



Emissões de Metano e Óxido Nitroso de Planossolo: Efeito do Manejo do Solo e da Cobertura Vegetal

**Walkyria Bueno Scivittaro⁽¹⁾; Gerson Lubke Büss⁽²⁾; Anderson Dias Silveira⁽³⁾;
Marla de Oliveira Farias⁽⁴⁾; Gessiele da Silva Corrêa⁽⁵⁾; Camila Lemos Lacerda⁽³⁾;
Rogério Oliveira de Sousa⁽⁶⁾; Julio José Centeno da Silva⁽¹⁾**

⁽¹⁾Pesquisador(a); Embrapa Clima Temperado; Rod. BR 392 km 78, Pelotas-RS, CEP 96010-971; walkyria.scivittaro@embrapa.br;
⁽²⁾Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia; UFPel; ⁽³⁾Graduando(a) em Agronomia; UFPel; ⁽⁴⁾Bolsista DTI do CNPq; Embrapa Clima Temperado; ⁽⁵⁾Graduanda em Química; Instituto Federal Sul-Rio-Grandense/Campus Visconde da Graça;
⁽⁶⁾Professor Associado; UFPel.

RESUMO- Em áreas de produção de arroz irrigado, a época e as operações de preparo do solo determinam potenciais distintos de incorporação de carbono (C) ao solo e de emissão de gases de efeito estufa (GEE). Realizou-se um trabalho para avaliar o efeito do manejo do solo e da cobertura vegetal sobre as emissões de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), durante o outono/inverno, de Planossolo cultivado com arroz irrigado. O estudo foi realizado de abril a outubro de 2013, em Capão do Leão-RS. Avaliaram-se três sistemas de preparo do solo: preparo antecipado de outono; preparo convencional de primavera e preparo com rolo-faca no outono. As coletas dos gases foram realizadas semanalmente, utilizando-se o método da câmara estática fechada. A época e as operações de preparo do solo proporcionaram potenciais distintos de emissão de metano e óxido nitroso em Planossolo durante o outono/inverno. As emissões totais de metano foram maiores na área preparada com rolo-faca, seguida daquela com preparo convencional e antecipado. Também as emissões totais de óxido nitroso foram maiores para o preparo com rolo-faca, seguida da área com preparo antecipado; o preparo convencional não proporcionou emissões de óxido nitroso. Em todos os sistemas de preparo, o metano foi o principal componente do potencial de aquecimento global parcial (PAGp) de Planossolo cultivado com arroz irrigado durante o período de entressafra.

Palavras-chave: gás de efeito estufa, potencial de aquecimento global, preparo do solo, arroz irrigado.

INTRODUÇÃO- Os produtores do Rio Grande do Sul estão conscientes de que a semeadura do arroz na época recomendada é uma das principais razões para o ganho em produtividade que a cultura tem vivenciado nos últimos anos. Algumas regiões arroseiras enfrentam, porém, dificuldades no preparo do solo, as quais estão associadas à condição de umidade do solo por ocasião da colheita do arroz, à quantidade elevada de palha presente e ao excesso de chuva após a colheita. Para garantir a

semeadura do arroz na época correta, é essencial que o produtor aprimore e antecipe o preparo do solo.

O preparo antecipado do solo normalmente é realizado no outono, em sucessão à colheita da cultura de verão, podendo, em algumas situações, ocorrer no inverno. Este manejo vem gradativamente substituindo o preparo convencional na primavera. Alternativamente, passou-se a adotar, também, o preparo com rolo-faca, realizado em presença de lâmina de água, imediatamente após a colheita do arroz, ou ainda, durante o inverno.

