

**Emissões de óxido nitroso
derivadas de excretas bovinas
em Argissolo de Seropédica, RJ**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 51

Emissões de óxido nitroso derivadas de excretas bovinas em Argissolo de Seropédica, RJ

Fabrcio Aguiar Couto
Alex Sandro Ferreira Rodrigues
Segundo Urquiaga
Robert Michael Boddey
Claudia Pozzi Jantalia
Bruno José Rodrigues Alves

Embrapa Agrobiologia
Seropédica, RJ
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465, km 7, CEP 23.851-970, Seropédica, RJ

Caixa Postal 74505

Fone: (21) 3441-1500

Fax: (21) 2682-1230

Home page: www.cnpab.embrapa.br

E-mail: sac@cnpab.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Norma Gouvêa Rumjanek

Secretária-Executivo: Carmelita do Espírito Santo

Membros: Bruno José Alves, Ednaldo da Silva Araújo, Guilherme

Montandon Chaer, José Ivo Baldani, Luis Henrique de Barros Soares

Revisão de texto: Ednaldo da S. Araújo e Alexander S. Resende

Normalização bibliográfica: Carmelita do Espírito Santo

Tratamento de ilustrações: Maria Christine Saraiva Barbosa

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

Foto da capa: Bruno José Rodrigues Alves

1ª edição

1ª impressão (2009): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agrobiologia

E53

Emissões de óxido nitroso derivadas de excretas bovinas em Argissolo de Seropédica, RJ. / Fabrício A. Couto et al. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 19 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento, 51).

ISSN 1676-6709

1. Efeito Estufa. 2. Nitrogenio. 3. Pastagem. I.

Rodrigues Alex Sandro F. II. Urquiaga, Segundo. III. Boddey,

Robert M. IV. Jantalia, Claudia P. V. Alves, Bruno J. R. VI.

Título. VII. Embrapa Agrobiologia. VIII. Série.

CDD 631.583

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	17
Referências Bibliográficas	18

Emissões de óxido nitroso derivadas de excretas bovinas em Argissolo de Seropédica, RJ

Fabício Aguiar Couto¹

Alex Sandro Ferreira Rodrigues¹

Segundo Urquiaga²

Robert Michael Boddey²

Claudia Pozzi Jantalia²

Bruno José Rodrigues Alves²

Resumo

O óxido nitroso (N_2O) é um dos gases mais ativos envolvidos no efeito estufa do planeta, e também contribui para a degradação da camada de ozônio. Em áreas sob pastagens o N_2O é produzido principalmente pelas excretas bovinas, porém são poucas as informações sobre a contribuição individual de fezes e urina para o processo, objetivo deste trabalho. As avaliações foram feitas em um Argissolo da área experimental da Embrapa Agrobiologia, plantado com *Brachiaria decumbens*. O delineamento experimental foi um fatorial em blocos casualizados com parcelas divididas, contendo seis tratamentos e seis repetições. O tratamento principal foi presença e ausência de cobertura vegetal, com as subparcelas contendo urina ou fezes, além do controle absoluto. Adicionou-se 1 litro de urina e aproximadamente 1,3 kg de fezes frescas de vaca lactantes. Durante 50 dias, foram quantificados os fluxos de N_2O do solo utilizando-se uma câmara estática fechada. Os fluxos de cada tratamento foram integrados

¹ Aluno do Curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi (IST), Fundação de Apoio a Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro (FAETEC)

² Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Rod. BR 465, km 7, Seropédica, RJ. E-mail: urquiaga@cnpab.embrapa.br, bob@cnpab.embrapa.br, claudia@cnpab.embrapa.br, bruno@cnpab.embrapa.br

para a estimativa da emissão no período. Pelos resultados, a cobertura vegetal não influenciou as emissões, e somente o solo com urina apresentou emissão superior ao controle. A urina é a principal via de perda de N_2O , e as fezes não contribuíram para as emissões deste gás da mesma forma que a urina.

