



EMISSÃO DIÁRIA DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

Soraia Primon **Vieira**¹; José Abrahão **Haddad**²; Omar Vieira **Villela**³; Alfredo José Barreto **Luiz**⁴;
Magda Aparecida de **Lima**⁵

Nº 18412

RESUMO – *Mensurações locais são fundamentais ao aprimoramento de estimativas de emissão de gases de efeito estufa (GEE) no setor agropecuário, bem como à redução das incertezas em inventários nacionais. Neste sentido, estudos de avaliação da emissão diária de GEE constituem uma ferramenta importante às estimativas regionais por permitir a identificação de horários ou mesmo períodos mais representativos da ocorrência de emissões médias, otimizando os esforços de mensuração em campo. O objetivo deste estudo foi avaliar emissões diárias de GEE em sistema de produção de arroz irrigado na APTA/Polo Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, SP, com vistas à determinação de horários representativos de emissão média diária e sua correlação com variáveis ambientais. Foram avaliadas as emissões de metano, de gás carbônico e de óxido nítrico na produção de arroz irrigado em regime contínuo de inundação. As emissões foram medidas em intervalos de 2 horas, durante 24 horas, no estádio reprodutivo R2 da planta de arroz. O padrão de variação diária das emissões mostrou-se diferente para os três gases, bem como os horários de emissões médias. Valores médios de emissão de CH₄ ocorreram às 15:00, os de CO₂ próximo às 19:00 e os de N₂O às 09:00, 11:00, 15:00, 23:00 e 01:00. A temperatura do ar, do solo e a radiação solar foram positivamente correlacionadas com os fluxos de CO₂. Os fluxos de CH₄ mostraram uma correlação positiva, embora não significativa, com a temperatura do solo, enquanto o N₂O não apresentou correlação com nenhuma das variáveis estudadas.*

Palavras-chaves: Arroz irrigado, sistema de transplante, metano, óxido nítrico, fases de desenvolvimento da planta, IAC-400

¹ Autora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Agronomia, UNITAU, Taubaté-SP; soraia_pv@hotmail.com

² Colaborador: Analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

³ Colaborador: Pesquisador da APTA, Pindamonhangaba, SP

⁴ Colaborador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

⁵ Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP; Magda.Lima@embrapa.br



ABSTRACT – *Local measurements are fundamental for improving greenhouse gas (GHG) emission estimates in the agricultural sector, as well as for reducing uncertainties in national inventories. In this sense, studies evaluating diel emission of GHG are an important tool for the regional estimations because it allows the identification of schedules or even periods more representative of the occurrence of average emission, optimizing many field measurement efforts. The objective of this study was to evaluate GHG diel emissions from an irrigated rice production system at APTA / Polo Vale do Paraíba, in Pindamonhangaba, SP, Brazil, aiming to determine representative times of average emission and its correlation with environmental variables. The emissions of methane, carbon dioxide, and nitrous oxide were evaluated in an irrigated rice field under continuous flood regime. Emissions were measured at 2 hour intervals for 24 hours at the R2 reproductive stage of the rice plant. The diel emission variation pattern was different for the three gases, as well as the average emission times. Average emission values of CH₄ occurred at 3:00 p.m., CO₂ emissions close to 7:00 p.m. and N₂O at 9:00 p.m., 11:00 p.m., 3:00 p.m., 11:00 p.m., and 1:00 p.m. The air temperature, the soil temperature and the solar radiation were positively correlated with the CO₂ fluxes. Flows of CH₄ showed a positive correlation, although not significant, with soil temperature, whereas N₂O showed no correlation with any of the studied variables.*

Keywords: Flooded rice, transplanting system, methane, nitrous oxide, plant development stages, IAC-400

1. INTRODUÇÃO

Os principais gases de efeito estufa provenientes da atividade agrícola são o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) e o dióxido de carbono (CO₂), que são emitidos por atividades naturais e antropogênicas (CHAVES et al., 2016). Dentre estas, o cultivo de arroz irrigado é considerado uma importante fonte de emissão desses gases, especialmente de CH₄ (LIMA et al., 2018), devido à presença do tecido aerênquima que favorece a troca de gases na interface solo-atmosfera-água.

O CH₄ é um gás com potencial de aquecimento global 28 vezes maior que o CO₂ para um horizonte de 100 anos (MYHRE et al., 2013). Estima-se que a taxa de emissão global desse gás nos campos de arroz irrigado corresponda a 16% do total de emissão de todas as fontes (IPCC, 1996). A alta taxa de emissão de CH₄ em campos de arroz irrigado 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).

