

# Efluxo de metano (CH<sub>4</sub>) em dois solos do RS sob cultivo de arroz irrigado por alagamento<sup>1</sup>

FABIO ADRIANO GRAUPE<sup>2</sup>, LEANDRO SOUZA DA SILVA<sup>3</sup>, CIMÉLIO BAYER<sup>4</sup>,  
ÂNGELA DA CAS BUNDT<sup>5</sup>, MAGDA APARECIDA DE LIMA<sup>6</sup>, ELISANDRA  
POCOJESKI<sup>2</sup>

**RESUMO** - O aumento da concentração de gases na atmosfera, decorrente da atividade humana, gera um aceleração significativo do efeito estufa. Dentre os gases, o metano (CH<sub>4</sub>) é um dos que têm grande potencial em causar o efeito estufa, destacando-se como fonte geradora as áreas de várzea cultivadas com arroz irrigado por alagamento. Estima-se que estas áreas têm contribuído com até 45% da emissão de CH<sub>4</sub> de origem antropogênica. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efluxo de CH<sub>4</sub> em dois solos, cultivados com arroz irrigado, no Estado do RS. O primeiro local avaliado foi uma lavoura na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS e o segundo na Estação Experimental do Arroz no Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha - RS. Durante a safra do arroz realizaram-se coletas semanais de amostras de ar em câmaras coletoras com o auxílio de seringas plásticas de polipropileno aos 5, 10, 15, 20 e 25 minutos após o fechamento da câmara. Durante as coletas, foi registrada a temperatura do ar, da água de alagamento e do solo (0,05m de profundidade) para o cálculo das emissões. Os picos de emissão de CH<sub>4</sub> em Santa Maria e Cachoeirinha ocorreram, respectivamente, aos 30 e 69 dias após o alagamento do solo, sendo que em Cachoeirinha os picos de emissão tiveram menor intensidade. O desencontro entre os picos de máxima emissão nas duas unidades de coleta e a menor intensidade de emissão na unidade de Cachoeirinha pode estar associado com as características dos solos, temperatura, como também, pelo uso de diferentes cultivares de arroz irrigado. Existe a necessidade de se conhecer melhor os fatores que influenciam as taxas de emissão de metano como também avaliar formas de manejo da cultura visando uma menor emissão deste gás, reduzindo os impactos da rizicultura sobre o efeito estufa.

## Introdução

A crescente emissão de gases, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o CH<sub>4</sub>, provenientes da queima de combustíveis fósseis e práticas de manejo agrícola, têm contribuído significativamente para o aumento da concentração de gases na atmosfera, denominados estes de gases do efeito estufa (GEE). Embora o CO<sub>2</sub> seja emitido em maior quantidade, os demais gases têm maior potencial em causar o efeito estufa, sendo o CH<sub>4</sub> de 23 a 37 vezes maior que o CO<sub>2</sub> [1]. A concentração de CH<sub>4</sub> na atmosfera vem crescendo a uma taxa de 1% ao ano [2], sendo a origem desse aumento, principalmente, atribuído à atividades antrópicas, onde tem se destacado o cultivo de áreas com arroz irrigado por alagamento. Em nível global, estas áreas têm contribuído com até 45% da emissão de CH<sub>4</sub> de origem antropogênica, chegando a valores de 20 a 100 Tg ano<sup>-1</sup>.

O carbono orgânico utilizado na metanogênese pode ter origem na matéria orgânica do solo (MOS), nos resíduos vegetais aplicados ao solo, nos exsudatos radiculares das plantas de arroz, na escamação dos tecidos radiculares e em raízes e/ou tecidos de parte aérea mortos e/ou senescentes, de acordo com as fases de desenvolvimentos do arroz [3]. Este carbono orgânico é fracionado em moléculas mais simples durante processo de redução em ambientes anaeróbicos, tendo como um dos produtos finais o CH<sub>4</sub>. Este é difundido para atmosfera sob forma de bolhas quando se encontra em altas concentrações, ou via plantas aquáticas, especialmente na cultura do arroz, transferido pelos aerênquimas da planta até a atmosfera.

A composição mineralógica do solo está intimamente ligada ao efluxo de CH<sub>4</sub>, pois este pode ter uma maior ou menor recalcitrância da MOS, deixando esta mais ou menos disponível ao ataque dos microorganismos. Além deste,

<sup>(1)</sup> Trabalho realizado em parceria com a UFRGS, UFSM e EMBRAPA.

