



N-Mineral no solo e Fluxos de N₂O em um Sistema Agroflorestal no Cerrado Brasileiro.

Luciano Gomes Timóteo⁽¹⁾; **Arminda Moreira de Carvalho**⁽²⁾; **Thais Rodrigues Coser**⁽²⁾; **Gabriela Bielefeld Nardoto**⁽³⁾; **Rafael Rodrigues Silva**⁽¹⁾; **Arthur Moreira de Andrade**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade de Brasília; Brasília, DF; luciano.gomes.17@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisadoras; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Cerrados; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília.

RESUMO: O óxido nitroso, dentre os gases de efeito estufa, é o que possui maior importância para o setor agropecuário devido às suas emissões estarem relacionadas com a dinâmica de nitrogênio (N) no solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar o N mineral e os fluxos de N₂O no solo sob um Sistema Agroflorestal (SAF) durante a época seca e de chuva no Cerrado. O solo foi coletado no intervalo de profundidade de 0-10 cm e analisado para N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ colorimetricamente em um Lachat Quikchem FIA 8500, série 2. Nas amostragens de N₂O, utilizaram-se câmaras estáticas fechadas e as concentrações de N₂O foram determinadas por cromatografia gasosa. As coletas de N₂O e de solo foram realizadas considerando os períodos de sazonalidade do Cerrado: transição chuva-seca (março-abril/2014); seca (julho/2014); transição seca-chuva (novembro/2014); chuva (janeiro-fevereiro/2015), em Planaltina, DF. Os fluxos de N₂O apresentaram valores médios de 32,87 µg N₂O m⁻² h⁻¹ para todo o período estudado, sendo observado o maior fluxo (69 µg N₂O m⁻² h⁻¹) dois dias após uma chuva, no período chuvoso. Os teores de N-NH₄⁺ variaram entre 5 e 16 mg kg⁻¹ e para N-NO₃⁻ oscilaram entre 0,79 e 2 mg kg⁻¹. Os períodos de transição chuva-seca e seca-chuva, apresentaram maiores emissões de N₂O e observase predominância de N-NH₄⁺ em todos os períodos. A variação dos fluxos de N₂O e de N-mineral pode ser atribuída à precipitação pluviométrica, umidade do solo, temperatura e atividade microbiológica.

Termos de indexação: Gases do efeito estufa, mineralização de nitrogênio, mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

Dentre os gases de efeito estufa, o óxido nitroso (N₂O), é o que possui maior importância para o setor agropecuário devido às suas emissões estarem relacionadas com a dinâmica e disponibilidade de nitrogênio (N) no solo, às altas precipitações, umidade e temperatura do solo em agroecossistemas. O N₂O é produzido naturalmente nos solos por meio dos processos de nitrificação e

desnitrificação. A nitrificação é favorecida pela presença de NH₄⁺, por condições adequadas de aeração do solo e pela maior ciclagem de nitrogênio no sistema. A desnitrificação é o processo dominante na produção do N₂O e ocorre em condições de baixa aeração do solo. O nitrato (NO₃⁻), por sua vez, pode se acumular no solo quando produzido além da demanda de microrganismos e plantas, potencializando reações de desnitrificação, favorecendo e estimulando, assim, a produção de N₂O (Carvalho et al., 2006)

Em relação à emissão de N₂O em SAFs observam-se poucos trabalhos que correlacionam os fluxos de óxido nitroso com a adição de resíduos agroflorestais nesse agroecossistema. Millar & Bags (2004, 2005) relatam em experimento ambientalmente controlado maiores emissões de N₂O após aplicação de resíduos agroflorestais.

Baggs et al. (2006) monitoraram em curto prazo os efeitos do sistema plantio direto e da qualidade dos resíduos vegetais sobre as emissões de N₂O, CO₂ e CH₄ em sistema agroflorestal de pousio do Quênia. Timóteo et al. (2014) apresentaram um estudo realizado durante o período de seca no cerrado brasileiro, com emissões de N₂O e N-Mineral em área de cerrado nativo, em pastagem degradada e três sistemas integrados, sendo um deles um SAF, concluindo que o SAF resultou nos menores fluxos e teores de N-Mineral, com predomínio de N-NH₄⁺, com valores mais próximos aos do cerrado nativo, tanto em relação aos teores de N-NH₄⁺ como de N₂O.

