



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

EMIÇÃO DE ÓXIDO NITROSO A PARTIR DE URINA E ESTERCO DE BOVINOS EM PASTAGEM

André Sordi⁽¹⁾; Jeferson Dieckow⁽²⁾; Anibal de Moaraes⁽²⁾ Jonatas Thiago Piva⁽¹⁾; Marcio Amaral Albuquerque⁽¹⁾; Cimélio Bayer⁽³⁾; Michely Tomazi⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná – UFPR. Setor de Ciências Agrárias. Rua dos Funcionários, 1540; Bairro Juvevê CEP. 80.035-050, Curitiba - Paraná. email: andresordi@yahoo.com.br. ⁽²⁾ Professor Doutor da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Setor de Ciências Agrárias. Rua dos Funcionários, 1540; Bairro Juvevê CEP. 80.035-050, Curitiba - PR; ⁽³⁾ Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Faculdade de Agronomia, Av. Bento Gonçalves, 7712. Dep. Solos, Laboratório de Manejo do Solo, Agronomia. Porto Alegre - RS - CEP 91540-000; ⁽⁴⁾ Pesquisadora Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, km 263,6. Dourados, MS. Brasil - CEP 79804-970 - Caixa-Postal: 661.

Resumo – O Brasil possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, o volume de urina e esterco gerados por estes são potenciais emissores de gases do efeito estufa. O objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição da urina e esterco de bovinos em pastagens, sobre as emissões de óxido nitroso (N₂O). O estudo foi realizado em pastagem perene em Pinhais - PR. Esterco e urina foram coletados de animais leiteiros da raça holandesa. Em média, cada urinação gerou um volume de 1978 mL de urina e cada estercoada uma massa de 3374 g de esterco fresco. Quantidades equivalentes à 0,5, 1,0 e 1,5 vezes do material coletado foram aplicadas de forma pontual sobre o solo, numa área de 0,083 m², gerando os tratamentos de urina (Ur0,5, Ur1 e Ur1.5) e de esterco (Es0,5, Es1 e Es1.5). As amostras de ar foram coletadas pelo método da câmara estática, aos 1, 7, 12, 16, 19, 23, 30, 36, 43 e 50 dias após a aplicação dos dejetos. A emissão total de N₂O a partir de urina foi maior em Ur1 seguida Ur1.5 e menor em Ur0,5 respectivamente 0,40, 0,34 e 0,29 g N-N₂O m⁻². No esterco, a emissão foi de 0,076, 0,051 e 0,022 g N-N₂O m⁻², respectivamente aos tratamentos Es1.5, Es1 e Es0,5. O tratamento testemunha obteve fluxo de 0,002 g N-N₂O m⁻². O fator médio de emissão do esterco foi de 0,46% com variações de 0,40% a 0,50%. Para a urina o fator médio de emissão foi de 1,54%, com variações de 2,22%, a 0,86%.

Palavras-Chave: gases do efeito estufa, pecuária, fator de emissão

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo com 205,3 milhões de cabeças (IBGE, 2010). O sistema de criação extensivo com baixa produtividade por hectare leva a pecuária Brasileira ser considerada como a maior fonte emissora de óxido nitroso (N₂O) (47,5% das emissões) em nível nacional (MCT, 2010). Além de contribuir com grande parte das emissões de CO₂ pela prática de desmatamento para abertura de novas áreas de pastagens, e pela emissão de metano (CH₄) na fermentação entérica.

A deposição da urina e esterco em pastagens é de maneira localizada e são fontes potenciais de emissão de N₂O. As emissões ocorrem principalmente pela desnitrificação do nitrogênio (N) depositado via urina ou esterco, que podem chegar a concentrações de 20-80 g N m⁻² e de 50-200 g N m⁻², respectivamente (Oenema et al., 1997).

O fornecimento de N e carbono (C) dos dejetos aumentam a atividade dos microorganismos nestes locais pelo fácil acesso. Sendo as atividades também favorecidas por fatores inerentes ao solo como, o aumento da umidade e alterações do pH do solo, temperatura, e por fatores inerente ao dejetos como o tipo e forma do dejetos (sólido ou líquido) e manejo do estrume.

