

Fluxo de CH₄ em área de floresta às margens do rio Araguaia - MT

CH₄ flux in forest area in Araguaia river margin – MT

Gabriel Brito Costa¹, Humberto Ribeiro da Rocha², Hélber Custódio de Freitas²

¹Doutor, Instituto de Biodiversidade e Florestas, UFOPA, Santarém, Brasil
gabrielbritocosta@gmail.com

²Doutor, Instituto de Astronomia, IAG, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil
humbertorochoa@iag.usp.br; helbercf@model.iag.usp.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estimar os fluxos de metano em uma área de floresta de terra firme às margens do rio Araguaia, em Santa Terezinha - MT, distante 15 km da torre de medições de fluxos do projeto LBA na ilha do Bananal-TO. Para isso uma torre micrometeorológica foi erguida às margens do rio, com sensores de variáveis climáticas, eddy covariance e concentração de metano por caminho ótico aberto e fechado, em dias da estação chuvosa da região. As estimativas de concentração de CH₄ mostraram boa correlação entre os sensores, com maiores concentrações no período noturno e menores concentrações no período diurno, provável efeito das diferenças entre CLN e CLC, e médias em torno de 1.8 ppm, próximo do encontrado em outros sítios de floresta de terra firme. Tanto o rio quanto a floresta são fontes de metano para a atmosfera. com um maior fluxo de metano das direções de rio, sendo o dobro das médias da direção de floresta, porém os máximos diurnos da direção de floresta são maiores, podendo atingir até 30 nmol m⁻² s⁻¹.

Palavras-chave: Fluxo de metano, Rio Araguaia, Amazônia.

Abstract

The aim of this study was to estimate the methane flux in an area of upland forest on the Araguaia River margin, in Santa Terezinha - MT, 15 km far from the LBA project flux measurement tower on the Bananal island - TO. For this a micrometeorological tower was installed on the river margin, with climatic variables sensors, eddy covariance and methane concentration by open optical path and closed in days of the rainy season in the region. Estimates of CH₄ concentration showed good correlation between the sensors, with the highest concentrations at night and lower concentrations during the day, likely effect of differences between CLN and CLC, and averages around 1.8 ppm, near to that found in other sites upland forest. Both the river and the forest are sources of methane to the atmosphere. with a higher methane flux from river directions, being double the average of the direction from forest, but the daytime maximum of the forest direction are larger and can reach up to 30 nmol m⁻² s⁻¹.

Keywords: Methain flux, Araguaia river, Amazon.

1. Introdução

A atmosfera terrestre é uma mistura de partículas e gases, como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e outros gases do efeito estufa (GEE), que absorvem parte da radiação de onda longa emitida da superfície terrestre e da própria atmosfera. O efeito estufa natural é proporcionado principalmente pelo vapor d'água, que é primordial na manutenção da vida do planeta.

Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) na Segunda Comunicação Nacional à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima as nossas emissões de CH_4 no ano de 2005 atingiram 18,1 Tg, e para 2010 foram 16,8 Tg (MCTI, 2013).

No Brasil, o setor de Agropecuária é líder na lista de emissores de CH_4 (71%), sendo 90% decorrente da fermentação entérica de ruminantes, sendo dejetos de animais, a cultura do arroz irrigado e a queima de resíduos agrícolas o restante (BASSO, 2014). As áreas alagáveis tropicais representam cerca de 50% da emissão natural de metano global (RINGEVAL et al., 2014), como por exemplo as taxas entre 100 e 231 Tg CH_4 ano⁻¹ comparadas às fontes totais globais de 503 a 610 Tg CH_4 ano⁻¹ segundo Denman et al. (2007), e apesar da importância, não são adequadamente estimadas nos modelos do sistema terrestre, devido à escassez de dados e incerteza dos processos. Nota-se, portanto, que existe a necessidade em se criar um melhor entendimento sobre os ciclos biogeoquímicos na região amazônica para tentar responder estas e outras questões centrais sobre o controle climático da floresta e as emissões de gases estufa, linha de pesquisa esta onde se enquadra este trabalho.