O objetivo deste trabalho é avaliar o N mineral e os fluxos de N₂O no solo de um sistema agroflorestal durante a estação seca e chuvosa no bioma Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O Sistema Agroflorestal (SAF) localiza-se nas proximidades da BR-020, km 54, em uma propriedade rural, fazendo parte da região administrativa de Planaltina – DF (15°34'51" S, 47°22'42" W). O clima segundo Köppen é



classificado como Aw, com duas estações bem definidas (seca e chuvosa) e ocorrência de veranicos durante a estação chuvosa. A precipitação pluviométrica anual média é de 1500 mm, sendo que mais de 90% da precipitação acontece entre outubro e abril. O solo é um Latossolo Vermelho, com textura médio-argilosa, onde anteriormente se localizava a fitofisionomia Cerradão.

Experimento e amostragens

As coletas de solo na área próxima às câmaras foram realizadas com um trado do tipo holandês, retirando-se cinco subamostras (profundidade 0-10 cm) para compor uma amostra composta, e em seguida determinar as concentrações de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$. Para determinação do teor gravimétrico de água no momento da coleta de N_2O , pesava-se cerca de 15 g de solo e secava-se em estufa a $105^\circ C$ durante 72 h.

As amostras de solo (cerca de 10 g) foram colocadas em potes com 50 ml de solução extratora de KCl 1M, sendo agitadas manualmente e permanecendo em repouso por, pelo menos, 18 horas. Em seguida eram filtradas para análise colorimétrica num Lachat Quikchem FIA 8500, série 2. Determinou-se o teor de umidade de cada amostra, que foi seca em estufa a $105^\circ C$ durante 72 h.

As amostragens para cálculo dos fluxos de N_2O no solo foram realizadas simultaneamente as amostragens de solos para determinação de N-Mineral, durante um ano, considerando os períodos de sazonalidade do Cerrado: transição chuva-seca (março-abril/2014); seca (julho/2014) (dados já publicados por Timóteo et al., 2014); transição seca-chuva (novembro/2014); chuva (janeiro-fevereiro/2015). As medidas dos fluxos de N_2O foram efetuadas utilizando-se câmaras do tipo estática fechada. Foram utilizadas em cada parcela cinco câmaras, compostas por uma base retangular de 38 cm x 58 cm de metal, inserida no solo até 5 cm de profundidade, aí permanecendo durante todo período de avaliação. No momento da amostragem, uma campânula plástica, com 9 cm de altura foi acoplada sobre a base de metal. Essa campânula é protegida por um isolante térmico (Kimanta acoplada a uma espuma de 0,5 cm) para evitar o aquecimento no interior das câmaras durante as coletas das amostras de N_2O . As amostras de ar no interior da câmara foram retiradas logo após o fechamento (T0), aos 15 min (T15) e após 30 minutos. Um teste para avaliar se a acumulação de N_2O nas câmaras é constante no tempo (teste de linearidade) foi feito antes de iniciar as medições

(Giacomini et al., 2006). As análises das concentrações de N_2O foram realizadas no laboratório da Embrapa Cerrados, utilizando um cromatógrafo de gás (Thermo TraceGC) equipado com uma coluna empacotada com Porapak Q e um detector de captura de elétrons.

Os dados de precipitação pluviométrica e temperaturas do ar foram obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Cerrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de N mineral na forma de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$ foram maiores no período chuvoso com médias de 12,57 e 1,94 $mg\ kg^{-1}$, respectivamente. Esses valores foram maiores nesse período em função das precipitações pluviométricas, do aumento da umidade do solo e das temperaturas mais amenas do solo que favoreceram a ciclagem de N e os processos de amonificação ($N-NH_4^+$), nitrificação ($N-NO_3^-$) e desnitrificação ($N-N_2O$) (**Figura 1**).

No período de transição chuva-seca, observou-se uma maior variação nas taxas de $N-NH_4^+$ (entre 5,30 e 12,31 $mg\ kg^{-1}$). Já para $N-NO_3^-$, o período de maior variação foi o de transição seca-chuva, oscilando de 0,61 a 2,65 $mg\ kg^{-1}$. Essas variações nos teores de N-mineral nos períodos de transição devem-se ao efeito de secagem-umedecimento do solo que demonstra pulsos de aumento da atividade microbiana em função da presença de água e de substrato orgânico lábil (Birch, 1964; Verchot et al., 2008).

