

# ANAIS

BALNEÁRIO CAMBORIÚ - SC  
05 a 08 DE AGOSTO DE 2003

III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado  
XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado



Promoção:



Realização:



Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



Co-Promoção:



Embrapa



UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RGS



Apoio:

CNPq  
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

## DOIS SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO E A EMISSÃO DE METANO\*

Falberni de S. Costa<sup>1</sup>; Magda A. de Lima<sup>2</sup>; Cimélio Bayer<sup>1</sup>; Rosa T.S. Frighetto<sup>2</sup>; Humberto Bohnen<sup>1</sup>; Vera R.M. Macedo<sup>1</sup>; Elio Marcolin<sup>3</sup>; <sup>1</sup>Depto. Solos - PPG Ciência do Solo - Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, 90001-970, Porto Alegre, RS. e-mail: falberni.costa@ufrgs.br; <sup>2</sup>Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental/CNPMA, EMBRAPA, 13820-000, Jaguariúna, SP; <sup>3</sup>Instituto Rio Grandense do Arroz/IRGA, 94930-030, Cachoeirinha, RS.

O cultivo do arroz irrigado é uma importante fonte antrópica de metano (CH<sub>4</sub>), onde o manejo é possível no sentido de mitigar as emissões (Sass et al., 1994). No Brasil, as avaliações *in situ* das emissões de CH<sub>4</sub> em lavouras de arroz encontram-se em fase inicial. O estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de arroz irrigado no Brasil, sendo responsável por mais de 50 % da produção nacional (CONAB, 2003). No RS, os sistemas de cultivo atualmente mais utilizados são o preparo convencional (PC) e o plantio direto (PD), que representam, respectivamente, 41 e 14 % da área cultivada (IRGA, 2003). No PC, os resíduos das plantas de cobertura de inverno são incorporados na camada de revolvimento, enquanto que no PD os resíduos são mantidos na superfície do solo, e essas diferenças no manejo dos resíduos podem afetar as emissões de CH<sub>4</sub>.

O objetivo principal deste estudo pioneiro foi quantificar as emissões de CH<sub>4</sub> em solo cultivado com arroz irrigado nos sistemas PC e PD no sul do Brasil, e relacioná-las a fatores ambientais.

A pesquisa foi realizada em parceria entre a UFRGS, a EMBRAPA/CNPMA e o IRGA, na área experimental do IRGA (29°57'02" S e 51°06'02" W), município de Cachoeirinha, RS. O experimento foi instalado em um gleissolo, textura franca, utilizado desde 1994 com PC, com aração e gradagens, e com PD, com apenas abertura de sulco para semeadura. No inverno foram cultivados trevo branco (*Trifolium repens*, L) e azevém (*Lolium multiflorum*, Lam). A semeadura do arroz (10/12/02) foi mecânica e em linha e a cultivar utilizada foi a IRGA 422 CL. Na adubação de base aplicou-se 10 kg N-uréia ha<sup>-1</sup> e 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-20-30. O N-uréia em cobertura foi aplicado em 30/12/02 (50 kg N ha<sup>-1</sup>, estágio V4), em 31/01/03 (40 kg N ha<sup>-1</sup>, estágio V8) e em 19/02/03 (30 kg N ha<sup>-1</sup>, início da diferenciação da panícula). O alagamento do solo ocorreu em 30/12/02.

Além das emissões durante a estação de cultivo, foram quantificadas as emissões durante 24 h no PD e em solo com e sem plantas no PC. As emissões foram relacionadas a fatores climáticos, de solo e da lâmina de água de alagamento por equações de regressão, para verificar os fatores controladores das emissões para as condições locais.

As coletas das amostras de ar foram semanais, pelo método da câmara fechada (Mosier, 1989). No 7º dia após o alagamento (DAA) do solo, em cada sistema de cultivo foram instaladas duas bases a 5 cm de profundidade, que permaneceram fixas durante todo o período de coleta. A primeira coleta foi aos 8 DAA e a última aos 91 DAA. As amostras de ar foram coletadas sempre pela manhã, a partir das 9:00 h, começando-se pelas câmaras do PC e finalizando-se nas do PD. A cada coleta foram registradas as temperaturas do interior da câmara, do ar atmosférico e do solo a 2, 5 e 10 cm de profundidade, bem como coletadas amostras da solução do solo a 5 cm de profundidade, exceto aos 8 e 91 DAA. As coletas durante 24 h no PD ocorreram das 12 h do dia 17 às 12 h de 18/03/03 (estádio de grão pastoso), com intervalo de 3 h entre coletas. A coleta no solo com e sem plantas no PC foram realizadas no dia 25/03/03 (estádio de maturação fisiológica dos grãos), das 6 às 15 h, também com intervalo de 3 h entre cada coleta. As amostras de ar foram analisadas no