2. Material e Métodos

Foi feita uma campanha de medição de fluxos turbulentos no rio Araguaia, no perímetro da fazenda Fartura (09°54'13" S; 50°16'08"W),

Santa Terezinha- MT, às margens do rio Araguaia e cerca de 15 km a sudoeste da torre micrometeorológica do LBA no rio Javaezinho (Costa, 2015). Utilizou-se uma treliça de alumínio com 6m de comprimento, a 6 m do rio, para medidas contínuas de variáveis meteorológicas e concentrações de CO_2 , H_2O e CH_4 . As Figuras 1c e 1d mostram a configuração da torre às margens do rio e a disposição dos sensores utilizados, e as Figuras 1a e 1b mostram a torre micrometeorológica do LBA e alguns sensores instalados acima do dossel vegetativo.

O sistema de Eddy Covariance (EC) na torre do rio Araguaia foi posicionado 1m acima do topo da torre, a 7 m de altura, em conjunto com a medição da temperatura e umidade do ar a 1,5 m e 5 m de altura. Os dados climáticos foram gravados com médias de 10 minutos. Os dados de EC tiveram aquisição de 20 Hz, com concentrações de CO_2 e H_2O com analisador de gás LICOR 7500, e anemômetro sônico CSAT-3 para medidas tridimensionais do vento. Neste sistema ainda mediu-se a concentração de CH_4 por um analisador de gás LICOR 7700 (de caminho aberto) e por um analisador *Fast Methane Analyzer* (de caminho fechado, daqui em diante chamado de FMA), com tomada de ar no mesmo nível do sensor LICOR 7700.

O tubo da tomada de ar do FMA teve 9,2 m de comprimento, com bomba de fluxo de vazão de 88 L/min. Para fins de comparação com a superfície de terra firme, dados determinados como advindos da direção do rio foram considerados como sendo entre 30° e 150° do quadrante de direção do vento.

Os dados são referentes ao período de 13 de fevereiro de 2011 a 27 de fevereiro de 2011, mais detalhes sobre o experimento e as variáveis mensuradas podem ser encontrados em Costa (2015). Ambos os sensores para medição da concentração de CH_4 possuem acurácia < 1%, que marca aproximadamente o desvio médio entre eles (20 ppb no intervalo de 2000 ppb). Os sensores foram calibrados em laboratório com gases apropriados.