Para computar os dados das emissões anuais de N₂O em inventários nacionais, o IPCC disponibiliza dados básicos embasado em diversos experimentos em regiões de clima temperado, podendo não ser condizente com as características regionais brasileiras. Através destes experimentos foi estipulado o fator de emissão *default* para dejetos em pastagens. Atualmente são utilizados para dejetos de bovinos o fator de 2%, ou seja, é a proporção de N dos dejetos emitidas como N₂O para a atmosfera (IPCC, 2006).

No entanto o fator de emissão proposto pelo IPCC apresenta uma grande variação ou grau de incerteza na sua utilização. Por isso, estudos independentes e condizentes com as características de cada região devem ser realizados, para se obter um fator de emissão mais apropriado para a formulação dos inventários nacionais de cada país.

Neste sentido a utilização de um fator de emissão não condizente às características climáticas, de animais e de solo impõe aos países um ajuste que pouco contribuiu para a formulação dos inventários nacionais, considerando que as diferentes fontes de N₂O são difusas e os sistemas complexos. O objetivo do presente trabalho é avaliar a contribuição da urina e esterco de bovinos sobre as emissões de N₂O em sistemas de pastagens, visando gerar informações para subsidiar o inventário nacional de gases de efeito estufa.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental do Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná -

UFPR, localizada no município de Pinhais (PR), na região metropolitana de Curitiba, nas coordenadas 25°23'55" S e 49°07'29" W a 912 metros de altitude. O clima da região segundo classificação de Köppen é caracterizado pelo clima temperado (ou subtropical) úmido mesotérmico (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas frequentes.

O experimento foi desenvolvido em pastagem naturalizada composta por Quicuiu (*Pannisetum clandestinum*. Hochst. Ex. Chiov.); grama forquilha (*Paspalum notatum*). (Fluegge) e Grama-missioneira (*Axonopus compressus*.) (Sw.) P. Beauv. Para a implantação do projeto uma área com dimensões de 25x15m (375m²) dentro de um piquete já existente foi cercada evitando assim a entrada e excreções indesejadas dos animais.

Os animais utilizados na coleta do esterco e urina foram bovinos fêmeas leiteiras da raça holandesa, criados em sistema de pastejo rotacional e ordenhadas diariamente, com aproximadamente 450 kg de peso vivo. Os animais foram colocados no piquete dois dias antes da coleta do esterco e urina para que houvesse representatividade dos dejetos a serem coletadas com a pastagem presente na área. A coleta da urina e esterco foi realizada no dia 17/01/2011, sendo coletadas 20 urinações e 20 esterçadas num conjunto de 30 animais, nas quais foram determinadas as médias de urina e esterco.

Em média, cada urinação gerou um volume de 1978 mL e cada esterçada uma massa fresca de 3374 g de material. Quantidades equivalentes à 0,5, 1,0 e 1,5 vezes esse volume de urina foram aplicadas de forma pontual sobre o solo, simulando a deposição direta pelo animal, numa área de 0,083 m², definida por uma base de metal. Isso resultou nos respectivos tratamentos de urina Ur0.5; Ur1.0 e Ur1.5. O mesmo foi feito com o esterco, que resultou nos tratamentos Es0.5; Es1.0 e Es1.5. Um tratamento sem aplicação foi testado (T0).

As bases no campo ficaram dispostas em três blocos com distância de 2,00m x 3,50m (na linha e entre linhas respectivamente). Cada bloco possuía quatro linhas, num total de 14 bases. Neste mesmo bloco todos os tratamentos estavam organizados em duplicata, próximas entre si, o que permitia realizar as coletas simultâneas de gases de cada tratamento, em duas seringas de 10 mL. Após a coleta de gases os tratamentos eram transferidos em uma única amostra de 20 mL, que constituía o tratamento no bloco.

As coletas de gases foram iniciadas em 18/01/2011 e terminando em 09/03/2011, aos 50 dias após início, coincidindo com o verão, com temperaturas mais elevadas na região e maior crescimento vegetativo das gramíneas de estação quente. Os intervalos de coletas foram no máximo de 7 dias. As coletas foram realizadas aos 1, 7, 12, 16, 19, 23, 30, 36, 43 e 50 dias após a aplicação dos dejetos (DAA).

