

## Emissão de N<sub>2</sub>O em pastagem degradada e pastagem sob Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Integração Lavoura-Pecuária (ILP)<sup>(1)</sup>

**Maria Lucrecia Gerosa Ramos<sup>(2)</sup>; Willian R. D. de Oliveira<sup>(3)</sup>; Arminda Moreira de Carvalho<sup>(4)</sup>; Kleber Worsley de Souza<sup>(5)</sup>; Luana Ramos Passos Ribeiro<sup>(6)</sup>; Luciano Gomes Timóteo<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do projeto PECUS/EMBRAPA; <sup>(2)</sup> Professora Associada 4, Universidade de Brasília, Brasília – DF. [lucrecia@unb.br](mailto:lucrecia@unb.br); <sup>(3)</sup> Doutorando, Universidade de Brasília; Brasília – DF. [ruralwillian@hotmail.com](mailto:ruralwillian@hotmail.com); <sup>(4)</sup> Pesquisadora, EMBRAPA/CERRADOS, Brasília – DF. [arminda.carvalho@embrapa.br](mailto:arminda.carvalho@embrapa.br); <sup>(5)</sup> Pós-Doutorando, UNB/EMBRAPA CERRADOS, Brasília - DF. [kleberonws@gmail.com](mailto:kleberonws@gmail.com); <sup>(6)</sup> Alunos de graduação, Universidade de Brasília, Brasília – DF.

**RESUMO:** Os gases de efeito estufa afetados pela agricultura são CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, mas o N<sub>2</sub>O é o mais importante para sistemas agrícolas devido às emissões globais desse gás estarem diretamente relacionadas com a dinâmica de N do solo, além de possuir capacidade de aquecimento 310 vezes maior que o CO<sub>2</sub>. O objetivo desse trabalho foi avaliar fluxos de N<sub>2</sub>O em solo sob pastagem degradada, sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e no solo sob Cerrado. O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados (Planaltina-DF). O solo sob pastagem degradada apresentou baixos fluxos de N<sub>2</sub>O, muito próximos daqueles do Cerrado. O solo sob ILPF apresentou fluxos mais baixos quando comparado ao solo sob ILP. Dentre outros fatores, o aporte de matéria orgânica devido à maior produtividade de biomassa, tanto da lavoura principal como da pastagem implantada com a lavoura e maior temperatura média do solo no ILP, podem ter atribuído a esse sistema as maiores emissões de N<sub>2</sub>O.

**Termos de indexação:** Gases de efeito estufa, Braquiária Piatã, Eucalipto.

### INTRODUÇÃO

Estima-se que o desmatamento e as queimadas, além das atividades agropecuárias e florestais, respondem por mais de 80% da contribuição do Brasil para o efeito estufa do planeta (BRASIL, 2009). Assim, o Brasil é o quinto maior emissor de gases de efeito estufa (GEEs) do mundo, sendo um desafio o desenvolvimento de mecanismos de mitigação dessas emissões.

Os gases de efeito estufa afetados pela agricultura são CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, sendo que, o N<sub>2</sub>O é o que possui maior importância para sistemas agropecuários, uma vez que 70% das emissões globais desse gás se originam com a dinâmica de N do solo. Além disso, o óxido nitroso possui potencial

de aquecimento 310 vezes maior do que o CO<sub>2</sub> (Mosier, 2004). O N<sub>2</sub>O é produzido por microrganismos do solo influenciados, principalmente, pelo teor de nitrogênio (N) no solo, decomposição da matéria orgânica e umidade do solo (Rochette, 2008).

A modernização da agropecuária na região do Cerrado resultou em aumento de produtividade, gerado por altas doses de fertilizantes aplicadas e a expansão para novas áreas, incrementando o desmatamento, que, a longo prazo, pode tornar os agroecossistemas não sustentáveis. Com o intuito de minimizar os impactos negativos, a região vem adotando novas tecnologias, como o Sistema Plantio Direto (SPD) na integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Desta forma, os produtores podem manter o nível de qualidade do solo, água e atmosfera, uma vez que esses sistemas integrados geram um ambiente diversificado, criando melhores condições para a microbiota do solo, que contribui para mitigação dos gases de efeito estufa (Baggs & Phillipot, 2010).

