

# Efeito estufa, metano e sistemas de cultivo irrigado no RS

**Falberni de Souza Costa<sup>1</sup>;**  
**Cimélio Bayer<sup>2</sup>;**  
**Magda Aparecida de Lima<sup>3</sup>;**  
**Rosa Toyoko Shiraishi Frighetto<sup>3</sup>;**  
**Humberto Bohnen<sup>2</sup>;**  
**Vera Regina Mussoi Macedo<sup>4</sup>,**  
**Elio Marcolin<sup>4</sup>**

A atmosfera terrestre é composta de nitrogênio (78 %), de oxigênio (21 %), de vapor d'água (1 %) e dos denominados gases em nível de traço (< 1 %), entre os quais, alguns absorvem e emitem radiação infravermelha e, portanto, são denominados "gases do efeito estufa". Entre estes, e de interesse agrícola, estão o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Eles absorvem a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, pela atmosfera e pelas nuvens, exceto na região transparente do espectro eletromagnético da atmosfera e, por sua vez, emitem essa radiação em todas as direções, inclusive de volta para a superfície terrestre, mantendo, portanto, o calor "aprisionado" dentro da atmosfera, fenômeno este denominado de "efeito estufa natural" (Duxbury et al., 1993).

O aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera decorrente das atividades humanas (queima de combustíveis fósseis, preparo intensivo do solo, etc.) gera um efeito estufa adicional ao natural,

denominado de "efeito estufa antropogênico", o qual tem sido considerado responsável pelas mudanças climáticas globais. Estas podem ter conseqüências negativas sobre todas as formas de vida no planeta, como por exemplo redução da biodiversidade, redução no suprimento de água doce e maior freqüência de eventos climáticos extremos (secas e enchentes), com reflexos negativos sobre a produtividade das lavouras (IPCC, 2001).

O metano (CH<sub>4</sub>) é originado na decomposição de resíduos orgânicos em ambientes alagados, como por exemplo, em pântanos e em áreas de várzeas. Segundo as estimativas do IPCC (2001), entre as atividades humanas responsáveis pelo aumento da concentração de CH<sub>4</sub> na atmosfera, estão os aterros de lixo municipais, a mineração, a pecuária e o cultivo do arroz irrigado por inundação, entre outras. As plantas de arroz servem como meio de passagem do CH<sub>4</sub> produzido no solo para a atmosfera (Nouchi et al., 1990). Quantificar a participação real de cada atividade humana na emissão de CH<sub>4</sub> é uma das metas atuais da pesquisa em todo o globo, assim como também é o estudo da sua origem no solo cultivado sob inundação e dos fatores ambientais e de manejo da lavoura arrozeira que a afetam, no sentido de identificar aqueles com potencial de mitigar a produção no solo e a emissão de CH<sub>4</sub> para a atmosfera.

No Brasil, os estudos com esses

objetivos foram iniciados na safra 2002/03 pelo Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA/Jaguariúna, SP), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (RS), em parceria com outras instituições de pesquisa. No RS, os parceiros são o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O objetivo deste artigo é apresentar os resultados dos estudos do Rio Grande do Sul nas safras 2002/03 e 2003/04.

Os estudos foram realizados na Estação Experimental (29°57' S, 51°06' W e 7 m de altitude média) do IRGA, no município de Cachoeirinha, em experimento de campo conduzido em um Gleissolo de textura franca (EMBRAPA, 1999) desde 1994/95. O preparo convencional do solo (PC) e o plantio direto (PD) foram os sistemas avaliados, os quais estão dispostos a campo em blocos (28 x 40 m) ao acaso, com três repetições. O arroz (*Oryza sativa* L.) e o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) são as culturas de verão e de cobertura do solo no outono/inverno, respectivamente. A cronologia das práticas agrícolas nas safras avaliadas é apresentada na tabela 1.

A semeadura do arroz (cultivar IRGA 422 CL) em ambas as safras foi mecânica e em linha. O regime de inundação do solo foi contínuo, com as aplicações de nitrogênio (N) em cobertura a lanço sobre a lâmina d'água. Os resíduos vegetais do arroz, após a colheita, e do azevém, dessecado quimicamente antes da semeadura do arroz, foram mantidos nos quadros de cultivo. Entre os sistemas e nas últimas três safras, a quantidade média de matéria seca de azevém que tem ficado nos quadros é de 3 toneladas por hectare.