A época e as operações de preparo do solo e manejo da cobertura vegetal determinam potenciais distintos de incorporação de C ao solo e de emissão de GEE no período de cultivo do arroz e, possivelmente, também, durante a entressafra. Isto porque no sistema de preparo convencional a palha remanescente do cultivo de arroz e a cobertura vegetal desenvolvida durante o outono/inverno são incorporadas ao solo com pequena antecedência da semeadura do arroz, agindo como uma fonte de C lábil para a produção de CH₄, quando da inundação do solo. Por outro lado, com a antecipação do preparo, a movimentação do solo e a incorporação da palha ocorrem no outono/inverno, possibilitando que grande parte dos resíduos vegetais seja decomposta sob condições aeróbicas, liberando dióxido de carbono (CO₂) e diminuindo o potencial de emissão de CH₄ do solo, uma vez que sua inundação para o próximo cultivo de arroz ocorre, apenas, no final da primavera.

Realizou-se um trabalho para avaliar o efeito do manejo do solo e da cobertura vegetal sobre as emissões de metano e óxido nitroso, durante o outono/inverno, de Planossolo previamente cultivado com arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS- O estudo foi realizado em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão-RS. As avaliações de emissões de GEE foram realizadas no outono/inverno (15 abril a 28 out. 2013), em área previamente cultivada com arroz irrigado (safra 2012/2013). O arroz foi colhido em 10 de abril de 2013, em três condições de umidade de solo (seco, saturado/barro e em presença de lâmina de água), visando



ao estabelecimento de três sistemas de preparo do solo: preparo antecipado (PA), estabelecido em área colhida com o solo seco, compreendeu as operações de lavração e gradagem no outono; preparo convencional (PC), estabelecido em área colhida com o solo saturado (barro), compreendeu as operações de aração, gradagem e aplainamento da superfície do terreno na primavera; e rolo-faca (RF), estabelecido em área colhida em presença de lâmina de água, compreendeu o preparo do solo com rolo-faca imediatamente após a colheita do arroz. Os sistemas de preparo constituíram os tratamentos, sendo dispostos em delineamento em faixas (20 m x 100 m). Em cada faixa, foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, que constituíram as repetições dos tratamentos.

Monitoraram-se as precipitações ocorridas ao longo do período de avaliação (**Figura 1a**). As coletas de ar para análise de CH₄ e N₂O foram realizadas semanalmente, utilizando-se o método da câmara estática fechada, adaptado de Mosier (1989). As câmaras utilizadas foram dispostas sobre bases sempre entre 9:00 e 12:00 horas. O fechamento hermético do conjunto câmara-base foi obtido pela colocação de água em canaleta disposta na parte superior das bases onde as câmaras eram apoiadas (Gomes et al., 2009). O ar no interior das câmaras era homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, por meio do uso de ventiladores presentes na parte superior da câmara, e a temperatura interna era monitorada. As amostras de ar do interior da câmara foram coletadas com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0; 5; 10 e 20 minutos após seu fechamento. As amostras coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa. Os fluxos de CH₄ e de N₂O foram calculados com base na equação:

$$f = \frac{dC}{dt} \frac{MPV}{RT} \frac{1}{A}$$

onde: f é o fluxo de metano (CH₄ ou N₂O m⁻² h⁻¹), dC/dt corresponde à mudança na concentração de CH₄ ou N₂O (mmol mol⁻¹) no intervalo de tempo t (min); M é o peso molecular do respectivo gás (g mol⁻¹); P é a pressão (atm) no interior da câmara (assumida como 1,0 atm); V e T correspondem ao volume (L) e a temperatura interna da câmara (K); R é a constante universal dos gases (0,08205 L atm K⁻¹ mol⁻¹) e A é a área da base da câmara (m²). 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. As emissões totais do período foram calculadas pela integração da área sob as curvas obtidas pela interpolação dos valores diários de emissão de CH₄ e N₂O do solo (Gomes et al., 2009). Com base na emissão acumulada de CH₄ e N₂O, calculou-se o potencial de aquecimento global parcial (PAGp), que considera o potencial de aquecimento de cada gás em relação ao CO₂ (25 vezes para o CH₄ e 298 para o N₂O). Os fluxos diários e as emissões totais de CH₄ e N₂O

foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO- As áreas sob PC e RF apresentaram pico máximo de emissão de CH₄ nove dias após o início das avaliações, com valores de 192 e 340 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹, respectivamente. Na área sob PA, a emissão máxima de CH₄ ocorreu duas semanas após a dos demais sistemas e em magnitude muito menor (14 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹). Para todos os sistemas, as emissões significativas de CH₄ estiveram restritas aos primeiros 56 dias de avaliação; após essas foram praticamente nulas, com exceção da última época de avaliação (196 dias), onde se registraram picos menores de emissão de CH₄, associados a eventos concentrados de precipitação intensa (**Figura 1a**). No período restante de avaliação, os fluxos de CH₄ foram praticamente nulos, havendo, inclusive, registros de influxo do GEE (**Figura 1b**). Atribui-se grande parte da variabilidade nas emissões de CH₄ observadas entre os sistemas de preparo à umidade do solo por ocasião da colheita do arroz, sendo que as condições de solo saturado (PC) e, particularmente, em presença de lâmina de água (RF) favoreceram a emissão do metano, relativamente à de solo seco (PA). Esta última foi proporcionada pela supressão antecipada da irrigação para o arroz e pelo estabelecimento de sistema de drenagem na área destinada ao PA. Também a distribuição e magnitude dos eventos de chuva, que determinaram a ocorrência e duração de períodos de anaerobiose no solo devem ter contribuído para as emissões de metano, visto que a produção desse GEE está associada à decomposição microbiana de materiais orgânicos, via fermentação, em ambientes anaeróbicos (Conrad, 2002) e ao potencial redox do solo.

As emissões de N₂O do solo oscilaram bastante durante o outono/inverno. Mas, em geral, apresentaram magnitude reduzida, especialmente na área sob PC, onde a emissão máxima, de 217 mg N₂O ha⁻¹ h⁻¹, ocorreu no 14º dia após o início das avaliações. Na área preparada com RF, foram determinados alguns picos de emissão de N₂O, dois deles superiores a 1000 mg N₂O ha⁻¹ h⁻¹, aos 105 e 147 dias após o início das avaliações. Esses foram intercalados com picos menores e, inclusive, com fluxos negativos. Já na área sob PA, as maiores emissões de N₂O ocorreram no mês de junho, entre o 56º e 70º dia após o início das avaliações (**Figura 1c**). As emissões de óxido nitroso (N₂O) decorrem, principalmente, da aplicação de adubo nitrogenado, estando associadas à alternância das condições de oxirredução do solo, que predispõe a ocorrência dos processos de nitrificação/desnitrificação (Reddy & Delaune, 2008).

Quanto à emissão total de CH₄ na entressafra (**Figura 2a**), esta decresceu na seguinte ordem: RF (170 kg CH₄ ha⁻¹) > PC (64 kg CH₄ ha⁻¹) > PA (9 kg CH₄ ha⁻¹). Apesar das diferenças entre sistemas, as emissões medidas no outono/inverno foram baixas, considerando-se o potencial



de emissão de CH_4 do mesmo solo no período de cultivo do arroz. Este resultado é particularmente importante para os sistemas em que as áreas foram preparadas no outono (PA e RF), uma vez que grande parte da palha do arroz foi decomposta na entressafra, diminuindo o potencial de emissão de CH_4 durante a próxima estação de cultivo de arroz. A emissão total de N_2O foi muito baixa, para os preparos com RF ($1,1 \text{ kg ha}^{-1}$) e PA ($0,9 \text{ kg ha}^{-1}$), e nula, para o PC (**Figura 2b**). As baixas emissões de N_2O no outono-inverno devem estar associadas ao baixo conteúdo de N da palha do arroz.

O CH_4 foi o principal componente do PAGp dos sistemas de preparo avaliados, sendo o componente único do PC (**Figura 2c**). A comparação entre sistemas mostra que o preparo com RF apresentou maior PAGp ($4578 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$) na entressafra, bastante superior ao dos PC ($1604 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$) e PA ($500 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$).

