

RANGEL, J.H. de A.; GARDINER, C.P. Effects of fire and heat on seed germination of *D. virgatus* accessions. In: **The future of tropical Savannas, An Australian Perspective**. Joel Brown (ed), Townsville, An 1994. P. 43-44.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics, a biometrical approach**. 2 ed. New York, MC GRAW HILL, 1980. 633p.

VIEIRA, I. C. G. **Distribuição fracionária de energia e biologia da semente de *Stylosanthes angustifolia* Vog. (Leguminosae - Papilionoidea)**. Piracicaba, 1987.128p (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" /USP).

YADAVA, R. B. R.; AMAR, S. TRIPATHI, M. Methods to increase seed germination in dashrath ghas (*Desmanthes virgatus*). **Seed Research**, Jhansi, v.4, p.120-3, 1976.

EMIÇÃO DE METANO PROVENIENTE DO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL¹.

Magda Aparecida de Lima²; Marcos Corrêa Neves³; Maria Conceição Peres Young Pessoa⁴;
Luiz Carlos Hermes⁵, Marco Antonio Vieira Ligo⁶, Oswaldo Cabral⁷

RESUMO- Este trabalho apresenta estimativas de emissão de gás metano proveniente do cultivo de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul e nas respectivas microrregiões produtoras. Tais estimativas foram calculadas com base em método estabelecido pelo "Intergovernmental Panel on Climate Change"- IPCC (1995)⁸. Estimou-se uma emissão de 0,397 Tg de metano para o Estado do Rio Grande do Sul na safra de 95/96, correspondendo a cerca de 68% da emissão anual média do país (0,583 Tg) no período de 1989-1995, sendo que a estimativa média mundial desse gás proveniente do cultivo de arroz irrigado é de 60Tg ano (IPCC, 1995). A microrregião de Campanha Ocidental apresentou o maior valor de emissão de metano por cultivo de arroz irrigado nesse estado - 0,118 Tg.

PALAVRAS-CHAVE: emissão de metano; efeito estufa; arroz irrigado; Brasil; IPCC.

METHANE EMISSION FROM PADDY RICE CROP IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT - This paper presents the estimates of methane emission from paddy rice crop in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, in its main producing regions. Calculations were based on the method established by the Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC (1995). A total methane emission of 0,397 Tg for the State was estimated, during the 1995-1996 harvest. This value corresponds to 68% of the average of the county annual emission (0,583 Tg) for the period of 1989-1995. The global average emission of methane from paddy rice crop is 60 Tg CH₄/year (IPCC, 1995). The Campanha Ocidental micro-region presented the largest value of methane emission from paddy rice crop in that state: 117.86 Gg.

KEY-WORDS: methane emission, greenhouse; paddy rice crop; Brazil; IPCC.

¹ Trabalho desenvolvido com recursos do GEF/PNUD e USCS/EPA/DOE/USAID.

² Ecóloga; Dra. em Geociências; Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA), C.P. 69, CEP 13820-000, Jaguariúna, SP.

e-mail: magda@cnpma.embrapa.br

³ Eng. Eletricista; M.Sc. em Automação; Embrapa-CNPMA. C.P.: 69, CEP: 13820-000.

⁴ Matemática Aplicada; Dra. em Automação; Embrapa-CNPMA. C.P.: 69, CEP: 13820-000.

⁵ Bioquímico; M.Sc. Energia nuclear na agricultura; Embrapa-CNPMA. C.P.: 69, CEP: 13820-000.

⁶ Ecólogo; M.Sc. em Ecologia, Embrapa-CNPMA. C.P.: 69, CEP: 13820-000.

⁷ Meteorologista; M.Sc. em Meteorologia, Embrapa-CNPMA. C.P.: 69, CEP: 13820-000.

ORS: Este artigo baseia-se na versão de 1995 do método proposto pelo IPCC. Outros métodos, ou mesmo versões mais recentes do IPCC, poderão resultar em valores diferentes dos apresentados aqui. Este trabalho, entretanto, permite que seus resultados sejam comparáveis com estimativas realizadas, segundo esse método, por grande parte dos países membros da Convenção Quadro das Nações Unidas de Mudanças Climáticas.

