

## Edição Especial

# Fluxo de metano proveniente do solo em área de floresta e pastagem no Oeste do Pará

Flux of methane from the soil in area of forest and pasture in West Pará

Taiane Alves da Silva<sup>I</sup> , Rafael Corrêa Muniz<sup>II</sup> , Laura dos Santos Lima<sup>II</sup> ,  
Raphael Pablo Tapajós Silva<sup>II</sup> , José Mauro Sousa de Moura<sup>II</sup> 

<sup>I</sup> Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

<sup>II</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, Brasil

## RESUMO

Na região Amazônica os estudos sobre gases do efeito estufa ainda são realizados com baixa frequência, de modo que entender a dinâmica e fluxo desses gases na região é de grande importância. Dentre esses gases destaca-se o metano, que é o segundo gás do efeito estufa com maior concentração na atmosfera. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi quantificar os fluxos de metano em área de floresta primária e pastagem e analisar a variabilidade sazonal da emissão/absorção desse gás, assim como verificar a influência dos fatores ambientais, atuando no comportamento do metano. A região de estudo compreendeu o Município de Belterra, Oeste do Pará. Para medição dos fluxos de metano no solo foram utilizadas câmaras estáticas com o auxílio de um analisador de gás do efeito estufa (Los Gatos Research (LGR-915-0011)). O fluxo de metano no solo da região da Flona apresentou média de  $-1.499 \pm 1.3 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  e uma média de  $-0.4776 \pm 1.21 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  para a área de pastagem, obtiveram-se valores positivos e negativos, para as diferentes áreas, indicando emissão e consumo de metano, respectivamente, no período estudado.

**Palavras chaves:** Efeito estufa; Sumidouro; Emissão

## ABSTRACT

In the Amazon region studies on greenhouse gases are still carried out with low frequency, so understanding the dynamics and flow of these gases in the region is of great importance. Among these gases is methane, which is the second most concentrated greenhouse gas in the atmosphere. In this context, the objective of this study was to quantify the methane fluxes in primary forest and pasture areas and analyze the seasonal variability of the emission/absorption of this gas, as well as to verify the influence of environmental factors acting on the behavior of methane. The study region was the Municipality of Belterra, Western Pará. To measure the methane fluxes in the soil, static chambers were

used with the aid of a greenhouse gas analyzer (Los Gatos Research (LGR-915-0011)). The methane flux in the soil in the Flona region averaged  $-1,499 \pm 1.3 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  and an average of  $-0.4776 \pm 1.21 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  for the pasture area, positive and negative values were obtained for the different areas, indicating emission and consumption of methane, respectively, in the studied period.

**Keywords:** Greenhouse effect; Sink; Emission

## 1 INTRODUÇÃO

O metano ( $\text{CH}_4$ ) é um gás de efeito estufa com potencial de aquecimento global aproximadamente 34 vezes maior do que o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) ao longo de 100 anos e, desde 1750, os níveis atmosféricos de  $\text{CH}_4$  aumentaram 157% (Myhre *et al.*, 2013; Organização Meteorológica Mundial [OMM], 2021).

A floresta Amazônica representa cerca de 50% das florestas tropicais do globo terrestre com uma das maiores reservas de carbono acima e abaixo da terra, e abriga cerca de um quarto da biodiversidade global (Malhi e, Phillips, 2005). A forte pressão humana devido a fatores como desflorestamento e conversão da floresta em pastos ou agricultura, alterando a composição do solo, têm contribuído com as mudanças climáticas e o aquecimento global. Devido a sua grande escala, esses fatores têm um potencial de modificar significativamente a responsabilidade dos gases de efeito estufa ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) na alteração da composição atmosférica e do clima, além de toda a biodiversidade do planeta (Felippe, 2010).

O metano é o resultado líquido da produção e consumo de metano por microrganismos metanogênicos e metanotróficos, respectivamente. Sob condições aeróbicas e anaeróbicas, o  $\text{CH}_4$  pode ser oxidado a  $\text{CO}_2$  por microrganismos metanotróficos, que atuam como os principais sumidouros biológicos desse gás de efeito estufa (Knittel e, Boetius, 2009).

