

# EMISSÕES SAZONAIS DE METANO EM CENÁRIOS DNDC DE MANEJO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO EM PINDAMONHANGABA, SP

Maria Conceição Peres Young Pessoa<sup>1</sup>; Magda Aparecida de Lima<sup>2</sup>; Omar Vieira Vilella<sup>3</sup>

Palavras-chave: simulação, estimativas, GEE, GHG, Brasil,

## INTRODUÇÃO

Como signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima, o Brasil se comprometeu a preparar e atualizar, periodicamente, seu inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa, conforme orientações-padrão do Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC (IPCC, 2006; 2001).

Entre as fontes de emissões decorrentes das atividades agropecuárias citam-se as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) proveniente dos cultivos de arroz irrigado por inundação, que representaram no primeiro inventário nacional cerca de 2% das emissões agropecuárias (as quais refletiram cerca de 25% da emissão nacional no mesmo ano) (LIMA et al., 2001).

Desde então, atenção vêm sendo dada à busca de fatores de emissões mais representativos da realidade dos cultivos irrigados do país, investigados em condições de campo, bem como às alternativas de variedades e manejos que assegurem a produção concomitantemente à redução das emissões do gás (LIMA et al; 2003; PLEC et al., 2007; ).

A visão sistêmica do processo de emissão de metano durante todo o ciclo de desenvolvimento da planta de arroz facilitaria a avaliação da interferência, isolada ou integrada, de fatores que poderiam estar contribuindo à emissão do gás, tais como características das variedades, características dos tipos de solos, manejos da água de irrigação e dos fertilizantes nitrogenados, incorporação de resíduos, fatores abióticos locais (temperaturas, pluviosidades, radiação), entre outros. A partir do acompanhamento holístico da dinâmica espaço temporal desses fatores, por simulação de sistemas, seria possível avaliar diferentes cenários e, posteriormente, priorizar alternativas, oferecendo informações estratégicas a serem consideradas pelas pesquisas conduzidas em campo, visando minimizar as taxas de emissões atuais.

O simulador DeNitrification-DeComposition (DNDC) (*University of New Hampshire*.ISEOS, 2003) foi desenvolvido para possibilitar a estimativa de fluxos de gases de efeito estufa gerados pelos principais ecossistemas agrícolas mundiais por meio da integração de aspectos detalhados do manejo do sistema produtivo aos processos de nitrificação, denitrificação, crescimento da cultura, infiltração de água no solo e produção de leiteira, entre outros. Desse modo, o DNDC viabiliza a compreensão do processo de emissão de metano pelo cultivo de arroz irrigado por inundação, entre outros gases de efeito estufa e cultivos, em diferentes cenários permitindo, a partir deles, identificar os seus pontos críticos.

Entretanto, antes de ser aplicado para o ambiente nacional é imprescindível que seja validado a partir de cenários e quantificações do gás metano em campo nas condições de cultivos brasileiras, visando identificar o grau de confiabilidade dos seus resultados.

Os monitoramentos de gás metano realizados pelo Projeto em Rede Agrogases, coordenados pela Embrapa Meio Ambiente, em Pindamonhangaba, SP, contemplaram variáveis de interesse ao processo de emissão de metano pelo cultivo de arroz irrigado por inundação durante as safras de 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 no município de Pindamonhangaba, São Paulo. Particularmente na safra 2003/2004, suspeita

de vazamentos ocorridos nas seringas de coleta de gases em campo, identificada a partir do baixo valor de emissão sazonal de metano registrada após as análises cromatográficas realizadas em laboratório para a safra (a saber, 8.923,02 mgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>), invalidaram os resultados obtidos para o ano de 2004 no local. Entretanto, o acervo de informações, já coletado e obtido para as safras posteriores, tornou possível tanto a calibração do método de quantificação do gás em campo, oferecido pelo Projeto Agrogases, como a calibração do simulador DNDC e comparação entre a quantificação das emissões sazonais de metano, a partir dos gases coletados durante o ciclo da planta, com as estimativas sazonais oferecidas pelos cenários DNDC (versão 8.9); realizadas no âmbito do Projeto Carboagro, coordenado pela Embrapa Meio Ambiente.

Este trabalho, apresenta as estimativas sazonais de emissão de metano obtidas pelo simulador DNDC para cenários de cultivo de arroz irrigado por inundação em Pindamonhangaba, SP, para as safras de 2002/2003 (utilizada para calibração do simulador) e para as safras 2004/2005 e 2005/2006, como também considerações quanto ao desempenho do simulador nessas condições.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada em Pindamonhangaba, SP, localiza-se nas coordenadas geográficas de latitude 22° 55' S e longitude 45° 30' W, a uma altitude de 560 m, apresentando clima subtropical ameno, com inverno seco e chuvas bem distribuídas durante todo o ano. A temperatura média anual varia entre 17-20°C, com umidade relativa média anual de 74,9%. O plantio de arroz vem sendo realizado há cerca de quatro décadas.