O método da câmara fechada foi utilizado para as coletas das amostras de ar. Em somente um bloco de cada sistema de cultivo, foram instaladas duas e três câmaras nas safras 2002/03 e 2003/04, respectivamente. A metodologia é baseada na proposta de Padronização Global de Medição da emissão de CH<sub>4</sub>, coordenada pelo Comitê de Cultivo de Arroz e Fluxo de Gases. As amostras de ar foram analisadas na Embrapa (CNPMA), em Jaguariúna (SP), por cromatografia gasosa. O fluxo total nas fases de desenvolvimento do arroz e o fluxo sazonal (emissão total da safra) foram calculados integrando-se a área do respectivo período sob a curva de emissão de CH<sub>4</sub>.

As flutuações da emissão de CH<sub>4</sub>, de forma geral, foram semelhantes em ambas as

**Tabela 1. Cronologia das práticas agrícolas no cultivo do arroz nas safras 2002/03 e 2003/04. Cachoeirinha, RS.**

Atividade		Safra 2002/03	Safra 2003/04
Semeadura		10/12/02	08/11/03
Inundação do solo		30/12/02	02/12/03
N em cobertura	1 <sup>a</sup> . aplicação	30/12/02 – 50 kg N ha <sup>-1</sup>	02/12/03 – 55 kg N ha <sup>-1</sup>
	2 <sup>a</sup> . “	31/01/03 – 40 “	29/12/03 – 25 “
	3 <sup>a</sup> . “	19/02/03 – 30 “	05/01/04 – 50 “
Retirada da água		01/04/03	08/03/04
Colheita		03/04/03	17/03/04

safras e em ambos os sistemas de cultivo, com aproximadamente metade da emissão sazonal ocorrendo na fase vegetativa do arroz, e cerca de 30 % e 20 % nas fases reprodutiva e de maturação, respectivamente (Figura 1, Tabela 2).

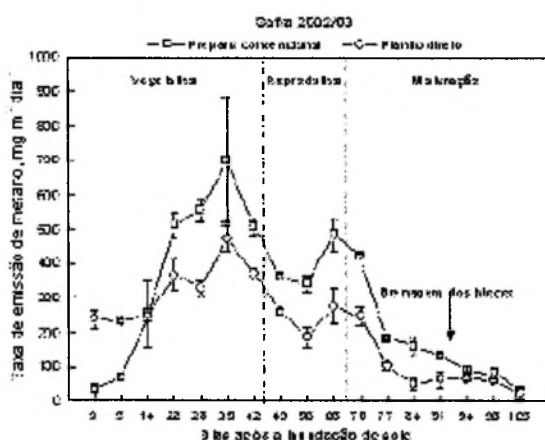


Figura 1. Taxa de emissão de metano de solo cultivado com preparo convencional e plantio direto, durante as fases de desenvolvimento do arroz na safra 2002/03. Cachoeirinha, RS. Valores são média de duas repetições. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

A emissão sazonal de  $\text{CH}_4$ , média das duas safras e dos dois sistemas de cultivo, foi de  $32 \text{ g m}^{-2}$ . Este valor é próximo do limite superior da faixa de taxa global média de emissão sazonal de  $\text{CH}_4$  ( $12$  a  $28 \text{ g m}^{-2}$ ) estimada pelo IPCC (1996) para lavouras de arroz irrigado sob regime contínuo de inundação, sem aplicação de adubo orgânico. Deve-se ressaltar ainda que essa estimativa é global, portanto sujeita a variações

devido a condições climáticas e de solo, bem como da cultivar utilizada, e que os resultados ora apresentados são iniciais (duas safras) e de um local somente. Isso enseja que, em termos de inventário nacional, safras e mais regiões produtoras do RS e do Brasil devam ser estudadas. Reforçando, Lima et al. (2003) mediram um fluxo sazonal de  $21,1 \text{ g de CH}_4 \text{ m}^{-2}$  em lavoura com regime contínuo de inundação, no município de Pindamonhangaba ( $22^{\circ}55' \text{ S}$ ,  $45^{\circ}30' \text{ W}$  e  $560 \text{ m}$  de altitude média), no estado de São Paulo. Um aspecto importante nesse cenário de quantificar a emissão de  $\text{CH}_4$  em sistemas agrícolas de produção de alimentos, é a avaliação também da emissão em ecossistemas naturais, o que pode permitir avaliar a contribuição líquida dos sistemas agrícolas, tanto dentro da estação de cultivo (verão), quanto anualmente (Cao et al., 1998).