Nitrous oxide emission from cattle excreta on an Ultisol of Seropédica, RJ

Abstract

Nitrous oxide is one of the most active gases involved in the warming effect of the planet, and also contributes to the ozone layer degradation. In pasture areas, N₂O is produced mainly after cattle excreta deposition on the soil, but there is limited information on the individual contribution of feces and urine for this process, objective of this work. The evaluations were made in an Argisol (Brazilian soil classification system) of Seropédica, RJ, in the experimental area of Embrapa Agrobiologia, planted to Brachiaria decumbens pasture. The experimental design was a split plot factorial in randomized blocks with six treatments and six repetitions. The main treatment was the presence of the grass (with and without) and the subplots the presence of urine or feces apart from the absolute control. Approximately, 1.3 kg of fresh feces of dairy cow and 1 liter of urine were added to the respective plots. For 50 days, the N₂O fluxes were measured using a closed static chamber technique. The N₂O fluxes of each soil treatment were integrated for the monitoring time for the estimation of the N₂O emissions. According to the results, the presence of plants did not influence the N₂O emissions, and only the soil with urine presented a larger emission than the control. The presence of feces did not increase N₂O emissions compared to the control. The urine is the main pathway of N₂O emission, and feces seem to be of minor importance for the overall emissions of this gas from pastures.

Keywords: greenhouse effect; N₂O; cattle urine and feces; pasture.

Introdução

O óxido nitroso (N_2O) é um gás de efeito estufa cuja molécula possui forçamento radiativo igual ao de 310 moléculas de CO_2 . A agricultura e a pecuária respondem por mais de 60% das emissões desse gás para a atmosfera, o que está relacionado ao aumento das formas inorgânicas de nitrogênio no solo pela aplicação de fertilizantes sintéticos e orgânicos, mineralização de resíduos de colheita, deposição de excretas animais no solo, e mineralização da matéria orgânica do solo por efeito de mudança de uso do solo e manejo (IPCC, 2006).

A concentração de N_2O na atmosfera continua aumentando a uma taxa de 0,26% ao ano, sendo as concentrações estimadas em 2005, de 319 nL/L (FORSTER et al., 2007). A tendência de aumento das concentrações de N_2O irá continuar nas próximas décadas, principalmente pela tendência de expansão da área agrícola nos países em desenvolvimento.

Estudo recente realizado concluiu que metade das emissões de gases de efeito estufa do Brasil vem da pecuária, destacando a importância do setor no cenário nacional. Na pecuária, as emissões se originam no processo de estabelecimento de pastagens, e permanecem, principalmente, com as emissões de metano de origem entérica e de N_2O derivado do N depositado com as excretas (urina e fezes). As estimativas dessas emissões são feitas com base em fatores de emissão existentes na metodologia do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, 2006), que podem superestimar as emissões reais desses gases por terem sido elaboradas com base em resultados obtidos em solos de climas temperados (ESTIMATIVA..., 2009).

Poucas informações são disponíveis para as regiões tropicais, especialmente no que diz respeito às emissões de N_2O . No caso das pastagens, a situação é mais complexa, pois se considera que fezes e urina bovinas tem o mesmo impacto nas emissões de N_2O , o que faz com que mais da metade das emissões de N_2O do setor agrícola nacional tenham origem na pecuária (LIMA et al., 2006).

A orientação do IPCC é a de que sejam levantados, urgentemente, fatores de emissão locais para as atividades consideradas chave em termos de volume de emissão de gases de efeito estufa, como é o caso da pecuária no Brasil.

O presente estudo foi realizado para quantificar as emissões de N_2O de urina e fezes de bovinos, visando não somente levantar as informações de cada fonte, mas principalmente para avaliar a participação de cada uma nas emissões totais das excretas.

Material e Métodos

As avaliações foram realizadas no período de março a maio/2007 na área experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ, em Argissolo vermelho amarelo distrófico, em um pas-to predominantemente composto por *Brachiaria decumbens*. Uma área do pasto foi dividida em 36 parcelas de 1,5 x 1,5 m. Foram estabelecidos 6 tratamentos com 6 repetições, adotando-se um delineamento experimental fatorial 2 x 3, em blocos casualizados. Em cada bloco, metade das parcelas teve a cobertura vegetal totalmente removida e a outra metade foi roçada a 15 cm de altura do solo, estabelecendo-se o fator cobertura vegetal (com e sem). O segundo fator foi composto de 3 níveis: controle, com adição de fezes e de urina.

