



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

EFEITO DE DUAS VARIEDADES DE ARROZ IRRIGADO NA EMISSÃO DE METANO NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Giuliana Régia Pineda **Peres**¹; Magda Aparecida de **Lima**²; Omar Vieira **Villela**³; José Adriano da **Silva**⁴; José Abrahão Haddad **Galvão**⁵

Nº 16404

RESUMO – Este trabalho apresenta resultados de avaliações locais de emissão diária e sazonal de metano em sistemas de produção de arroz irrigado na estação experimental da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA / Polo Vale do Paraíba - sede em Pindamonhangaba, SP. Foi avaliado o efeito de duas variedades de arroz irrigado - IAC-105 e Epagri-106 - em sistema de cultivo pré-germinado na cidade de Pindamonhangaba, SP, na safra de 2015/2016. A amostragem dos gases foi realizada através do método de câmara estática e a concentração de CH₄ determinada por cromatografia gasosa. Também foram coletados dados de temperatura e pH do solo e da água, condutividade da água e potencial de redução do solo. A altura da planta foi medida ao longo do experimento. Os resultados mostram aumento das emissões de metano conforme o crescimento da planta, com pico principal ocorrendo na floração próximo à transição para a fase de maturação. As emissões da variedade Epagri-106 superaram as emissões da IAC-105 em 3,5 g C-CH₄, de acordo com as análises realizadas até o momento.

Palavras-chaves: gases de efeito estufa, manejo de inundação, sistema pré-germinado, IAC-105, Epagri-106, Brasil.

1 Autora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Ciências Biológicas, UNICAMP, Campinas-SP; giuliana_pineda@yahoo.com.br

2 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; Magda.Lima@embrapa.br

3 Colaborador, Bolsista Embrapa: Graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade de Jaguariúna, Jaguariúna, SP

4 Colaborador: Pesquisador da APTA, Pindamonhangaba, SP

5 Colaborador: Analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP



ABSTRACT – *This paper presents results of local evaluations of daily and seasonal methane emission in irrigated rice production systems in Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA / Vale do Paraíba – based in Pindamonhangaba, SP. It was evaluated the effect of two cultivars at a pre-germinated system in the municipality of Pindamonhangaba, SP, in the harvest of 2015/2016. Gas sampling was performed through the static chamber method and CH₄ concentration determined by gas chromatography. It was also collected temperature data, soil and water pH, water conductivity and soil reduction potential. The height of the plant was measured throughout the experiment. Results showed increasing methane emissions as plant growth, with the main peak occurring in flowering near the transition to the maturation phase. Emissions from Epagri-106 exceeded emissions from IAC-105 at 3.5 g C-CH₄, according to the analysis performed until this date.*

Keywords: greenhouse gas, flood management, pre-germinated system, IAC-105, Epagri-106, Brazil.

1 INTRODUÇÃO

Os arrozais irrigados por inundação são uma das principais fontes antrópicas de metano (CH₄), gás com potencial de aquecimento global 28 vezes maior que o dióxido de carbono (CO₂) para um horizonte de 100 anos (MYHRE et al., 2013). Isso ocorre devido à formação de um ambiente anaeróbico no solo, possibilitando a atuação de bactérias metanogênicas e reduzindo a atividade metanotrófica, pela restrição de zonas oxidadas (Le MER; ROGER, 2001). Temperatura, radiação solar, adubação orgânica, biomassa, tipo de cultivar, disponibilidade de carbono, exsudatos das raízes, regime de água e manejo, propriedades físico-químicas e biológicas do solo e fisiologia da planta são aspectos que influenciam nas emissões de CH₄ (SASS; FISHER Jr., 1998), que é liberado na atmosfera por ebulição, por difusão na interface solo-água e pelo aerênquima das próprias plantas de arroz (LIMA et al., 2012).

