

**AVALIAÇÃO DO FLUXO DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA
PROVENIENTES DE FONTES AGRÍCOLAS POR SIMULAÇÃO DE SISTEMAS–
ESTUDO DE CASO DE EMISSÃO DE METANO POR ARROZ IRRIGADO POR
INUNDAÇÃO EM PINDAMONHANGABA, SP.**

DENIS F. PLEC¹; MARIA CONCEIÇÃO P. Y. PESSOA²; MAGDA A. DE LIMA³;
OMAR V. VILELLA⁴;

Nº 0702004

Resumo

O registro de aumentos crescentes nas concentrações de gases de efeito estufa decorrentes de atividades humanas vem causando grande preocupação mundial quanto à segurança futura do planeta, dada elevação gradativa dos níveis de aquecimento da superfície da Terra. Entre as atividades agrícolas de importância para a geração de gases de efeito estufa cita-se o cultivo do arroz irrigado por inundação, que produz metano (CH₄) durante a estação de crescimento. Fatores ambientais assim como o manejo do cultivo podem interferir nos fluxos de metano emitidos. Assim, torna-se difícil acompanhar a dinâmica da emissão de metano nas diferentes fases de desenvolvimento do ciclo da planta para esse complexo conjunto de fatores, uma vez que devem estar sendo considerados de forma integrada. O objetivo deste trabalho foi estudar o uso do simulador DNDC (Denitrificação-Decomposição) aplicado à avaliação da emissão do gás metano produzido por arroz irrigado por inundação, tendo como área de estudo uma das regiões mais produtoras do Estado de São Paulo - Pindamonhangaba, SP. O simulador apresentou, em resposta para o período avaliado, um fluxo sazonal de metano estimado de **7433 mg CH₄/m²** (obtido, após conversão de unidades). Considerando o período de inundação de 120 dias obteve-se **0,62 kg CH₄ /ha/dia**.

¹ Bolsista CNPq/Pibic: Graduando em Matemática Aplicada e Computacional, IMECC/UNICAMP, Campinas-SP, ✉ denis_plec@cnpma.embrapa.br;

² Colaborador: Pesquisador A3 Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, ✉ young@cnpma.embrapa.br

³ Orientador: Pesquisador A3 Laboratório de Emissão de Gases Estufa, Jaguariúna-SP, ✉ magda@cnpma.embrapa.br

⁴ Colaborador: Eng.Agrônomo, Dr., APTA/Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba.

Abstract

The greenhouse gas emission enhancement caused by the human activities has been generated a big global worries about the future of the planet security due the gradative increase of the ground surface warm. Among the agricultural activities that contributes to the greenhouse gas emissions, one of the most important is paddy-rice, that produces methane (CH₄) during the growing season. Environmental factors, as weel as, the crop manegement can interfere on methane flux emissions. Thus, it becomes difficult to follow the “holistic” influence of those complex factors involved in the methane emission dynamic, mainly in the different stages of the plant growth. The objective of this work was to study the Denitrification-Decomposition Model (DNDC) applied to the evaluation of methane emission by paddy-rice. The studied area was Pindamonhangaba, SP, Brazil, that is one of the most important producers of São Paulo State. The result obtained on the period evaluated by simulation pointed out a estimated season methane flux of 7433 mg CH₄/m². Considering the flooding period of 120 days it was reached 0.62 kg CH₄/hectare/day.

Introdução

O registro de aumentos crescentes nas concentrações de gases de efeito estufa decorrentes de atividades humanas vem causando grande preocupação mundial quanto à segurança futura do planeta, dada elevação gradativa dos níveis de aquecimento da superfície da Terra. Entre essas atividades humanas registram-se aquelas de fontes agropecuárias (IPCC, 2001).

A Embrapa Meio Ambiente vem ao longo dos últimos 10 anos trabalhando para subsidiar a realização do inventário nacional de gases de efeito estufa desse setor, como também trabalhando na obtenção de conhecimento científico dos fatores envolvidos nos fluxos de emissão nacional para a elaboração de estimativas mais fidedignas das emissões produzidas em nosso país (Lima et al; 2006; Lima et al.; 2003, Lima et al., 2001; Lima et al, 1999).