A urina e as fezes foram obtidas na estação experimental da Pesagro-Seropédica, localizada próximo à Embrapa Agrobiologia. A urina foi coletada pela manhã, durante a ordenha de vacas mestiças (forte influência do gado europeu). As fezes também foram coletadas pela manhã, recolhidas imediatamente após a defecação, e armazenadas em um barril plástico para permitir a homogeneização do material.

Em cada parcela experimental foi inserida uma base metálica retangular, que era a base da câmara para coleta de gases, medindo 38 cm x 58 cm, sendo inserida no solo até 5 cm de profundidade. Essa base permaneceu no mesmo local durante todo período de avaliação.

Nos respectivos tratamentos, adicionou-se 1 L de urina ($4,8 \text{ g N L}^{-1}$) e aproximadamente 1,3 kg de fezes frescas (234 g matéria seca; 1,57%N) na área delimitada pela base metálica. Essas quantidades estão dentro da faixa de variação de eventos de excreção observados no campo, para diferentes animais e ambientes (FERREIRA et al., 2002).

A urina foi adicionada tomando-se o cuidado de molhar toda a área, o mais uniformemente possível. As fezes foram colocadas no centro da área da base metálica, utilizando-se um anel plástico de aproximadamente 24 cm de diâmetro (área de $0,045 \text{ m}^2$) e 3 cm de altura para garantir homogeneização da área defecada. Subamostras das fezes e da urina foram retiradas nesse momento, e enviadas para análise de nitrogênio. As fezes foram borrifadas com solução ácida diluída (HCl 0,05 M), para reduzir as perdas de N, e colocadas para secagem em estufa à 65°C . Posteriormente, foram moídas para análise de N total (ALVES et al., 1994).

Em uma área adjacente, de mesmas dimensões da base metálica, foi aplicada a mesma quantidade de urina e fezes. Nessas áreas, em cada amostragem de gases, tomava-se a temperatura do solo e fazia-se uma amostragem de solo na profundidade de 5 cm para determinação da umidade e conteúdo de N na forma nítrica e amoniacal, analisadas por fluxo contínuo tal como descrito em Alves et al. (1994). Na última amostragem, foi determinada a densidade do solo pelo método do anel volumétrico, para o cálculo da porosidade total, assumindo-se uma densidade da partícula de $2,65 \text{ Mg m}^3$. Com os resultados de porosidade e umidade foi determinado o espaço poroso do solo saturado com água (% EPSA).

No momento da amostragem de N_2O , uma caixa plástica, com 9 cm de altura e mesmas dimensões da base de metal, era acoplada à base metálica e vedada com uma espuma de borracha. As amostras de ar da câmara foram retiradas logo após o fechamento, e após 30 minutos de incubação. A concentração de N_2O das amostras de gás foram medidas em cromatógrafo gasoso, com coluna preenchida com "Porapak Q" e detector de captura de elétrons. O fluxo de N_2O (FN_2O) foi calculado pela equação $\text{FN}_2\text{O} = (dC/dt)(V/A)M/Vm$, onde dC/dt é a mudança de concentração do

N_2O na câmara no intervalo de incubação na unidade de tempo; V e A são, respectivamente, o volume da câmara e a área de solo coberta pela câmara; M é o peso molecular de N_2O e V_m é o volume molecular na temperatura do ar observada no momento da amostragem.

Após análise de variância dos dados, as médias foram separadas pelo teste l.s.d. de Student. Os fluxos de N_2O e os dados de % EPISA, temperatura do solo e formas minerais de nitrogênio foram analisados quanto ao grau de correlação (Pearson), utilizando o software SigmaPlot v. 11.0. O mesmo software foi usado para a construção dos gráficos apresentados no trabalho.

Resultados e Discussão

Os fluxos de N_2O apresentaram um comportamento semelhante entre as áreas com vegetação e de solo nu (Fig. 1 A e B), com fluxos maiores nas áreas tratadas com urina. A alta concentração de N da urina (4,8 g N L⁻²; ou o equivalente a 250 kg N ha⁻¹) na forma solúvel explica o resultado, uma vez que a quantidade de N aplicada com as fezes foi próxima (equivalente a 193 kg N ha⁻¹), porém praticamente indisponível (FERREIRA et al., 2002).