A influência varietal na emissão de CH₄ tem sido estudada e os resultados apontam para diferenças na produção de exsudatos de raízes (WANG; ADACHI, 2000), na altura de plantas (DING et al., 1999), e na capacidade de transporte difusivo do CH₄ (WASSMANN et al., 2002). Pouco se conhece sobre o potencial de emissão de CH₄ de diferentes variedades de arroz nas lavouras praticadas no país e esta informação poderia contribuir com estratégias de mitigação na escolha do tipo de variedade que atenda às expectativas de produção com menores emissões. Alguns



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

mecanismos já conhecidos que podem auxiliar neste controle são o uso de fertilizantes minerais ou orgânicos e fatores ligados ao manejo da cultura, como o regime de irrigação (MORTELE, 2011).

Embora alguns autores tenham encontrado uma correlação positiva entre biomassa da parte aérea com maiores taxas de emissão de CH₄ (SASS et al., 1990), variedades com alta biomassa da parte aérea ou da raiz não são necessariamente relacionadas a maiores emissões de CH₄ (WATANABE et al., 1995; SHIN; YUN, 2000). Sass e Fisher Jr. (1991) correlacionaram positivamente as taxas de emissão de metano e a produção de grãos com a radiação solar acumulada e a atividade fotossintética. Outros estudos sugerem que menor biomassa e menor número de perfilhos podem ser fatores limitantes para a emissão (AULAKH et al., 2000, *apud* LIMA et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de duas variedades de arroz irrigado por inundação na emissão diária e sazonal de CH₄ na safra de 2015/2016 no campo experimental do Polo Regional de Desenvolvimento do Vale do Paraíba da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) no município de Pindamonhangaba, SP.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área do experimento compreende 0,31 ha divididos em oito parcelas. As 15 câmaras para coleta de gases foram posicionadas aleatoriamente ao lado de passarelas de madeira, que adentram o campo inundado, no primeiro dia de coleta e identificadas de A a O em sentido horário, conforme esquema mostrado na Figura 1. Os cultivares foram plantados em parcelas de 0,15 ha (IAC-105) e 0,16 ha (Epagri-106) em cultivo pré-germinado, com manejo contínuo de água em solo do tipo gleissolo de textura argilosa e franco argilosa (LIMA et al., 2012). A densidade de sementes foi de 140 Kg.ha⁻¹ de ambas as variedades. O desenho experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições.

A variedade IAC-105 é caracterizada como de ciclo intermediário, com maturação média de 135 dias, possuindo altura média de 92 cm (IAC, 2005), e a variedade Epagri-106, de ciclo curto, com maturação média de 114 dias e altura média de 97 cm (VIEIRA et al., 2007).

