

## **EMIÇÃO DE METANO PROVENIENTE DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO NO BRASIL**

LIMA, M.A.; PESSOA, M.C.P.Y.; NEVES, M.C.; CABRAL, O.; LUCHIARI Jr., A.; HERMES, L.C.; DYNIA, J. F., TOLEDO, L.G.; DORNELAS, M.S. EMBRAPA-CNPMA, Rod. SP-340, Km 127,5 - CEP 13820-000 - Jaguariuna-SP. E-mail: magda@cnpm.embrapa.br

Por ocasião da Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - ECO-92, foi assinada a Convenção Quadro das Nações Unidas de Mudança de Clima, da qual o Brasil participa. Conforme acordado nesta Convenção, ficam obrigados os países constituintes a desenvolver, atualizar e divulgar inventários nacionais de emissões antropogênicas de gases promovedores de efeito estufa, que alteram as propriedades radiativas da atmosfera, bem como dos meios de remoção desses gases. A coordenação da implementação dos compromissos assumidos pelo Brasil nesta Convenção foi delegada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, conforme estabelece o Decreto n. 1.160, de 21 de junho de 1994, na criação da Comissão Interministerial para o Desenvolvimento Sustentável (CIDES).

O presente trabalho apresenta os resultados da estimativa de emissão de metano pelo cultivo de arroz irrigado por inundação no Brasil, como parte do relatório brasileiro<sup>6</sup> para a Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. O Inventário de emissão de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas vem sendo coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA.

O cultivo de arroz irrigado por inundação representa uma das principais fontes antrópicas de metano (CH<sub>4</sub>), estimando-se em 20 a 150 teragramas por ano a taxa de emissão global desse gás nos campos de arroz irrigado, o que corresponde a 5 a 20% do total de emissão de todas as fontes (UNEP *et al.*, 1995).

O metano é produzido no solo pela decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, mediante a ação de bactérias (metanogênicas) que requerem condições altamente reduzidas para seu crescimento, como as encontradas em solos cultivados com arroz inundado. O metano é liberado para a atmosfera principalmente por transporte difusivo, através do aerênquima das plantas de arroz e também por difusão através da lâmina d'água. BONT *et al.* (1978) conduziram experimentos mostrando que a presença de plantas de arroz facilitaram a liberação de metano na atmosfera por um fator de 7 a 10 vezes em relação às condições de solo inundado sem arroz. A taxa de emissão de metano em campos de arroz inundado está relacionada a fatores como: temperatura do solo, potencial de oxidação-redução do solo, teor de matéria orgânica e adição de fertilizantes minerais e adubos orgânicos. A temperatura do solo é um dos principais fatores que influenciam a emissão, uma vez que tende a afetar a atividade dos microorganismos nele existentes.

No Brasil o cultivo de arroz irrigado nos últimos dez anos (1986-1995) correspondeu a 25% da área total de arroz, enquanto o de várzea representou apenas 1%, em média. Desses 26% correspondentes à área total de arroz irrigado por inundação, cerca de 76% são provenientes da região Sul, onde o Estado do Rio Grande do Sul aparece como maior produtor (86% da área plantada na região). Apesar da área de cultivo irrigado ser bem menor que a de sequeiro, ela representa cerca de 55% da produção total de arroz no país, em comparação às produções de arroz de sequeiro (42%) e de várzea (3%). O cultivo de arroz em sistema de várzea é praticado principalmente nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Sergipe e Pará, em um total de 78.650,5 hectares (média dos últimos dez anos).

<sup>6</sup> Trabalho desenvolvido com recursos do GEF/PNUD e USCS/EPA/DOE/USAID.

A presente estimativa de emissão de metano por cultivo de arroz em campos inundados foi feita utilizando-se a metodologia do IPCC (UNEP *et al.*, 1995). Para o inventário anual os dados requeridos incluíram: (1) área cultivada de arroz, em Megahectares (Mha), por regime de manejo de água, para cada safra no ano; (2) período de crescimento do arroz (em dias) sob condição de inundação; (3) fatores de emissão para condições continuamente inundadas e intermitentemente inundadas (regime intermitente e regime de várzeas inundáveis), ajustados para as temperaturas médias.