A adição de urina promoveu fluxos de N_2O significativamente superiores aos demais tratamentos apenas nos três primeiros dias de monitoramento, chegando a 228 g N m⁻² h⁻¹ no dia seguinte a aplicação da urina. A adição das fezes, mesmo representando uma dose de N elevada, não resultou em fluxos de N_2O diferentes do tratamento controle, com pico de 40 a 50 mg N m⁻² h⁻¹ no segundo dia de monitoramento. Neste dia, registrou-se um volume de chuvas de 15 mm, o que proporcionou maior produção de N_2O no solo.

Os altos fluxos de N_2O observados foram correlacionados com a saturação dos poros com água (Fig. 2), e obedeceram a uma relação exponencial ($r = 0,79$; $p < 0,0001$), tal como demonstrado em outros estudos (DOBBIE e SMITH, 2003; OLIVEIRA et al., 2009). A saturação dos poros com água não foi diferente entre a condição de solo nu e solo com pasto.

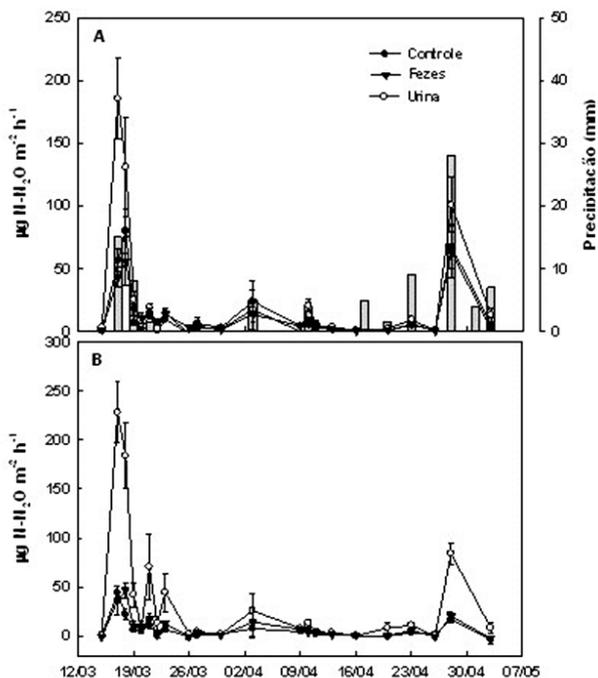


Fig. 1. Precipitação pluviométrica no período e fluxos de N_2O do solo em áreas tratadas com urina e fezes de bovinos leiteiros em solo com pastagem (A), e em solo nu (B).

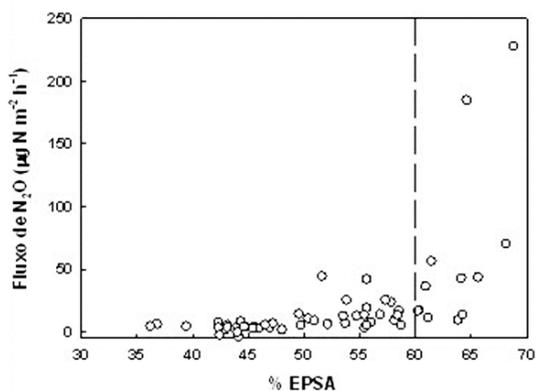


Fig. 2. Variação dos fluxos de N_2O do solo em função da saturação do espaço poroso do solo (% EPSA).

Aparentemente, a presença das fezes retardou o umedecimento do solo na área afetada pela mesma (Fig. 3), no início do experimento.

A maior disponibilidade de N mineral após a aplicação das excretas, principalmente nas áreas tratadas com urina (Fig. 4), induziu os maiores fluxos de N_2O do solo. No solo sob as fezes, somente após 6 dias foi possível observar um efeito da excreta no aumento da disponibilidade de N do solo (Fig. 4B), porém muito inferior ao observado na área com urina. A liberação de N das fezes é muito lenta, em geral não ultrapassando 5% do total de N existente (FERREIRA et al., 2002), principalmente se o local não é habitado por escarabeídeos (coleópteros conhecidos como "rola-bosta").