O objetivo desse trabalho foi avaliar fluxos de N<sub>2</sub>O em solo sob pastagem degradada e sob sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no Cerrado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF. O experimento de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e lavoura-pecuária (ILP) foi implantado em janeiro de 2009, em uma área anteriormente ocupada por pastagem degradada. A área experimental apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 15° 36' 38,82" S e 47° 42' 13,63" W, altitude de 980 m. A estação chuvosa da região concentra-se nos meses de outubro a abril, com média de 1100 mm na área do experimento. A temperatura média é de 21,7° C e a classificação climática segundo Koppen

é Aw. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho, com textura argilosa.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, consistindo de dois tratamentos, com 3 blocos cada: 1. pastagem de Braquiária Piatã, implantada com a cultura do sorgo, intercalada com renques de *Eucalyptus urograndis*, com 2 linhas cada, com espaçamento de 2 x 2 m entre plantas e 22 m entre renques (ILPF); 2. pastagem de Braquiária Piatã implantada com sorgo em sistema de ILP, além de uma área de pastagem degradada com a mesma gramínea utilizada nos demais experimentos, implantada em 2007/2008 utilizada como testemunha. Foi utilizada também uma parcela de Cerrado Nativo, adjacente ao experimento.

Em abril de 2012, após o estabelecimento da forrageira, foi passado triton em toda pastagem para uniformizar a área. Em cada parcela foram implantadas 3 câmaras estáticas fechadas, compostas de uma base de metal retangular (38 x 58 cm). Cada câmara foi inserida no solo até a profundidade de 5 cm, ficando com uma altura de 10 cm acima do solo. Uma tampa retangular com largura e comprimento iguais aos da base, era colocada sobre a base e o sistema era vedado com uma espuma de borracha, antes das amostragens de gases. As coletas de gases nas câmaras foram feitas utilizando-se seringas de 60 mL e as amostras foram mantidas em frascos de vidro vedados com septos de borracha cloro butírica, para subsequente análise das concentrações de N<sub>2</sub>O por cromatografia gasosa.

Em cada amostragem de gás, foi determinada a temperatura do solo a 5 cm de profundidade no mesmo momento em que se determinou a temperatura da câmara.

Foram coletadas amostras de solo a cada duas amostragens de gases no período matutino (10:00 h). As amostras de solo foram colocadas em latas metálicas lacradas com fita crepe, para a determinação de umidade. No laboratório, as latas metálicas contendo amostras úmidas foram pesadas, colocadas em estufa a 105° C por 72 horas, em seguida pesadas para determinação da umidade gravimétrica. Os valores de umidade gravimétrica foram convertidos para Espaço Poroso Saturado com Água (EPSA %) calculado pela fórmula:  $EPSA (\%) = (\text{umidade gravimétrica} (\%) \times \text{densidade do solo}) / \text{porosidade total do solo} \times 100$ ; onde:  $\text{porosidade total do solo} = (1 - (\text{densidade do solo} / 2,65))$ , com 2,65 [g cm<sup>-3</sup>] sendo a densidade das partículas assumida do solo.

As coletas foram realizadas entre os meses de fevereiro e abril de 2013. No início de março de 2013, a área recebeu fertilização de cobertura com

uréia na dose de 160 kg ha<sup>-1</sup>, permanecendo sem animais por 15 dias para a recuperação da pastagem. Em abril, após o estabelecimento da forrageira, foi passado triton em toda a pastagem para uniformizar a área.

As análises das concentrações de N<sub>2</sub>O foram realizadas no laboratório de cromatografia da Embrapa Cerrados, utilizando um cromatógrafo de gás (ThermoTraceGC) equipado com uma coluna empacotada com Porapak Q e um detector de captura de elétrons. Os fluxos de N<sub>2</sub>O (FN<sub>2</sub>O) foram calculados pela equação  $FN_2O = \delta C / \delta t (V/A) M/Vm$ , onde  $\delta C / \delta t$  é a mudança de concentração de N<sub>2</sub>O na câmara no intervalo de incubação; V e A são, respectivamente, o volume da câmara e a área de solo coberta pela câmara; M é o peso molecular de N<sub>2</sub>O e Vm é o volume molecular na temperatura de amostragem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, os valores dos fluxos de óxido nitroso no solo mostraram-se acima de 30 µg N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>, sendo que os maiores fluxos ultrapassaram 150 µg N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> no ILP e ILPF (Figura 1).