O período de seca apresentou-se mais estável em relação as taxas de nitrogênio mineral. Em geral, os teores de $N-NH_4^+$ foram maiores em relação aos de $N-NO_3^-$ (**Figura 1**), padrão similar aos resultados para áreas de cerrado nativo (Timóteo et al, 2014; Nardoto & Bustamante, 2003).

Os fluxos de N_2O em todos os períodos avaliados, resultaram em valor médio de 32,87 $\mu g\ m^{-2}\ h^{-1}$, sendo observado um pico de emissão (69 $\mu g\ m^{-2}\ h^{-1}$) no período chuvoso, dois dias após intensas chuvas (**Figura 2**), eventos que contribuem para a produção de N_2O . Os fluxos de N_2O variaram entre 9,10 e 69 $\mu g\ m^{-2}\ h^{-1}$, e essa alta heterogeneidade é atribuída à variação nos processos físico-químicos e biológicos do solo devido às condições edafoclimáticas, uma vez que esse meio é muito dinâmico e sofre forte influência de fatores bióticos.

Os períodos de transição seca-chuva e chuva-seca, foram os que resultaram nas maiores emissões de $N-N_2O$, com médias de 44,59 e 41,93 $\mu g\ m^{-2}\ h^{-1}$ respectivamente, também devido ao efeito de secagem-umedecimento do solo que demonstra pulsos de aumento da atividade microbiana em



função da presença de água e de substrato orgânico lábil (Birch, 1964; Verchot et al., 2008) e também às mudanças de temperatura que ocorrem nestes períodos no bioma Cerrado. O período de seca foi o que propiciou as menores emissões e variações de fluxos de N_2O (Figura 2), com média de $9,93 \mu g m^{-2} h^{-1}$ de $N-N_2O$. Esse período no Cerrado é caracterizado por baixas temperaturas e umidade e praticamente nula ocorrência de precipitação pluviométrica, fatores que inibem a desnitrificação, conseqüentemente, a produção de N_2O . Resultados semelhantes foram obtidos em outras áreas de Cerrado (Marques et al., 2014; Silva et al., 2014; Sato et al., 2014; Timóteo et al., 2014). Pinto et al., 2006, concluíram que a maioria dos valores de fluxo de N_2O em solo de cerrado nativo estavam abaixo do limite de detecção do sistema analítico de cromatografia gasosa ($0,6 ng N-N_2O cm^{-2} h^{-1}$), corroborando com os dados obtidos no estudo deste Sistema Agroflorestal.

CONCLUSÕES

Nas condições desse estudo conclui-se que:

1. Os fluxos de N_2O no solo são mais elevados nos períodos de transição entre seca-chuva e chuva-seca;
2. Os maiores fluxos estão associados às temperaturas e precipitações pluviométricas mais elevadas;
3. Os teores de $N-NH_4^+$ predominam no solo em todos os períodos avaliados.