A emissão sazonal de  $\text{CH}_4$  no PD foi 33 % menor do que no PC na safra 2002-03, enquanto que na safra 2003-04 praticamente não houve diferença entre os sistemas de cultivo. Condições meteorológicas diferentes antes da semeadura do arroz e durante a estação de cultivo, associadas ao preparo (PC) ou não do solo (PD), podem ser relacionadas para explicar as variações observadas na emissão de  $\text{CH}_4$  entre as safras e entre os sistemas de cultivo. Contudo, é importante

**Tabela 2. Emissão total e percentual de metano nas fases de desenvolvimento do arroz e emissão sazonal nas safras 2002/03 e 2003/04. Cachoeirinha, RS.**

Safra	Fase de desenvolvimento	%		$\text{g m}^{-2}$	
		PC	PD	PC	PD
2002/03	Vegetativa	48	54	16	12
	Reprodutiva	30	28	10	6
	Maturação	22	18	7	4
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>22</b>
2003/04	Vegetativa	50	43	19	15
	Reprodutiva	26	30	10	11
	Maturação	24	27	9	10
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>38</b>	<b>36</b>

salientar que na fase vegetativa do arroz, na qual ocorreu cerca de 50 % da emissão sazonal e onde são definidos alguns dos

componentes de rendimento do arroz, a emissão de CH<sub>4</sub> foi cerca de 25 % (2002-03) e 20 % (2003-04) menor no PD do que no PC. Em princípio, isso indica que medidas para reduzir a emissão de CH<sub>4</sub> devam ser implementadas nessa fase, contudo sem comprometer a produtividade da lavoura arrozeira.

As informações apresentadas neste artigo destacam a importância da realização e continuação dos estudos iniciados, na busca de identificar e implementar medidas para reduzir a emissão de CH<sub>4</sub> nas lavouras de arroz no Brasil, componente importante do agronegócio brasileiro, e, desta forma, minimizar a participação do país no aquecimento global.

### Bibliografia citada

- CAO, M.; GREGSON, K.; MARSHALL, S. Global methane emission from wetlands and its sensitivity to climate change. *Atmospheric Environment*, 32:3293-3299, 1998.
- DUXBURY, J.M.; HARPER, L.A.; MOSIER, A.R. Contributions of agroecosystems to global climate change. In: HARPER, L.A.; MOSIER, A.R.; DUXBURY, J.M. (eds.) *Agricultural ecosystem Effects on Trace Gases and Global Climate Change*, Wisconsin, 1993. p.1-18.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA

AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, 1999. 412p.

IPCC, 2001: *Climate change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Houghton, J.T.; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; van der LINDEN, P.J.; DAÍ, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C.A. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881p.

IPCC, 1996. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, v. 2. Intergovernmental Panel on Climate Change, London.

LIMA, M.A.; VILELLA, O.V; FRIGHETTO, R.T.S.; RACHMAN, M.A.L. Emissão de metano em área de cultivo de arroz inundado sob regime de água contínuo intermitente. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3., 2003, Balneário Camboriú. *Anais...* Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 741- 743.

NOUCHI, I.; MARIKO, S.; AOKI, K. Mechanisms of methane transport from the rhizosphere to the atmosphere through rice plants. *Plant Physiology*, 94:59-66, 1990.

<sup>1</sup> Estudante de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, UFRGS.

Porto Alegre, RS. Bolsista CNPq.  
falberni.costa@ufrgs.br

<sup>2</sup> Professor do Depto. de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP.

<sup>4</sup> Pesquisador do IRGA, Cachoeirinha, RS.