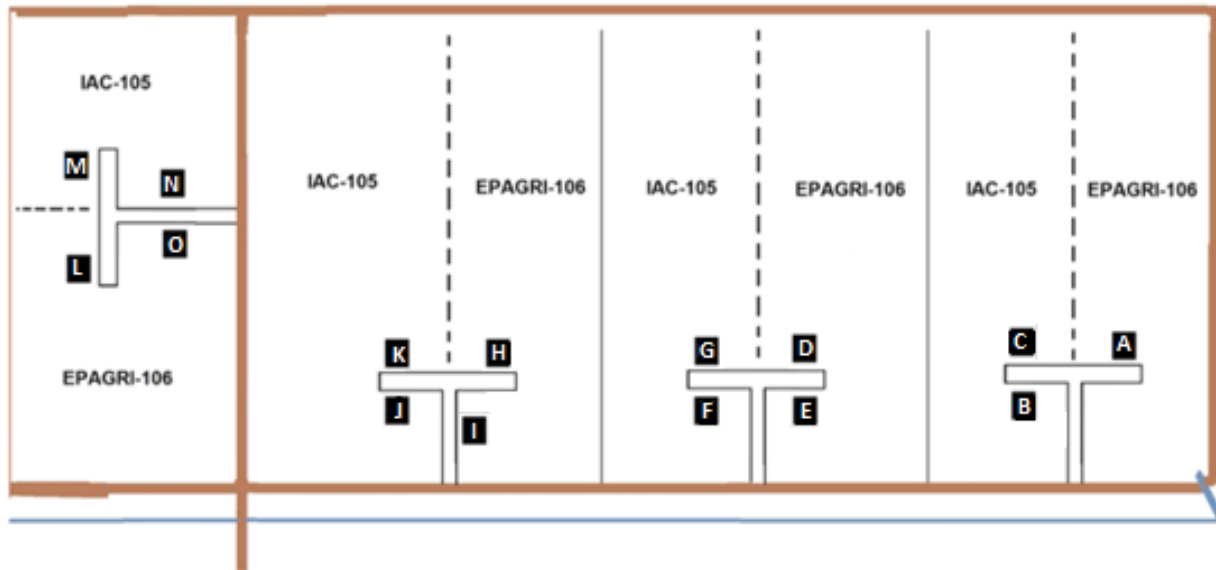


Figura 1. Esquema sem escala do posicionamento das câmaras, da disposição das passarelas e da distribuição das variedades na estação de crescimento de 2015/2016, na área experimental da APTA / Vale Paraíba, em Pindamonhangaba, SP.

Os eventos de coleta foram realizados de uma a duas vezes por semana pelo método da câmara estática, conforme descrito por Batista et al. (2015). Para cada câmara utilizou-se uma ficha de caracterização, contendo: data, hora de início, alturas (câmara a partir da lâmina d'água, lâmina d'água e da planta), fase da planta, condições do tempo, temperaturas para cada tempo, pH (solo e água), temperaturas do ar, da água e do solo a 2, 5 e 10 centímetros, condutividade elétrica da água e potencial de redução do solo.

A amostragem de gases foi realizada a cada intervalo de 5, 15 e 25 minutos. As amostras foram extraídas por meio de seringas de poliestireno de 60 mL, da marca BD, com válvula de três vias do tipo "luer lock" e, posteriormente, transferidas para frascos de vidro (vials) a vácuo de 12 mL, da marca Labco Exetainer, com auxílio de agulha de 0,45 x 13 mm da marca BD (Becton Dickinson Indústria Cirúrgicas Ltda.). As amostras de gases foram analisadas em cromatógrafo a gás (marca Shimadzu, modelo GC 2014) no Laboratório de Biogeoquímica e Gases Traço (LBGT) da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP.

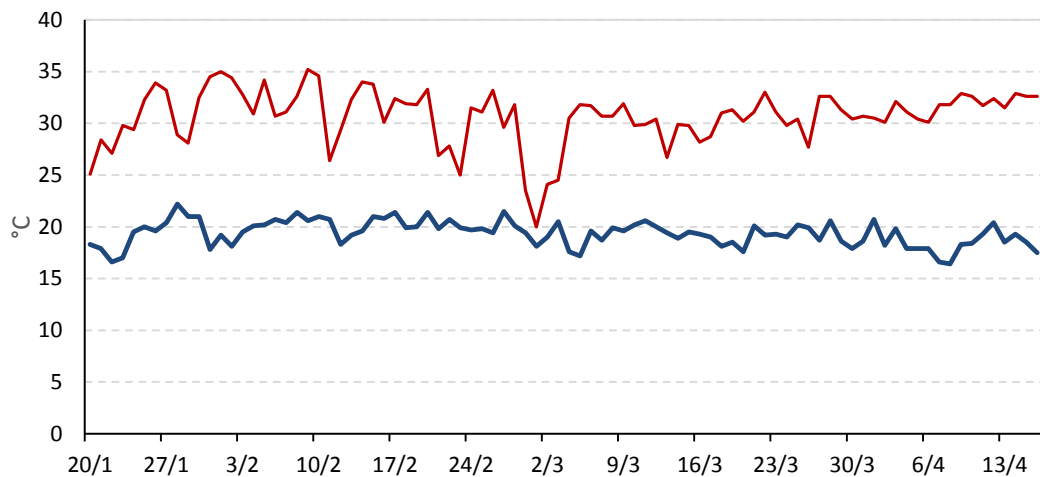
Para o cálculo dos fluxos de CH₄, utilizou-se regressão linear, onde o fluxo é expresso em mg C-CH₄ m⁻² dia⁻¹. O cálculo é feito a partir da variação da concentração do gás na câmara (ppm min⁻¹); peso molecular (g); volume molecular do gás, corrigido para a temperatura do interior da câmara ao longo da amostragem; volume (dm³) e área da câmara (cm²). Interpolações serão feitas para os dias em que não houve coleta para o cálculo de fluxos sazonais.