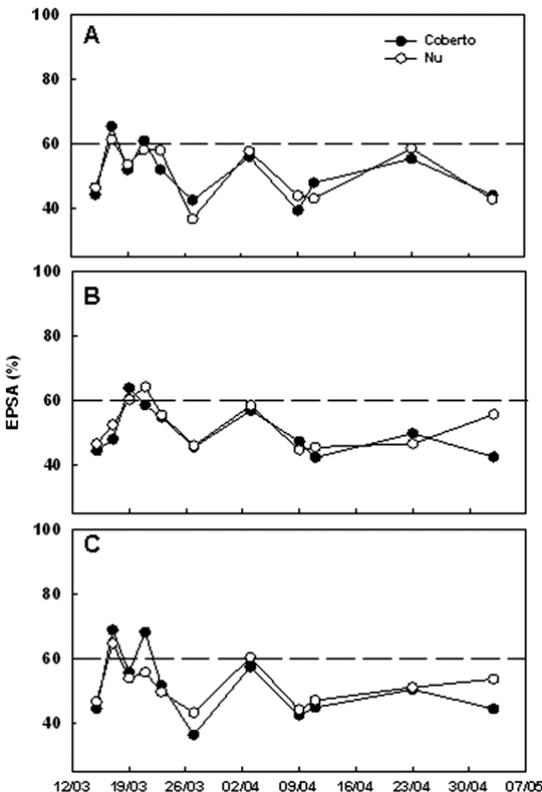


Fig. 3. Porcentagem de espaço poroso do solo saturado com água (% EPSA) sob pastagem e solo nu (A), e contendo fezes (B) ou urina bovina (C).

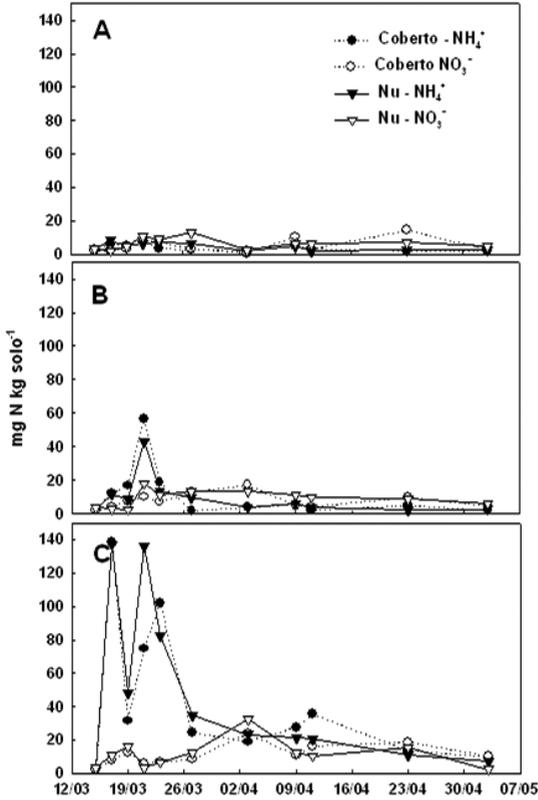


Fig. 4. Concentração de nitrato e amônio no solo sob pastagem e solo nu (A), e contendo fezes (B) ou urina bovina (C).

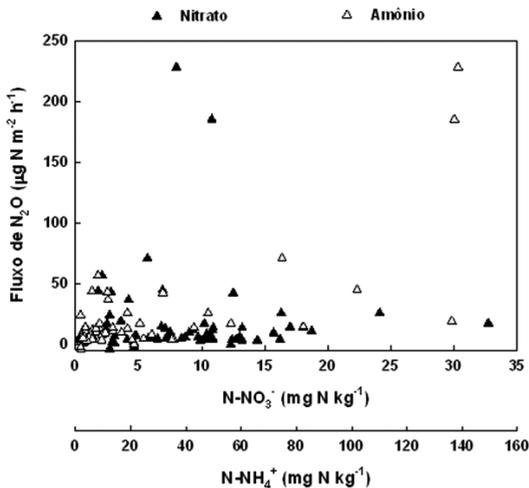


Fig. 5. Flutuação nos fluxos de N₂O em função das concentrações de nitrato e amônio no solo sob pastagem e solo nu, contendo, ou não, fezes ou urina bovina.

