



I CONGRESSO PERNAMBUCANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Água para o Desenvolvimento
Recife, 24, 25 e 26 de Março de 2026

EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM MANGUEZAL ANTROPIZADO DO NORDESTE BRASILEIRO

*Ana Vitória da Silva Araújo*¹; *Karine Mirelle Jesus Ramos*²; *Sandra Barbosa Dias*³;
*Ana Dolores Santiago de Freitas*⁴

Palavras-chave: manguezal, CO₂, CH₄, N₂O, mudanças climáticas, emissões

INTRODUÇÃO

Os manguezais desempenham papel estratégico no contexto das mudanças climáticas, atuando como importantes sumidouros de carbono devido à elevada produtividade primária e à grande capacidade de acumular matéria orgânica no solo (Lovelock; Duarte, 2019). Apesar desse potencial mitigador, a pressão antrópica como desmatamento, urbanização costeira e lançamento de efluentes pode transformar esses ecossistemas em fontes significativas de gases de efeito estufa (GEE), especialmente dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (Adame *et al.*, 2021).

Alterações hidrológicas, mudanças no aporte de matéria orgânica, compactação do solo e variações no regime de inundação afetam diretamente os processos microbianos responsáveis pela produção e consumo desses gases. Manguezais degradados tendem a apresentar maior decomposição aeróbia, intensificação da metanogênese em camadas anóxicas e aumento dos processos de nitrificação e desnitrificação, resultando em maior emissão de N₂O (Das; Mandal, 2022).

Estudos recentes apontam que o distúrbio ambiental pode alterar significativamente o balanço de GEE nesses ecossistemas, modificando a relação entre emissões de CO₂, CH₄ e N₂O e a estrutura ambiental do solo e da vegetação (Arifanti *et al.*, 2022; Castellón *et al.*, 2022). Considerando a relevância dos manguezais no balanço regional e global desses gases, este estudo tem como objetivo quantificar fluxos de CO₂, CH₄ e N₂O em manguezais preservados e antropizados do Nordeste brasileiro, investigando como o grau de degradação influencia diretamente a dinâmica dos gases associados às mudanças climáticas.

¹) Universidade Federal de Pernambuco - PROTEN, +55 81 98951-5583, ana.silvaaraujo@ufpe.br

²) Universidade Federal de Pernambuco - PROTEN, +55 81 99680-3052, karine.jesus@ufpe.br

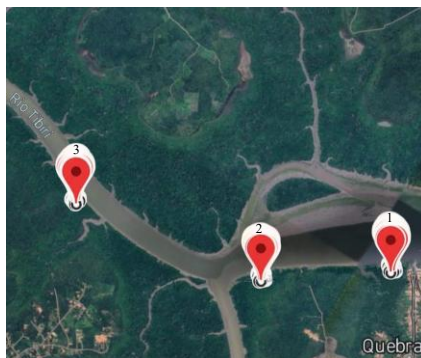
³) Universidade Federal de Pernambuco - PROTEN, +55 81 99248-2038, sandra.diasbarbosa@ufpe.br

⁴) Universidade Federal de Pernambuco - PROTEN, +55 81 99661-8539, anadoloressantiagodef Freitas@gmail.com

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em estuários localizados nos estados de Pernambuco, Bahia e Maranhão, contemplando gradientes de impacto ambiental. Em cada estuário foram selecionados manguezais antropizados e uma área controle de menor interferência humana.

Figura 1. Distribuição dos pontos amostrais no manguezal do rio Tibiri-MA.



Fonte: Autor (2025).

As emissões de GEE foram quantificadas por meio de câmaras estáticas fechadas, instaladas na superfície do solo em duas unidades por parcela, totalizando 12 câmaras em 6 parcelas. Após o fechamento das câmaras, amostras gasosas foram coletadas nos intervalos de 1, 10, 20 e 30 minutos utilizando seringas de 40 mL acopladas a septos. As amostras foram armazenadas em frascos labco® pré-evacuados e enviadas ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) para determinação das concentrações por cromatografia gasosa.

Figura 2. Instalação das câmaras estáticas no solo do manguezal.



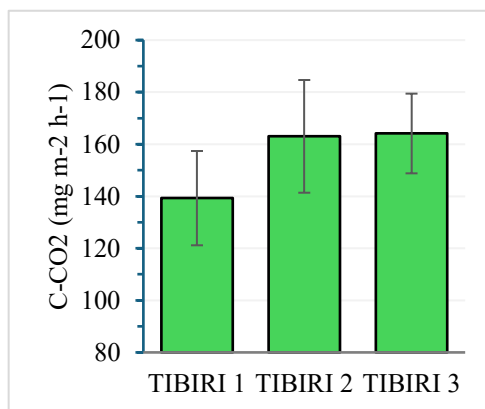
Fonte: Autor (2025).