O procedimento de coleta de amostras de ar foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Mosier (1989) e Parkin et al., (2003), através de câmaras estáticas de 36 cm de diâmetro x 40 cm de altura. As câmaras possuíam proteção com manta isotérmica, que evitava variação da temperatura interna

pela radiação incidente. As câmaras também eram munidas de termômetro digital, para monitorar a temperatura interna, ventiladores (cooler) de 12 V para homogeneizar do ar no interior da câmara 30 segundos anterior a coleta; e torneirinhas de três vias para acoplar seringas de coletas dos gases. As sessões de coleta se iniciavam as 8:30 h quando ocorreu o fechamento do conjunto câmara base. Neste momento se iniciou a primeira amostra de ar (tempo 0), a segunda amostra era coletada 15 minutos depois (tempo 15) e a terceira coleta procedia aos 30 minutos depois (tempo 30). Para as coletas foram utilizadas seringas de polipropileno de 10 mL equipada com válvula de fechamento do orifício de saída. Após a coleta as seringas de cada tratamento em duplicata eram transferidas para seringas de 20 mL e então encaminhadas para determinação da concentração dos gases por cromatografia gasosa.

A concentração de N₂O foi determinada por cromatografia gasosa em equipamentos GC - Shimadzu 14-A, modelo "Greenhouse" pertencente ao Laboratório de Biogeoquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

Para a determinação das concentrações de N total no esterco uma alíquota de esterco foi seca e analisada por combustão seca em analisador elementar Vario EL III (Elementar Analysensysteme GmbH, Alemanha) pertencente ao laboratório de Biogeoquímica do DSEA/UFPR. A concentração de N na urina foi determinada por destilação a vapor semi-micro-kjaldahl, por metodologia proposta por Tedesco et al., (1995). Ambas as determinações resultaram em concentração de N em percentagem.

Com os dados de emissão de N-N₂O em µg m⁻² h⁻¹ calculou-se a soma total de emissão em g N-N₂O ao longo do período experimental de cada tratamento. A partir destes dados e a concentração de N no esterco e urina se determinou o fator de emissão do N-N₂O a partir de urina e esterco em sistema de pastagem pela equação proposta por Klein et al., (2003):

$$FE = \frac{(N - N_{2O_{e,u}}) - (N - N_{2O_c})}{N - aplicado_{e,u}}$$

Onde FE é o fator de emissão (N-N₂O emitido em % de N-urina ou esterco aplicado), N-N₂O_{e,u} é o N emitido na forma de N₂O a partir de esterco ou urina em g N m⁻²; N-N₂O_c é o N emitido na forma de N₂O a partir do solo (controle) em g N m⁻², e N-aplicado_{e,u} é a quantidade de N aplicado através da do esterco e da urina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores picos de emissão após a aplicação foram verificados nos tratamentos com urina em relação aos tratamentos com esterco (Figura 1). Os padrões de emissões, em geral, foram similares em todos os tratamentos. A Ur1 emitiu pico máximo de 1599,06 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹, maior em relação ao tratamento Ur1,5 com 1183,09 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹ e o tratamento Ur0.5 obteve pico máximo de 959,28 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹ atingidos aos 12 DAA.

As emissões mais expressivas se mantiveram até os 23 DAA, e foram quase nulas a partir dos 30 DAA, onde os tratamentos urina e esterco já possuíam praticamente a

mesma taxa de emissão.