O N_2O é um importante gás de efeito estufa (GEE), pois, apesar de sua baixa concentração na atmosfera, possui um longo período de permanência e alto potencial de aquecimento global (PAG), o qual é 330 vezes superior ao do CO_2 , para um período de 100 anos (MYHRE et al., 2013). A emissão de N_2O decorre, entre outras causas, da aplicação de fertilizantes nitrogenados, estando associada à ocorrência de ciclos de oxidação/redução no solo, decorrentes da intermitência ou desuniformidade da irrigação, que favorecem a alternância dos processos de nitrificação/desnitrificação (SCIVITTARO et al., 2013). O CO_2 é formado juntamente com o N_2O e o CH_4 , favorecido pela disponibilidade de carbono no solo (COPETTI et al., 2013). Segundo Nishimura et al. (2015), a decomposição anaeróbia da matéria orgânica do solo, a respiração da raiz do arroz, e a fixação e liberação de CO_2 por algas e ervas aquáticas podem ser consideradas como fatores relacionados ao fluxo líquido de CO_2 da superfície da água da área inundada .

Estudos locais sobre a variação de fluxos de gases ao longo do dia em lavouras de arroz irrigado são escassos para as condições tropicais brasileiras (LIMA et al., 2018; COSTA et al., 2008), e em nenhum deles foi avaliada a emissão diária de CO_2 e N_2O , bem como sua relação com fatores ambientais. Tais mensurações são fundamentais ao aprimoramento de estimativas de emissão de GEE no setor agropecuário, bem como à redução das incertezas em inventários nacionais. Em um país de grande dimensão como o Brasil, estudos de avaliação da emissão diária de GEE constituem uma ferramenta importante às estimativas regionais por permitir a identificação de horários ou mesmo períodos mais representativos da ocorrência de emissões médias diárias, otimizando os esforços de mensuração em campo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as emissões de CH_4 , N_2O e CO_2 ao longo de um período de 24 horas na produção da cultivar IAC 400 em sistema de produção de arroz irrigado, de modo a contribuir para a determinação de horários mais apropriados à condução de medidas de mensuração de gases de efeito estufa em campo, bem como para verificação da relação entre fatores ambientais (temperatura do solo, do ar e da água) e os fluxos de gases, com potencial aplicação em modelos biogeoquímicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

- *Área de estudo:* O experimento foi conduzido em uma área de arroz irrigado na Estação Experimental da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Pólo Regional Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, SP, em 22°55' S Latitude, 45°30' W Longitude, com 560



metros de altitude. O experimento envolveu uma área de total de 88,8m², cobrindo a área de um transecto ao longo do qual foram instaladas aleatoriamente quatro câmaras de coleta de gases.

- *Cultivar de arroz utilizado:* O cultivar plantado foi o IAC-400 (Cateto), em sistema de transplântio, com manejo contínuo de água em um gleissolo de textura argilosa e franco argilosa (EMBRAPA, 2013), com lâmina d'água de 12 cm. O arroz foi transplântado em linhas com espaçamento de 0,2 x 0,3m. O cultivar IAC-400 é caracterizado como de ciclo intermediário, com maturação média de 115 dias, possuindo altura média de 95 cm (IAC, 2005).

- *Campanhas de 24 horas de coleta, análise e cálculo de fluxos de GEE:* Foi planejada a realização de campanhas de coletas ao longo de 24 horas em estágios específicos de desenvolvimento da planta. Não foi possível realizar coletas na fase vegetativa, mas somente na reprodutiva, devido a problemas operacionais. Assim, foram realizadas coletas nos seguintes estágios: R2 (emborrachamento), R5 (grão pastoso) e R8 (grão maduro), começando no horário matinal das 09:00 e finalizando no mesmo horário do dia seguinte. O presente trabalho refere-se aos resultados obtidos na 1ª campanha de coleta ao longo de 24 horas, ocorrida em 28 de março de 2018, estágio R2, de acordo com Counce et al. (2000).

O método de coleta de gases utilizado foi o de câmara estática, conforme descrito por Batista et al. (2015). Para cada câmara e horário de coleta utilizou-se uma ficha de levantamento de dados: data, hora de início, altura da câmara a partir da lâmina d'água, alturas da lâmina d'água e da planta, estágio da planta, condições do tempo, temperaturas internas da câmara, temperaturas do ar, da água e do solo a 2, 5 e 10 cm.