I. INTRODUÇÃO

O termo "efeito estufa" refere-se ao efeito gerador do aumento do aquecimento do planeta decorrente da presença de certos gases, chamados gases de efeito estufa, que absorvem a radiação térmica emitida pela superfície do planeta, impedindo sua dissipação para o espaço. Os gases de efeito estufa mais importantes são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), óxidos de nitrogênio (NO_x), clorofluorcarbonetos (CFC), entre outros.

As principais fontes de emissão desses gases são de origem industrial, queima de biomassa, cultivo de arroz inundado, terras alagadas, fermentação entérica de animais, geração e manejo de excremento animal, uso de fertilizantes, extração de carvão. Essas fontes têm sido amplamente divulgadas e discutidas tanto nos meios científico e político quanto na mídia, dada a importância dos impactos negativos que pequenas alterações no aquecimento global da Terra podem causar no meio ambiente.

Dada a evidência do aumento de metano e outros gases de efeito estufa na atmosfera em uma escala global, estudos têm sido desenvolvidos a fim de avaliar a magnitude da concentração desses gases provenientes de emissões relacionadas a atividades humanas, como as descritas acima.

A agricultura contribui para esse impacto ambiental através da prática de arroz irrigado, da queima de resíduos agrícolas, uso de fertilizantes e de atividade pecuária.

Na tentativa de chegar-se a estimativas de emissões de gases de efeito estufa em diferentes regiões do planeta, levantamentos localizados sobre as características ambientais e de atividades envolvidas na geração de gases são requeridos. Pressupõe-se que a dinâmica e intensidade dessa forma de poluição dependa de fatores climáticos, dos fatores solo e água, do tipo de manejo agrícola, de práticas culturais e variações sazonais, bem como da combinação com outros gases. Como ponto de partida à compreensão desse complexo mecanismo, estabelece-se a necessidade do conhecimento das fontes potenciais de emissão a nível global.

Por ocasião da Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, Brasil, foi assinada a Convenção Quadro das Nações Unidas de Mudança de Clima, da qual o Brasil participa. Conforme acordado nessa Convenção, ficam incumbidos os países constituintes a desenvolver, atualizar e divulgar inventários nacionais de emissões antropogênicas de gases promovedores de efeito estufa, bem como dos meios de sua remoção ou mitigação. A coordenação da implementação dos compromissos assumidos pelo Brasil nesta Convenção foi delegada ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

O resultado desse levantamento permitirá detectar as regiões com maior ou menor incidência de sistemas de produção potencialmente emissores, o que certamente demandará um exame mais preciso e a adequação de políticas agrícolas orientadas à redução de emissão de gases.

Um dos principais gases de efeito estufa é o metano (CH_4), cuja importância se deve aos recentes aumentos atmosféricos de âmbito global e suas fortes características de absorção de infra-vermelho (LINDAU, 1994).

A agricultura de arroz irrigado constitui a maior fonte antropogênica de metano a nível global, com emissões atualmente estimadas em 60 Tg por ano (UNEP *et al.*, 1995).

O metano é produzido em solo com arroz inundado pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica. A bactéria metanogênica envolvida é anaeróbica estrita e requer condições altamente reduzidas para o seu crescimento, condições estas oferecidas pelos solos de arroz inundados. O metano gerado no solo é liberado para a atmosfera basicamente por transporte difusivo, através do aerênquima (tecido vascular) das plantas de arroz.

No Brasil, o cultivo de arroz irrigado no período de 1986 a 1995 correspondeu a 25% da área total de arroz, enquanto o de várzea representou apenas 1%, em média.