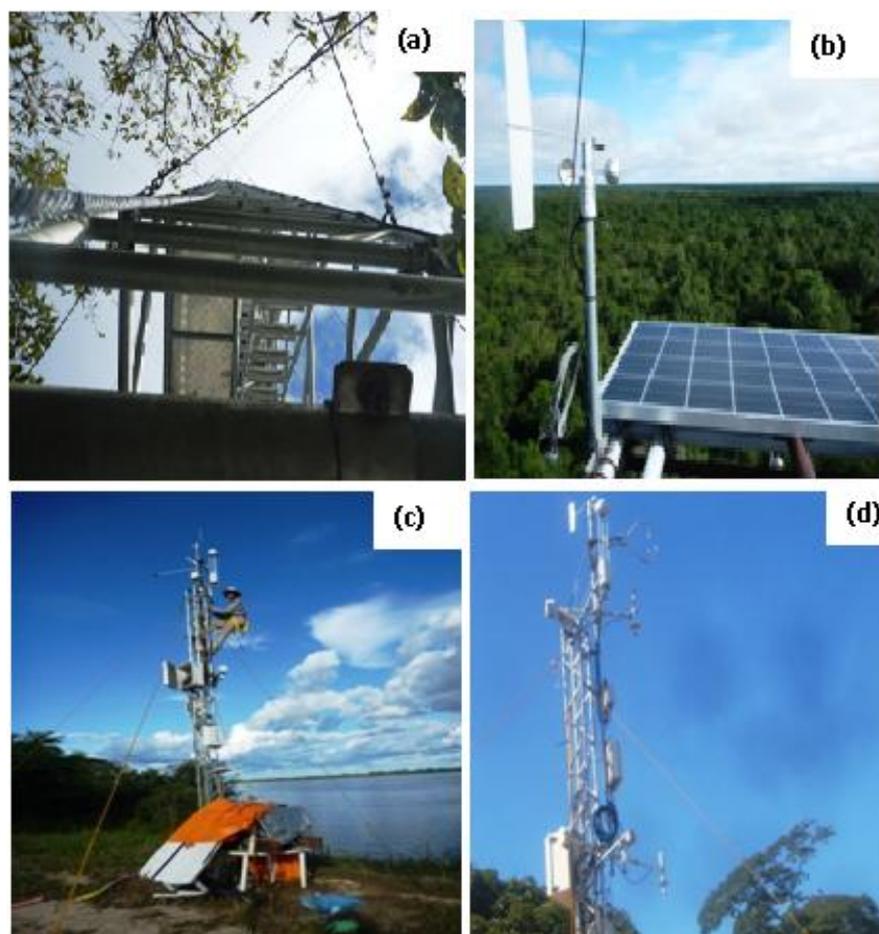


Figura 1: (a) - Vista de base da torre micrometeorológica do LBA no parque estadual do Cantão- TO. (b) - Visão do topo da torre micrometeorológica do LBA, com anemômetro e painéis solares. (c) - Visão geral da torre às margens do rio, na fazenda Fartura – Santa Terezinha-MT e (d) - Detalhes das disposições dos sensores da torre. Fonte: Costa (2015).

3. Resultados e discussão

As variáveis climáticas em geral mostraram-se similares aos dados medidos na torre do LBA há 15 km de distância (Costa, 2015), sendo os padrões de concentração de CH₄ medidos pelos dois sensores em concordância de fase, com pequeno desvio sistemático de aproximadamente 0,02 ppm.

Os padrões mostraram maiores concentrações noturnas, com diferenças de aproximadamente 0,1 ppm das concentrações mínimas diurnas. A média diária de 1,8 ppm está próxima das medições de Carmo et al. (2006) em floresta de Caxiuanã-PA, Manaus-

AM e Sinop-MT, utilizando analisador de gás infravermelho (de 1,76 a 1,86ppm).

O padrão de maiores concentrações noturnas (Figura 2b) decorreu provavelmente por um efeito da camada limite noturna (CLN), que por ser menos espessa que a Camada Limite Convectiva (CLC) faz com que as concentrações de gases aumente, efeito este muito identificado em estudos sobre concentração de CO₂ (Fisch, 1996; Leite, 2004; Silva, 2005).

A mistura dentro da CLC após as 07:00 locais implica na diminuição das concentrações de durante seu período de duração (entre 07:00 e 17:00). A Figura 2b mostra as médias horárias da concentração de CH₄ medida pelo FMA,

discriminado por direção da fonte, terrestre ou fluvial.

A concentração de CH₄ foi maior da direção terrestre durante a noite, e sem diferença expressiva durante o dia. As faixas de concentração medidas estão próximas às de Querino et al. (2011) em floresta de terra firme na Amazônia, entre 1,79 e 1,84 ppm.

A Figura 2a mostra as médias horárias dos fluxos de metano, com um padrão predominantemente positivo, maior do rio à noite, e maior terrestre diurno. Esta comparação é provavelmente mais sólida na condição terrestre diurna devido às incertezas do método à noite.

A fonte fluvial é praticamente constante diuturnamente ($\sim 5 \text{ nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), enquanto a fonte terrestre aparentemente tem máximos diurnos de $\sim 30 \text{ nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ por volta de 12h enquanto reduz-se à zero ou fluxos levemente negativos à noite. O fluxo médio diário terrestre de CH₄ foi de $8,5 \text{ nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, enquanto o fluxo fluvial foi de $9 \text{ nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, indicando emissões semelhantes diárias.

O fluxo fluvial evasivo corresponde a $\sim 12 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, próximo do estimado por Basso (2014) com um método de integração da coluna atmosférica com coletas por avião, que estimou uma emissão biogênica de 9,5 a $13,28 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para área em Rio Branco- AC, de 9,1 a $13,8 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para Alta Floresta - MT e de 10,8 a $17,38 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para Tabatinga- AM.

Sawakuchi et al. (2014) reportaram fluxos de CH₄ com câmara flutuante, e estimaram no Rio Xingú $48,16 \pm 114,24 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, e no Rio Tapajós $2,24 \pm 14,08 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, ou seja, uma emissão 22 vezes maior no Rio Xingú, o que sugere grande variabilidade em poucos dados da literatura.

Estes estudos também mostraram que os fluxos de rios amazônicos tendem a ser menores durante a estação chuvosa (um fluxo médio de $14,4 \pm 20,8 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para

todos os locais de estudo (SAWAKUCHI et al., 2014), de escalas comparáveis aos deste estudo. As medições no Rio Araguaia sugerem a área de pastagem como uma fonte não desprezível de metano, dadas outras referências em áreas nativas na floresta Amazônica interpretadas como fonte de CH₄.

A região Amazônica é conhecida por extensa área alagável que produz grandes quantidades de CH₄ (BARTLETT et al, 1990; MELACK et al, 2004). Os dados aqui sugerem que a área não alagada também pode ser uma fonte considerável de CH₄, como encontrou Querino et al. (2011) em área de floresta de terra firme na Amazônia.

