



## **Emissões de Metano e Óxido Nitroso no Outono-Inverno em um Planossolo na Região de Pelotas-RS**

**Gerson Lübke Buss<sup>(1)</sup>; Rogério Oliveira de Sousa<sup>(2)</sup>; Walkyria Bueno Scivittaro<sup>(3)</sup>; Anderson Dias da Silveira<sup>(4)</sup>; Thaís Antolini Veçozzi<sup>(5)</sup>; Marla de Oliveira Farias<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia; UFPel; Campus Universitário s/n, Caixa Postal 354, Capão do Leão-RS, CEP 96160-000; gersonlubke@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup>Professor Associado; UFPel; <sup>(3)</sup>Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado; <sup>(4)</sup>Estudante de Agronomia; UFPel; <sup>(5)</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água; UFPel; <sup>(6)</sup>Bolsista DTI do CNPq; Embrapa Clima Temperado.

**RESUMO-** O método de irrigação do arroz condiciona manejos diferenciados do solo e da cultura, proporcionando potenciais distintos de emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar as emissões de  $\text{CH}_4$  e de  $\text{N}_2\text{O}$ , na entressafra (outono-inverno), de Planossolo cultivado com arroz irrigado por inundação e por aspersão, comparando-as com as emissões de uma área natural (não cultivada). O estudo foi realizado no período de abril a outubro de 2013, em Capão do Leão, RS. Avaliaram-se os seguintes tratamentos: T1- área cultivada com arroz irrigado por inundação na safra 2012/13 e mantida em pousio invernal (convencional); T2- área cultivada com arroz irrigado por aspersão na safra 2012/13, seguida da semeadura de nabo forrageiro em plantio direto (aspersão); e T3- área natural adjacente às demais (referência), com mesmo solo e sem histórico de cultivo. Periodicamente, realizaram-se coletas de amostras de ar, pelo método da câmara estática fechada. As emissões totais de  $\text{CH}_4$  foram menores nas áreas cultivadas com arroz independentemente do método de irrigação e de manejo do solo, comparativamente à área de referência. Por sua vez, as emissões totais de  $\text{N}_2\text{O}$  foram superiores no tratamento do aspersão, em que se cultivou nabo forrageiro durante a entressafra. Os dois métodos de irrigação para o arroz (aspersão e inundação) apresentam menor potencial de aquecimento global parcial no período da entressafra, relativamente à área natural.

**Palavras-chave:** Gases de efeito estufa, arroz, entressafra.

**INTRODUÇÃO-** Nas atividades humanas envolvidas com produção e emissão de gases de efeito estufa (GEE), o cultivo de arroz irrigado por inundação responde por 15% a 20% das emissões de metano ( $\text{CH}_4$ ), devido à decomposição microbiana de materiais orgânicos em ambiente anóxico (Le Mer & Roger, 2001). Já as emissões de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) decorrem, principalmente, da aplicação de fertilizantes nitrogenados

e estão associadas à drenagem do solo em áreas cultivadas com arroz irrigado por inundação (Liu et al., 2010).

No Rio Grande do Sul, busca-se cada vez mais economizar água no cultivo de arroz, sendo uma das opções, especialmente em áreas com relevo mais declivoso, a adoção de sistema de irrigação por aspersão. Apesar do investimento inicial elevado, a irrigação por aspersão pode promover redução de cerca de 50% no uso da água pelo arroz (Concenço et al., 2009). A irrigação por aspersão requer, porém, o estabelecimento de sistema de rotação e sucessão de culturas, sendo o arroz um dos componentes. Neste sistema de produção, procura-se manter o solo drenado durante todo o ano, o que provavelmente se reflete em redução nas emissões de  $\text{CH}_4$  do solo, relativamente a sistemas onde o arroz é irrigado por inundação. Isto porque as condições de redução que favorecem a emissão de  $\text{CH}_4$  podem ocorrer tanto durante a maior parte do período de cultivo do arroz, quanto na entressafra, por períodos variáveis, dependendo das práticas de manejo do solo e da palha. Quanto às emissões de  $\text{N}_2\text{O}$ , é possível que sejam favorecidas em áreas irrigadas por aspersão, uma vez que estão sujeitas a variações nas condições de oxirredução do solo, favorecendo a alternância dos processos de nitrificação/desnitrificação e, conseqüentemente, a produção e emissão do GEE.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as emissões de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  de um Planossolo cultivado com arroz irrigado por inundação e aspersão, durante o outono-inverno, comparando-as com as emissões de uma área natural.

