

DISTRIBUIÇÃO DOS FLUXOS DE N₂O AO LONGO DO DIA EM LATOSSOLO VERMELHO NO CERRADO

RUBIA SANTOS CORRÊA¹, JOÃO CARLOS MEDEIROS², BEATA EMÖKE MADARI³, GLAUCILENE DUARTE CARVALHO⁴, ADRIANA RODOLFO DA COSTA⁵

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda da Universidade Federal de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, rubiascorreagyn@hotmail.com; ²Engenheiro Agrônomo, Pós-doutorando, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, medeiros.jc@gmail.com; ³Engenheira Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, beata.madari@embrapa.br; ⁴Engenheira Agrônoma, Doutoranda da Universidade Federal de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, glaucilene_agro@yahoo.com.br; ⁵Engenheira Agrônoma, Doutoranda da Universidade de Brasília, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, adriana_rodolfo@yahoo.com.br

RESUMO: Os fluxos de N₂O oriundos do solo estão entre os mais relevantes para os cálculos das emissões dos GEE. A quantificação das emissões desses gases pelo solo em longos períodos normalmente são realizadas extrapolando-se as emissões mensuradas em uma coleta para todo um período homogêneo. Contudo, para a condição de Cerrado brasileiro, não há trabalhos que faz referência ao melhor horário para a amostragem desses gases. Os objetivos do trabalho consistiram em determinar o horário que melhor representa o fluxo médio diário de N₂O em um Latossolo Vermelho cultivado com pastagem na região do Cerrado, verificar qual o tempo máximo antes da saturação deste gás no interior da câmara estática utilizada e comparar o comportamento dos fluxos obtidos por esse método com um método micrometeorológico (gradiente de fluxo). Valores observados nos fluxos mostram haver comportamentos similares entre as duas técnicas testadas. Nas condições do Cerrado, para a amostragem dos gases um horário adequado à rotina de coleta e que representa o fluxo médio diário é em torno das 10h.

PALAVRAS-CHAVE: Gases de efeito estufa, câmaras estáticas, gradiente de fluxo, linearidade, fluxos diários.

INTRODUÇÃO: Nos estudos sobre mudanças climáticas são indispensáveis metodologias que estimem as emissões dos gases de efeito estufa (GEE), sendo o método da câmara estática fechada amplamente utilizado para medir fluxos de óxido nitroso (N₂O) e a amostragem manual o procedimento mais comum (Ball et al., 1999). Outros sistemas, até mais avançados, também são utilizados para a mesma finalidade, como o uso de bombas de vácuo ou de sistema de monitoramento de fluxos, conhecidos como métodos micrometeorológicos que possuem a vantagem do monitoramento dos fluxos em tempo real (Jones et al., 2011). A câmara estática funciona

como um recipiente de ar na interface solo-atmosfera sendo utilizada para determinar as emissões de um gás específico, e, permite quantificar variações entre diferentes locais e/ou tipo de uso do solo. A cada medição, a área efetivamente amostrada é geralmente igual ou menor que 1m², e as medidas raramente são realizadas mais de uma vez no dia (Rocha, 2009; Jones et al., 2011), esse método carece grande número de amostragem, o que dificulta e até inviabiliza o trabalho devido a demanda de tempo e mão de obra. O método do gradiente de fluxo baseia-se em quantificar com alta resolução temporal a concentração de gás acima da superfície (solo-vegetação), a partir de medidas baseadas nas variações da velocidade vertical do vento e da grandeza intensiva cujo fluxo se deseja mensurar (Rocha, 2009; Jones et al., 2011). A área sobre a qual um fluxo pode ser integrado por esta técnica varia de 0,01 a 1 km², dependendo da altura da torre de amostragem. Entretanto, isto requer uma superfície de origem uniforme o que, em muitos ecossistemas agrícolas, pode ser uma limitação (Jones et al., 2011). Os objetivos deste trabalho consistiram em determinar o horário que melhor representa o fluxo médio diário de N₂O em um Latossolo Vermelho cultivado com pastagem na região do Cerrado, verificar qual o tempo máximo antes da saturação deste gás dentro da câmara utilizada e comparar o comportamento dos fluxos obtidos por esse método com um método micrometeorológico (gradiente de fluxo).