<sup>(2)</sup> Aluno do PPG Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, prédio 42, Depto de Solos, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. E-mail: [fabiograupe@hotmail.com](mailto:fabiograupe@hotmail.com) (apresentador do trabalho)

<sup>(3)</sup> Professor Adjunto do Depto de Solos, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

<sup>(4)</sup> Professor Adjunto do Depto de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.

<sup>(5)</sup> Aluna de graduação do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

<sup>(6)</sup> Pesquisadora da EMBRAPA-CNPMA, Jaguariúna, SP.

Projeto realizado com apoio financeiro da FAPERGS, CNPq e MCT

outros parâmetros como teor de nitrato, ferro, sulfato e manganês têm influenciado na emissão de CH<sub>4</sub>. Estes, quando em grande quantidade, possibilitam a degradação dos resíduos orgânicos por bactérias anaeróbicas, tendo como produto final CO<sub>2</sub> e não metano. A presença de plantas de arroz em áreas alagadas facilita o escape do CH<sub>4</sub> em até 10 vezes a mais para a atmosfera em comparação com solos alagados sem plantas, sendo esse escape facilitado pela presença dos aerênquimas nas plantas, que são estruturas responsáveis por conduzir o oxigênio até as raízes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efluxo CH<sub>4</sub> em dois solos de várzea cultivados com arroz irrigado por alagamento no Estado do Rio Grande do Sul.

**Palavra-chave:** efeito estufa, solos de várzea, metano, metabolismo anaeróbico.

### Material e métodos

Dois experimentos conduzidos em diferentes regiões agrícolas e em solos de várzea com diferentes textura e mineralogia foram avaliados quanto as taxas de emissão de CH<sub>4</sub> quando sob cultivo de arroz irrigado. Coletores foram instalados em um Planossolo Háptico eutrófico arênico [4], na área experimental do Departamento de Solos, UFSM, Santa Maria - RS, com longitude de 29° 41' sul, latitude de 53° 48' oeste e altitude de 95 metros, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a temperatura do mês mais frio entre -3°C e 18°C [5]. O preparo da área foi realizado pelo sistema convencional, com três gradagens. A semeadura foi realizada no dia 15/11/2005, com o cultivar de arroz irrigado Tuno CL e com uma densidade de sementes de 50 kg ha<sup>-1</sup>.

O segundo conjunto de coletores foi instalado na Estação Experimental do IRGA, em um Gleissolo Háptico Ta distrófico típico, no município de Cachoeirinha - RS, a uma latitude de 29°57'0,2" e longitude de 51°06'02", e altitude média de 7m, com uma temperatura média do ar de 20°C [6]. O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional, com a semadura do experimento realizada no dia 03/10/2005, com o cultivar IRGA 417 e densidade de sementes de 100 kg ha<sup>-1</sup>.

Em cada local foram instaladas três câmara coletora do tipo Moiser [7], construídas de alumínio (0,60 x 0,60cm) e compostas de uma base, extensores e um topo (figura 01). No momento da coleta do gás, a água do alagamento foi utilizada para a vedação entre os componentes da câmara. No topo, dois ventiladores misturaram o ar do interior da câmara durante a coleta, evitando a formação de gradientes de concentração, e um termômetro

digital (precisão de 0,1°C) registrou a temperatura do interior da câmara. Os extensores ajustavam à altura da câmara a das plantas de arroz ao longo do cultivo. Em lados opostos das bases, dois orifícios ( $\Phi=0,026$  m) permitiam a circulação da água do alagamento, quando as coletas de ar não estavam sendo realizadas. Durante as coletas, estes orifícios foram vedados com rolhas de borracha. As amostras de ar do interior da câmara foram coletadas com seringas plásticas de polipropileno (60 mL) equipadas com válvulas para a retenção das amostras. As coletas foram realizadas a cada sete dias, aos 5, 10, 15, 20 e 25 minutos após o fechamento da câmara. Durante as coletas foi registrada a temperatura do ar, da água do alagamento e do solo (0,05m de profundidade). Ao final da coleta as seringas foram acondicionadas em caixa de isopor, contendo gelo em gel, para estabilizar a temperatura, as quais foram seladas e enviadas para a EMBRAPA-CNPMA, em Jaguariúna (SP), onde as amostras foram analisadas por cromatografia gasosa, num prazo de 24 horas. As avaliações iniciaram no dia 13/12/2005 para o primeiro local (dois dias após o início do alagamento) e no dia 06/12/2005 para o segundo local (7 dias após o início do alagamento). A última coleta foi com o solo sem lâmina de água, em 13/03/2006 e 06/03/2006 para os locais, respectivamente.