\* Parte deste trabalho já foi apresentada no XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, julho de 2003, Ribeirão Preto (SP).

laboratório do CNPMA, por cromatografia gasosa, com coluna capilar e detector de ionização de chama. No laboratório de biogeoquímica ambiental da UFRGS foram quantificados os teores de N mineral (Kjeldahl) e de carbono orgânico (analisador automático de C) nas amostras da solução do solo. As informações climáticas foram obtidas na estação meteorológica do IRGA.

Os padrões das emissões de  $\text{CH}_4$  nos sistemas são apresentados na figura 1. As taxas foram menores no PD em relação ao PC, exceto nas duas primeiras avaliações. A média ( $\pm$  desvio padrão) e a amplitude das emissões, respectivamente, foram  $14,0 (\pm 8,5)$  e  $27,8 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  no PC e de  $10,3 (\pm 5,0)$  e  $17,7 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  no PD. A média das taxas de emissão entre os sistemas foi de  $12,2 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ , valor este dentro do intervalo citado na literatura internacional, que é de 0 a  $80 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  (Le Mer & Roger, 2001).

Aos 8 e 9 DAA, o PD emitiu 3 vezes mais  $\text{CH}_4$  do que o PC (Figura 1). Já aos 14 DAA, e a partir desta data, o PC passou a emitir mais  $\text{CH}_4$  do que o PD. A maior emissão inicial no PD pode ser devido à manutenção dos resíduos das culturas de inverno sobre a superfície do solo e ao seu maior conteúdo de CO (32 % a mais na camada de 0-10 cm, dado não apresentado) em relação ao PC. No PC, com resíduos e CO incorporados ao solo ( $\pm 20 \text{ cm}$ ), a liberação dos produtos da decomposição dos resíduos que podem ser convertidos em  $\text{CH}_4$ , em tese, é mais lenta e gradativa, explicando assim o padrão das suas emissões.

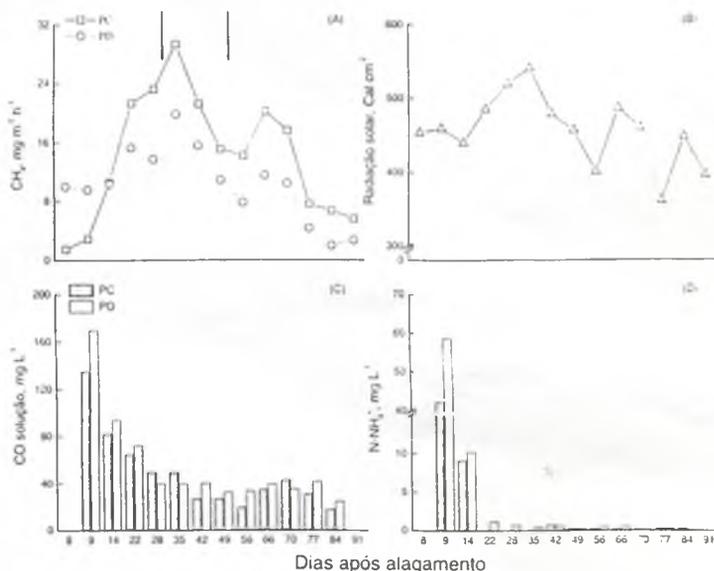


Figura 1. Taxas de emissão de  $\text{CH}_4$  (A), radiação solar (B), e concentrações de carbono orgânico em solução (C) e  $\text{N-NH}_4^+$  (D) em dias após o alagamento do solo, nos sistemas de preparo convencional (PC) e plantio direto (PD), IRGA, Cachoeirinha, RS, 2002/03. Em (A) valores são médias de duas repetições e as setas indicam aplicações de N-uréia. A radiação solar é o somatório dos dias da semana anterior a cada avaliação.