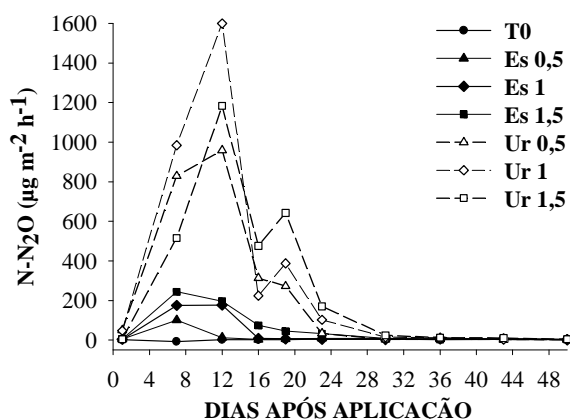


Figura 1: Taxa de emissão de N-N₂O (µg m⁻² h⁻¹) a partir de Esterco e Urina: Es0.5- Dose equivalente a 0,5 vezes a massa média de esterco; Es1- Massa média de esterco; Es1.5 – Dose equivalente a 1,5 vezes a massa média de esterco; Ur0.5 – Dose equivalente a 0,5 vezes o volume médio de urina; Ur1 - Dose média de urina; Ur1.5 - Dose equivalente a 1,5 vezes o volume médio de urina; T0 – tratamento referência. Pinhais – Paraná. 2011.

Para o tratamento esterco ocorreu padrão de emissão semelhante ao da urina, entretanto com menor emissão. O tratamento Es1,5 obteve pico máximo de 196,84 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹, seguido do tratamento Es1 com pico de emissão de 176,55 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹ aos 12 DAA e Es0.5 de 101,01 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹ aos 7 DAA. No esterco a baixa emissão de N-N₂O ocorre principalmente devido ao N estar ligado em formas orgânicas como proteínas, celulose, hemicelulose e pectinas o que reduz a disponibilidade de N aos microorganismos decompositores, inibindo seu crescimento e as taxas de decomposição, sendo apenas uma parte mineralizada pela microbiota do solo. Outro aspecto relevante no esterco é a formação de uma crosta em sua superfície em dias ensolarados e secos que limita a decomposição e garante a estabilidade desta fração por semanas ou meses (Oenema et al., 1997).

Dados semelhantes foram encontrados por Groenigen et al., (2005) que relatam maiores emissões na fração urina imediatamente após a deposição no solo em relação ao esterco. Este comportamento deve-se ao do N-orgânico da urina ser rapidamente mineralizado por organismos heterotróficos, na qual a uréia presente na urina é rapidamente hidrolisada para NH₃ e NH₄⁺ se tornando substrato para os microrganismos nitrificantes e desnitrificantes (Oenema et al., 1997).

Groenigen et al., (2005) afirmam que o montante de N-urina ou volume de urina aplicado não tem efeito significativo sobre as taxa de emissão de N-N₂O e o efeitos sobre a emissão tende a desaparecer 8 dias após a aplicação da urina, o que pode explicar a maior emissão da Ur1 em relação a Ur1,5.

Neste sentido, a emissão de N₂O teria maior relação com a porosidade preenchida por água (PPA) e

posteriormente o volume de urina aplicado. O que revela o conceito que a emissão de N₂O pelos compostos nitrogenados da urina no solo é induzida primeiramente pelo acréscimo PPA e posteriormente pelo volume de urina depositado no campo. No entanto não se pode negligenciar o efeito do volume água e montante de N da urina sobre as emissões de N₂O uma vez que existam relações a partir do efeito sobre o pH do solo e da hidrólise da uréia.

A urina emitiu mais N₂O que o esterco, sendo a ordem crescente de emissão total na urina Ur1>1.5>Ur0.5 com emissões totais de 0,40, 0,34 e 0,29 g N-N₂O m⁻² respectivamente. Para os tratamentos com esterco a taxa de emissão total de N-N₂O foi relativamente maior que o tratamento T0, entretanto menores que de urina, obtendo valores de 0,07 0,51 e 0,02 g N-N₂O m⁻², respectivamente aos tratamentos Es1,5, Es1 e Es0.5 o tratamento testemunha obteve fluxo de 0,002 g N-N₂O m⁻² (Figura 2).