A Figura 3 mostra com clareza a diferença de fluxos de CH₄ fluvial e terrestre, com dados do sensor LICOR 7700 (Figura 3a) e do sensor FMA (Figura 3b). Ambos reforçam que as fontes fluviais correspondem a praticamente o dobro da fonte terrestre.

A pequena diferença quanto aos fluxos por direção do vento se devem à densidade de dados, que é maior no sensor FMA em relação ao LICOR 7700, devido ser um sistema de caminho fechado, o FMA está menos susceptível à interferências em suas medições, como chuva, redemoinhos de areia (comuns na época da campanha no sítio experimental) e outras intempéries, fazendo com que a quantidade de dados considerados válidos para as análises seja consideravelmente maior do que a do sensor de caminho aberto.

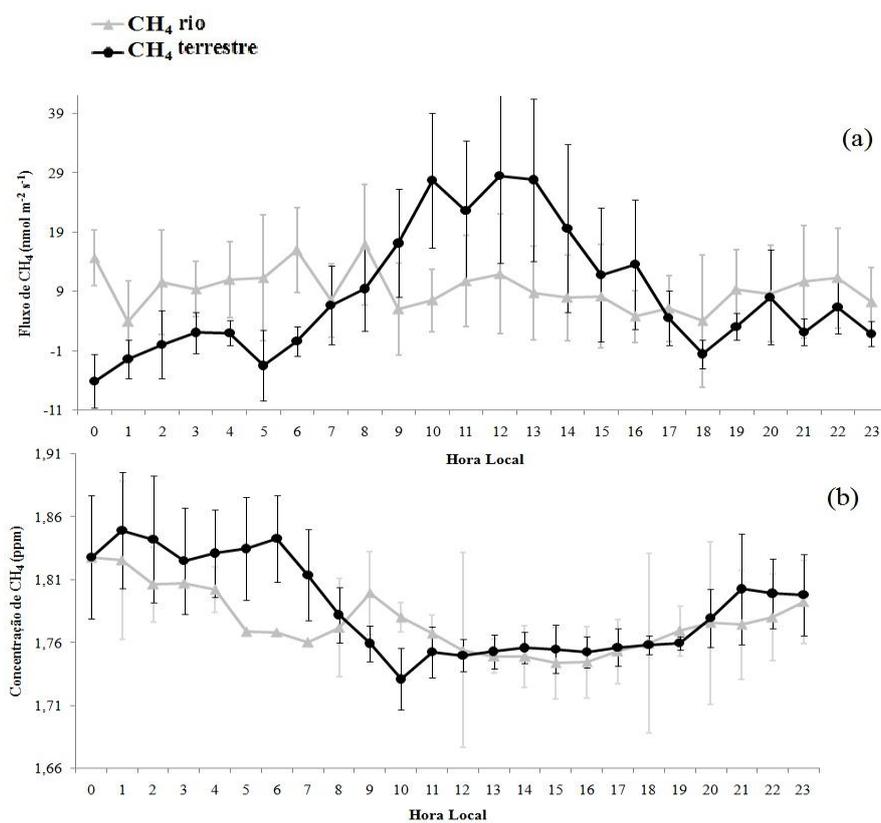


Figura 2 : Médias horárias de: (a) - Fluxo de CH₄ (nmol m⁻² s⁻¹) e (b) concentração de CH₄ (ppm) do sensor FMA.