A transformação da floresta primária para agricultura, sistema de pastagens e vegetação secundária causam mudanças biofísicas e geoquímicas nos fluxos de gases

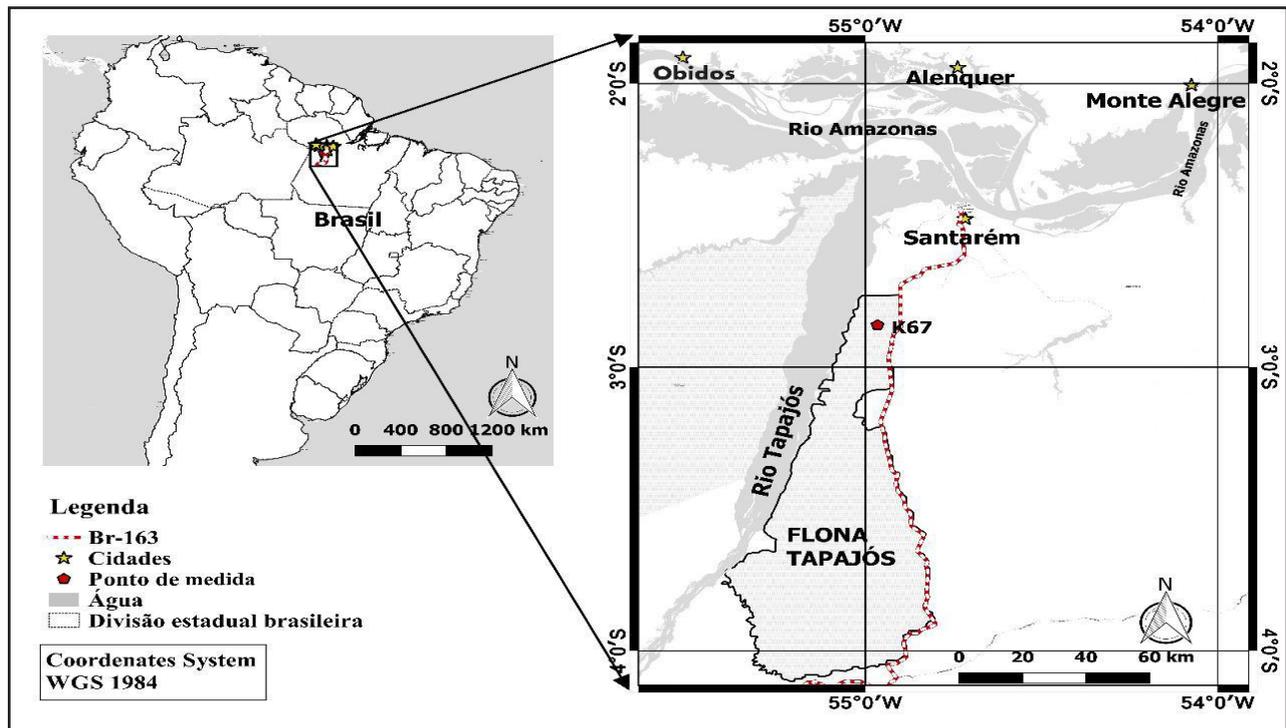
de efeito estufa (KELLER, 1994). O desmatamento das florestas libera gases através da queima e decomposição da biomassa, pelos solos, pela exploração madeireira, pelas hidrelétricas, pelo gado e pelas queimadas recorrentes de pastagens e de capoeiras (FEARNSIDE, 2001). Existem grandes preocupações quanto aos impactos que essas mudanças podem gerar, pois está diretamente ligado às mudanças climáticas. Neste sentido, estimativas mais acuradas do balanço de metano precisam ser estudadas, principalmente quando se trata da conversão de floresta em pastagem. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever os fluxos de metano, analisando a influência da sazonalidade sobre a emissão/absorção de Metano em solos de floresta de Terra Firme e área de pastagem.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Descrição área de estudo**

O presente estudo foi realizado em sítios com diferentes tipos de cobertura vegetal e de solo, ambos localizados no Oeste do estado do Pará. O primeiro sítio trata-se de uma área de Pastagem e o segundo de uma floresta primária de terra firme, denominada Floresta Nacional do Tapajós (FNT), que possui uma área de 527.319 hectares, abrangendo os municípios de Aveiro, Belterra, Placas e Rurópolis, no Oeste do estado. A FNT, atualmente sob a jurisdição do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), foi criada pelo decreto nº 73.683 de fevereiro de 1974, e alterada pela Lei Federal nº 12.678 de junho de 2012. A área de estudo compreende a região pertencente ao município de Belterra – PA, a 67 km da cidade de Santarém ao longo da BR163.