A amostragem de gases foi realizada a cada intervalo de 0, 10, 20 e 30 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 modelo Trace 1310 com injetor automático TriPlus RSH, Thermo Scientific, colunas de backflush HAYESEP T, coluna empacotada HAYESEP Q de 2 metros para CH₄ e CO₂, coluna empacotada HAYESEP D de 2 metros para N₂O, e detectores FID e ECD, instalado na Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP.

Para cálculo dos fluxos de CO₂, CH₄, e de N₂O utilizou-se regressão linear, onde o fluxo é expresso em miligramas por metro quadrado por dia para CO₂ e CH₄ (mg CO₂ m⁻² h⁻¹, mg CH₄ m⁻² dia⁻¹) e microgramas para N₂O (µg N₂O m⁻² h⁻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 (dm^3) e área da câmara (cm^2).

Dados horários (integralizados para o período de uma hora, tomados em intervalos de minutos) de variáveis meteorológicas, como temperaturas mínima e máxima e radiação solar, foram obtidas da base de dados extraídas de estação meteorológica automática disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, pelo site <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> (INMET, 2018). Não houve ocorrência de chuvas na data de coleta. Foram utilizados dados da estação meteorológica automática de Taubaté, SP, distante apenas 20 km de Pindamonhangaba, SP. Procedeu-se o cálculo dos coeficientes de correlação linear (r) entre a temperatura do solo, radiação solar e os fluxos de gases. A temperatura do solo foi medida com termômetro de 5 sensores da marca Full Gauge.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na coleta realizada em 28 de março de 2018, a planta de arroz encontrava-se no estádio reprodutivo R2, segundo Counce et al (2000), também denominado de emborrachamento, estádio em que ocorre o aparecimento do colar da folha bandeira e que antecede a floração.

Dados horários de temperaturas mínima e máxima e de radiação solar durante as 24 horas de coleta são apresentados na Figura 1. O máximo de radiação solar ocorreu às 16:00, enquanto a temperatura máxima do ar ocorreu às 17:00, variando entre $18,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ no período de 24 horas. As temperaturas mínimas variaram entre $18,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, atingindo o valor mínimo médio de $18,35\text{ }^{\circ}\text{C}$ às 9:00 do dia 29/03/2018. Na Figura 2, apresenta-se a variação da temperatura do solo a 5 cm de profundidade, com horário máximo de temperatura às 17:00 e mínimo às 07:00.

Na Figura 3 (a, b e c) são apresentados os fluxos de GEE calculados ao longo de 24 horas, sendo expressos em $\text{mg de CH}_4\text{ m}^{-2}\text{ h}^{-1}$, $\mu\text{g de N}_2\text{O m}^{-2}\text{ h}^{-1}$ e em $\text{mg de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ h}^{-1}$.