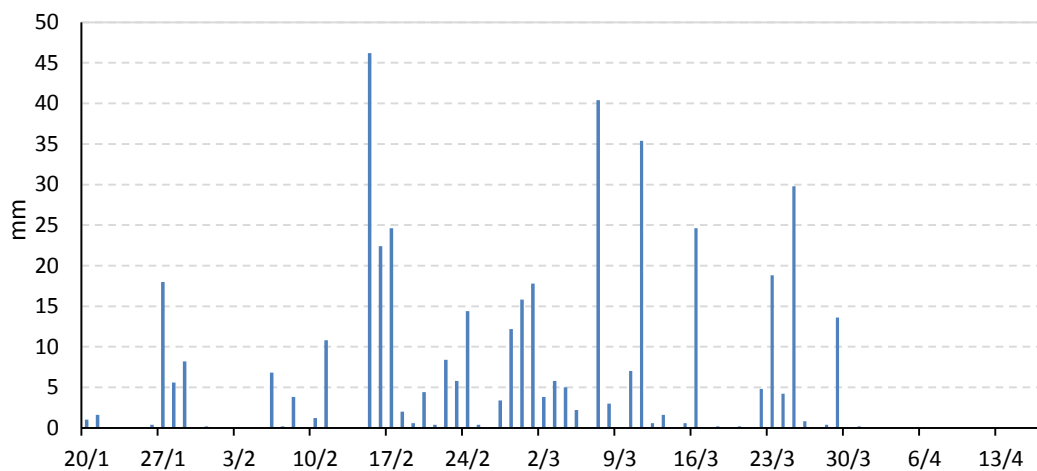
O número de perfilhos foi obtido neste experimento na ocasião da colheita, assim como os pesos secos de plantas de cada câmara.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento teve início em 20 de janeiro de 2016 e o arroz encontrava-se em estágio inicial de desenvolvimento, de modo que este artigo refere-se ao período compreendido entre esta data até 11 de abril de 2016, com 16 eventos de coleta. Os dados de temperaturas máximas e mínimas e de pluviosidade são apresentados na Figura 2.



a) Temperaturas máximas e mínimas (°C)



b) Precipitação pluvial (mm)

Figura 2. (a) Temperaturas máximas e mínimas e (b) precipitação pluvial para o período do experimento. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/porta1/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>, 2016.

Na Figura 3 são apresentadas as emissões calculadas nos dias de amostragem, em $\text{mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, até 11 de abril de 2016.