CONCLUSÕES- A época e as operações de preparo do solo proporcionam potenciais distintos de emissão de metano (CH_4) e óxido nítrico (N_2O) durante o outono/inverno em Planossolo cultivado com arroz irrigado; as emissões de CH_4 decrescem na seguinte ordem: rolo-faca > preparo convencional > preparo antecipado e as emissões de N_2O : rolo-faca > preparo antecipado > preparo convencional.

Independentemente do sistema de preparo, o metano é o principal componente do potencial de aquecimento global parcial de Planossolo cultivado com arroz irrigado durante o período de entressafra.

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

REFERÊNCIAS

CONRAD, R. Control of microbial methane production in wetland rice fields. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 64:59-69, 2002.

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 and Tillage Research*, 106:36-44, 2009.

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, 1989. p.175-187.

REDDY, K.R.; DeLAUNE, R.D. *Biogeochemistry of wetlands: science and applications*. United States of America, CRC, 2008. p.257-264.

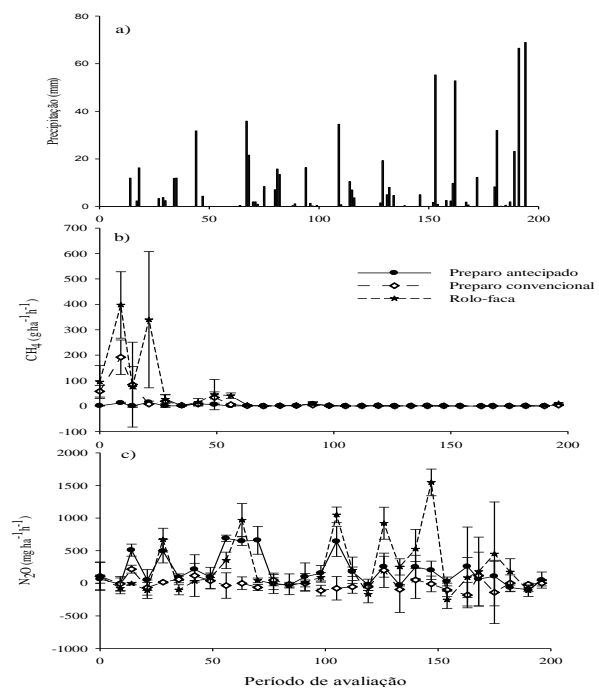


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de CH_4 (b) e de N_2O (c) em Planossolo durante o outono/inverno, sob distintos sistemas de preparo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

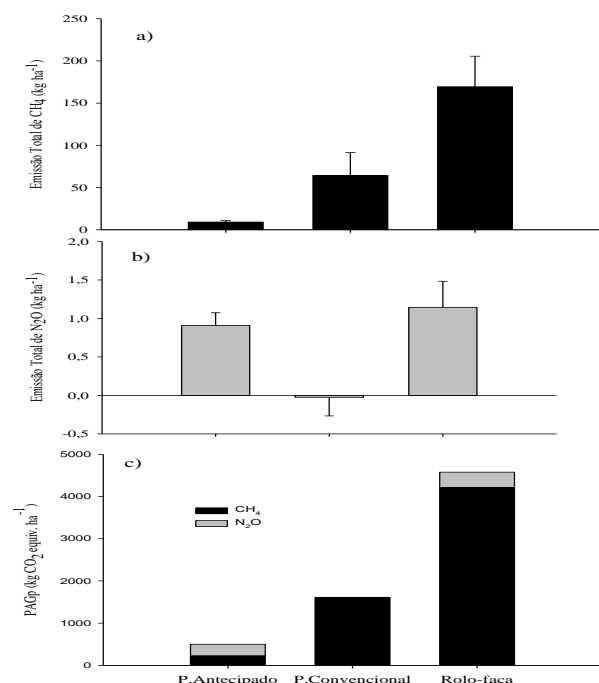


Figura 2. Emissão total de CH_4 (a), de N_2O (b) e o Potencial de Aquecimento Global parcial (c) em Planossolo durante o outono/inverno, sob distintos sistemas de preparo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.