

**QUANTIFICAÇÃO DE FLUXOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO AGRÍCOLA NA REGIÃO SUDESTE DO PAÍS – BASES PARA
MODELAGEM DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA AGRICULTURA**

Lima, M. A. de¹; Alves, B. J. R.²; Pessoa, M. C. P. Y.¹

¹Embrapa Meio Ambiente, ²Embrapa Agrobiologia

Problema abordado

Os principais gases de efeito estufa relacionados ao setor agrícola são, principalmente, o metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). O CH₄ é um importante gás de efeito estufa e influencia fortemente a fotoquímica da atmosfera, permanecendo por um tempo relativamente pequeno (aproximadamente 9 anos) na atmosfera, mas com um potencial de aquecimento global 25 vezes maior que o do CO₂ para um horizonte de 100 anos (SOLOMON et al., 2007). O CH₄ é o segundo composto de C mais abundante na atmosfera depois do CO₂. Estima-se que o CH₄ contribua com cerca de 20 % do forçamento radiativo total, sendo que grande parte de suas fontes são biogênicas, dentre elas as várzeas, campos de arroz inundados, queima de biomassa, animais ruminantes e dejetos animais. Ao cultivo de arroz irrigado por inundação, atribui-se uma emissão anual global de CH₄ na faixa de 31-112 Tg (FORSTER et al., 2007), sendo que Chen & Prinn (2006) estimam um valor anual de emissão de 112 Tg de CH₄ (Tg = 10⁹ kg). Esta faixa razoavelmente ampla de estimativas de valores de emissão de CH₄ por cultivos de arroz reflete uma forte incerteza sobre a contribuição desta fonte antrópica à emissão deste gás.

O óxido nitroso (N₂O) é um gás traço reconhecido por seu papel no aquecimento global e na destruição da camada de ozônio na estratosfera, que protege a biosfera dos efeitos danosos da radiação ultravioleta solar (CRUTZEN, 1981). O potencial de aquecimento global do óxido nitroso equivale a 310 vezes o dióxido de carbono (CO₂) (SOLOMON, 2007), e sua vida útil na atmosfera é estimada em 120 anos (HOUGHTON et al., 1995). A concentração atual de N₂O atmosférico é de

aproximadamente 317 ppbv, tendo aumentado em relação a 1900 (aproximadamente 275 ppbv). A maior parte deste aumento ocorreu durante os últimos 50 anos, numa taxa anual de 0,7 ppbv (MOSIER et al., 2004). Acredita-se que a tendência de aumento das concentrações deste gás irá continuar nas próximas décadas, em função do crescente consumo de fertilizantes nitrogenados na agricultura. Do total de emissões de origem antrópica a agricultura é responsável por 70% das emissões de N₂O, incluindo culturas agrícolas e pecuária. A queima de biomassa constitui outra fonte de emissão de N₂O (HOUGHTON, 1995). A contribuição dos solos cultivados para as emissões de N₂O é devida principalmente aos processos microbiológicos de desnitrificação e de nitrificação.

Estudos mostraram que determinadas práticas agrícolas contribuíram para a redução das emissões desses gases, ao mesmo tempo que mantêm a produtividade agrícola. Várias dessas atividades estão previstas nos NAMA'S nacionais. Entretanto, para o conhecimento do potencial de uma atividade ou prática em reduzir emissões, assim como de seu monitoramento, faz-se necessário a realização de experimentos de médio a longo prazo que quantifiquem as emissões de gases em condições de campo, tendo em vista o impacto de variáveis climáticas e de solo sobre as emissões. Do mesmo modo, a disponibilização de uma base de dados locais para uso de simuladores que permitam predizer satisfatoriamente as emissões associadas a determinadas práticas de cultivo ou de manejo em regiões específicas, constitui uma ferramenta importante de trabalho para fins de estimativas de emissão de GEE e de identificação de oportunidades de mitigação.

Objetivo

Quantificar e estimar fluxos de gases de efeito estufa (CH₄, N₂O) em sistema de produção agrícola na região Sudeste do país, avaliando ao mesmo tempo práticas mitigadoras, fornecendo bases científicas para a modelagem de cenários de gases de efeito estufa.

Principais contribuições

Este projeto teve como origem uma demanda do Banco Mundial, intermediado pela FINATEC, para colaborar com a elaboração do relatório "Brazil Low-carbon Country Case Study", publicado em 2010 pelo The World Bank (GOUVELLO, 2010). Este estudo, coordenado pelo Banco Mundial, objetivou apoiar esforços relativos à redução

de emissões de GEE no Brasil, com foco em atividades de baixa emissão de carbono, como contribuição à mitigação de mudança climática.

Após a conclusão do relatório, o projeto foi desdobrado em outro projeto menor, sendo este apresentado à FINATEC, visando realizar experimentos de mensuração de gases de efeito estufa em sistemas representativos de produção agrícola na região Sudeste do país, propiciando como resultado, uma base de dados para modelagem, de modo a contribuir para o desenvolvimento de fatores de emissão de gases mais específicos para áreas agrícolas produtoras locais.

O projeto, em sua segunda fase, abrangeu a avaliação de emissões de metano e de óxido nitroso em sistema de produção de arroz irrigado em área experimental da APTA/Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, SP, utilizando o método de câmara fechada (*static closed chamber*) (MANUAL, 1992; HUTCHINSON; MOSIER, 1981). As câmaras consistem de cilindros ou cubas abertas no topo e na parte inferior, na forma de anéis. A parte inferior é inserida no solo com antecedência a uma profundidade de 5cm para garantir um efeito de isolamento do gás na câmara. No momento da amostragem, as câmaras são seladas com as tampas por uma hora e amostras de ar de dentro das câmaras são retiradas com seringas de 30 a 60 mL ou com frascos de vidro de 20 mL. As amostras de óxido nitroso foram analisadas em cromatógrafo a gás da marca Shimadzu modelo CG-2014 com detector de captura de elétron (ECD). O metano foi analisado com detector de ionização de chama (FID).