Levantamentos realizados em experimentos conduzidos pelo Projeto Agrogases (Embrapa Meio Ambiente), em parceria com a APTA/Pólo Regional de Desenvolvimento do Vale do Paraíba, subsidiaram a maior parte das informações necessárias para os cenários DNDC das safras avaliadas, bem como as informações de emissões sazonais de metano nelas registradas para a posterior avaliação de desempenho do simulador.

Os cenários de manejo simulados são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Cenários de manejo simulados para Pindamonhangaba/SP

Safras	Datas de transplante (T) e de colheita (C)	Datas e quantidades aplicadas de fertilizante (Uréia)	Período de alagamento
2002/2003 calibração	06/01/2003 (T) 07/05/2003 (C)	30/01 (42 kg) 14/02 (42 kg) 28/02 (45 kg)	07/01 a 04/04
		Total: 129 kg	Total: 88 dias
2004/2005 validação	21/12(T) 09/05 (C)	10/01 (33 kg) 15/02 (33 kg)	22/12 a 20/04
		Total: 66 kg	Total: 119 dias
2005/2006 validação	01/01(T) 23/05 (C)	27/01 (40 kg) 14/02 (40 kg) 08/03 (40 kg)	02/01 a 11/04
		Total: 120 kg	Total: 100 dias

O tipo de solo da área de estudo foi classificado como GLEISSOLO textura argilosa a franco argilosa.

Dados climáticos diários de temperatura média máxima (em °C), temperatura média mínima (°C), pluviosidade (em mm) e radiação solar (em MJ/m<sup>2</sup>.dia) foram fornecidos pela Estação de Climatologia da APTA/Pólo Regional de Desenvolvimento do Vale do Paraíba (a partir de informações enviadas pela APTA/Instituto Agrônomo de Campinas), para os anos contemplados nas safras avaliadas. Estas informações foram organizadas na Embrapa

<sup>1</sup> Drª Engenharia Elétrica (Automação), Embrapa Meio Ambiente Rodovia SP 340 Km 127,5 Tanquinho Velho, Jaguariúna/SP, e-mail: young@cnpma.embrapa.br.

<sup>2</sup> Drª Planejamento Ambiental, Embrapa Meio Ambiente, e-mail: magda@cnpma.embrapa.br.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, APTA/Pólo Regional de Desenvolvimento do Vale do Paraíba Caixa Postal 07 CEP 12400-280, Pindamonhangaba/SP. e-mail: polovaldedoparaiba@aptarregional.sp.gov.br

Meio Ambiente em oito arquivos climáticos anuais, em formato txt, apresentando as informações diárias, em formato juliano, conforme exigido pelo DNDC.

Tabela 2. Características climáticas ocorridas durante o período de alagamento das safras avaliadas em Pindamonhangaba, SP

Safras	T max	T min	UR max	Σ Radiação	Σ Precipitação (mm)
	(°C)	(°C)	(%)	(MJ/m <sup>2</sup> /dia)	
2002/2003 calibração	30,6 ± 3,3	19,7 ± 1,3	95,9 ± 2,7	556,2	471,9
2004/2005 validação	29,6 ± 2,9	20,2 ± 2,0	96,3 ± 3,0	823,9	475,8
2005/2006 validação	30,1 ± 2,7	20,6 ± 1,4	98,9 ± 1,0	476,8	591,9

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o cultivo de arroz irrigado por inundação nos cenários DNDC simulados para as diferentes safras avaliadas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Emissões sazonais de metano provenientes do cultivo de arroz irrigado por inundação obtidos nos diferentes cenários DNDC para Pindamonhangaba, SP.

Safras	Incorporação de água	grãos	Quantidade total de Graus-dias acumulados	Emissão sazonal de CH <sub>4</sub> estimada pelo DnDc considerando 23eqC	Emissão sazonal de CH <sub>4</sub> Quantificada de experimentos de campo	Taxa DnDc/quantificado
	(mm)	(kgC/ha)	(GD_total)	(mgCH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> )	(mgCH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> )	
2002/2003 calibração	261	1.839	2.212	27.956,52	32.836,7	0,85
2004/2005 validação	290	1.532	2.209	18.765,22	18.910,00	0,99
2005/2006 validação	261	1.833	2.210	11.578,26	16.529,16	0,70

A safra 2002/2003, utilizada para calibração do simulador, registrou emissão sazonal de metano DNDC estimada em 27.956,52 mgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup> e quantificada em 32.836,74 mgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup> (razão de desempenho de 0,85). Nesta safra observou-se um valor bem mais elevado da emissão sazonal de metano quantificada a partir das coletas de gases in loco, que aqueles observados nas outras safras (Vide Tabela 3); estando acima do valor referência sugerido pelo IPCC (20 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>), mas ainda dentro da mesma ordem de grandeza. O cenário de calibração, simulado pelo DNDC, também reproduziu emissões mais elevadas que aquelas observadas nos cenários seguintes (Vide Tabela 3) e, assim, acima do valor de referência sugerido pelo IPCC, já relatado.

