRA, J.; MARAUX, F.; FEIGL, B. J.; FELLER, C. 2007. N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions from soils under conventional and no-till management practices in Goiania. *Geoderma*, 141:78-88.

MILLAR, N.; NDUFA, J.K.; CADISCH, G.; BAGGS, E.M. 2004. Nitrous oxide emissions following incorporation of improved-fallow residues in the humid tropics. *Global Biogeochemical Cycles*, 18:1032-1040.

PASSIANOTO, C.C.; AHRENS, T.; FEIGL, B.J.; STEUDLER, P.A.; DO CARMO, J.B.; MELILLO, J.M. 2003. Emissions of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, and NO in conventional and no-till management practices in Rondonia, Brazil. *Biology and Fertility of Soils*, 38:200-208.

TEDESCO, M.J.G; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; WOLKWEISS, S.J. 1995. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2 ed. Porto Alegre, UFRGS. 174p.