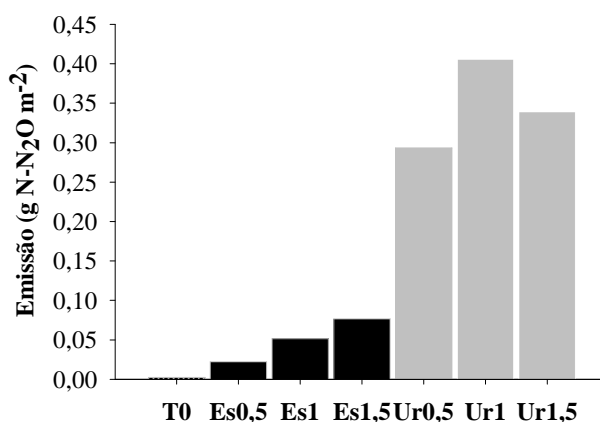


Figura 2: Emissão acumulada de N-N₂O (g N-N₂O m⁻²) a partir de Esterco e Urina: Es0.5- Dose equivalente a 0,5 vezes a massa média de esterco; Es1- Massa média de esterco; Es1.5 – Dose equivalente a 1,5 vezes a massa média de esterco; Ur0.5 – Dose equivalente a 0,5 vezes o volume médio de urina; Ur1 - Dose média de urina; Ur1.5 - Dose equivalente a 1,5 vezes o volume médio de urina; T0 – tratamento referência. Pinhais – Paraná. 2011.

O esterco apresentou 120 g MS kg⁻¹, com 20,4 g kg⁻¹ N total, o que correspondeu a uma aplicação de 7,30, 4,87 e 2,43 kg MS m⁻² e, 49,70, 99,41 e 149,11g N m⁻², respectivamente para as doses Es0,5, Es1 e Es1.5. O teor de N total na urina foi de 11 g L⁻¹, sendo que a aplicação correspondente de 11,9; 23,8 e 35,7 L urina m⁻² e com concentração de N equivalente a 130,90, 261,80 e 392,71 g N m⁻², respectivamente nas doses Ur0,5, Ur1 e Ur1.5.

Os fatores de emissão para N₂O para o esterco e urina em sistema de pastagens para a região foram diferentes entre si (Figura 3). Para o esterco o fator médio de emissão foi de 0,46% com variações de 0,40, 0,49% e 0,50% para das doses Es0,5, Es1 e Es1,5 respectivamente.

Para a urina o fator médio de emissão foi de 1,54%, com variações de 2,22%, 1,54% e 0,86% nas respectivas doses Ur0,5, Ur1 e Ur1,5. O fator de emissão para a urina foi semelhante encontrado por Groenigen et al., (2005) na qual encontraram fator médio de 1,47% de N emitido.

Para os mesmos autores a combinação de grandes concentrações de N prontamente disponível nas excreções resulta em um padrão de emissão relativamente elevado que pode chegar a 2% do N aplicado.

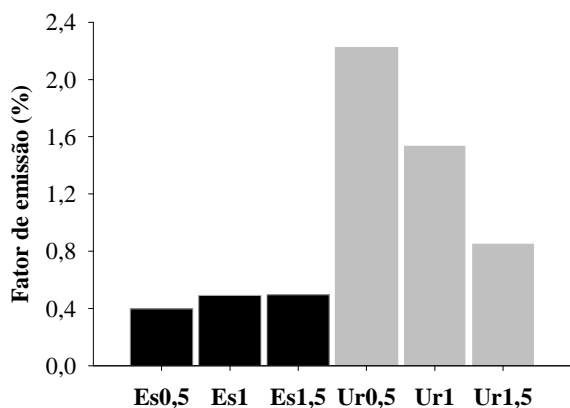


Figura 3: Fator médio de emissão (%) a partir de Esterco e Urina: Es0.5- Dose equivalente a 0,5 vezes a massa média de esterco; Es1- Massa média de esterco; Es1.5 – Dose equivalente a 1,5 vezes a massa média de esterco; Ur0.5 – Dose equivalente a 0,5 vezes o volume médio de urina; Ur1 - Dose média de urina; Ur1.5 - Dose equivalente a 1,5 vezes o volume médio de urina; T0 – tratamento referência. Pinhais – Paraná. 2011.

Mundialmente sugere-se um fator médio de emissão para esterco em pastagem, na qual a variação pode ser grande, ocorrendo desde 0,03 a 0,75% e um fator de emissão para urina que podem variar de menos de 0,1 a 3,8% para as mesmas condições (Oenema et al 1997). Atualmente é utilizado no Brasil para os inventários nacionais o fator de emissão de 2% (MCT, 2010).