**MATERIAL E MÉTODOS-** O experimento foi conduzido no período de entressafra do arroz (abril a outubro de 2013), em um Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1- área cultivada com arroz irrigado por inundação na safra 2012/13 e mantida sob pousio invernal (convencional); T2- área cultivada com arroz irrigado por aspersão durante a safra de verão 2012/13 e com nabo forrageiro durante o outono/inverno (aspersão); e T3- área natural adjacente às demais, com



mesmo solo e sem histórico de cultivo. Em cada área foram dispostos, ao acaso, três sistemas coletores de gases de efeito estufa, constituídos por câmara estática fechada (Mosier, 1989). As câmaras são compostas de uma base de alumínio quadrada (64 cm x 64 cm), com 20 cm de altura e inserida no solo a 5 cm de profundidade, permanecendo nas parcelas durante todo o período de avaliação.

As coletas de amostras de ar para análise de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O foram realizadas no período de 15 de abril a 29 de outubro de 2013 (total de 197 dias), com intervalo médio de duas semanas. As precipitações ocorridas no período são apresentadas na **figura 1a**. No momento das amostragens de ar, realizadas sempre entre nove e onze horas da manhã, câmaras de alumínio foram dispostas sobre as bases, sendo que o fechamento hermético do conjunto câmara-base obtido pela colocação de água em canaleta localizada na parte superior da base onde a câmara é apoiada (Gomes et al., 2009). As amostras de ar do interior das câmaras foram tomadas manualmente com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos após seu fechamento. O ar no interior da câmara era homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, por meio de ventiladores presentes na parte superior da câmara e a temperatura interna era monitorada com auxílio de um termômetro digital de haste. As amostras coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa.

Os fluxos (*f*) de N<sub>2</sub>O e de CH<sub>4</sub> (μg N<sub>2</sub>O ou CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) foram calculados pela equação:

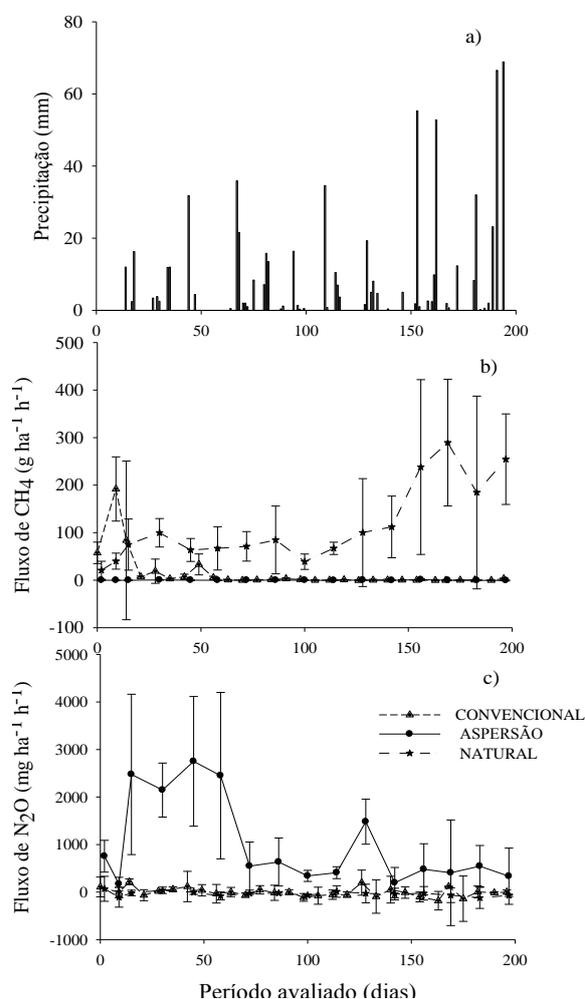
$$f = \frac{dC}{dt} \frac{MPV}{RTA}$$

onde: *dC/dt* corresponde à mudança na concentração de CH<sub>4</sub> ou de N<sub>2</sub>O (mmol mol<sup>-1</sup>) no intervalo de tempo *t* (min); *M* é o peso molecular do respectivo gás (g mol<sup>-1</sup>); *P* é a pressão (atm) no interior da câmara (assumida como 1,0 atm); *V* e *T* correspondem ao volume da câmara (*L*) e a temperatura interna (*K*) e *R* é a constante universal dos gases (0,08205 L atm K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>) e *A* é a área da base da câmara (m<sup>2</sup>). A taxa de aumento de gás no interior da câmara foi obtida pelo coeficiente angular da equação da reta ajustada entre a concentração dos gases e o tempo. A emissão total do período foi calculada pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O do solo (Gomes et al., 2009). Com base na emissão acumulada de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O, foi calculado o potencial de aquecimento global parcial (PAGp), que considera o potencial de aquecimento de cada gás em relação ao CO<sub>2</sub> (25 vezes para o CH<sub>4</sub> e 298 para o N<sub>2</sub>O). Os fluxos diários e a emissão total foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO-** O pico de emissão de CH<sub>4</sub> na área onde o arroz foi irrigado por inundação do solo ocorreu nove dias após o início das avalia es, com valores de 192 g CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (**Figura 1b**). Na  rea

irrigada por aspersão não se determinou emissão de CH<sub>4</sub>, ocorrendo, inclusive, fluxos negativos do gás. Já na área natural, o pico da emissão ocorreu aos 169 dias (01 de outubro de 2013), atingindo 289 g CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. As emissões na área natural foram bastante variáveis e estiveram relacionadas às condi es de umidade do solo, resultante das precipita es ocorridas (**Figura 1a**).

A emissão de N<sub>2</sub>O do solo na área irrigada por aspersão foi mais elevada no período inicial de avalia o, entre o final do mês de abril e início de junho, atingindo 2750 mg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (**Figura 1c**). Já nos demais tratamentos, praticamente não foram medidos fluxos de N<sub>2</sub>O durante o período de entressafra do arroz.   provável que o maior fluxo de N<sub>2</sub>O determinado na área irrigada por aspersão esteja associado   decomposi o do nabo forrageiro.

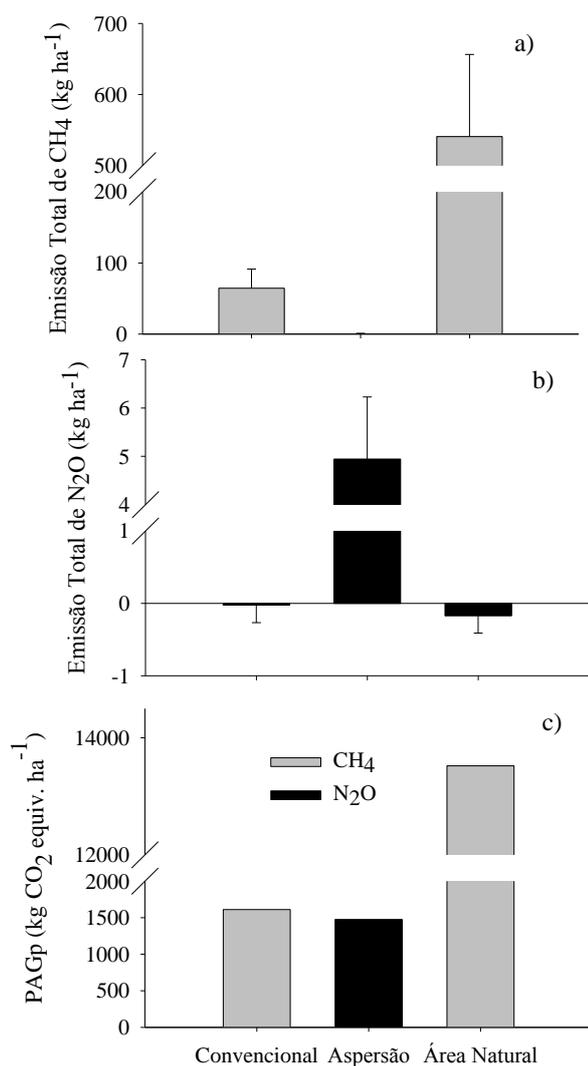


**Figura 1.** Precipita o pluviométrica (a) e fluxos de CH<sub>4</sub> (b) e de N<sub>2</sub>O (c) num Planossolo durante o outono/inverno. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Com rela o   emissão total de CH<sub>4</sub>, verifica-se que, na área cultivada com arroz irrigado por aspersão, houve mitiga o das emissões, comparativamente às demais (**Figura 2a**), apresentando emissão total de CH<sub>4</sub>