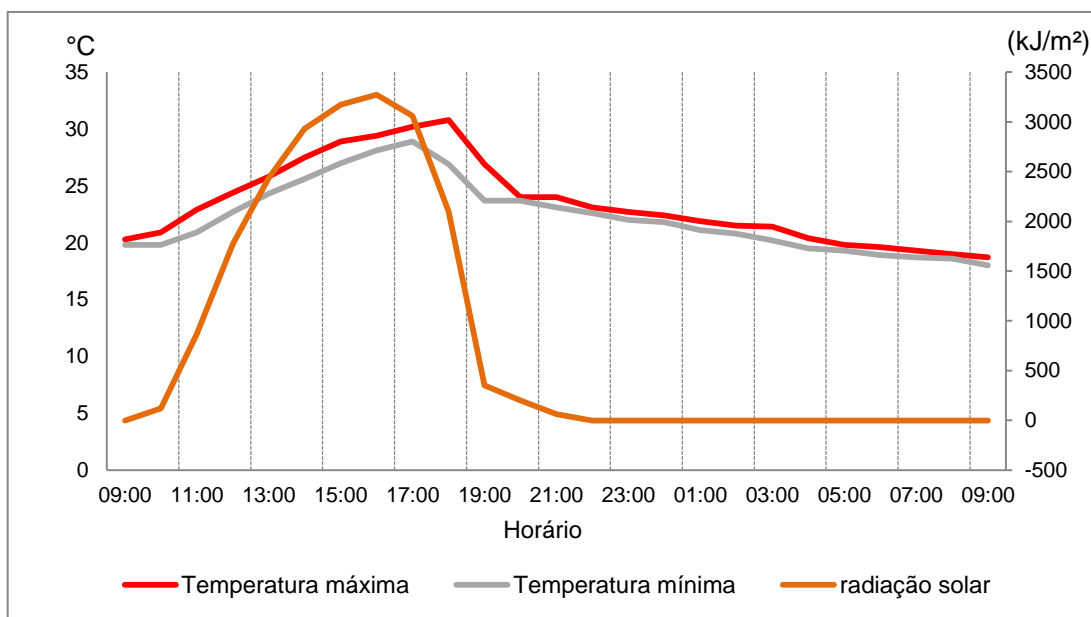


Figura 1. Dados de temperaturas máxima e mínima, em °C, e de radiação solar, em kJ m^{-2} , no período das 9:00 do dia 28/03/2018 às 09:00 do dia 29/03/2018, em Taubaté, SP (INMET, 2018).

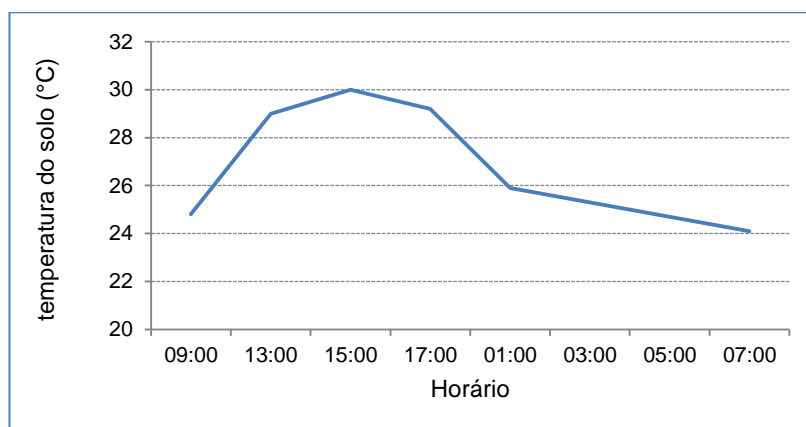


Figura 2. Dados médios horários de temperatura do solo, em °C, a 5 cm de profundidade, observados durante as coletas.

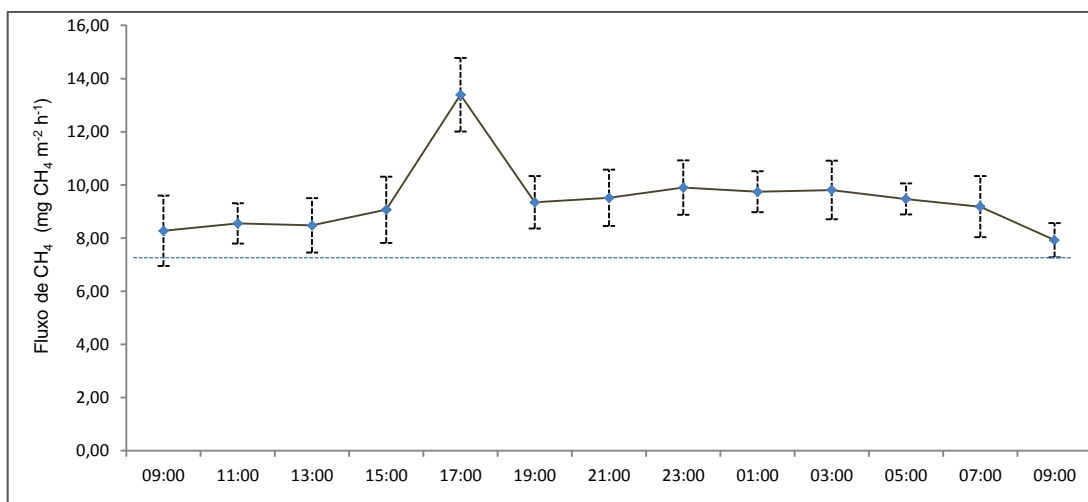


Figura 3a – Variação diária de fluxos de CH₄ em cultivo de arroz irrigado por inundação, em estágio R2 de desenvolvimento da planta, em Pindamonhangaba, SP. A linha pontilhada representa a média das emissões ao longo de 24 horas e as barras verticais correspondem aos desvios-padrão das médias.