Analisando-se os fluxos de N_2O em função das formas de N no solo, observa-se que os maiores fluxos ocorreram nas fases de menores concentrações de nitrato e maiores concentrações de amônio, sugerindo que nas condições do estudo a nitrificação seguida da desnitrificação seria a explicação para a produção de gás nos sistemas avaliados (Fig. 5).

Em geral, as concentrações de nitrato e amônio foram semelhantes nas áreas não tratadas com excretas, algumas vezes com maior concentração da forma nítrica (Fig. 4A). As áreas tratadas com urina e fezes mostraram grande predomínio da forma amoniacal nos períodos que seguiram a aplicação da urina (~ 20 dias) e das fezes (~ 10 dias). Provavelmente, o efeito salino da urina, ou mesmo um impedimento ao fluxo de gases no solo pela presença das fezes frescas pode explicar esse fato.

As flutuações de temperatura do ar foram maiores do que as observadas no solo até 10 cm de profundidade (Fig. 6). Devido à pequena amplitude de variação da temperatura do solo, esta foi, aparentemente, de pouca importância no controle dos fluxos de N_2O observados.

Pela análise de correlação Pearson, somente a % EPSA e as concentrações de amônio e do total de N mineral no solo apresentaram relação significativa com os fluxos de N_2O (Tab. 1). Os baixos fluxos de N_2O que foram frequentemente observados ao longo do tempo indicam que a nitrificação deve ter sido o processo que mais contribuiu para a formação do gás no solo, e por isso, houve alta correlação com as concentrações de amônio no solo. O nitrato é fundamental para a desnitrificação, porém o processo também uma saturação do espaço poroso do solo com água elevada, acima de 60% (DOBBIE e SMITH, 2003), situação observada somente no início do experimento.

Após a análise dos totais de N_2O emitidos no período não se observou interação entre os fatores, sendo a análise desmembrada para avaliação do tipo de excreta sobre as emissões de N_2O . Observou-se diferença entre as excretas e tratamento controle, sendo a emissão de N_2O calculada para a área com urina significativamente superior às demais (Tab. 2). Mesmo que

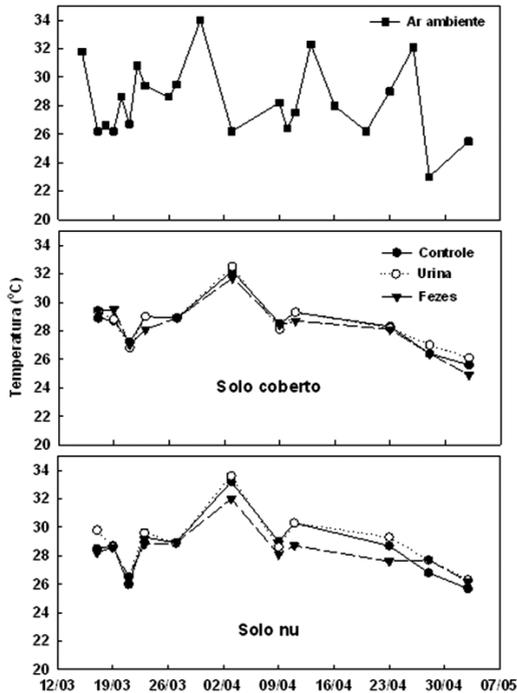


Fig. 6. Variação da temperatura ambiente e do solo (0-10 cm) nas áreas com solo coberto por vegetação, ou nu, tratadas, ou não, com fezes e urina de bovinos leiteiros.

a quantidade aplicada de N das fezes tenha sido um pouco menor do que a da urina, a proporção do N perdido como N_2O foi cerca de 20 vezes superior para urina, o que mostra que essa fonte de N é a mais relevante para a produção desse gás de efeito estufa. Esse resultado contraria a metodologia do IPCC, por um lado por indicar um potencial de emissão 35 vezes maior para a urina e infinitamente maior para as fezes, e por outro, por considerar que ambas as fontes tem potencial semelhante de emissão de N_2O . No entanto, deve-se mencionar que esse estudo também precisa ser realizado no verão, quando as chuvas são mais frequentes e intensas, diferindo do período estudado em que as chuvas ocorreram com pouca intensidade.