As estimativas de emissão de metano (em Gigagramas - Gg) provenientes do cultivo de arroz irrigado no Brasil, realizadas pela EMBRAPA-CNPMA

EMIÇÃO DE METANO POR CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO BRASIL - VALORES POR REGIÃO

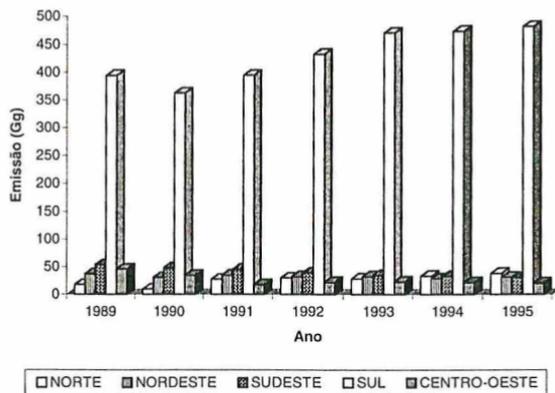


Fig. 1. Emissão de metano proveniente de arroz irrigado por inundação por região do Brasil.

(1996) indicaram os seguintes valores médios para o período de 1989 a 1995 por região: Norte- $26,18 \pm 9,67$ Gg, Nordeste- $32,38 \pm 2,82$ Gg, Sul- $430,35 \pm 47,38$ Gg, Sudeste- $31,13 \pm 7,56$ Gg e Centro-Oeste- $26,30 \pm 10,22$ Gg. Esses valores são apresentados na Figura 1.

Considerando-se o valor de emissão de metano estimado para a região Sul, detalhou-se os níveis de metano emitidos por micro-regiões produtoras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, principal estado produtor (86% da área colhida na região). Dados da safra de 1995/1996 registraram uma área estimada em 937.737 hectares (safra de 1995/96) (IBGE-DIPEQ/RS-SEAGRO, 1996).

O presente trabalho tem por objetivo apresentar as estimativas de emissão de metano pelo cultivo de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, bem como nas micro-regiões produtoras do estado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado para a elaboração da estimativa de emissão de metano por cultivo de arroz em campos inundados foi o recomendado pelo IPCC (UNEP *et al.*, 1995).

Os dados básicos para essa estimativa incluíram:

- (1) área cultivada de arroz, em Megahectares (em Mha), por regime de manejo de água, por safra;
- (2) período de crescimento do arroz, em condições inundadas.

Os passos para o cálculo da emissão para cada categoria de manejo são descritas a seguir:

- (a) multiplicação da área de arroz irrigado (em Mha) pelo período de crescimento (em dias) para obter o extrapolador (em Mha-dias);
- (b) multiplicação do extrapolador (em Mha-dias) pelo fator de emissão apropriado (em kg/ha-dia) com base nas temperaturas médias e regime de manejo de água, conforme dados de "default" sugeridos pelo IPCC.

Este método requer também o fornecimento de valores relativos aos fatores de emissão de metano provenientes do cultivo de arroz irrigado. Entretanto, devido a ausência dessas informações para o Brasil, utilizaram-se valores do 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 micro-região do estado (Climanálise, 1989-1996).

As informações de área plantada (em hectares) foram obtidas do LSPA/Divisão de Pesquisa - DIPEQ/IBGE (IBGE, 1989-1996; IBGE-DIPEQ/RS-SEAGRO, 1996) do Rio Grande do Sul.

A coleta de dados sobre o cultivo de arroz irrigado por inunda  o, suas características e peculiaridades, foi realizada através de consulta bibliográfica (Fundac  o IBGE, 1996; IRGA, 1996; SILVA, 1996) e de especialistas na   rea.

Considerou-se o comprimento do período de alagamento do arroz (em dias) como uma média de 90 dias no caso de plantio convencional.