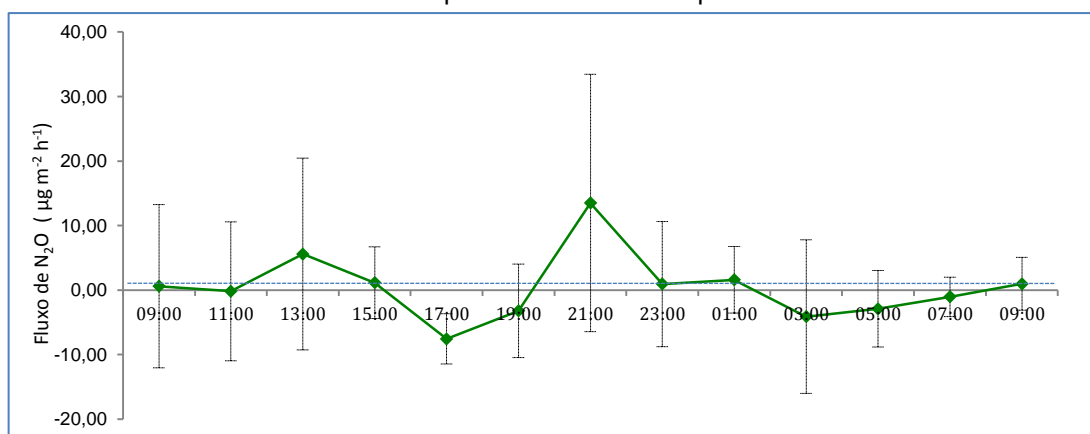


Figura 3b – Variação diária de fluxos de N₂O em cultivo de arroz irrigado por inundação, em estágio R2 de desenvolvimento da planta, em Pindamonhangaba, SP. A linha pontilhada representa a média das emissões ao longo de 24 horas e as barras verticais correspondem aos desvios-padrão das médias.

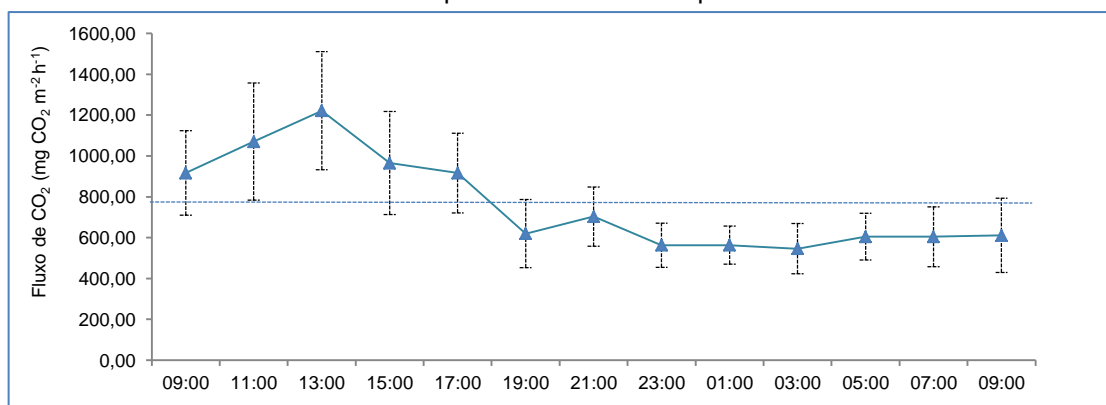


Figura 3c – Variação diária de fluxos de CO₂ em cultivo de arroz irrigado por inundação, em estágio R2 de desenvolvimento da planta, em Pindamonhangaba, SP. A linha pontilhada representa a média das emissões ao longo de 24 horas e as barras verticais correspondem aos desvios-padrão das médias.



O pico de emissão de CH₄ foi de 13,39 mg CH₄ m⁻² h⁻¹, às 17:00, à temperatura de 29,5 °C e índice de radiação 3.060 kJ/m², enquanto a emissão média ao longo do período de 24 horas foi estimada em 9,44±0,97 mg CH₄ m⁻² h⁻¹ às 15:00, aproximadamente. Valores próximos a esta média foram observados ao longo de quase todo o período da manhã (Figura 3a). A variação diária de emissão do CH₄ foi similar à observada por Lima et al. (2018) para o estágio R2 ocorrido em 20/03/2006.