Entre as atividades agrícolas de importância para a geração de gases de efeito estufa cita-se o cultivo do arroz irrigado por inundação. Esse sistema de plantio de arroz interfere sobremaneira na liberação do gás metano, um dos gases de efeito estufa. A decomposição anaeróbica (sem oxigênio) de material orgânico em campos de arroz irrigado por inundação produz metano (CH₄), que escapa para a atmosfera inicialmente por transporte difuso através das plantas de arroz durante a estação de crescimento. Fontes internacionais evidenciam que essas emissões dependem também de fatores climáticos assim como das variedades utilizadas e dos tipos de solo, textura, matéria orgânica, fertilizantes aplicados e do manejo da água, principalmente (IPCC, 2001). Percebe-se, portanto, que o ambiente do cultivo pode interferir substancialmente nos fluxos de metano emitidos. Entretanto, muitas vezes, torna-se difícil acompanhar a dinâmica da

emissão de metano nas diferentes fases de desenvolvimento do ciclo da planta para esse complexo conjunto de fatores, uma vez que devem estar sendo considerados de forma integrada. Nesse contexto, o uso de ferramentas que auxiliem a observação holística do processo de geração de metano no cultivo, considerando as diferentes alternativas de cenários de manejo e de fatores bióticos e abióticos do meio, é fundamental para a observação da interferência da forma de manejo no fenômeno como um todo (Babu et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi estudar o uso do simulador DNDC aplicado à avaliação da emissão do gás metano produzido por arroz irrigado por inundação, tendo como área de estudo uma das regiões mais produtoras do Estado de São Paulo - Pindamonhangaba, SP.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no âmbito dos Projetos AGROGASES e CARBOAGRO, coordenados pela Embrapa Meio Ambiente. Utilizou-se, sempre que disponíveis, dados obtidos de análises dos levantamentos realizados no âmbito desses projetos para o cultivo de arroz irrigado por inundação coletados dos experimentos conduzidos na Estação Experimental da APTA/Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba - São Paulo.

As informações necessárias para uso do simulador *Denitrification- Decomposition* (DNDC) versão 8.2 (UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE.ISEOS, 2003) foram aquelas relacionadas à representação de fatores climáticos, manejo da cultura (datas de plantio e colheita, aspectos da irrigação por inundação utilizados, uso e quantidades de fertilizantes, características físico-químicas do solo, entre outras). Não foi possível representar a tempo de elaboração deste trabalho a variedade IAC-103, mais utilizada na região, embora esteja em curso as análises laboratoriais necessárias para a sua aplicação no DNDC. Assim, optou-se por utilizar informações fenológicas e fisiológicas do arroz irrigado por inundação disponibilizadas na base de dados do simulador. Dados climáticos locais diários foram fornecidos pela Estação Experimental da APTA/Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Vale do Paraíba. A organização das informações bem como tratamentos e conversões de unidades decorrentes foram realizados utilizando os programas Microsoft EXCELL e SAS. Outras informações foram obtidas a partir de referências bibliográficas da área agrônômica e do *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*, a fim de entender o processo a ser modelado e de analisar o desempenho do programa. Para efeito da avaliação considerou-se semeadura em 5/12, irrigação por inundação em 13/01 e colheita em 21/05. A entrada de fertilizante considerada ocorreu em 03/02 (30kg de N/ha), 04/03 (30kg de N/ha) e 14/03 (45kg de N/ha).