Uma vez levantadas todas as informa  es, calculou-se a emissão de metano proveniente da cultura

de arroz irrigado por inunda  o na safra de 1995/1996, para cada micro-região do Estado do Rio Grande do Sul.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram que na safra 95/96, o cultivo de arroz irrigado por inunda  o no Estado do Rio Grande do Sul foi responsável pela emissão de 397,63 Gg (ou 0,396 Tg) de metano, correspondendo a cerca de 68% em rela  o    emissão média total desse gás no país, de $583,3 \pm 54,3$ Gg (média anual estimada no período de 1989 a 1995), e mais especificamente, em torno de 73% do total emitido em condi  es de regime de inunda  o contínuo ($546,3 \pm 43,2$ Gg).

A Tabela I apresenta os resultados das estimativas de emissão de metano por micro-região do Estado.

Tabela I –   rea cultivada de arroz irrigado por inunda  o e estimativa de emissão de metano nas micro-regiões do Estado do Rio Grande do Sul.

Micro-região	área cultivada (ha)	Percentual	Emissão de metano (Gg)
Santa Rosa	241	0,03	0,11
Três Passos	470	0,05	0,21
Frederico W.	142	0,01	0,06
Erechim	78	0,01	0,03
Cerro Largo	670	0,07	0,30
Santo Angelo	9155	0,98	4,07
Ijuí	457	0,05	0,20
Carazinho	100	0,01	0,04
Passo Fundo	164	0,02	0,07
Cruz Alta	131	0,01	0,05
Não-me-Toque	25	0,003	0,01
Soledade	2	0,00	0,00
Santiago	5902	0,63	2,62
Santa Maria	57890	6,17	25,74
Restinga Seca	29959	3,19	12,56
Santa Cruz do Sul	9743	1,04	4,09
Lageado-Est.	1610	0,17	0,68
Cachoeira do Sul	44680	4,76	18,74
Montenegro	1765	0,19	0,74
Gramado-Can.	679	0,07	0,28
São Ger��nimo	12740	1,36	5,34
Porto Alegre	37957	4,05	15,00
Osório	80894	8,63	31,96
Camaquã	57660	6,15	24,18
Camp. Ocidental	265100	28,27	117,86
Camp. Central	61293	6,54	27,25
Camp. Meridional	55850	5,96	23,42
Serras do Sul	8300	0,89	3,48
Pelotas	38850	4,14	16,29
Jaguarão	36500	3,89	15,31
Litoral Lagunar	118730	12,66	46,91
Total	937737	100	397,63

Os resultados apontaram a micro-região de Campanha Ocidental (117,86 Gg) como a responsável por 29,64% da emissão de metano do estado (Figura 2).