O cálculo da emissão para cada categoria de manejo compreendeu os seguintes passos: (a) multiplicação da área (Mha) pelo período de crescimento do arroz (em dias) para obter o extrapolador (Mha-dias); (b) multiplicação do extrapolador (Mha-dias) pelo fator de emissão apropriado (kg/ha-dia) baseado em temperaturas médias e regime de manejo de água, conforme dados de "default" sugeridos pelo IPCC.

Um quadro evolutivo das emissões anuais totais de metano (em Gigagramas) para o país foi estimado pela soma dos resultados obtidos por estado, para cada categoria (regime contínuo e intermitente), no período de 1986 a 1995. Devido a ausência de dados para a inferência de fatores de emissão de metano proveniente de arroz irrigado por inundação, utilizou-se valores recomendados pelo *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (UNEP *et al.*, 1995). Dados de temperaturas médias mensais, compreendidas no período de alagamento da cultura de arroz, foram tomadas de normais climatológicas para cada Unidade da Federação. As informações de área plantada (em hectares) de arroz no Brasil foram obtidas do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola-LSPA (IBGE, 1989-1995), por região e estado do país, dados esses organizados pela EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF (SILVA, 1996).

A coleta de dados sobre o cultivo de arroz irrigado por inundação, suas características e peculiaridades, foi realizada através de consultas à Instituições Nacionais e Estaduais. Considerou-se neste trabalho o período de alagamento do arroz, entre uma faixa de 80 a 100 dias para o caso de plantio convencional, e de 125 a 130 dias para o sistema de plantio pré-germinado. A partir do conjunto desses dados, calculou-se a emissão total de metano proveniente de arroz irrigado por inundação no país, no período de 1989 a 1995.

Os resultados obtidos mostram que, em média (no período de 1989 a 1995), o cultivo de arroz irrigado por inundação (área média de  $1.311.889,5 \pm 289.474,7$  ha) no Brasil emitiu  $583,3 \pm 54,3$  Gg de metano por ano (Tabela 1). Desse valor,  $546,3 \pm 43,2$  Gg corresponderam ao emitido sob regime de inundação contínuo e  $37,1 \pm 15,6$  Gg sob regime de inundação intermitente. A Tabela 2 apresenta os resultados das estimativas de emissão de metano por região do Brasil, e a Figura 1 mostra a distribuição de emissão de metano por essa fonte no território nacional.

A estimativa adotada pelo IPCC para a emissão global de metano proveniente de arroz inundado é de 60 Tg CH<sub>4</sub> por ano, variando no intervalo de 20-150 Tg de CH<sub>4</sub> (UNEP, 1995). A emissão média de metano calculada para o período de 1989 a 1991 no Brasil foi de 0,53 Tg CH<sub>4</sub>. Utilizando-se o intervalo de variação global do IPCC, nota-se que o valor de emissão de metano encontrado para o Brasil corresponderia à faixa de 2,6% a 0,35% da emissão global. Este valor apresenta-se pouco significativo em comparação a outras regiões do planeta, onde o arroz é intensivamente cultivado em extensas áreas sob a forma irrigada.

TABELA 1 - Estimativa de emissão de metano proveniente do cultivo de arroz irrigado por inundação no Brasil

Ano	Reg. Intermitente	Reg. Contínuo	Total
1989	15,68	536,49	552,17
1990	13,04	474,52	487,56
1991	46,97	511,22	558,19
1992	47,41	545,46	592,87
1993	47,78	579,77	627,55
1994	46,51	581,41	627,92
1995	41,97	595,1	637,07

TABELA 2 - Estimativa de emissão total de metano proveniente do cultivo de arroz irrigado por inundação (regime contínuo + intermitente), por região do Brasil