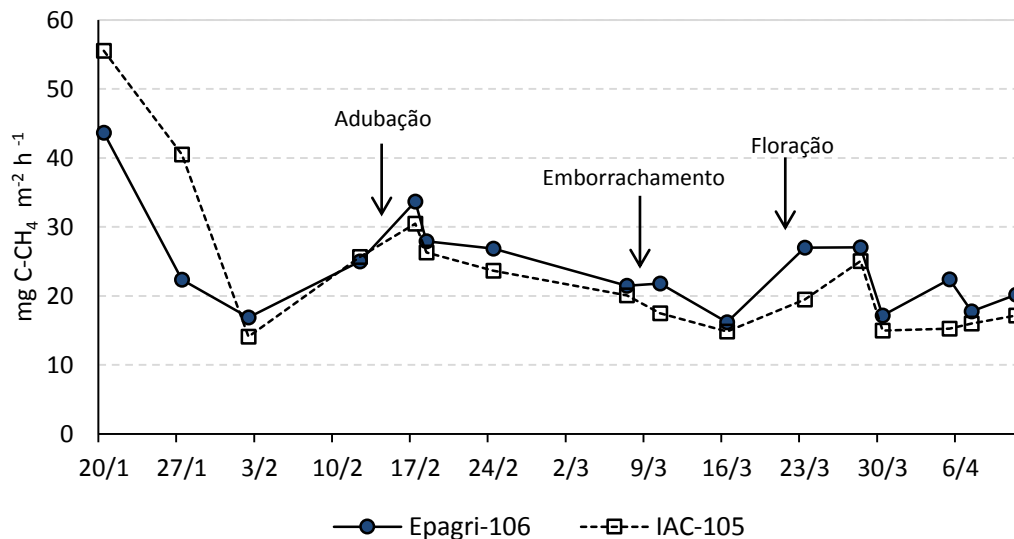


Figura 3. Emissões de metano, em $\text{mg de C-CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ hora}^{-1}$, nos dias de coleta no período de 20 de janeiro a 11 de abril de 2016 na área experimental da APTA Vale / Paraíba, Pindamonhangaba, SP

No início das coletas, ocorreram as maiores emissões de metano, com a planta ainda em fase de germinação. Isso é explicado pelo fato de não ter sido possível a aragem do solo antes do plantio, devido às frequentes chuvas. O solo estava rico em matéria orgânica proveniente da palhagem que restou da colheita anterior, servindo de substrato para bactérias metanogênicas, ocasionando altos valores de emissão de CH_4 . Esta condição determinou maiores emissões de CH_4 ao longo de toda a estação de crescimento.

Observa-se na Figura 3 que a cultivar Epagri-106 foi responsável pelas maiores emissões de CH_4 a partir da adubação e ao longo das fases seguintes da planta. Na ocasião da floração, em ambas as variedades, foi observado um pico de emissão de CH_4 , com valores relativamente maiores nas parcelas da variedade Epagri-106. As emissões médias de CH_4 foram estimadas em $515,96 \text{ mg C-CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para o IAC-105 e $568,40 \text{ mg C-CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para o Epagri-106.

Ding et al. (1999) observaram que a altura da planta do arroz representa o nível da atividade biológica, que está relacionada com sua habilidade de transportar CH_4 . Moterle (2011) utilizou 19 variedades de arroz irrigado e encontrou que a altura da planta está correlacionada com a emissão de CH_4 , de forma que quanto maior a estatura, maior o efluxo. Esse resultado foi diferente do



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

observado neste estudo, em que a cultivar Epagri-106 apresentou estatura inferior à do IAC-105. Na semana que precedeu a floração, o Epagri-106 tinha uma altura média de 81,18 cm, e o IAC-105, de 90,69 cm.

A variedade IAC-105 apresentou 281,23 g m⁻² de peso da parte aérea, peso de grãos de 310,5 g m⁻² e 244 perfilhos m⁻², enquanto o Epagri-106 apresentou valores inferiores: 264,01 g m⁻² de parte aérea, 301,02 g m⁻² de grãos e 226 perfilhos m⁻². Preliminarmente, pode-se dizer que as diferenças nestas características não são significantes para justificar as maiores emissões do Epagri-106, mas a influência da variedade poderá ser mais corretamente esclarecida mediante futuro tratamento estatístico com base no conjunto das variáveis estudadas. Ademais, outros fatores não levantados neste experimento, como exsudatos de raízes, podem explicar as diferenças nas emissões.

4 CONCLUSÃO

As emissões de CH₄ ocorrem de forma diferenciada em diferentes fases do ciclo de desenvolvimento das variedades IAC-105, de ciclo longo, e Epagri-106, de ciclo curto, as duas seguindo um mesmo padrão ao longo da estação de crescimento. A emissão sazonal de CH₄ associada à variedade Epagri-106 foi ligeiramente maior que a relativa à variedade IAC-105, indicando que a influência da variedade de arroz nas emissões de CH₄ em cultivo de arroz irrigado por inundação pode ocorrer por outras variáveis que não somente a altura, biomassa, peso de grão e número de perfilhos da planta.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa; à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, por possibilitar a execução do experimento; ao Sr. Jamil, pelo apoio ao trabalho em campo, e a todos os colaboradores envolvidos na realização deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

BATISTA, G. G.; LIMA, M. A.; SILVA, J. A.; VILLELA, O. V. Fluxos de metano em cultivo de arroz irrigado por inundação em sistema pré-germinado no município de Pindamonhangaba, SP. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC, 9, 2015. Campinas. Anais do IX Congresso Interinstitucional e Iniciação Científica. Campinas, 2015. 8 p.

BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Emissões de metano do cultivo de arroz**: Segundo inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. MCT, 2010.



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

DING, A. WILLIS, C.R.; SASS, R.L.; FISHER Jr., F.M. Methane emissions from rice fields: effect of plant height among several rice cultivars. **Global Biogeochemical Cycles**, v.13, n.4, p.1045-1052, 1999.

IAC. 2005. **Nova cultivar de arroz irrigado para o Estado de São Paulo**. Instituto Agronômico, Campinas, SP (folder).

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Revised guidelines for national greenhouse gas inventories**. Bracknell, 1996.

Le MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. **European Journal Soil Biology**, v. 37, p. 25-50, 2001.

LI, C. Quantifying greenhouse gas emissions from soils: scientific basis and modeling approach. **Soil Science Plant Nutrition**, v.53, p.344-352, 2007.

LIMA, M. A. FRIGHETTO, R.T.S.; VILLELA, O.V; COSTA, F.S.; BAYER, C.; MACEDO, V.R.M; MARCOLIN, E.. Emissão de metano em cultivo de arroz irrigado por inundação. In: LIMA, M.A. et al. (ed.). **Estoque de carbono e emissão de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira**. Brasília: Embrapa, 2012. p.193-221.

LIMA, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; VILELLA, O. V. Emissão em cultivo de arroz irrigado por inundação. In: ARAÚJO, A. P.; ALVES, B. J. R. **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa: SBCS, 2013. v.8. p 93-139.

MYHRE, G., D. SHINDELL, F.-M. BRÉON, W. COLLINS, J. FUGLESTVEDT, J. HUANG, D. KOCH, J.-F. LAMARQUE, D. LEE, B. MENDOZA, T. NAKAJIMA, A. ROBOCK, G. STEPHENS, T. TAKEMURA AND H. ZHANG: Anthropogenic and natural radiative forcing. In: **Climate change 2013: The physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, EUA, 2013.

MOTERLE, D.F. **Efluxo de metano em solo sob manejo de irrigação e cultivares de arroz irrigado**. 146f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SASS, R. L.; F.M. FISHER, Jr. Methane emission from rice fields as influenced by solar radiation, temperature, and straw incorporation. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 5, p. 335-350, 1991.

SASS, R. L.; F.M. FISHER, Jr. Methane from irrigated rice cultivation. In: *PARASHAR, D. C. (ed). Global Environment Chemistry*. New Delhi: Narosa Publishing House, p. 77-94, 1998.

SASS, R. L. FISHER Jr., F.M.; HARCOMBE, P.A.; TURNER, F.T. Methane production and emission in a Texas rice field. **Global Biogeochemical Cycles**, v.4, p. 47-68, 1990.

SHIN, Y. K.; YUN, S. H. Varietal differences in methane emission from Korean rice cultivars. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.58, n.1-3, p.315-319, 2000.

VIEIRA, J.; MARSCHALEK, R.; SCHIOCCHET, M.A. **Cultivares de arroz da Epagri – Descrição e caracterização**. Florianópolis: Epagri, 2007.76p. (Epagri. Boletim Técnico, 138).

WANG, B.; ADACHI, K. Differences among rice cultivars in root exudation, methane oxidation, and populations of methanogenic and methanotrophic bacteria in relation to methane emission. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.58, p. 349-356, 2000.

WASSMANN, R.; AULAKH, M.S.; LANTIN, R.S.; RENNENBERG, H.; ADUNA, J.B. Methane emission patterns from rice fields planted to several rice cultivar for nine seasons. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.64, p.111-124, 2002.



10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016
02 a 04 de agosto de 2016 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-135-6

WATANABE, A.; KAJIWARA, M.; TASHIRO, T.; KIMURA, M. Influence of rice cultivar on methane emission from paddy fields. **Plant Soil**, v.17, p.51-56, 1995.