A taxa de efluxo de CH<sub>4</sub> foi calculada conforme recomendado no estudo publicado pela Agência Universal de Energia Atômica [8] pela seguinte formula:  $F = h * (\Delta C/\Delta T)$ , onde F é a taxa de efluxo (mg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> ou dia<sup>-1</sup>), h é a altura da câmara (m) e  $\Delta C/\Delta T$  é a taxa de aumento da concentração de CH<sub>4</sub> após o fechamento da câmara para as coletas de ar. O volume da câmara foi corrigido em função de sua temperatura interna.

### Resultados e discussão

Em Santa Maria (RS), o efluxo de CH<sub>4</sub> foi crescente do início do alagamento até os 30 dias posteriores, como observado na figura 2, atingindo um pico máximo de 552 mg m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>. Em Cachoeirinha (RS), o efluxo de CH<sub>4</sub> foi crescente do início do alagamento até os 69 dias posteriores ao alagamento, como observado na figura 3, atingindo um pico máximo de 432 mg m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>. As menores emissões nos primeiros dias devem estar relacionadas com as reduções preferenciais de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, MnO<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub> e SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, sem produção significativa de CH<sub>4</sub>. Nesta fase, pode ter ocorrido maior produção de ácidos orgânicos como o acético, o propiônico e o butírico por microrganismos anaeróbios facultativos ou obrigatórios. Somente próximo aos 30 e 69 dias após o alagamento, para Santa

Maria e Cachoeirinha, respectivamente, se intensificou a metanogênese, alcançando o pico máximo de emissão, possivelmente, sobre compostos simples, como o acetato, o que pode estar relacionado ao fato que esse processo requer potencial redox (Eh) mínimo de -200 mV [9] e envolve microrganismos anaeróbios obrigatórios especializados [10]. As flutuações ocorridas no decorrer das coletas, provavelmente sejam explicadas por fatores climáticos, tanto antes como após atingir o pico máximo de emissão. Após atingir o pico máximo, a diminuição na emissão de metano deve estar relacionada com a redução de carbono no meio, principalmente aquele prontamente disponível ao ataque dos microrganismos.

Em Cachoeirinha, a manutenção de valores mais elevados de emissão de CH<sub>4</sub> nas últimas coletas, mesmo com a ausência de lâmina de água, pode estar relacionada com a maior precipitação pluviométrica ocorrida após a drenagem da área e uma, conseqüente, maior umidade do solo, em comparação com Santa Maria onde a lavoura estava com solo completamente seco, ou seja, em ambiente aeróbico, retornando as condições de oxidação, não havendo mais emissão significativa de CH<sub>4</sub>.

O desencontro entre os picos de máxima emissão nas duas unidades de coleta e a menor intensidade máxima de emissão em Cachoeirinha poderiam ser explicados pelas diferentes temperaturas médias (em torno de 20°C em Cachoeirinha e 22°C em Santa Maria), como também pelo uso de cultivares diferentes. Em Santa Maria cultivou-se um híbrido, planta esta que tem um maior vigor e uma maior produção de matéria seca, em comparação com o cultivar IRGA 417, já que as plantas influenciam na emissão de metano [11]. Outro fator importante a ser considerado é a diferença de solo, tendo em vista que a quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo, aliado a disponibilidade de compostos inorgânicos e minerais, afetam a intensidade da redução do solo e, conseqüentemente, o momento e a taxa de emissão de metano.

Baseado nos resultados obtidos, há necessidade de se conhecer melhor os fatores que influenciam as taxas de emissão de CH<sub>4</sub> em diferentes solos, bem como, avaliar formas de manejo da cultura visando uma menor emissão deste gás, para reduzir os impactos da rizicultura sobre o efeito estufa.

## Conclusão

Houve diferente comportamento de emissão de CH<sub>4</sub> em lavouras de arroz em Santa Maria (RS) e Cachoeirinha (RS). Os picos de emissão de CH<sub>4</sub> em Santa Maria e Cachoeirinha

ocorreram, respectivamente, aos 30 e 69 dias após o alagamento do solo, sendo que em Cachoeirinha houve uma menor intensidade de gás emitido.