Segundo Agostinetti et al. (2002), características do ambiente como radiação, temperatura e precipitação pluvial afetam a produção de CH₄. A temperatura é um importante fator para os processos metabólicos da planta, como a liberação de exsudatos, devido ao efeito que causa em enzimas que catalizam reações, conseqüentemente, contribui para emissão de CH₄.

Em relação ao N₂O, foram observados dois picos de emissão ao longo de 24 horas, o primeiro (14,85 µg N₂O m⁻² h⁻¹) ocorrendo às 13:00, e às 21:00 (19,94 µg N₂O m⁻² h⁻¹) (Figura 3b). Fluxos negativos de -7,57 µg N₂O m⁻² h⁻¹ e -4,12 µg N₂O m⁻² h⁻¹ foram registrados, respectivamente, às 17:00, e às 03:00. A emissão média diária de N₂O foi de 0,41 µg N₂O m⁻² h⁻¹, sendo que nos horários 09:00, 11:00, 15:00, 23:00 e às 9:00 do dia seguinte, foram registrados valores próximos a esta média. Wang et al. (2017) encontraram diferenças de variação diurna de N₂O entre diferentes estádios da planta, sendo que no perfilhamento a emissão máxima ocorreu às 09:00 (10 µg N₂O m⁻² h⁻¹) e a mínima às 06:00 (-14,0 µg N₂O m⁻² h⁻¹) e na maturação, a emissão máxima ocorreu às 9:00 (58,1 µg N₂O m⁻² h⁻¹), e a mínima à meia noite (-28,5 µg N₂O m⁻² h⁻¹).

O fluxo de CO₂ oscilou de 546,18 ± 11,90 mg CO₂ m⁻² h⁻¹ às 03:00 a 1.221,64±14,85 mg CO₂ m⁻² h⁻¹ às 13:00, mantendo-se abaixo da média dos fluxos diários (762,00±163,96 mg CO₂ m⁻² h⁻¹) a partir das 19:00 do dia 28/3 até às 09:00 do dia seguinte (Figura 3c). Nishimura et al. (2015) encontraram também uma pequena variação nos fluxos de CO₂ em condições de solo submerso em cultura de arroz irrigado, variando de 0 a 1 g CO₂ m⁻² h⁻¹. Em Hiratuka, Japão, Komiya et al. (2010) observaram no estágio de antese da planta (R3) um aumento progressivo de emissão de CO₂ no período da tarde atingindo um máximo à meia noite, enquanto na Tailândia os mesmos autores observaram um máximo de emissão de CO₂ durante o dia. No presente trabalho, o padrão de variação de CO₂ ocorrido no estágio R2 foi próximo ao observado no estágio R3 da Tailândia.

Foram analisadas as correlações entre as emissões de GEE com a temperatura do solo (5 cm) e a radiação solar, calculando-se os coeficientes de correlação linear. Na Tabela 1 são apresentados os valores das correlações significativamente diferentes de zero com pelo menos 90% de confiança. Os cálculos foram realizados com o uso do procedimento PROC CORR do



programa SAS (SAS, 2011).

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson (r) e seu nível de significância nominal ($\text{Prob} > |r|$) entre variáveis selecionadas (N=13).

Variáveis correlacionadas	r	$\text{Prob} > r $
Radiação solar x CO ₂	0,72350	0,0052
Radiação solar x Temperatura do solo	0,80328	0,0009
CO ₂ x Temperatura do solo	0,56018	0,0465

Observou-se uma correlação positiva significativa entre a emissão de CO₂ e a temperatura do solo (5 cm) e a radiação solar (Tabela 1). Liu et al. (2013) observaram correlações negativas entre temperatura do solo e fluxos de CO₂, em clima subtropical úmido, na estação da primavera. A diferença pode ser parcialmente explicada pela diferença de clima e período do ano em que os experimentos foram realizados.

Apesar de não significativa, observou-se também uma correlação positiva entre a emissão de CH₄ e a temperatura do solo. Lima et al. (2018) encontraram forte correlação entre a temperatura do ar e do solo com a emissão de CH₄ no estágio R2 do cultivar IAC-103, considerando dados de três safras. Segundo os autores, outras variáveis, como as inerentes à própria planta e cultivar poderiam explicar os padrões de emissão verificados em diferentes estádios da planta.