O CO₂ e o CH₄ foram determinados por detector de ionização de chama (FID) acoplado a metanador, enquanto o N₂O foi quantificado com detector de captura de elétrons (ECD). Os fluxos foram calculados a partir da variação temporal das concentrações no interior da câmara, considerando volume, temperatura e área de solo coberta. Até o momento, foram analisadas três estações amostrais no manguezal do Rio Tibiri (MA), correspondendo à primeira etapa da pesquisa

RESULTADOS

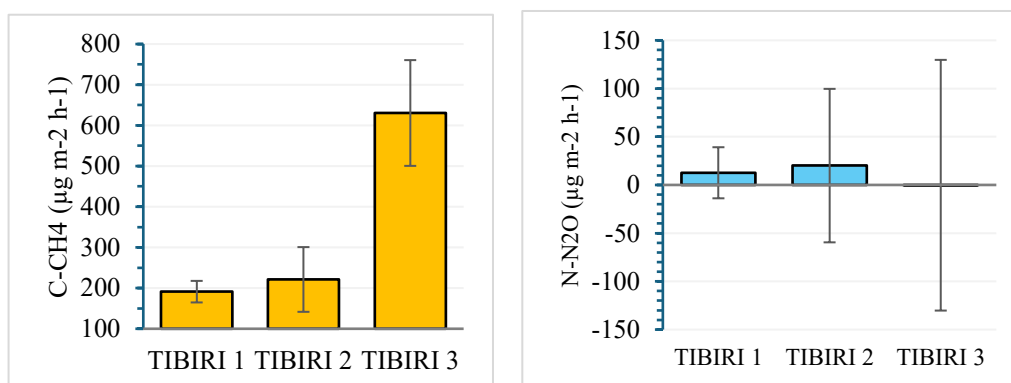
A análise preliminar dos fluxos de gases de efeito estufa (GEE) na interface solo-atmosfera revelou dinâmicas espaciais distintas entre os sítios amostrados no manguezal do Tibiri, MA. Os fluxos de CO_2 mantiveram-se relativamente constantes entre os pontos, com um leve incremento observado nos sítios Tibiri 2 e 3, indicando uma atividade respiratória do solo consistente na área de estudo (Ferreira *et al.*, 2022).

Figura 3. Fluxos de CO_2 nos sítios amostrais do manguezal do rio Tibiri, MA.



Entretanto, o destaque observacional foi a variação significativa nos fluxos de metano (CH_4). Enquanto os sítios Tibiri 1 e 2 apresentaram emissões moderadas (média próxima a $200 \mu\text{g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$), o sítio Tibiri 3 registrou um pico expressivo de emissão, superando $600 \mu\text{g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Este comportamento sugere que o sítio 3 pode estar sujeito a condições de anaerobiose mais estrita (solo mais alagado) ou receber maior aporte de matéria orgânica lábil, fatores que favorecem a atividade de arqueias metanogênicas e limitam a oxidação do metano no solo superficial (De Marco *et al.*, 2022; Kristensen *et al.*, 2008).

Figura 4. Fluxos de CH_4 e N_2O nos sítios amostrais do manguezal do rio Tibiri, MA.



Em contrapartida, os fluxos de óxido nitroso (NO_2) apresentaram alta variabilidade espacial, alternando entre pequenos pulsos de emissão e absorção (fluxos negativos), especialmente no sítio Tibiri 3.

Esse padrão de "sumidouro" atmosférico ou baixas emissões é frequentemente relatado em solos de mangue saturados, onde a desnitrificação completa converte o N_2O em N_2 inerte (Kreuzwieser; Buchholz; Rennenberg, 2003).

CONCLUSÕES

O manguezal do Rio Tibiri apresenta emissões consideráveis de CO₂ e CH₄, associadas à dinâmica da matéria orgânica e às condições anóxicas do sedimento. Os baixos valores de N₂O indicam participação limitada dos processos de nitrificação e desnitrificação nesta fase inicial da pesquisa. Os dados reforçam a importância da conservação desses ecossistemas como estratégia de mitigação das mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Energia Nuclear (DEN/UFPE), ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, às equipes de campo e ao CENA/USP pelas análises cromatográficas, e aos órgãos de fomento da CAPES e FACEPE. A pesquisa conta com apoio institucional da UFPE, e UFRPE.

REFERÊNCIAS

- ADAME, M. F. *et al.* Future carbon emissions from global mangrove forest loss. **Global Change Biology**, [s. l.], vol. 27, nº 12, p. 2856–2866, 2021.
- ARIFANTI, V. B. *et al.* Contributions of mangrove conservation and restoration to climate change mitigation in Indonesia. **Global Change Biology**, [s. l.], vol. 28, nº 15, p. 4523–4538, 2022.
- CASTELLÓN, S. E. M. *et al.* Greenhouse gas fluxes in mangrove forest soil in an Amazon estuary. **Biogeosciences**, [s. l.], vol. 19, nº 23, p. 5483–5497, 2022.
- DAS, N.; MANDAL, S. Microbial populations regulate greenhouse gas emissions in Sundarban mangrove ecosystem, India. **Acta Ecologica Sinica**, [s. l.], vol. 42, nº 6, p. 641–652, 2022.
- DE MARCO, A. *et al.* Strategic roadmap to assess forest vulnerability under air pollution and climate change. **Global Change Biology**, [s. l.], vol. 28, nº 17, p. 5062–5085, 2022.
- FERREIRA, T. O. *et al.* Litho-climatic characteristics and its control over mangrove soil geochemistry: A macro-scale approach. **Science of The Total Environment**, [s. l.], vol. 811, p. 152152, 2022.
- KREUZWIESER, J.; BUCHHOLZ, J.; RENNENBERG, H. Emission of Methane and Nitrous Oxide by Australian Mangrove Ecosystems. **Plant Biology**, [s. l.], vol. 5, nº 4, p. 423–431, 2003.
- KRISTENSEN, E. *et al.* Emission of CO₂ and CH₄ to the atmosphere by sediments and open waters in two Tanzanian mangrove forests. **Marine Ecology Progress Series**, [s. l.], vol. 370, p. 53–67, 2008.
- LOVELOCK, C. E.; DUARTE, C. M. Dimensions of Blue Carbon and emerging perspectives. **Biology Letters**, [s. l.], vol. 15, nº 3, p. 20180781, 2019.