praticamente nula. A ausência de emissões pode ser explicada pelo fato de a produção de  $\text{CH}_4$  no solo (metanogênese) requerer condições estritamente anaeróbicas, pois é restrita a micro-organismos anaeróbios obrigatórios, que são sensíveis ao oxigênio (Silva et al., 2008), sendo a anaerobiose uma condição apenas eventual em áreas irrigadas por aspersão, uma vez que o suprimento de água restringe-se ao atendimento da demanda hídrica das culturas.



**Figura 2.** Emissão total de  $\text{CH}_4$  (a), de  $\text{N}_2\text{O}$  (b) e o Potencial de Aquecimento Global parcial (c) numa área de várzea, nos três tratamentos; Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Em relação à emissão total de  $\text{N}_2\text{O}$  durante o outono/inverno (**Figura 2b**), observa-se que essa foi superior na área irrigada por aspersão ( $4,9 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$ ), comparativamente às demais (irrigação por inundações -  $0,025 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$  e área natural  $-0,17 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$ ). É provável que na área irrigada por aspersão tenha havido

alternância das condições de oxirredução durante os períodos de chuvas intensas, em razão da drenagem natural deficiente do solo, favorecendo os processos de nitrificação e desnitrificação e a produção e emissão de  $\text{N}_2\text{O}$ .

Na **figura 2c** é apresentado o potencial de aquecimento global parcial (PAGp) dos sistemas avaliados durante o período da entressafra. A área irrigada por inundações (convencional) na safra 2012/13 apresentou um PAGp de  $1604 \text{ kg CO}_2 \text{equiv. ha}^{-1}$  (basicamente na forma de  $\text{CH}_4$ ), sendo o PAGp da área irrigada por aspersão de  $1475 \text{ kg CO}_2 \text{equiv. ha}^{-1}$  (unicamente na forma de  $\text{N}_2\text{O}$ ). Estes valores são cerca de 9 vezes menores que o determinado para a área natural ( $3468 \text{ kg CO}_2 \text{equiv. ha}^{-1}$ ), basicamente na forma de  $\text{CH}_4$ .

**CONCLUSÕES-** Planossolo cultivado com arroz irrigado por aspersão e inundações proporciona menor potencial de aquecimento global parcial no período da entressafra, relativamente à área natural não cultivada.

**AGRADECIMENTOS-** Os autores agradecem à FAPERGS, CAPES e ao CNPq, pela concessão das bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização do trabalho.

#### REFERÊNCIAS

CONCENÇO, G.; BATALHA, B. R.; LARUE, J. L.; GALON, L.; TIRONI, S. P.; MANTOVANI, E. C.; ROLFES, C. R.; SILVA, A. A. Eficiência do uso da água na produção de arroz sob irrigação mecanizada ou inundações. In: **Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 6**, Anais... Porto Alegre, RS, 2009.

GOMES, J.; BAYER, C.; COSTA, F.S.; PICCOLO, M.C.; ZANATTA, J.A.; VIEIRA, F.C.B. & SIX, J. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil Till. Res.**, 106:36-44, 2009.

LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v.37, n.1, p.25-50, 2001.

LIU, S.; QIN, Y.; ZOU, J.; LIU, Q. Effects of water regime during rice-growing season on annual direct  $\text{N}_2\text{O}$  emission in a paddy rice-winter wheat rotation system in southeast China. **Science of the Total Environment**. Amsterdam, v. 408, p. 906-913, 2010.

MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M. O.; SCHIMMEL, D. S. (Eds.). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley. p.175-187, 1989.

SILVA, L. S.; SOUSA, R. O.; POCOJESKI, E. Dinâmica da matéria orgânica em ambientes alagados. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. Porto Alegre: RS, Cap.27, p.525-544.2008.



**X Reunião Sul-Brasileira  
de Ciência do Solo**  
***Fatos e Mitos em Ciência do Solo***  
Pelotas, RS - 15 a 17 de outubro de 2014



**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**  
*Núcleo Regional Sul*