Quando consideradas as avaliações realizadas para validação, safras 2004/2005 e 2005/2006 observam-se razão de 0,99 para a safra 2004/2005 e de 0,70 para a safra 2005/2006 (Vide Tabela 3) e, portanto, refletindo estimativas DNDC próximas aos valores quantificados a partir dos gases coletados em campo e analisados em laboratório. As emissões sazonais estimadas pelo DNDC para as duas safras também se encontram dentro da mesma ordem de grandeza e próximas ao valor de referência sugerido pelo IPCC (20 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>). A estimativa sazonal de metano média dessas duas safras foi de 15.171,74 ± 5.081,95 mgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>, enquanto a respectiva emissão quantificada média de ambas foi de

17.719,58 ± 1.683,51 mgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>, representando a razão média de 0,85 ± 0,21 (igualmente próxima àquela observada para a safra 2002/2003 utilizada na calibração do simulador, a saber, 0,85).

O simulador DNDC apresentou saídas gráficas para os cenários avaliados, possibilitando a visão holística do comportamento dos principais fatores envolvidos no processo de emissão durante todo o período simulado. Um exemplo de saída gráfica é apresentado na Figura 1.

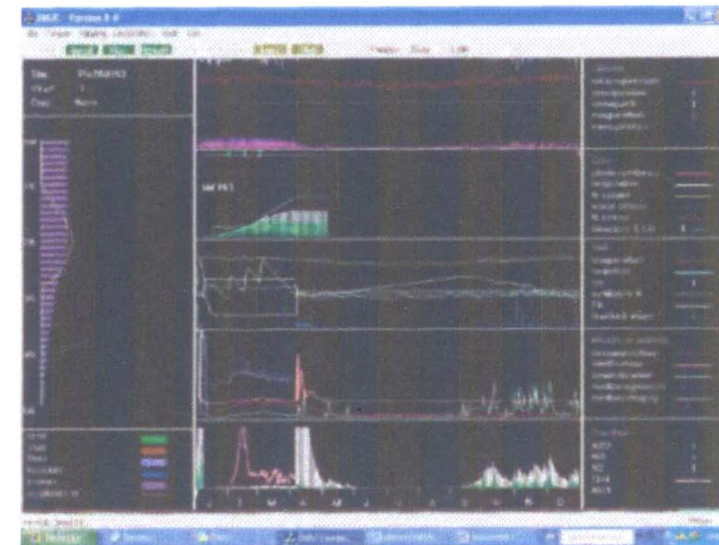


Figura 1. Exemplo de saída gráfica oferecida para cenário DNDC simulado

O simulador mostrou-se fortemente influenciado pelos valores de entrada de densidade e matéria orgânica do solo e de incorporação de fertilizantes nitrogenados.

## CONCLUSÃO

De forma geral, para as condições de Pindamonhangaba, SP, relatadas, observou-se que, nos cenários avaliados por simulação DNDC, a influência do sistema de manejo das safras avaliadas foi refletida nos resultados estimados, que se mantiveram próximos e na mesma ordem de grandeza daqueles observados de quantificações a partir de gases coletados em campo (tanto na safra de calibração quando nas duas safras consideradas para validação).

As médias de emissões sazonais estimadas pelo DNDC encontraram-se dentro da mesma ordem de grandeza e próximas ao valor de referência sugerido pelo IPCC (20 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>).

## AGRADECIMENTOS

À FINEP, à APTA/Polo Regional de Desenvolvimento do Vale do Paraíba e à Embrapa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Edited by UNEP/WMO/IGES. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. CD, 2006.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Technical summary. In.: **Climate change 2001: the scientific basis**. Edited by F Joos, A Ramirez-Rojas, J.M.R. Stone, and J. Zillman. Cambridge University Press, U.K.2001.

LIMA, M.A.; BOEIRA,R.C.; CASTRO, V.L.S.; LIGO, M.A.V.; CABRAL, O.M.R.; VIEIRA, R. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J. D. G. (eds.). *Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira*, 2001, 397p. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.

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 contínua intermitente. In.: **Anais III. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXV Reunião do Cultivo de arroz irrigado**. Itajaí/SC: EPAGRI, 05 a 08 agosto de 2003, 741-743p.

PESSOA, M.C.P.Y.; LIMA, M.A.; VILELLA, O.V. Estimates of seasonal methane emission from paddy-rice cropped at Pindamonhangaba municipality, Brazil, using DNDC model.

UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE. ISEOS-Institute for the Study of Earth, Ocean and Space. **User's guide for the DNDC Model (Version 8.9)**, June 26<sup>th</sup>, 2003