Figura 1 – Localização da área de estudo da Floresta Nacional do Tapajós



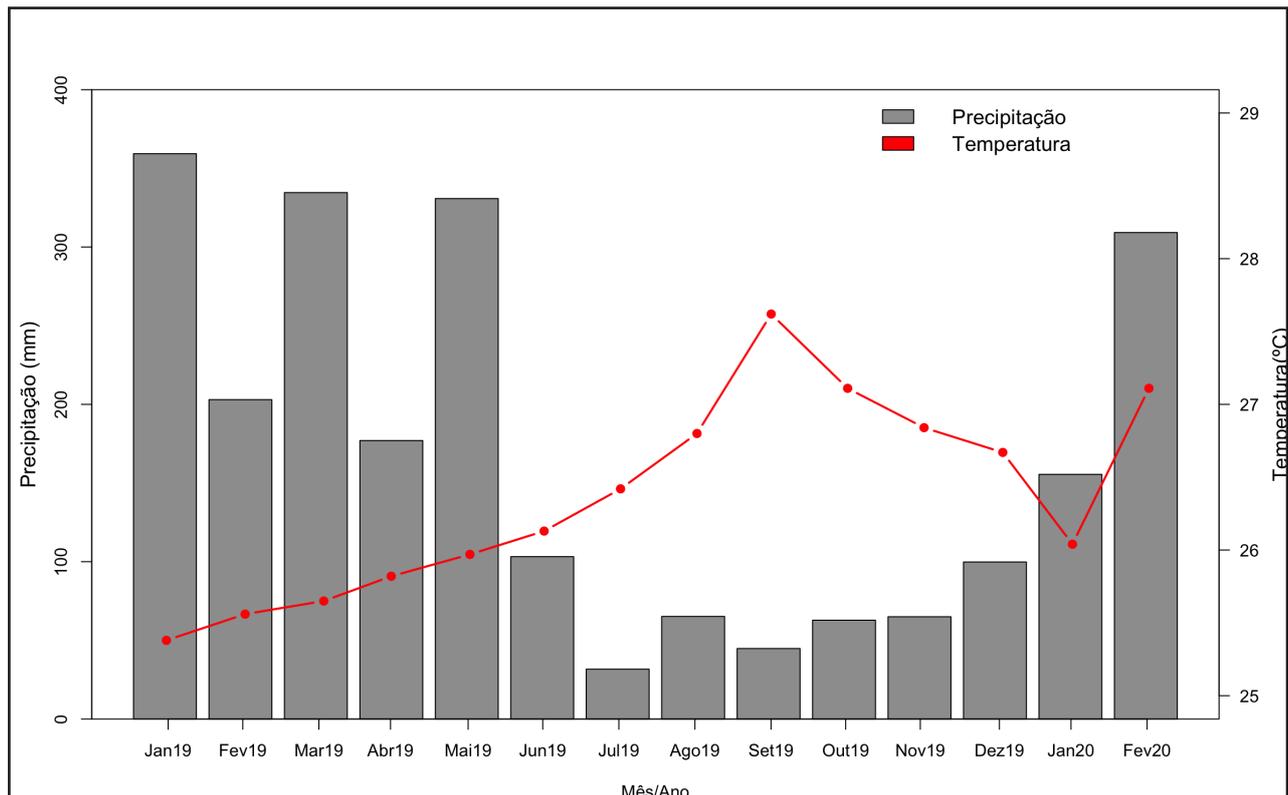
Fonte: Autores (2022)

No que tange a classificação climatológica para a região, de acordo com Köppen (1923), o clima da região é do tipo “Am”, clima tropical úmido ou subúmido. Foram analisados dados referentes à precipitação e temperatura do ar para o Município de Belterra, exposto na figura 2. Os dados são de uma estação meteorológica convencional (OMM: 82246) retirados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) referente aos anos de 2019 e 2020 (<https://bdmep.inmet.gov.br>). Pode-se observar que as variáveis apresentam sazonalidade bem definida e se comportam de formas inversamente proporcionais, na qual a linha vermelha representa temperatura e as barras precipitação. Foi obtida uma média para a variável temperatura durante o período de 26.37°C, com mínima de 25.38 °C e máxima de 27.62 °C.

Durante o período analisado, obteve-se uma média de 167.28 mm e uma máxima de 359.30 mm para precipitação, onde o período chuvoso tem início no mês de dezembro e se estende até junho, sendo março o mês mais chuvoso, com 526,3 mm, nessa mesma época pode-se notar que a temperatura do ar tem um decaimento. No

período seco, que ocorre a partir de junho e se estende até novembro, observa-se que o mês de julho apresenta os menores volumes de precipitação, logo, a temperatura tende a ser mais elevada.

Figura 2 – Precipitação versus temperatura máxima do ar para Belterra-PA no período de 2019-2020



Fonte: Autores (2022)

## 2.2 Medidas diretas de Metano

As medições foram realizadas com o auxílio de um Ultra-Portable Greenhouse Gas Analyser (GGA) (Modelo 915-0011, Los Gatos Research (LGR), Mountain View, CA, EUA). Para as medições de concentração de metano no solo foram utilizadas câmaras estáticas, nas quais é verificado o fluxo através da acumulação/diminuição da concentração desse gás dentro da câmara.

O método envolve o anexo de uma câmara aberta, que, conectada ao GGA, é colocada sobre uma pequena área da superfície do solo, acoplada a um tubo de PVC,

e então ocorre a medição do gás dentro da câmara. As câmaras são normalmente utilizadas para medir a emissão de diversos gases vestigiais do solo (Siegenthaler, 2016). Medidas da concentração de CH<sub>4</sub> pelo método de câmara (ajuste linear) com frequência mensal possibilitam o estudo temporal do fluxo do gás, de modo a ajudar na compreensão da fenomenologia em escala sazonal.