Ambos os sistemas tiveram dois picos de emissão, sendo o primeiro aos 35 DAA e o segundo aos 66 DAA. Esses picos podem ser relacionados a dois estádios de desenvolvimento importantes das plantas de arroz, que são o final da fase vegetativa, na qual a planta atinge o número máximo de perfilhos, e o final da fase reprodutiva, na qual ocorre a emissão das panículas/antese. Outros fatores podem atuar de forma associada a essas modificações morfo-fisiológicas, maximizando ou minimizando a magnitude do pico

das emissões, como é o caso da origem do C para a metanogênese e a aplicação de nitrogênio (N). Neste estudo, a segunda aplicação de N em cobertura (31/01/03) ocorreu dois dias antes do pico detectado aos 35 DAA, o que pode ter influenciado a magnitude do pico em ambos os sistemas. Cai et al. (1997), mediram que a emissão de CH<sub>4</sub> foi reduzida em 7 e 14% com a aplicação de 100 e 300 kg N-urêa ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação ao tratamento controle.

As concentrações de CO e N na solução do solo foram decrescentes ao longo do período, refletindo o consumo do CO nas reações de oxirredução quando do alagamento e o consumo de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pelas plantas. Destaque é dado ao N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> < 0,1 mg L<sup>-1</sup>), que no início do cultivo apresentava concentrações de 42,30 mg L<sup>-1</sup> no PC e 58,70 mg L<sup>-1</sup> no PD, e ao final do cultivo (112 dias) de 0,27 mg L<sup>-1</sup> no PC e 0,15 mg L<sup>-1</sup> no PD. Esses resultados demonstram o efeito de bio-filtro das plantas de arroz, com efeitos positivos na qualidade ambiental.

As emissões de CH<sub>4</sub> durante o período de cultivo foram (P<0,0001) relacionadas com a radiação solar, que explicou 50 % da variação das emissões. Nas coletas de 24 h, o pico máximo das emissões ocorreu às 15 h (5 mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) e o mínimo ocorreu às 9 h (2,9 mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>), as quais foram explicadas em 70 % (P<0,005) pela temperatura do solo a 5 cm de profundidade. A maior diferença no solo com e sem plantas ocorreu às 6 h, com o solo com plantas (6,3 mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) emitindo 12,6 vezes mais CH<sub>4</sub> do que o solo sem plantas (0,5 mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>). Nas demais horas (9, 12 e 15), a razão com plantas/sem plantas foi decrescente. Nessa avaliação, o pico máximo das emissões também ocorreu às 15 h e a temperatura do solo a 2 cm de profundidade explicou 90 % (P<0,05) da variação nas emissões.

As quantidades totais de CH<sub>4</sub> emitido em 82 dias foram de 31,6 g m<sup>-2</sup> no PC e de 21,1 g m<sup>-2</sup> no PD, demonstrando o potencial deste sistema de manejo na mitigação das emissões de CH<sub>4</sub> em lavoura de arroz irrigado. A diferença das emissões entre os sistemas representa 2.625 kg ha<sup>-1</sup> em equivalente CO<sub>2</sub>, que deixarão de contribuir para o aumento antropogênico do efeito estufa. Esse valor representa ainda 0,7 Mg C que não foi adicionada à atmosfera e é semelhante às taxas de seqüestro de C em solos agrícolas na região subtropical (Bayer et al., 2000). Os resultados das emissões de CH<sub>4</sub> apresentados são pioneiros no sul do Brasil e serão utilizados na elaboração do inventário nacional de emissão de gases do efeito estufa a partir de sistemas de produção agrícola, diminuindo assim as grandes incertezas apresentadas nos relatórios já publicados das emissões a nível nacional. Nesse sentido, a pesquisa continuará nas próximas safras com objetivo de se avançar no conhecimento das variáveis controladoras da metanogênese, bem como para a identificação de práticas mitigadoras das emissões de CH<sub>4</sub> de lavoura de arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C. et al. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil Tillage Research*, v. 54, p. 101-109, 2000.
- CAI, Z.; XING, G.; YAN, X. et al. Methane and nitrous oxide emissions from rice paddy fields as affected by nitrogen fertilisers and water management. *Plant and Soil*, v. 196, p. 7-14, 1997.
- CONAB, 2003. <http://www.conab.gov.br> (26/03/03).
- IRGA, 2003. <http://www.irga.rs.gov.br> (26/03/03).
- LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. *European Journal of Soil Biology*, v. 37, p. 25-50, 2001.
- MOSIER, A.R. Chamber and isotope techniques. In: Andreae, M.O.; Schimel, D.S. (eds.) Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop on Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere, Berlin, 1989. p. 175-187.
- SASS, R.L.; FISHER, F.M.; LEWIS, S.T. Methane emissions from rice fields: effect of soil properties. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 8, p. 135-140, 1994.