Apesar de terem sido planejadas avaliações de emissão de gases em áreas de pastagem, a sua realização não foi possível no período compreendido por este projeto, em razão de a área experimental pretendida não se encontrar disponível à época. Sua execução ocorre atualmente no âmbito do projeto PECUS.

O projeto gerou, em sua primeira fase, informações sobre as práticas agrícolas desenvolvidas no Brasil visando à redução das emissões de gases de efeito estufa. O estudo "Brazil Low Carbon Study" contou com a participação da Embrapa na sessão relacionada à agricultura, e se encontra disponível para consulta no site: <http://wbi.worldbank.org/wbi/document/brazil-low-carbon-country-case-study>.

Em fase posterior à participação na elaboração deste relatório, as atividades do projeto foram concentradas em avaliações locais de emissão de gases de efeito estufa em sistemas de cultivo de arroz irrigado por inundação em Pindamonhangaba, SP. O conjunto de dados meteorológicos, de parâmetros ambientais coletados em campo e de avaliações de fluxos de emissão de metano obtidas neste projeto estão sendo atualmente utilizados para a alimentação do simulador DNDC (Decomposition-

Denitrification), desenvolvido por Li & Saggar (2004), bem como para subsidiar inventários de emissão de gases de efeito estufa de origem agrícola (arroz irrigado por inundação), de modo a propiciar estimativas mais precisas das emissões.

Valores de fluxos sazonais de emissão de metano foram obtidos para as variedades IAC-105 e Puitá, bem como para área plantada com IAC-105 com aplicação de Super N (em comparação com o uso de uréia), no intuito de verificar a ocorrência ou não de efeitos significativos sobre as emissões de gases de efeito estufa. O projeto constatou que não houve efeito mitigador do uso de Super N nas emissões de metano.

Apesar de terem sido planejadas as avaliações de emissão de gases em áreas de pastagem neste projeto, sua realização não foi possível no período compreendido por este projeto, em razão de a área experimental pretendida não se encontrar disponível à época. Sua execução ocorre atualmente no âmbito do projeto PECUS. Atividades de mensuração de gases em sistemas de cana-de-açúcar foram realizadas no âmbito de outros projetos, mediante o fornecimento de logística do Laboratório de Biogeoquímica e Gases Traço (LBGT).

Impactos

Sociais

O projeto capacitou alunos de graduação em técnicas de mensuração de GEE e gerou publicações técnicas e científicas de alcance a estudantes, professores técnicos e produtores do país.

Ambientais

Os resultados colaboraram para o aprimoramento de informações sobre emissões de gases de efeito estufa em sistema de produção de arroz irrigado por inundação, e deverão contribuir para futuros inventários de emissão de gases no estado de São Paulo e outras regiões do país. Os resultados indicam se determinadas formulações de fertilizante nitrogenado (SuperN), ou o uso de distintas variedades de plantas afetam ou não as emissões de gases nesse sistema específico de produção.

Referências:

CHEN, Y. H.; PRINN, R.G. Estimation of atmospheric methane emissions between 1996-2001 using a three-dimensional global chemical transport model. **Journal of geophysical research**, Melbourne v. 111, n. 10, D10307, 2006. 25p.

CRUTZEN, P. J. Atmospheric chemical processes of the oxides of nitrogen, including nitrous oxide. In: DELWICHE, C. C. (Ed.) **Denitrification nitrification and atmospheric nitrous oxide**. New York: Wiley, 1981. p 17-44.

FORSTER, P.; RAMASWAMY, V.; ARTAXO P.; BERNTSEN, T.; BETTS, R.; FAHEY, D.W.; HAYWOOD, J.; LEAN, J.; LOWE, D.C.; MYHRE, G.; NGANGA, J.; PRINN, R.; RAGA, G.; SCHULZ, M.; VAN DORLAND, R. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (Ed.). **Climate change 2007: the physical science basis**. Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p.2-133.

GOUVELLO, C. de. **Brazil low-carbon: country case study**. Washington, DC: The World Bank, 2010. 270 p.

HUTCHINSON, G. L.; MOSIER, A. R. Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v. 45, p. 311-316, 1981.

MANUAL on measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture: IAEA-TECDOC-674. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, 1992. Cap. 3.

HOUGHTON, J.T.; MEIRA FILHO, L. G.; BRUCE, J. P.; LEE, H.; CALLANDER, B. A.; HAITES, E. F. (Ed.). **Climate change 1994: radiative forcing of climate change and an evaluation of the ipcc 1992 is92 emission scenarios**. Cambridge: Cambridge University Press: IPCC, 1995. 347 p.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (Ed.). **Climate change 2007: the physical science basis**.

Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996 p.

LI, C.; SAGGAR, S. DNDC and its applications, In: Trace Gas Workshop, Wellington, New Zealand, 2004. **Proceedings**... Wellington, 2004. p.57–61.

MOSIER, A. R.; WASSMANN, E.; VERCHOT, L.; KING, J.; PALM, C. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. **Environment, development and sustainability**, Mol, Bélgica, v. 6, n. 1-2, p. 11-49, Mar. 2004.