Resultados e Discussão

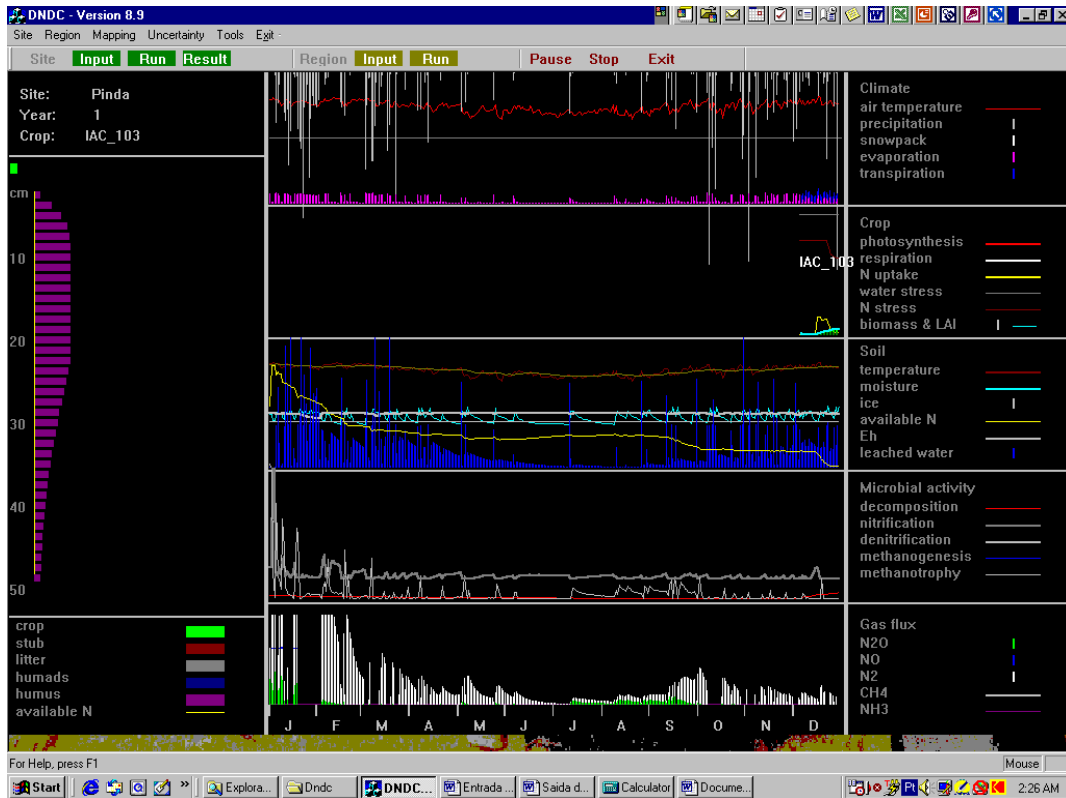
Os resultados obtidos no cenário simulado são apresentados a seguir.

A **Figura 1** ilustra as telas de respostas geradas durante a execução do simulador, para o ano de ocorrência do plantio e para o segundo ano, onde se deu o maior período de desenvolvimento da cultura e a colheita propriamente dita.