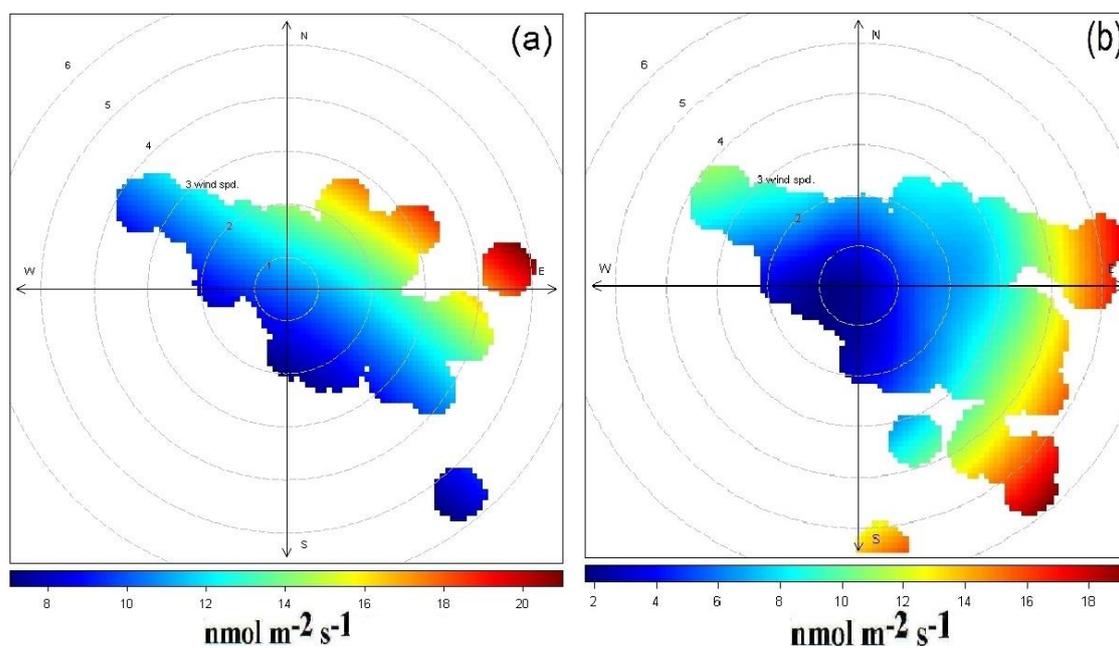


Figura 3: Médias diárias de fluxo de CH₄ (nmol m⁻² s⁻¹) por direção do vento com dados do sensor LI7700 (a) e do sensor FMA (b).

4 Conclusões

Tanto o rio como a área de floresta são fontes de metano para a atmosfera, sendo a fonte aquática a maior, da ordem do dobro das emissões terrestres na região, com máximos diurnos de até 30 nmol m⁻² s⁻¹.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a FAPESP pelo financiamento do projeto AMAZONICA. O primeiro autor agradece ao CNPq pela concessão de bolsa de doutorado.

Referências

- Basso, L.S. 2014. Determinação da emissão de metano da bacia amazônica. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo. 143 p.
- Carmo, J.; Keller, M.; Dias, J.; De Camargo, P.; Crill, P.A. 2006. A source of methane from upland forests in the Brazilian Amazon. *Geophysical Research Letters*, Washington, v. 33, n. 4, p. 45-58.
- Costa, G.B. 2015. Fluxos de energia, CO₂ e CH₄ sobre a floresta em planície de inundação da ilha do Bananal. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 142 p.
- Denman, K. L. 2007. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry, in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by S. Solomon et al., chap. 7, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K, p. 499–587.
- Fisch G. 1996. Camada Limite Amazônica: Aspectos Observacionais e de Modelagem. Tese (Doutorado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE/NTD, São José dos Campos, SP, p. 171.
- Leite C.C. 2004. Características da camada limite convectiva durante a transição da estação seca para chuvosa na Amazônia – comparação floresta/pastagem (dry to wet amc/lba - 2002). Dissertação (mestrado) Universidade federal de alagoas, p. 61.
- MCTI, M. 2013. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Brasília, 55 p.
- Querino, C.A.S ; Smeets, C.J.P.P. ; Vigano, I. ; Holzinger, R. ; Moura, V.; Gatti, L.V. ; Martinewski, A. ; Manzi, A.O. ; De Araújo, A.C. ; Röckmann, T. 2011. Methane flux, vertical gradient and mixing ratio measurements in a tropical forest. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussion (Online)*, v. 11, p. 5313-5350.
- Ringeval, B.; Houweling, S.; Van Bodegom, P.M.; Spahni, R.; Van Beek, R.; Joos, F.; Röckmann. 2014. T. Methane emissions from floodplains in the Amazon Basin: challenges in developing a process-based model for global applications. *Biogeosciences*, New York, v.11, p.1519–1558.
- Sawakuchi, H.O.; Bastviken, D.; Sawakuchi, A.; Krusche, A.V.; Ballester, M.V.R.; Richey, J.E. 2014. Methane emissions from Amazonian Rivers and their contribution to the global methane budget. *Global Change Biology*.
- Silva C.M.S.E. 2005. Comportamento da Camada Limite Atmosférica sobre pastagem em Rondônia durante a transição da estação seca para chuvosa em 2002. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Alagoas, p. 82.