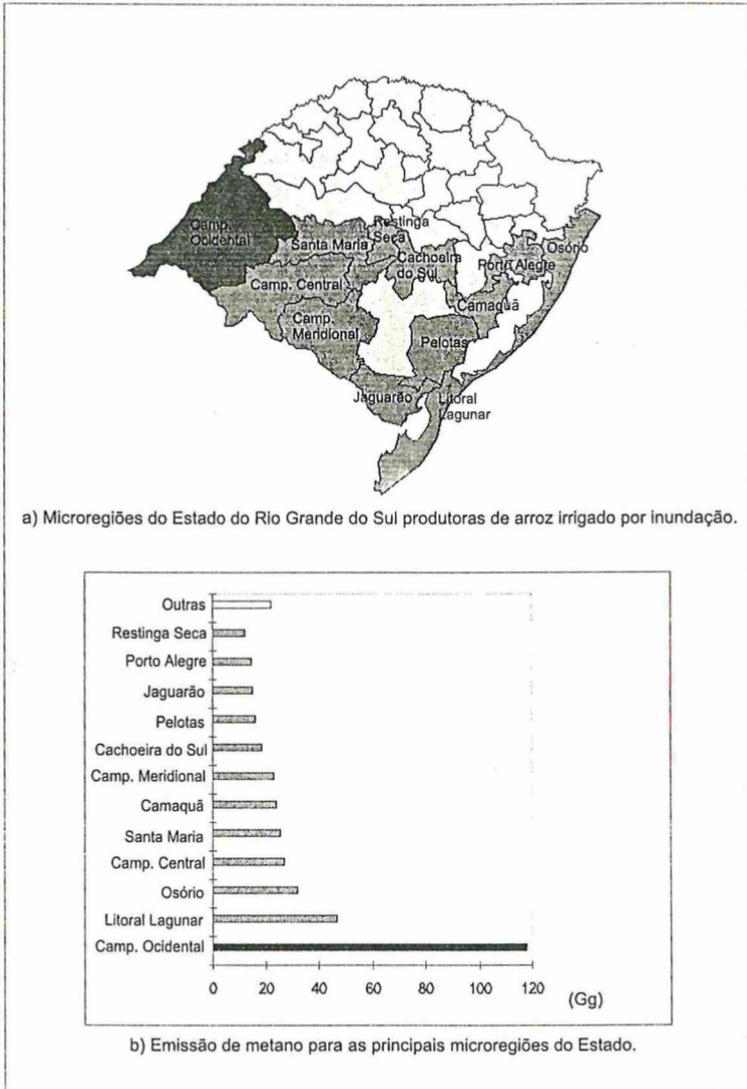


Fig. 2. Emissão de metano para o Estado do Rio Grande do Sul (safra 95/96).

Entretanto, ressalta-se que apesar dos valores registrados para o Estado do Rio Grande do Sul serem elevados, no âmbito do país esses valores não se encontram em escalas significativas a nível mundial (Figura 3). A estimativa média global de emissão de metano indicada pelo IPCC é de 60 Tg CH_4 /ano, apontando-se, entre os principais países emissores, a Índia (28 Tg CH_4 /ano) e a China (23 Tg CH_4 /ano). Salienta-se, também, a necessidade de pesquisas que viabilizem o levantamento de fatores de emissão de metano para as diferentes condições regionais do Brasil, ainda não disponíveis.

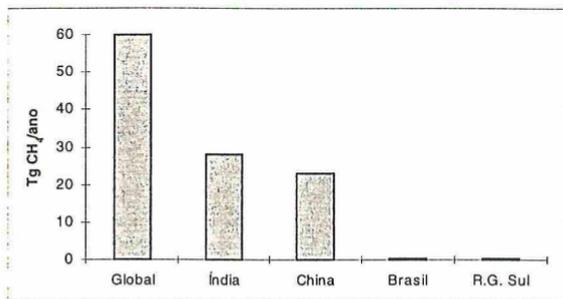


Fig. 3. Emissão de metano proveniente da cultura de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul e no Brasil, comparada à estimativa média global (UNEP *et al.*, 1995) e a de outros países.

5. AGRADECIMENTOS

Colaboraram para este trabalho: Embrapa-CPACT, em especial os pesquisadores Silvio Steinmetz e Aglenor da Silva Gomes, da Embrapa-CNPAP.

6. BIBLIOGRAFIA

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

EMBRAPA-CNPMA. *Inventário de emissão de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil*. Emissão de metano proveniente do cultivo de arroz irrigado, Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 26p., 1996 (Relatório n. 1).

4. CONCLUSÕES

1 - Foi estimada uma emissão de metano proveniente da cultura de arroz irrigado por inundação no Estado do Rio Grande do Sul de 397,63 Gg (ou 0,396 Tg) na safra 95/96, correspondendo a 62% da estimativa total feita para o Brasil (637,07 Gg) nessa safra;

2 - A micro-região de Campanha Ocidental apresentou a maior taxa de emissão de metano por cultivo de arroz irrigado do estado - 117,86 Gg (29,64% da emissão).

FUNDAÇÃO IBGE. *Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas - SIEG*. (em CD). Rio de Janeiro: IBGE, 1996. (ISBN 85-240-0599-8)

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.

LINDAU, C. *et al.*. Methane emissions from Louisiana rice fields amended with nitrogen fertilizers. **Soil Biol. Biochem.**, v.26, n. 3, p. 353-359, 1994.

SILVA, O.F. da. **Dados conjunturais do arroz (área, produção e rendimento) - Brasil (1986-1995)**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. 8p.

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.