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, em sistema de integração lavoura-pecuária iniciado em 1995. No período de estudo a área estava na fase de pastagem (*Urochloa ruziziensis*). O solo é um Latossolo Vermelho de textura argilosa. O clima predominante na região é



o tropical subsequente, com suas estações bem definidas, chuvosa (outubro-abril) e seca (maio-setembro) (IBGE, 1978). As amostragens foram realizadas por meio de câmara estática fechada (0,4 x 0,6 x 0,097 m, largura, comprimento e altura, respectivamente) com a utilização de seringa para a coleta de 25 ml de ar capturados na câmara e injetados em vidros *headspace*. Para determinar o intervalo de tempo em que a concentração dos gases dentro da câmara aumenta linearmente, estudo da linearidade, foram coletadas amostras de gás na câmara em intervalos de 5 minutos até 50 minutos, totalizando quatro repetições equivalentes a quatro horários e dias diferentes. As condições avaliadas foram: sem e com aplicação de lâmina de 10 mm de água e 10 g N/m² na área da câmara. Para a determinação do horário que melhor representa o fluxo médio diário de N₂O, as coletas foram realizadas a cada duas horas em um período de vinte e quatro horas, o que totalizou doze horários por dia de coleta, cada horário de amostragem consistiu de quatro repetições com câmaras estáticas em dois dias de avaliações. Para estimular as emissões de N₂O foram aplicadas 10 g N/m² e 10 mm de água em cada câmara estática dois dias antes do início das amostragens, conforme descrito em Jantalia et al. (2008). A concentração de N₂O das amostras de gás obtidas por meio das câmaras estáticas foi analisada por cromatografia gasosa e o cálculo determinado por meio da integração dos fluxos, conforme Rochette et al. (2004): $FN_{2O} = \delta C / \delta t (V/A) M/Vm$, em que, $\delta C / \delta t$: é a mudança de concentração de N₂O na câmara no intervalo de incubação; V: é o volume da câmara; A: é a área do solo coberto pela câmara; M: é o peso molecular de N₂O e Vm: é o volume molecular na temperatura de amostragem. Os dados foram avaliados através de análises de regressão entre o fluxo médio diário (variável dependente) e os fluxos medidos em cada hora do dia (variável independente). Para comparar com os valores obtidos no método da câmara estática utilizou-se o método micrometeorológico (gradiente de fluxo), que consiste em um analisador a laser, localizado em um laboratório móvel distante 100 m da torre de amostragem, que converte o sinal recebido pelas torres em um valor que representa a concentração do gás amostrado, este é comparado com um gás de referência para o cálculo da concentração real dos fluxos de N₂O. Os dados estimados pela técnica do gradiente de fluxo são referentes à média dos fluxos de N₂O obtidos no período de 14

de dezembro a 14 de janeiro de 2012/2013. Os dois métodos foram instalados na mesma área, porém, as aplicações de lâmina de água e adubo nitrogenado foram realizadas somente na área de abrangência das câmaras estáticas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Na determinação da linearidade observa-se que em condições de menor conteúdo de água no solo os fluxos de N₂O foram baixos e não linear durante os 50 minutos de incubação (Figura 1a,b). A presença de água e de nitrogênio no solo favoreceu o fluxo de N₂O (Figura 1c,d), ajustando-se linearmente em função do tempo de incubação até 40 minutos (Figura 1c,d). A linearidade a ser utilizada nas amostragens pode ser determinada como qualquer ponto que antecede o momento de saturação dos fluxos, portanto, o tempo total de incubação utilizado no estudo do fluxo médio diário de N₂O foi de 20 minutos, com três amostragens em intervalos de 10 minutos (0, 10 e 20 minutos).

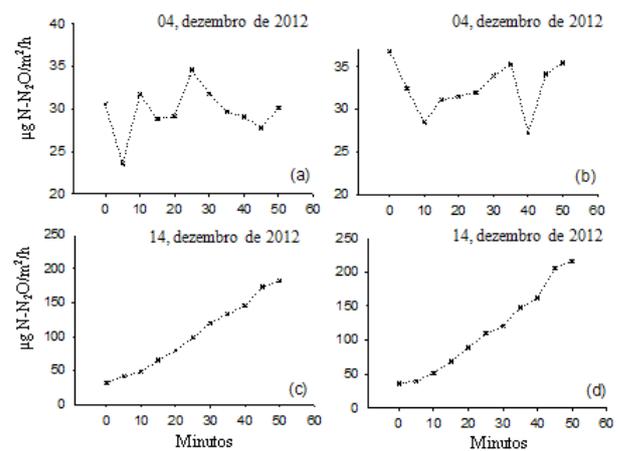


Figura 1. Fluxos de N₂O em Latossolo Vermelho sob pastagem sem (a, b) e com aplicação de lâmina de água e fertilizante nitrogenado (c, d).