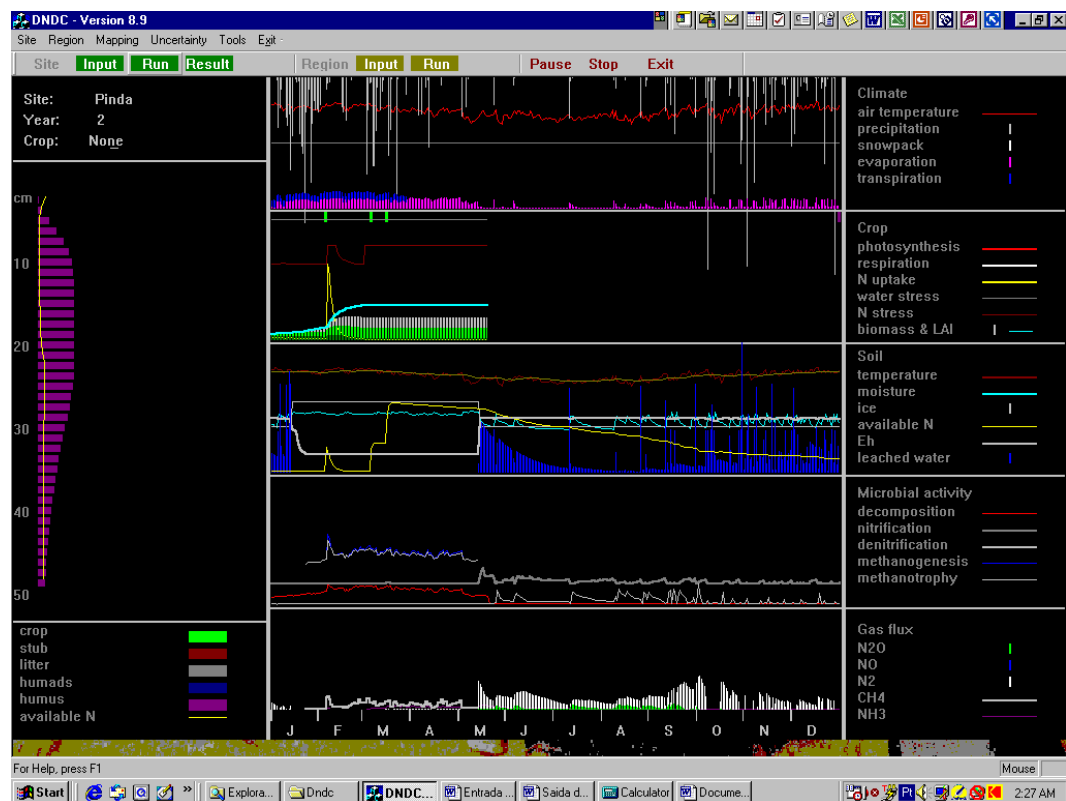
O simulador apresentou, em resposta para o período avaliado, um fluxo sazonal de metano estimado de **7.433 mg CH₄/m²** (obtido, após conversão de unidades). Considerando o período de inundação de 120 dias obteve-se **0,62 kg CH₄ /ha/dia**. Como um primeiro resultado da aplicação do DNDC em condições nacionais, verifica-se que este valor está próximo da emissão de metano para o sistemas de arroz irrigado sob regime de água contínuo e sem adição de fertilizante orgânico, conforme disponibilizado como referência *default* (YAN et al, 2005) pelo IPCC em 2006, de **1,3 kg CH₄ /ha/dia (0,80 - 2,20 erro limite)**.

Observou-se também que o padrão de fluxo de metano gerado durante o período simulado (Figura 1 b), refletiu o esperado para as emissões desse gás, uma vez que o aumento pode ser observado após o período de alagamento e da incorporação do fertilizante.

Diante dos resultados obtidos espera-se, em um futuro breve, com o término das análises em curso pelo projeto Agrogases, que sejam refeitas as simulações para a variedade IAC-103. Também está previsto no âmbito do Projeto Carboagro a realização de novos cenários com variedades diferenciadas e o confronto de dados de fluxos obtidos pelas simulações com aqueles coletados em campo a fim de se verificar a validade do simulador para o modo local.



a)



b)

FIGURA 1. Dinâmica de emissão de gases estufa levando-se em consideração fatores abióticos do meio e o ciclo da cultura: a) primeiro ano (onde ocorreu o plantio); e b) segundo ano, onde deu-se o maior período de desenvolvimento da cultura e a colheita.

Referências Bibliográficas.

- BABU, Y. J.; LI, C. ; FROLKING, S.; NAYAK, D. R.; DATTA, A.; ADHYA, T. K. Modelling of methane emissions from rice-based production systems in India with the denitrification and decomposition model: Field validation and sensitivity analysis. **Current Science**, vol. 89, nº 11, 10 december 2005.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. 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.
- LIMA, M.A.; LIGO, M.A.V.; CABRAL, O.M.R.; BOEIRA, R.C; PESSOA, M.C.P.Y.; NEVES, M.C. **Emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999, 60p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 07)
- 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: **Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira**, eds. Lima, M. A., Cabral, O.M.R., Miguez, J. D. G., 2001, 397p. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- LIMA, M.A.DE; 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.
- LIMA, M.A.DE; LIGO, M.A.V.; PESSOA, M.C.P.Y. **Emissões de metano no cultivo de arroz – Relatório de referencia do primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT, 2006, 56p.
- UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE.ISEOS. **User's guide for DNDC Model (Version 8.2)**, december 29, 2003.
- YAN, X; YAGI, K.; AKIYAMA, H.; AKIMOTO, H. Statistical analysis of the mayor variables controlling methane emission from rice fields. **Global Change Biology**. 11, 1131-1141, 2005.