REFERÊNCIAS

- BAGGS, E.M., CHEBII, J., NDUFA, J.K. A short-term investigation of trace gas emissions following tillage and no-tillage of agroforestry residues in western Kenya. *Soil & Tillage Research*. 2006.
- CARVALHO, A. M. de; M.M.C.; KOZOVITS, A. R.; Miranda; VIVALDI, L. J.; SOUZA, D.M.. Emissão de óxidos de nitrogênio associada à aplicação de uréia sob plantio convencional e direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p. 679-685, 2006.
- BIRCH, H.F. 1964. Mineralisation of plant nitrogen following alternate wet and dry conditions. *Plant Soil* 20:43-49.
- GIACOMINI, S. J., JANTALIA, C. P., AITA, C., URQUIAGA, S., ALVES, B.J.R. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. 2006
- MARQUES, J. de A.; CAVALCANTE, E.; OLIVEIRA, W.R.D.; CARVALHO, A.M.; SILVA, R.R.; TIMÓTEO, L.G.; COSER, T.R.; RAMOS, M.L.G.; CARNEIRO, R.; MELO, C.; ZANSÁVIO, A.M.de.O. Emissão de N_2O em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e integração lavoura-pecuária. XX Congresso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Cusco, Perú, 2014.
- MILLAR, N. BAGGS, E. M. Chemical composition, or quality, of agroforestry residues influences N_2O emissions after their addition to soil *Soil Biology & Biochemistry*. 2004
- MILLAR, N. BAGGS, E. M. Relationships between N_2O emissions and water-soluble C and N contents of agroforestry residues after their addition to soil. *Soil Biology & Biochemistry*. 2005.
- NARDOTO, G.B.; BUSTAMANTE, M.M.C.. Effects of fire on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in savannas of Central Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasilia, 38, n. 8, p. 955-962. 2003
- PINTO, A.S; BUSTAMANTE, M.M.C; SILVA, M.R.S.S.; KISSELE, K.W.; BROSSARD, M.; KRUGER, R; ZEP, R.G.; BURKE, R.A. Effects of Different Treatments of Pasture Restoration on Soil Trace Gas Emissions in the Cerrados of Central Brazil. *Earth Interactions*. Volume 10, paper n.1, 2006.
- SATO, J.H.; FIGUEIREDO, C.C.; COSER, T.R.; CARVALHO, A.M.; MARCHÃO, R.L.; SILVA, R.R.; TIMÓTEO, L.G.; VILELLA, L.. Emissão de N_2O de um latossolo vermelho sob consórcio sorgo e braquiária no Cerrado. XX Congresso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Cusco, Perú, 2014.
- SILVA, R. R.; CARVALHO, A.M.; COSER, T.R.; TIMÓTEO, L. G; RAMOS, M. L. G; OLIVEIRA, W. R. Nitrogênio e fluxos de óxido nitroso em sistemas agrícolas integrados e Cerrado Nativo. XX Congresso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Cusco, Perú, 2014.
- TIMÓTEO, L. G.; CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, W. R. D.; SILVA, V. X.S.; RAMOS, M. L. G. Nitrogênio mineral e fluxos de N_2O em sistemas integrados no Cerrado. XX Congresso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Cusco, Perú, 2014.
- VERCHOT, L.V.; BRIENZA, S J.; OLIVEIRA, V.C. de; MUTEGI, J.K.; CATTÂNIO, J.H.; DAVIDSON, E.A. Fluxes of CH_4 , CO_2 , NO , and N_2O in an improved fallow agroforestry system in eastern Amazonia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126: 113-121. 2008.