Não foram observadas correlações entre fluxos de N₂O e a temperatura do solo (Figura 6), mas uma tendência de correlação negativa com a radiação solar (Figura 4). Komiya et al. (2010) associaram as emissões de CH₄ e de N₂O com o aumento de temperatura do solo, o qual estimularia a atividade de microrganismos, mas em nosso estudo, esta associação não se aplica à emissão de N₂O que não se mostrou positivamente correlacionada com a temperatura do solo. Outras campanhas de 24 horas foram realizadas no âmbito do projeto, e seus resultados estão sendo processados, o que poderá contribuir para a clarificação de sua variação diária.

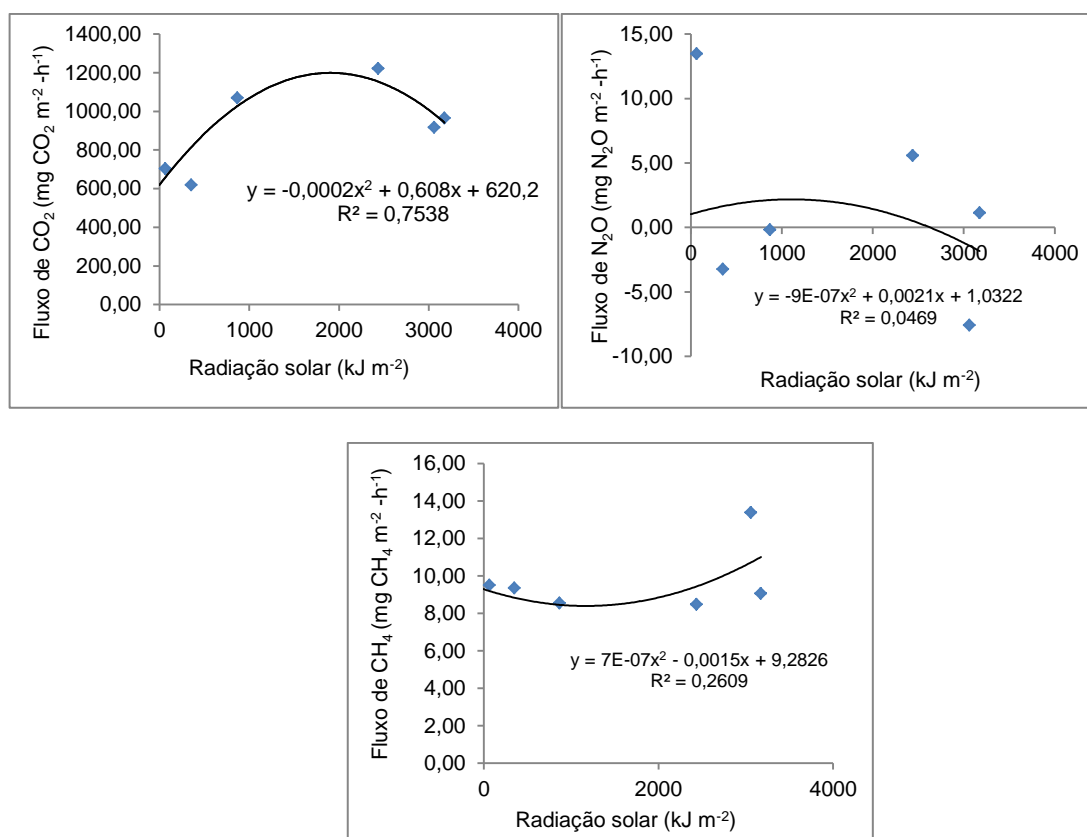


Figura 4. Correlação entre os fluxos de CO₂, N₂O e CH₄ e a radiação solar.

4. CONCLUSÕES

A variação diária das emissões apresenta padrões distintos para os três gases estudados, bem como em relação aos horários das suas respectivas emissões médias.

Para o estádio R2, as emissões médias registradas ao longo do dia ocorreram às 15:00 para o CH₄, próximo às 19:00 para o CO₂ e 09:00, 11:00, 15:00, 23:00 e 01:00 para o N₂O. Ainda em uma primeira análise, esses horários representariam o momento apropriado para fazer coletas de gases nesta região.

Este trabalho mostra a importância de estudos de mensuração diária de emissão de GEE na identificação de horários mais prováveis de emissões médias ao longo de 24 horas, contribuindo para a otimização de mensurações locais, e ao estudo de impacto ambiental causado pelo cultivo de arroz irrigado na produção de gases de efeito estufa, sobretudo de regiões de clima tropical, e que estão relacionados à mudança global do clima.