A partir das medidas de concentração, e dados sobre a geometria da câmara, é possível, por meio da equação dos gases ideais, estimar o fluxo e o sentido de metano daquela determinada área de medida. Para o cálculo do fluxo difusivo nas superfícies do solo foi utilizado a equação 1, uma adaptação de Goldenfum (2010).

$$F = \frac{V}{A} \cdot \frac{\delta C}{\delta t} \cdot \frac{P}{R(T+273)} \quad (1)$$

Onde,  $F$  é o fluxo de CH<sub>4</sub> ( $\mu\text{ mol} / \text{m}^2 \text{ h}^{-1}$ ),  $A$  é a área basal da câmara ( $\text{m}^2$ ),  $V$  é o volume da câmara ( $\text{m}^3$ ),  $\delta C / \delta t$  é o slope da reta ( $\text{ml}/\text{m}^3\text{h}$ ),  $P$  a pressão atmosférica (atm),  $R$  constante ideal dos gases ( $\text{atm L}/\text{mol K}$ ),  $T$  é a temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ). Os fluxos foram calculados primeiro em  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$  e então convertidos em  $\text{mg m}^{-2}\text{d}^{-1}$ .

A área foi dividida em transectos com cerca de 05 metros distantes entre si. Em cada ponto foram realizadas no mínimo 3 réplicas, por cerca de 4 minutos cada.