Somente após a adubação nitrogenada e irrigação foram observados fluxos de N₂O. O método da câmara estática apresentou fluxos que variaram de 76 a 121 µg N-N₂O/m²/h com fluxo médio diário de 100 µg N-N₂O/m²/h. Os fluxos de N₂O tiveram tendências semelhantes à temperatura (Figura 2 e 3), independente da metodologia testada, pode-se observar que os valores dos fluxos de N₂O apresentaram comportamentos similares, sendo os fluxos maiores no período diurno e menores no período noturno (Figura 2 e 3). Os resultados da análise de regressão apresentados na (Tabela 1) indicaram que a inclinação variou de 0,58 a 1,68. A menor inclinação foi estimada na

amostragem das 12h, isso significa que os fluxos medidos nesse horário superestimou o fluxo médio diário em 42%. A maior inclinação obtida foi estimada na amostragem das 8h quando os fluxos medidos subestimou o fluxo médio diário em 68%. Fluxos de N_2O medidos às 22h foram os que mais se aproximaram da média diária com superestimação do fluxo médio diário em 1%. No período diurno os fluxos de N_2O que apresentaram menor variação em relação à média diária foram os obtidos nas amostragens das 6h, 10h e 18h. Fluxos de N_2O do solo medidos em qualquer outro período terminou superestimando em 37% ou subestimando o fluxo médio diário até 13%, pelo menos. Jantalia et al. (2008), estudando fluxos de N_2O no sul do Brasil, verificou que o horário que representou o fluxo médio diário foi de 1h, porém devido este horário ser operacionalmente inconveniente optou pelo segundo melhor horário para a rotina de amostragem (10h).

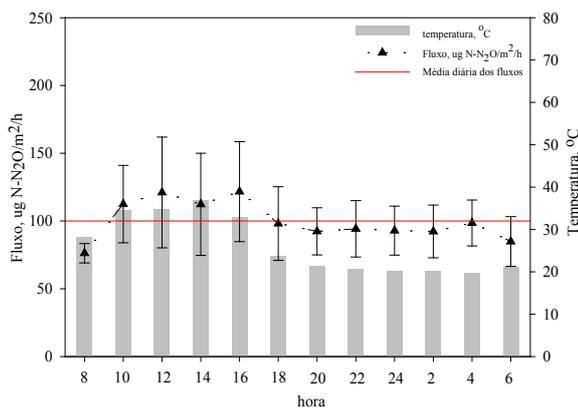


Figura 2. Fluxos de N_2O em um período de 24 horas medidos em câmaras estáticas fechadas, em Latossolo Vermelho sob pastagem.

Tabela 1. Parâmetros de regressão e os coeficientes de regressão (R^2) do fluxo médio diário de N_2O e o fluxo médio em horas do dia.

Tempo de amostragem (hora do dia)	a	b	R^2
8:00	1,68	-28,06	0,52
10:00	0,78	11,58	0,83
12:00	0,58	29,52	0,92
14:00	0,62	30,58	0,97
16:00	0,63	23,26	0,98
18:00	0,82	19,76	0,97
20:00	1,17	-8,75	0,92
22:00	0,99	6,92	0,93
00:00	1,17	-9,06	0,96
2:00	1,13	2,28	0,56
4:00	1,28	-26,50	0,93
6:00	1,22	-4,14	0,82

Os dados foram ajustados ao modelo linear $F_{ldm} = (aF_{tm}) + b$, em que F_{ldm} é o fluxo médio diário e F_{tm} é o fluxo médio em cada tempo de amostragem (Jantalia et al., 2008; Alves et al, 2012).