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson e nível de significância, calculados entre os fluxos de N_2O e as variáveis medidas no solo, ao longo do estudo.

Tratamento	r	Probabilidade
Temp. solo	0,120	0,360
%EPSA	0,532	<0,001
Nitrato	-0,030	0,819
Amônio	0,712	<0,001
N mineral	0,690	<0,001

Tabela 2. Quantidade de N adicionada em cada área da câmara de medição de fluxos de N_2O , emissões de N_2O acumuladas no período, e proporção do N da excreta emitida como N_2O (fator de emissão direta de N_2O).

Tratamento	Quantidade de N adicionada (g N m^{-2})	Emissão de N_2O (mg N m^{-2})	Fator de emissão direta de N_2O (%)
Urina	25,3	28,6 a ¹	0,072
Fezes	19,3	11,3 b	0,004
Controle	-	10,5 b	-
CV %	-	39 %	-

¹Médias seguidas pela mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de probabilidade pelo teste l.s.d.

Conclusão

Durante os 50 dias de monitoramento do pasto, 72 mg N/100 g de N na forma de urina foram emitidos na forma de N_2O , enquanto que as fezes contribuíram com pouco mais de 8 mg N/100 g de N aplicado, não havendo efeito da presença ou ausência de vegetação sobre o solo. Em termos gerais, para o período estudado, com chuvas de pouca intensidade, a urina é a fonte mais importante de N_2O na pastagem.

Referências Bibliográficas

ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Métodos de Determinação do nitrogênio em solo e planta. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Org.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, 1994, p. 449-469.

ESTIMATIVA de emissões recentes de gases de efeito estufa pela pecuária no Brasil. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/arquivos/337617.pdf>>. Acesso em 02.maio. 2009

DOBBIE, K. E., SMITH, K. A. Nitrous oxide emission factors for agricultural soils in Great Britain: the impact of soil water-filled pore space and other controlling variables. **Global Change Biology**, Weinheim, v. 9, n. 2, p. 204-218, 2003.

FERREIRA, E.; SCHOFIELD, H.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Perdas potenciais de nitrogênio através das fezes e da urina do gado bovino no Brasil. **Revista Científica do Centro Universitário de Barra Mansa**, Barra Mansa, v. 4, n. 8, p. 4-15, 2002.

FORSTER, P.; RAMASWAMY, V.; ARTAXO, P.; BERNTSEN, T.; BETTS, R. D.; FAHEY, W.; HAYWOOD, J.; LEAN, J.; LOWE, D. C.; MYHRE, G.; NGANGA, J.; PRINN, R.; RAGA, G.; SCHULZ, M.; VAN DORLAND, R. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: SOLOMON, S., D; QIN, M.; MANNING, Z; MARQUIS, K.B.; AVERYT, M.; TIGNOR, M. M. B.; MILLER, H.L.; CHEN, Z. (Ed.). **Climate Change 2007: the physical science basis**. New York: Cambridge University Press, 2007.

IPCC. INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Guidelines for national greenhouse gas inventories**. Geneve: IPCC, 2006.

LIMA, M. A.; BOEIRA, R. C.; CASTRO, V. L. S.; LIGO, M. A. V.; CABRAL, O. R.; VIEIRA, R. F. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil. In: LIMA, M. A. de; CABRAL, O. M. R.; GONZALES MIGUEZ, J. D. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 397 p; p. 169-181.

OLIVEIRA, W. R.; ZUCHELLO, F.; CARDOSO, A. S.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. **Nitrous oxide emissions from N fertilizer applied to a maize crop growing on an Ultisol of Rio de Janeiro State, Brazil**. Rio de Janeiro, 2009. Trabalho no prelo.

Embrapa

Agrobiologia

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