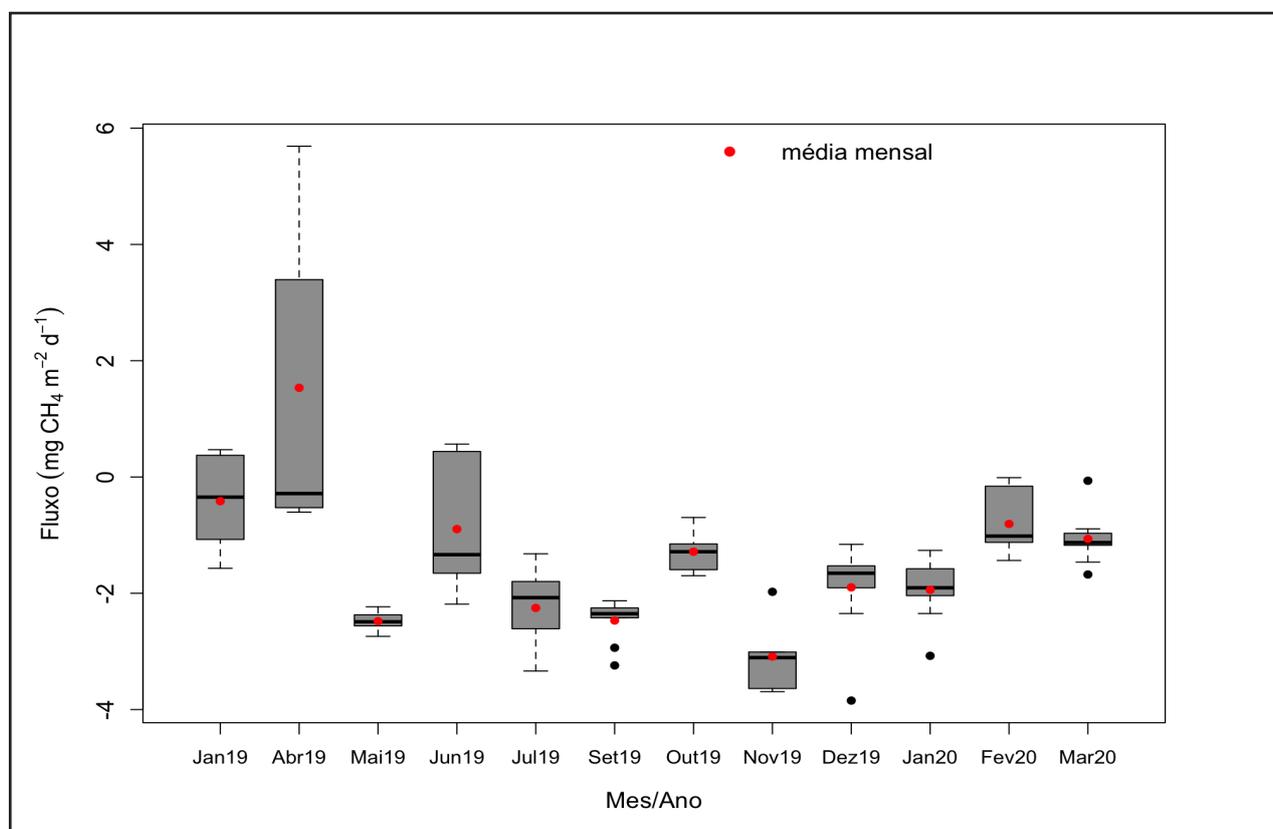
## 2.4 Análise estatísticas

Os dados foram submetidos ao tratamento estatístico de normalidade, a partir do teste de Shapiro-Wilk, admitindo-se  $p < 0,05$  como nível de significância. O teste utilizado demonstrou que os dados não apresentavam uma distribuição normal. Logo, a dependência do fluxo de CH<sub>4</sub> em relação à temperatura do ar e do solo foi avaliada a partir da significância dos coeficientes de correlação de  $\rho$  (rho) spearman, utilizado para testes não paramétricos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fluxo de metano no solo da região da FNT no km 67 apresentou média de  $-1.499 \pm 1.3 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  durante o período de estudo, sendo que a menor produção desse gás foi no mês de dezembro de 2019, em torno de  $-3.846 \pm 0.82 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  mês, que corresponde ao período seco, e a maior emissão em abril (período chuvoso), com valor igual a  $5.690 \pm 2.86 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (Figura 3). No período analisado obtiveram-se valores negativos, indicando o consumo de metano pelo solo, no qual assumiu o papel de sumidouro, o que poderá contribuir para a diminuição do  $\text{CH}_4$  no solo devido à oxidação desse gás. Também é interessante notar durante o período sazonal, quando inicia o período chuvoso, o consumo de  $\text{CH}_4$  começa a diminuir.

Figura 3 - Variação amostral do fluxo de metano para o período estudado na área de floresta (2019-2020)



Fonte: Autores (2022)