As medições realizadas com o método micrometeorológico no período de trinta dias mostraram que os horários que representaram o fluxo médio

diário ficaram em torno das 7h no período da manhã e das 17h no período da tarde, apresentando fluxo médio diário de $56 \mu g N-N_2O/m^2/h$ (Figura 3). Os valores inferiores aos valores médios das câmaras se justificam pela ausência de adubação nitrogenada e irrigação na área amostrada pelo método micrometeorológico. O horário do dia que representou o fluxo médio diário e que é operacionalmente adequado a rotina de amostragem é as 10h. Estudos análogos foram realizados por Alves et al. (2012), em Serópedica (Rio de Janeiro) e Edimburgo (Escócia), independente dos locais de amostragem, resultados semelhantes foram observados e os autores apontaram o período entre 9h e 10h como o mais adequado para a realização da coleta, já que representam o fluxo médio diário, além de ser um horário favorável á prática de amostragem.

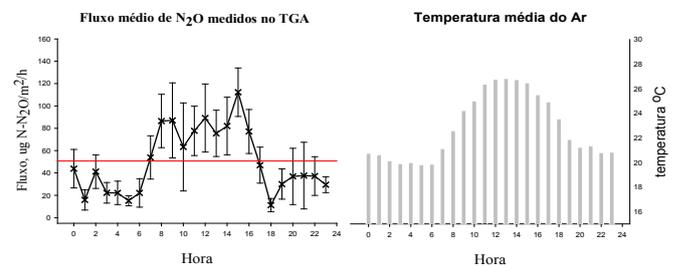


Figura 3. Fluxos de N_2O em um período de 24 horas medidos pelo método do gradiente de fluxo, em Latossolo Vermelho sob pastagem.

CONCLUSÕES: Na ausência de umidade e adubação nitrogenada não verificaram-se emissões de N_2O com o método das câmaras estáticas; A adubação nitrogenada e a lamina de água aplicadas no solo, promoveram o fluxo de N_2O no interior das câmaras; A saturação por N_2O deu-se a partir dos 40 minutos após o fechamento das câmaras; No estudo do fluxo médio diário, alguns horários apresentaram valores próximos aos encontrados na média diária dos fluxos, porém, neste trabalho, o horário que possibilita a efetivação da rotina de amostragem, é em torno das 10h; Os valores do fluxo de N_2O , obtidos pelo método micrometeorológico e câmaras estáticas, foram similares quanto ao comportamento dos fluxos ao longo do dia, porém, a adubação nitrogenada somada à lâmina de água, aplicadas nas câmaras, propiciaram maiores valores de fluxo.

AGRADECIMENTOS: O trabalho obteve fomento do $CNPq$ (562 601/210-4), Embrapa (02.11.05.001), Pronex/FAPEG- $CNPq$ e do convênio Embrapa/CAPES na forma de bolsas de doutorado e pós-doutorado. B. E. M. é bolsista de produtividade em PQ do $CNPq$ (306 912/2011-2).

REFERÊNCIAS

ALVES, B. J. R.; SMITH, K. A.; FLORES, R. A.; CARDOSO, A. S.; OLIVEIRA, W. R.D; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Selection of the most suitable sampling time for static chambers for the estimation of daily mean N_2O flux from soils. **Soil Biology & Biochemistry**, New York, v. 46, p. 129-135, 2012.

BALL, B. C.; SCOTT, A.; PARKER, J. P. Field N_2O , CO_2 and CH_4 fluxes in relation to tillage, compaction and soil quality in Scotland. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 29-39, 1999.

IBGE. **Climas do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério do planejamento, orçamento e gestão; Diretoria de Geociências, 1978. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm>. Acesso em: 2 maio 2013.

JANTALIA, C.P.; SANTOS, H.P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.82, p.161-173, 2008.

JONES, S. K.; FAMULARI, D.; DI MARCO, C. F.; NEMITZ, E.; SKIBA, U. M.; REES, R. M.; SUTTON, M. A. Nitrous oxide emissions from managed grassland: a comparison of eddy covariance and static chamber measurements. **Atmospheric Measurement Techniques Discussions**, [s.1], v. 4, n. 1, p. 1079-1112, 2011.

ROCHA, C. H. E. D' A. **Monitoramento *in situ* do fluxo de dióxido de carbono em reservatórios hidrelétricos no Brasil: o caso do APM manso**. 2009. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

ROCHETTE, P.; ANGERS, D. A.; BÉLANGER, G.; CHANTIGNY, M. H.; PRÉVOST, D.; LÉVESQUE, G. Emissions of N_2O from alfalfa and soybean crops in Eastern Canada. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, n. 2, v. 68, p. 493-506, Mar./Apr. 2004.