O trabalho apresenta resultados inéditos sobre as emissões diárias de CO₂ e de N₂O em área de cultivo de arroz irrigado e sobre suas correlações com a temperatura do solo e radiação solar, podendo contribuir para futuros estudos de quantificação de GEE nesses sistemas. Resultados de outras campanhas realizadas e em atual fase de processamento deverão contribuir para a compreensão dos fluxos diários de gases de efeito estufa em cultivo de arroz irrigado.

5. AGRADECIMENTOS

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

6. REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; BALBINOT JR, A. A. Potencial de emissão de metano em lavouras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p.1073-1081, 2002.

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...** Campinas, 2015. 8p.

CHAVES, E. B.; SILVA, M. G.; LANDIM, A. A.; BITENCOURT, N. F. C.; LONDERO, P.; CARVALHO, A. C. Emissões dos gases de efeito estufa do sistema produtivo do arroz alagado. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE, 8, 2016. Uruguaiana. **Anais...** Uruguaiana, 2016.

COPETTI, A. C. C.; SILVA, L. S.; DRESCHER, G. L.; MULLER, G. L.; FAGUNDES, R. L.; OTTONELLI, A.; BUSANELLO, R. L.; PIMENTA, B. D. Emissão de gases de efeito estufa em solo de várzea sob diferentes manejos da água e da palha de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO – CBAI, 8, 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2013. 4 p.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; LIMA, M. A.; FRIGHETTO, R. T. S.; MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E. Variação diária da emissão de metano em solo cultivado com arroz irrigado no Sul do Brasil. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 2049-2053, 2008 .

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.

INSTITUTO AGRÔNOMICO DE CAMPINAS - IAC. **Nova cultivar de arroz irrigado para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônomo, Campinas, SP (folder). 2005.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Estações automáticas. Disponível no site <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>> (Consultado em 19.06.2018).



12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018
01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-145-5

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Revised guidelines for national greenhouse gas inventories**. Bracknell, 1996. 3v.

KOMIYA, S.; SHOJI, Y.; NOBORIO, K.; YAZAKI, T.; TOOJINDA, T.; SIANGLIW, M. Climatic impacts on greenhouse gas emissions in rice paddy fields. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, SOIL SOLUTIONS FOR A CHANGING WORLD, 19, 2010. **Proceedings...** Australia.

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.

LIMA, M. A. de; PAZIANOTTO, R. A. A.; VILLELA, O. V.; PARAÍBA, L.C. Diurnal variation of methane emission from a paddy field in Brazilian Southeast. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 4, e20170054, 2018.

LIU, Y.; WAN, K.; TAO, Y.; LI, Z.; ZHANG, G.; LI, S.; CHEN, F. Carbon dioxide flux from rice paddy soils in Central China: Effects of intermittent flooding and draining cycles. **PLoS ONE**, v. 8, n. 2, e56562, 2013.

MYHRE, G.; SHINDELL, D.; BRÉON, F. M.; COLLINS, W.; FUGLESTVEDT, J.; HUANG, J.; KOCH, D.; LAMARQUE, J. -F.; LEE, D.; MENDOZA, B.; NAKAJIMA, T.; ROBOCK, A.; STEPHENS, G.; TAKEMURA T.; ZHANG, H. 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.; Qin, D.; Plattner, G. -K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V.; Midgley, P. M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

NISHIMURA, S., YONEMURA, S. MINAMIKAWA, K.; YAGI, K. Seasonal and diurnal variations in net carbon dioxide flux throughout the year from soil in paddy field. **Journal of Geophysical Research Biogeoscience**, v. 120, p. 63–76, 2015.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT® 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2011.

SCIVITTARO, W. B.; SILVEIRA, A. D.; BUSS, G. L.; WOLTER, R. C. D.; SOUSA, R. O.; ROSA, C. M.; BAYER, C. Mitigação de emissões de gases de efeito estufa pelo manejo da água em lavoura de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO – CBAI, 8., 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2013. 4 p.

WANG, C.; DERRICK, Y. F. L; SARDANS, J.; WANG, W.; ZENG, C.; PEÑUELAS, J. Factors related with CH₄ and N₂O emissions from a paddy field: clues for management implications. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, 2017.