Pesquisa realizada por Moura (2010), na mesma floresta estudada, quantificou uma média de  $-1,17 \pm 0,28 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , indicando consumo de metano pelo solo, devido fluxos negativos na maioria das medidas amostradas. No entanto, Furtado Neto (2019) apresentou resultado diferente, foi obtido fluxos positivos com média de emissão de  $0,45 \pm 0,71 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , mostrando que o solo da floresta estava emitindo metano para atmosfera.

Na área de pastagem pode-se analisar que fevereiro de 2020 foi o mês no qual se obteve o maior valor de fluxo  $\text{CH}_4$ , com valor de  $4.2845 \pm 1.94 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , apresentando menor valor e produção de metano no mês de maio (2019) com fluxo de  $-4.6925 \pm 2.56 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , e uma média de  $-0.4776 \pm 1.21 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  para todo o período (Figura 4). Nota-se que 90% dos meses apresentaram fluxos negativos indicando que houve consumo de metano pelo solo.

Pode-se salientar que a área retira o metano da atmosfera, ficando retido no solo, neste processo supõe-se que as gramíneas podem ajudar neste processo, já que a pastagem em estudo é uma área não manejada.

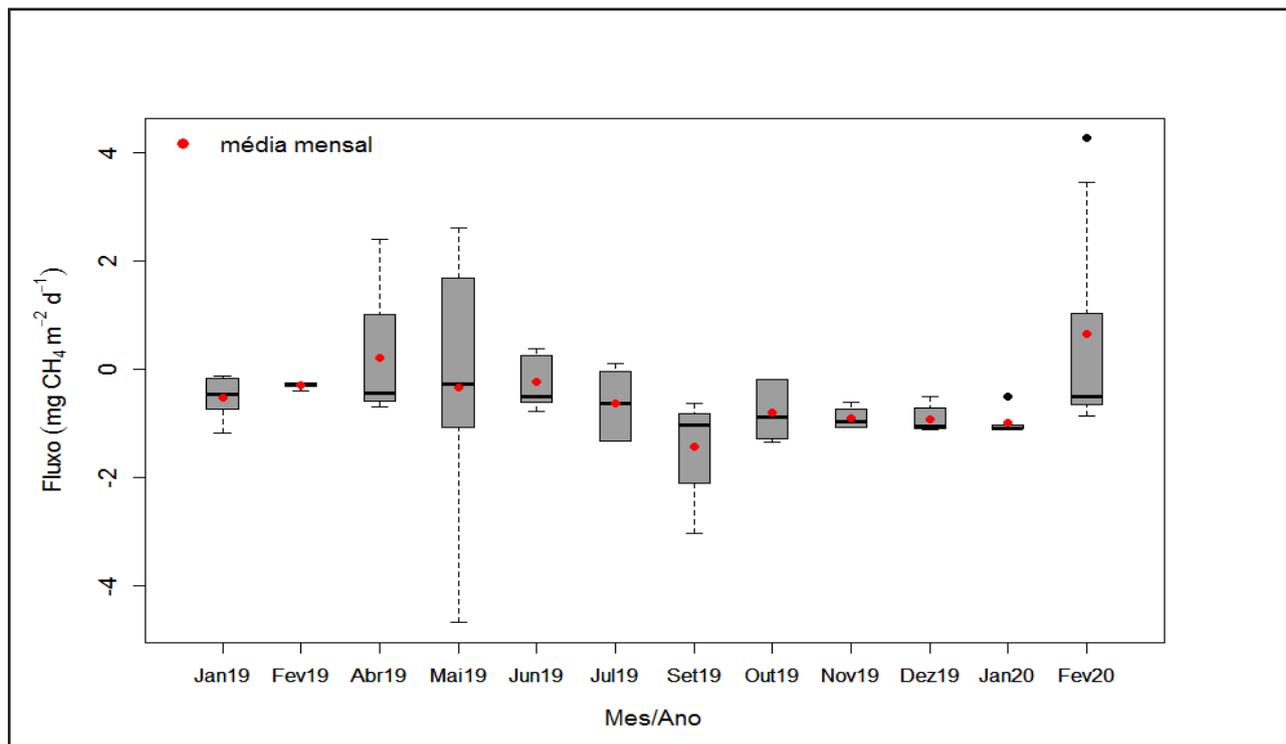
É sabido que áreas de pastagens geralmente são fontes de metano. Segundo Souza (2017) as emissões de  $\text{CH}_4$  são mais sensíveis às condições de manejo da pastagem do que à sazonalidade, isso pode ajudar a entender como o manejo da pastagem pode reduzir as emissões de metano.