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
1989	21,04	37,22	53,71	394,32	45,89
1990	12,3	30,27	47,99	352,59	34,63
1991	27,55	35,46	82,86	395	17,33
1992	29,95	33,03	75,25	432,97	21,96
1993	28,64	32,92	70,94	471,19	23,85
1994	33,48	29,29	68,23	474,09	22,85
1995	38,3	31,52	63,33	482,46	21,48

Colaboraram para este inventário Unidades descentralizadas da Embrapa (CNPAF - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; CPACT - Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado; CPAF-Acre; CPAF-Amapá; CPAF-Roraima; CPAF-Rondonia; CPAMN - Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte; CPAO - Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste); Empresas e institutos estaduais de pesquisa agropecuária (EMAPA - Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária; EMCAPA - Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária; EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe; EMEPA-PB - Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S/A; EMPAER-MT - Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A; EMPAER-MS - Empresa de Pesquisa, Assist. Técnica e Ext. Rural de Mato Grosso do Sul; EMPARN - Empresa Agropecuária do Rio Grande do Norte S.A.; EPACE - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará; EPAGRI/E F. ITAJAÍ - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina S.A.; EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - CRZM; IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná; INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; IPA - Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária; PESAGRO - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro; EBDA - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A.; outras instituições (CODEVASF - 5a. Sup. Regional; CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos).

BONT, J.A.M. de, LEE, K.K., BOULDIN, D.F. Bacterial oxidation of methane in a rice paddy. *Ecol. Bull.* Stockholm, v. 26, p. 91-96, 1978.

CLIMANÁLISE - Boletim de Monitoramento e Análise Climática. São José dos Campos: INPE/CPTEC, 1989-1996.

FUNDAÇÃO IBGE - Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas - SIEG. (em CD).

- Rio de Janeiro: IBGE, 1996. (ISBN 85-240-0599-8)
- IAC, Campinas. *Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo*. 4.ed. rev. atual. Campinas, 1987. 231 p. (IAC. Boletim, 200).
- IBGE - *Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA)* - Rio de Janeiro: IBGE, 1989-1996.
- IBGE-DIPEQ/RS-SEAGRO - *Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA)* - Rio de Janeiro: IBGE, 1996.
- IRGA. Estação Experimental do Arroz (Cachoeirinha, RS). *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil*. 3 ed. rev. Cachoeirinha, 1996. 88p.
- SILVA, O.F. da. *Dados conjunturais do arroz (área, produção e rendimento) - Brasil (1986-1995)*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. 8p.
- SOUZA, P.R. de. A orizicultura no Estado de Roraima. *Lavoura Arrozeira*, v. 44, n. 396, p. 30, mai-jun 1991. Entrevista.
- UNEP, OECD, IEA, IPCC (United Nations Environment Program, Organization for Economic Cooperation and Development, International Energy Agency, Intergovernmental Panel on Climate Change). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Bracknell: IPCC, 1995. 3 V.
- USEPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Greenhouse gas emissions from agricultural systems: summary report*. Washington: USEPA, 1990. v. 1, p. III-33

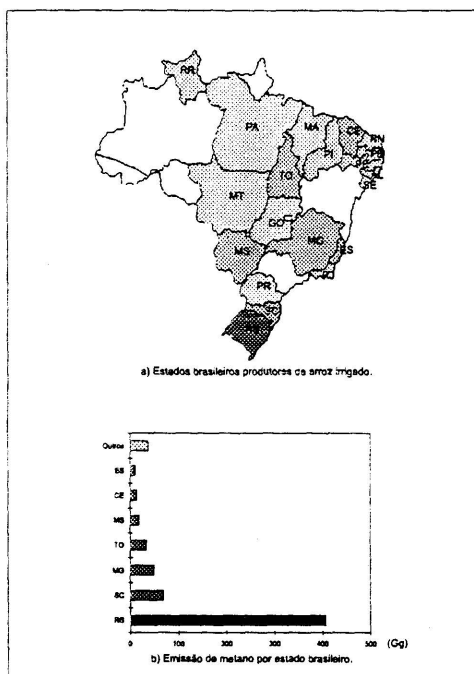


Figura 1: Estimativa de emissão de metano no Brasil (año 1996).