Na figura 2 são apresentadas as temperaturas do solo em cada área de estudo, entre os meses de Fevereiro e Abril de 2013. Durante o período de monitoramento das emissões de N<sub>2</sub>O, a temperatura do solo variou entre 20,2 e 24,5 °C. Dentre os tratamentos, o solo sob pastagem degradada apresentou os menores fluxos de N<sub>2</sub>O (Figura 1), cujos valores foram semelhantes ao solo sob Cerrado Nativo. Esse comportamento pode ser atribuído à baixa entrada de nitrogênio no solo, seja por fontes inorgânicas (fertilizantes nitrogenados) ou orgânicas (mineralização da matéria orgânica do solo) na área de pastagem degradada, reduzindo a disponibilidade de N para a microbiota do solo. Na pastagem degradada, a biomassa vegetal produzida é limitada, principalmente pela fertilidade do solo, onde o fornecimento de nutrientes não está sendo suprido adequadamente e o nitrogênio deve ser o elemento mais limitante na área. Assim, é necessário cuidado ao se avaliar os sistemas estudados, tendo em vista que a produção de biomassa vegetal na pastagem degradada é muito inferior aos sistemas integrados de ILPF e ILP.

O solo sob sistema de ILP apresentou os maiores picos de emissão, com a maioria dos valores acima de 30 µg N m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Esses picos mais intensos de emissão podem ser atribuídos à maior produção de biomassa vegetal na área sob ILP, sem sombreamento das árvores de *Eucalyptus urograndis*. Isso ocorreu na cultura do sorgo durante o ciclo da cultura e posteriormente com a pastagem

após o seu estabelecimento. Com maior produção de biomassa, a deposição de material vegetal sobre o solo foi mais intensa na área de ILP, tanto do resíduo do sorgo após a colheita e especialmente após a roçagem da forrageira para uniformizar a área, aumentando, assim, o aporte de matéria orgânica e, conseqüentemente, a disponibilidade de C e N para a microbiota do solo (Baggs et al., 2000). Não obstante, a média de temperatura do solo é mais elevada na pastagem sob ILP em detrimento do sistema parcialmente sombreado de ILPF (Figura 2). Ressalta-se que a temperatura é outro fator que pode influenciar nas emissões de  $N_2O$  (Luo et al. 2013). Por outro lado, mesmo apresentando médias de temperatura mais elevadas do solo, a pastagem degradada apresentou emissões de  $N_2O$  mais baixas, muito próximas do solo sob Cerrado Nativo. Isto indica que, apesar das emissões de  $N_2O$  serem fortemente controladas ou influenciadas pela umidade, que pode alterar o espaço poroso preenchido por água (Figura 1), e a temperatura do solo, esses fatores, isoladamente, não são os únicos que influenciam as emissões, se não houver entrada de N no sistema via fertilizantes ou resíduos orgânicos. Se houver a entrada de N, o solo sob a pastagem degradada poderá apresentar fluxos superiores aos valores obtidos no Cerrado Natural.

A aplicação de ureia no solo resultou em um aumento considerável nos fluxos de  $N_2O$  (Figura 1), alcançando picos acima de  $100 \mu g N m^{-2} h^{-1}$  aos 5 dias após essa aplicação. Porém, não houve uma resposta imediata após a fertilização de cobertura, provavelmente devido à baixa umidade do solo registrada durante a aplicação do fertilizante nos sistemas ILPF e ILP. A primeira chuva ocorreu dois dias após essa fertilização, elevando os valores do espaço poroso saturado por água (EPSA) e provocando um aumento nos fluxos de  $N_2O$  (Figura 1). A partir do momento em que houve o aumento da umidade, a microbiota do solo provavelmente foi estimulada, refletindo em um incremento no processo de desnitrificação (Dick et al, 2001).

## CONCLUSÕES

Nas condições de manejo desse trabalho:

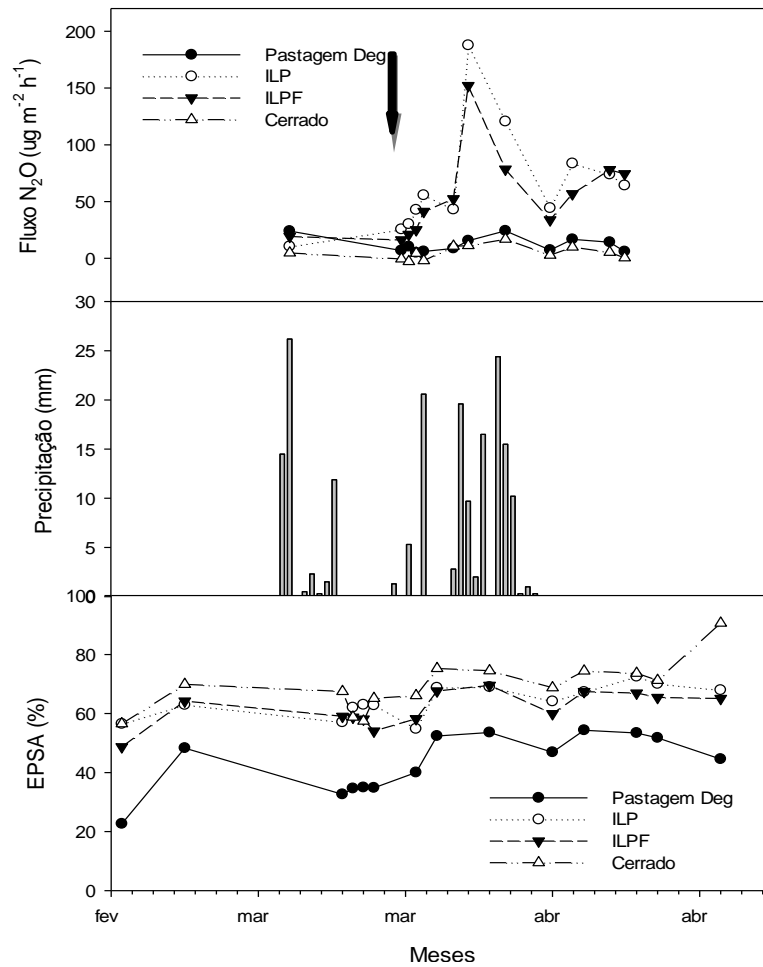
1. O solo sob sistema de ILPF apresenta menores fluxos de emissão de  $N_2O$  quando comparado ao ILP.
2. O solo sob pastagem degradada mostra fluxos semelhantes aos obtidos sob Cerrado natural.

## AGRADECIMENTOS

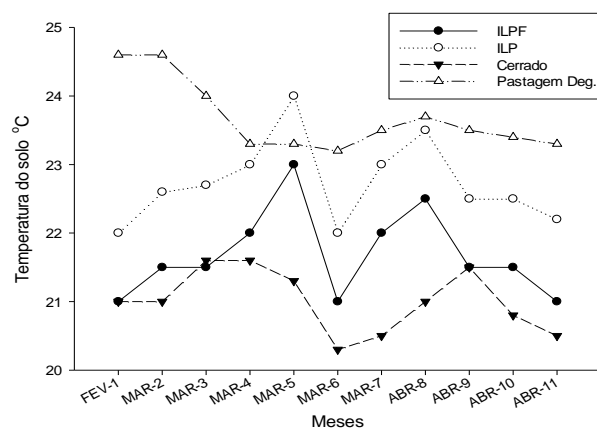
À CAPES, CNPq e à EMBRAPA pelo apoio na forma de bolsas e recursos, respectivamente, para o desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BAGGS, E.M., REES R.M., SMITH K.A., VINTEN J.A.. Nitrous legume oxide emission from soils after incorporating crop residues. *Soil Use Manage.* vol. 16, p. 82-87, 2000.
- BAGGS, E.M. & PHILIPPOT, L. Microbial Terrestrial Pathways to Nitrous Oxide. In: SMITH, K. (ed). *Nitrous Oxide and Climate Change.* Earthscan, London, p. 4-36, 2010.
- BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. Inventário brasileiro das emissões e remoções antropicas de gases de efeito estufa: informações gerais e valores preliminares (30 de novembro de 2009). Disponível em: [http://ecen.com/eee75/eee75p/inventario\\_emissões\\_brasil.pdf](http://ecen.com/eee75/eee75p/inventario_emissões_brasil.pdf). Acesso em: 12 maio 2013.
- DICK, J., SKIBA, U., WILSON, J. The effect of rainfall on NO and  $N_2O$  emissions from Ugandan agroforest soils. *Phyton. Ann - Rei. Bota.* 41, 73-80, 2001.
- LUO, G. J., KIESE, R., WOLF, B., BUTTERBACH-BAHL, K.: Effects of soil temperature and moisture on methane uptakes and nitrous oxide emissions across three different ecosystem types, *Biogeosciences*, 10, 927-965, 2013.
- MOSIER, A.; WASSMANN, R.; VERCHOT, L., KING J.; PALM, C. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. *Environment, Development and Sustainability*, 6, 11-49, 2004.
- ROCHETTE, P. No-till only increases  $N_2O$  emissions in poorly-aerated soils. *Soil & Tillage Research* 101:97-100, 2008.



**Figura 1** – Emissão de N<sub>2</sub>O, precipitação e espaço poroso preenchido com água na camada de 0-5 cm do solo, no período de fevereiro a abril de 2013. A seta escura mostra o momento da fertilização em cobertura com uréia.



**Figura 2** – Temperatura do solo até 5 cm de profundidade determinada nos dias de coleta