Os maiores fluxos médios de  $\text{CH}_4$  na estação chuvosa justificam-se pela produção desse gás acontecer pela decomposição anaeróbica de matéria orgânica pelas bactérias metanogênicas. Dessa forma, a umidade é um dos fatores principais que regula a sua produção e em condições aeróbicas, como na estação de seca, o solo pode funcionar como dreno de  $\text{CH}_4$  atmosférico pela oxidação por bactérias metanotróficas.

Estudo realizado por Santos (2012), para as áreas de pastagem obteve fluxo médio igual a  $0,21 \pm 0,18 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  e  $0,05 \pm 0,03 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , na qual, a mesma não encontrou diferença entre a primeira e a segunda medida em cada transecto

(uma reta de 300 m de comprimento), demonstrando apenas que houve liberação de gás para a atmosfera.

Figura 4 – Variação amostral do fluxo de metano para o período estudado na área de pastagem (2019-2020)

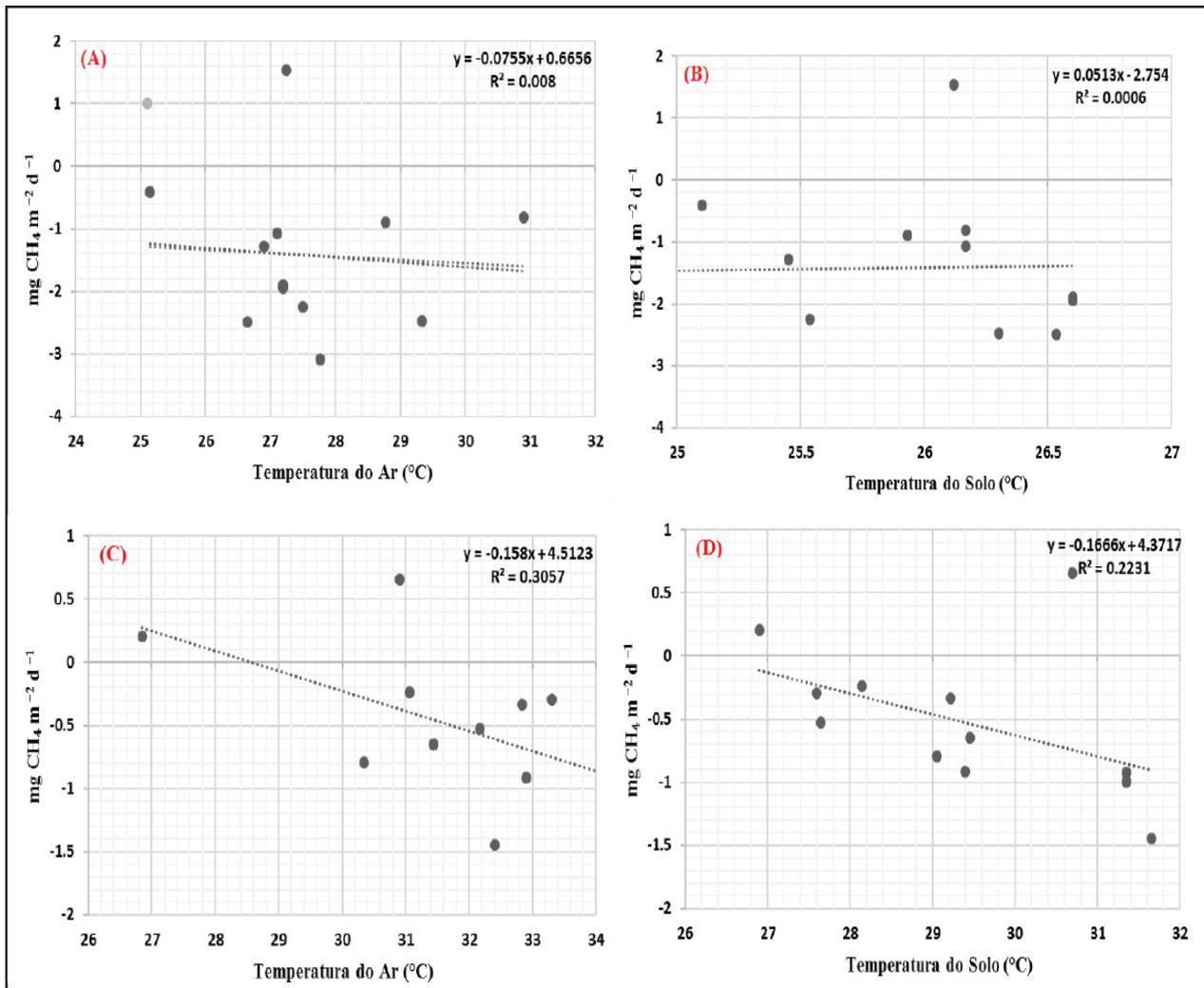


Fonte: Autores (2022)

A correlação direta mostrou que os parâmetros ambientais medidos não apresentaram significância estatística ( $p \leq 0,05$ ) com o fluxo de metano. Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram baixos para as variáveis.

Existe correlação fraca e negativa entre o fluxo de metano e temperatura do solo nas duas áreas (Figura 5). À medida que a temperatura aumenta, maior é a oxidação de metano pelo solo, isso se deve, pois, a temperatura é um fator que pode aumentar a atividade de microrganismos do solo que conseqüentemente aumentarão a oxidação de CH<sub>4</sub> em ambiente aeróbico (Santos, 2012).

Figura 5 – Correlação e regressão do fluxo de metano com Temperatura do ar (A) e Temperatura do solo (B) referente a flona, (c) e (d) referente a pastagem



Fonte: Autores (2022)

Na figura 5, observa-se uma correlação negativa fraca entre a temperatura do ar e o fluxo de metano, não foram observadas diferenças significativas entre as estações secas e úmidas, considerando o período amostral. Com o aumento da temperatura, a capacidade de oxidação do CH<sub>4</sub> pelos organismos do solo pode ter diminuído, apresentando valores negativos para o fluxo em ambas as estações, ou seja, atuando na remoção de metano da atmosfera.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concentração de metano na atmosfera teve uma forte crescente desde a era pré-industrial. As fontes de metano existentes na atmosfera dividem-se em naturais e antropogênicas, sendo que estas têm uma participação muito grande nas emissões e no aumento das emissões de metano. O equilíbrio entre fontes e sumidouros determina a variação da concentração de metano na atmosfera. Sendo que o entendimento da grande variabilidade dessa concentração e do recente decréscimo na razão de crescimento representa um grande desafio.

A floresta de terra firme localizada na FLONA Tapajós tem um papel importante no que diz respeito à retenção do fluxo de  $\text{CH}_4$  para atmosfera. Constatou-se a variabilidade sazonal do fluxo e o consumo desse gás ao longo do período de estudo, provavelmente devido ao efeito das alterações nos teores de temperatura do ar e do solo, os quais podem favorecer a produção de  $\text{CH}_4$  durante o período chuvoso ou o consumo deste no período de estiagem em razão da atividade de micro-organismos no solo.

Na área de pastagem pode-se observar que o consumo de metano ocorre em 90% dos meses estudados, isso se dá justamente porque trata-se de uma área que não é manejada, é preciso conhecer os processos de produção desses gases sob diferentes manejos, desenvolver experimentos de longo prazo e realizar frequentes medições de fluxos, de modo a quantificar e monitorar as contribuições desses sistemas para as medições de gases e desenvolver tecnologias mitigadoras e ao mesmo tempo orientadas para o não desperdício dos recursos naturais.

Compreender a boa variabilidade desta concentração e a redução recente na taxa representa um grande desafio. Compreender todos os processos envolvidos na produção e destruição da série do metano é crucial para estabelecer potenciais mudanças futuras, sendo o maior problema a qualidade das interações com outros gases atmosféricos, que incorporam processos de feedback. Além disso, as reações

e interações com diferentes gases desempenham um papel crucial na determinação dos resultados radiação de metano, que é a unidade de área mais preocupante em relação ao aumento da concentração deste gás na atmosfera.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem cordialmente ao Projeto ao de pesquisa Integrating Dimensions of Microbial Biodiversity across Wetlands and Land Use Types to understand methane greenhouse gas cycling in Tropical Forest, amparado pela United States Agency for International Development (USAID) e à Universidade Federal do Oeste do Pará pelas bolsas de iniciação concedidas para o desenvolvimento das pesquisas.