## Agradecimentos

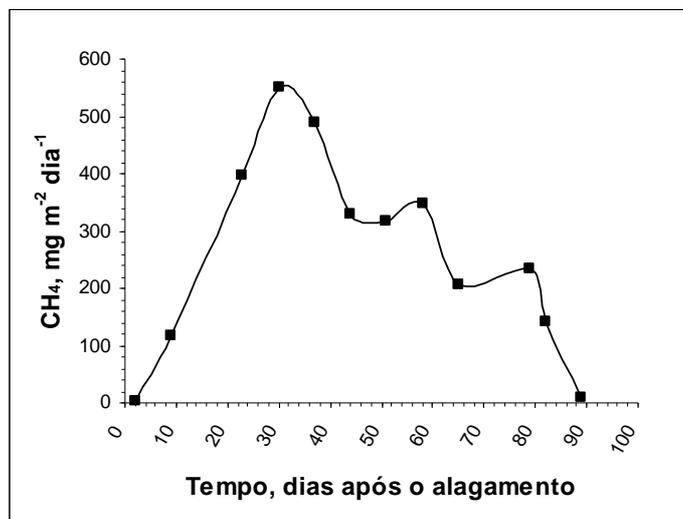
A Fapergs, CNPq e MCT no âmbito do Projeto Pronex “Seqüestro de carbono e mitigação das emissões de gases do efeito estufa por sistemas conservacionistas de manejo e as oportunidades para o agronegócio no Rio Grande do Sul”.

## Referências bibliográficas

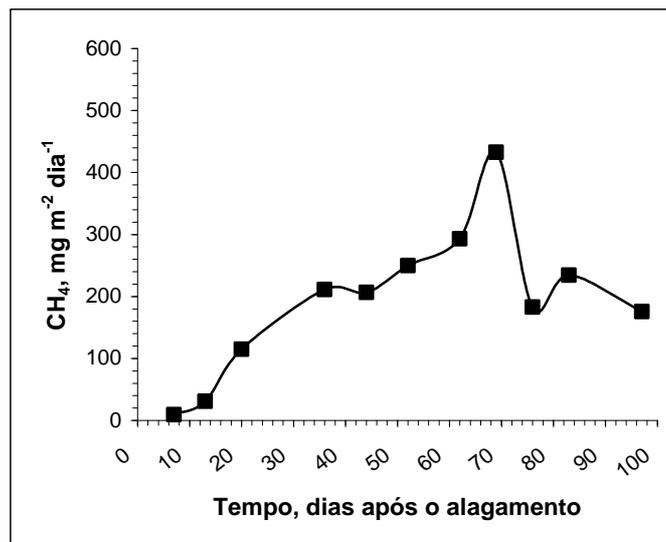
- [1] IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2001: the scientific basis**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2001. 881p
- [2] RASMUSSEN, R. A.; KHALIL, M.A.K. Antrospheric traces gases: trends and distributions over the last decade. **Science**, London, v.232, n. 4758, p.253-261, 1995.
- [3] WATANABE, A. et al. Evaluations of origins of CH<sub>4</sub> carbon emitted from rice paddies. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v.104, n. D19, p.23623-23629, 1999.
- [4] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- [5] MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, **Divisão de Terras e Colonização**, Porto Alegre, 1961.
- [6] FEPAGRO. **Contém informações institucionais, técnicas, notícias, projetos, publicações e serviços**. Disponível em: <http://www.fepagro.rs.gov.br>. Acesso em : 26/03/03
- [7] MOISER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M.O.; SCHIMMEL, D. S. (Eds.). **Exchange of traces gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley, 1989, p.175-187.
- [8] IAEA - International Atomic Energy Agency. **Manual on measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture**: Vienna: IAEA, 1982. 91p. (IAEA. TECDOC, 674).
- [9] PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, New York, v.24, p.29-96, 1972.
- [10] ALEXANDER, M. **Microbial Ecology**. New York: J. Wiley, 1971. 511p.
- [11] BOHT, W. **Methods of Studying Roots Systems**. New York: Springer-Verlag, 1979. 189p



**Figura 1:** câmara coletora de gás metano, já com o topo para coleta, instalado em Santa Maria, RS na safra 2005/2006.



**Figura 2.** Efluxo de CH<sub>4</sub> em um Planossolo Háplico cultivado com arroz irrigado por alagamento, em função do tempo. Safra 2005/2006. Santa Maria - RS.



**Figura 3.** Efluxo de CH<sub>4</sub> em um Gleissolo Háplico cultivado com arroz irrigado por alagamento, em função do tempo. Safra 2005/2006. Cachoeirinha - RS