A redução do fator de emissão com maiores doses de urina no presente trabalho, pode estar ligadas as condição extrema de anaerobismo criada no solo ao se depositar grandes volumes de urina, associado a chuva. Isso pode ocorrer durante as etapas de desnitrificação onde as enzima são induzidas principalmente em resposta à pressão parcial de O_2 e disponibilidade de substrato. Em condições de campo pode ocorrer defasagens de produção de substrato durante as etapas, o que podem afetar a contribuição para os fluxos de NO , N_2O ou N_2 para a atmosfera. Nestas condições a desnitrificação é largamente dependentes das condições ambientais, como alta umidade e a baixa concentração de O_2 (Robertson & Groffman, 2007).

Neste contexto se a PPA for 60-70%, o aumento do teor de água proveniente da urina poderia ter saturado o solo limitando a difusão do O_2 e promove a desnitrificação, com a emissão de N_2O . Entretanto a partir de 60-75% de PPA o N_2O é reduzido a N_2 , isto é, o N_2O é consumido (Dalal & Allen, 2008).

CONCLUSÕES

A urina e esterco eliminados por bovinos em pastagens são fontes de emissão de N_2O para a atmosfera, principalmente no mês subsequente a eliminação das mesmas.

O fator de emissão de $N-N_2O$ a partir de esterco (0,46%) foi menor ao da urina (1,54%), possivelmente devido a diferença na forma em que o N se encontra

nesses excrementos (N-protéico no esterco e N-uréia na urina)

AGRADECIMENTOS

Ao Capes e CNPq as bolsas e apoio financeiro fornecidas para a realização do projeto.

Aos bolsistas de iniciação científica e aos funcionários da fazenda Canguiri pela dedicação e apoio na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- DALAL, R. C.; ALLENA, D. E. Greenhouse gas fluxes from natural ecosystems. *Australian Journal of Botany*, 56, 369–407, 2008.
- GROENIGEN, V, J.W.; VELTHOF, G. L.; VAN DER BOLT, F. J. E.; VOS, A.; KUIKMAN, P. J. Seasonal variation in N_2O emissions from urine patches: Effects of urine concentration, soil compaction and dung . *Plant and Soil*. 273: 15–27, 2005.
- GROENIGEN, V, J.W.; VELTHOF, G. L.; VAN DER BOLT, F. J. E.; VOS, A.; KUIKMAN, P. J. Seasonal variation in N_2O emissions from urine patches: Effects of urine concentration, soil compaction and dung . *Plant and Soil*. 273: 15–27, 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Efetivo dos Rebanhos em 31.12 e variação anual, segundo as categorias – Brasil-2008-2009. IBGE, 2010.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. 2006.
- KLEIN, C. A. M.; BARTON, L.; SHERLOCK, R. R.; LI, Z.; LITTLEJOHN, R. P. Estimating a nitrous oxide emission factor for animal urine from some New Zealand pastoral soil. *Australian Journal of Soil Research*. 41, 381 – 399. 2003.
- MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. Relatórios de Referência: Emissões de Óxido Nitroso de Solos Agrícolas e Manejo de Dejetos. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/full/310922.html>. Acesso em 13/09/2010. 2010.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREA, M.O. & SCHIMMEL, D.S., ed. Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop. Berlin, Wiley, p.175-187, 1989.
- OENEMA, O.; VELTHOF, G.L.; YARNULK S. I.; JARVIA S.C. Nitrous oxide emissions from grazed grassland. *Soil Use and Management* (1997) 13, 288-295.
- PARKIN, T.; MOSIER, A.; SMITH, J.; VENTEREA, R.; JOHNSON, J.; REICOSKY, D.; DOYLE, G.; MCCARTY, G. & BAKER, J. Chamber-based trace gas flux measurement protocol. USDA-ARS GRACEnet, 2003.
- ROBERTSON, G. P. GROFFMAN, P. M. Nitrogen Transformations. IN: ELDOR, A. P. Soil microbiology and ecology and biochemistry. 3. ed., Elsevier, USA. 2007.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. Análise de Solo, Plantas e Outros Materiais. 2. ed. Porto Alegre, Departamento de Solos UFRGS, 174p. 1995.