## REFERÊNCIAS

FEARNSIDE, P.M. Emissões de gases de efeito estufa oriundas das mudanças do uso da terra na Amazônia Brasileira. In **7ª reunião Especial da SBPC: Amazônia no Brasil e no Mundo, Manaus-Amazonas**, 25-27 de abril de 2001. SBPC, São Paulo. 2001.

FELIPPE, M. T. S. Estudo de Fluxo de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) regional na Bacia Amazônica. 2010. 165 p. **Tese** (Doutorado em Ciências). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

FURTADO NETO, A. T.o; MOURA, J. M. S.; SILVA, R.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; GATTI, L. V.i; RÖCKMANN, T. Produção e Fluxo de Metano na Floresta Nacional do Tapajós. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 585-596, dez. 2019.

GOLDENFUM, J. A. (Ed.). GHG Measurement Guidelines for Freshwater Reservoirs: Derived From: The UNESCO/IHA Greenhouse Gas Emissions from Freshwater Reservoirs Research Project. International Hydropower Association (IHA), 2010.

KELLER, M.; REINERS, W. A. Soil-atmosphere exchange of nitrous oxide, nitric oxide, and methane under secondary succession of pasture to forest in the Atlantic lowlands of Costa Rica. **Global Biogeochemical Cycles**, Kent, Ohio, v. 8, n. 4, p. 399-409, dez. 1994.

KNITTEL K., BOÉTIUS A. Anaerobic oxidation of methane: progress with an unknown process. **Annu. Rev. Microbiol.** Bethesda, v. 63, p. 311-334. 2009.

MALHI, Y.; PHILLIPS, O. L. Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis. Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London. Series B: **Biological Sciences**, v. 359, n. 1443, p. 549-555, mar. 2004.

MOJEREMANE, W. Factors influencing methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions from soils: a review. **International Journal of Forest, Soil & Erosion**, v. 3, n. 3, p. 104-112, 2013.

MOURA, J.M.S. Fontes de metano em florestas tropicais da Amazônia: Análise da composição isotópica e uso de técnicas indiretas para determinação de balanços gasosos nesses ecossistemas. 2010. 108 p. **Tese** (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2010.

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.; AND ZHANG, H. 2013: 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*. T.F. STOCKER, D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. DOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX, AND P.M. MIDGLEY, Eds., **Cambridge University Press**, pp. 659-740, doi:10.1017/CBO9781107415324.018.

SANTOS, F. C. Trocas gasosas de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O entre solo e atmosfera em diferentes tipos de cobertura nos municípios de Belterra e Santarém, Pará. 2012. 46 p. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará, 2012.

## **Contribuição de autoria**

### **1 – Taiane Alves da Silva**

Universidade Federal de Alagoas, Bacharela em Ciências Atmosféricas pela Universidade Federal do Oeste do Pará

<https://orcid.org/0000-0003-1448-3819>•taianea88@gmail.com

Contribuição: Conceituação; Metodologia; Redação - preparação do rascunho original; Coleta in situ, investigação e análise dos dados

### **2 – Rafael Corrêa Muniz**

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Oeste do Pará

<https://orcid.org/0000-0001-9371-4528>•rafaelmuniz.cc@gmail.com

Contribuição: Metodologia; Coleta in situ, investigação e análise dos dados

### **3 – Laura dos Santos Lima**

Graduanda em Ciências Atmosféricas na Universidade Federal do Oeste do Pará

<https://orcid.org/0000-0002-9356-8409>•lauralima200078@gmail.com

Contribuição: Conceituação; Análise dos dados

#### **4 – Raphael Pablo Tapajós Silva**

Doutor em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Oeste do Pará

<https://orcid.org/0000-0001-9621-9733> • [raphael.silva@ufopa.edu.br](mailto:raphael.silva@ufopa.edu.br)

Contribuição: Conceituação; Metodologia

#### **5 – José Mauro Sousa Moura**

Universidade Federal do Oeste do Pará, Doutor em Química na Agricultura e no Meio Ambiente pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura

<https://orcid.org/0000-0003-4962-8870>•[jmaurosm@gmail.com](mailto:jmaurosm@gmail.com)

Contribuição: Metodologia

### **Como citar este artigo**

SILVA, T. A. da; MUNIZ, R. C.; LIMA, L. dos S.; T SILVA, R. P. T.; MOURA, J. M. S. de Fluxo de metano proveniente do solo em área de floresta e pasta no Oeste do Pará. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 45, n. esp. 2, e80259, 2023. DOI :<https://doi.org/10.5902/2179460X80259>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/80259>. Acesso em: dia mês abreviado ano.