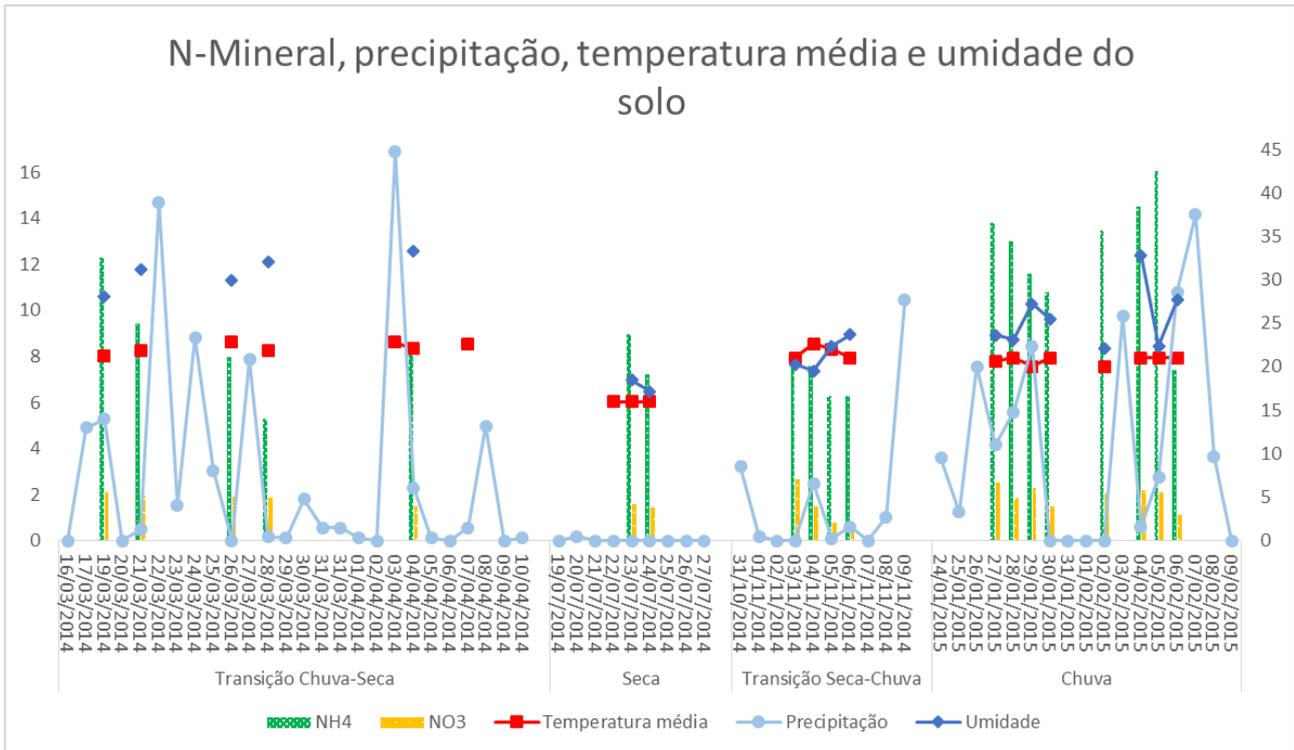


Figura 1. N-Mineral em mg kg⁻¹ de solo, precipitação pluviométrica em mm, temperatura média do solo em °C e umidade do solo em %.

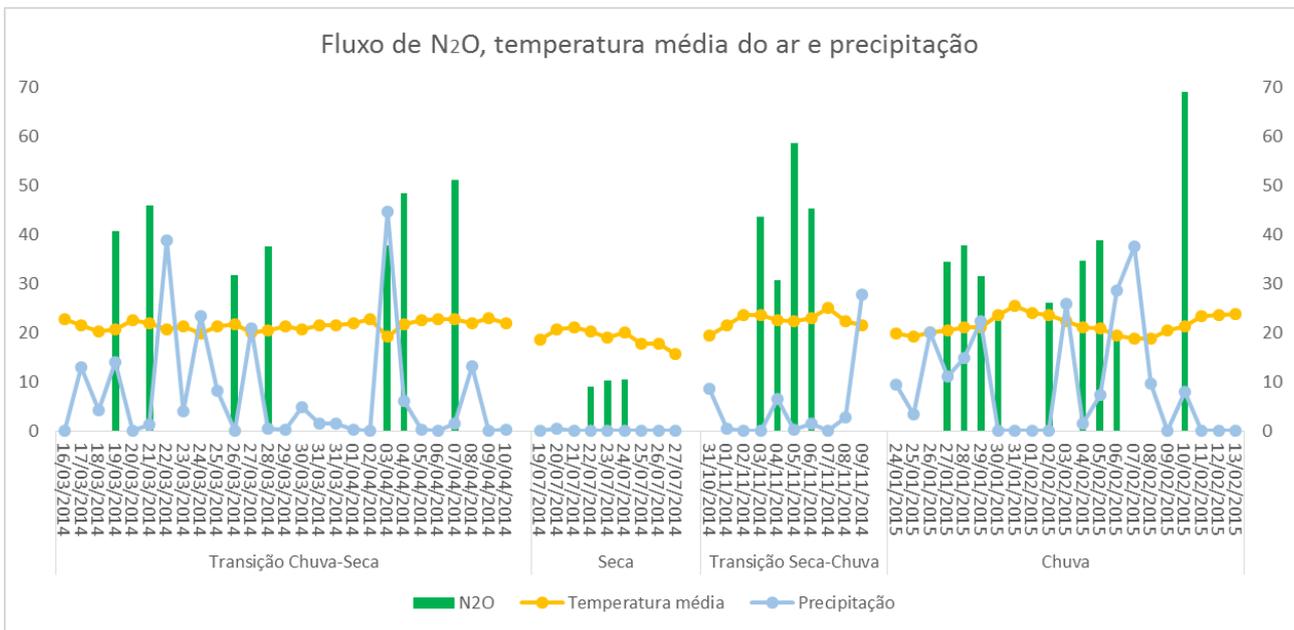


Figura 2. Fluxos de N₂O em µg m⁻² h⁻¹, temperatura média do ar em °C e precipitação pluviométrica em mm.