



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025**

Análise descritiva e temporal das Emissões e Remoções de dióxido de carbono em diferentes biomas do Brasil de 1990 a 2023

Bruna Naiure de Santana Souza¹; Mauricio Santana Lordelo²

1. Bolsista PVIC/UEFS, Graduanda em Agronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana, naiurebruna@gmail.com

2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, mslordelo@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Biomas; Emissões de CO₂; Remoções de CO₂

INTRODUÇÃO

Diante do atual contexto de mudanças climáticas globais, observou-se uma crescente preocupação mundial em relação às emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases de efeito estufa (GEE), como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), (Carvalho *et al.*, 2010). O Brasil é coberto por seis biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal) que constituem uma vasta biodiversidade, com o predomínio de vegetação nativa e formações florestais responsáveis pelo estoque de carbono, mas que estão atrelados às diferentes mudanças no uso da terra e das florestas, influenciando diretamente o aumento ou a redução de dióxido de carbono (SEEG, 2024).

Para o monitoramento das emissões, o país conta com o Sistema de Estimativa de Gases de Efeito Estufa (SEEG), idealizado pelo Observatório do Clima, que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa. Essa plataforma disponibiliza dados de emissões e remoções de CO₂ para os seis biomas e por setores, incluindo o de Mudanças de Uso da Terra e Florestas. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar as emissões e remoções de CO₂ nos seis biomas brasileiros, utilizando medidas descritivas e análise gráfica, buscando avaliar padrões de comportamento aos dados disponibilizados pelo SEEG.

Assim, a pesquisa promove uma compreensão mais aprofundada dos dados ambientais coletados, reforçando a importância desses estudos para o controle da redução das emissões de GEE e contribuindo para a efetivação de políticas de mitigação das mudanças climáticas, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), especialmente o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e o ODS 15 (Vida terrestre).

MATERIAL E MÉTODOS

Os principais dados secundários referentes às emissões e remoções de dióxido de carbono (CO₂) foram obtidos através da plataforma SEEG: Emissão por alteração do uso da terra; Remoção por vegetação secundária; Remoção dentro de áreas protegidas e Remoção por outras mudanças de uso da terra, abrangendo o período de 1990 a 2023 para os seis biomas. Além disso, a pesquisa teve como embasamento a Nota Metodológica SEEG 11, referente ao Setor Mudanças de Uso da Terra e Florestas. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software livre R (R Core Team, 2025) com base em Hyndman e Athanasopoulos, 2021.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

A análise descritiva dos dados de emissões CO₂ por bioma, mostram que a Amazônia, como esperado, é o bioma que apresenta maior média e desvio padrão, o que indica maior variabilidade absoluta. Porém, em termos de variabilidade relativa, o valor mais alto ocorreu no Pantanal onde também foi constatado o menor valor para a média. Os demais resultados estão descritos na Tabela 1. Em linhas gerais, observa-se que as emissões médias são mais elevadas nos biomas com maior extensão territorial e consequentemente maior interferência antrópica (Amazônia e Cerrado), enquanto os biomas de menor área apresentam médias inferiores.

Tabela 1. Estatísticas descritivas de Emissões de CO₂ por Bioma

Bioma	Medidas descritivas			
	Média	Mediana	Desvio-padrão	CV (%)
Amazônia	9203,0	9042,8	3473,8	37,8
Caatinga	336,2	310,4	90,7	27,0
Cerrado	1901,7	1843,2	587,1	30,9
Mata Atlântica	1116,5	938,2	432,7	38,8
Pampa	170,8	167,9	46,9	27,5
Pantanal	77,4	77,3	32,0	41,4

A Figura 1, apresenta o gráfico da evolução das emissões e remoções de CO₂ nos seis biomas brasileiros, entre 1990 e 2023. As emissões (linhas vermelhas, valores positivos) e as remoções (linhas verdes, valores negativos).

A Amazônia lidera o gráfico, sendo o bioma que mais contribui para as emissões de CO₂ na atmosfera. Houve picos entre 2000 e 2005, superando 1,5 bilhões de toneladas de CO₂, seguido por queda acentuada até 2010. Após isso, as emissões se mantêm mais baixas, mas com novos aumentos a partir de 2015 e outro pico antes de 2020. Observa-se que, existe uma tendência de crescimento das emissões de CO₂ nos biomas: Caatinga e Pantanal entre 2019 e 2023, essa elevação pode estar diretamente associada ao desmatamento de florestas nativas para a produção agropecuária.

As remoções no início da série temporal, apresentam níveis relativamente menores. Porém, com o decorrer dos anos as curvas decresceram de forma contínua, isso significa

que houve um aumento do sequestro de carbono pela vegetação. Com base nos dados de emissões e remoções, o único bioma que apresenta emissões líquidas negativas (emissões - remoções) é a Caatinga, desde 2007. Essa frequência vai aumentando com o decorrer dos anos, apenas em 2022 e 2023, dois anos consecutivos, as remoções não superam as emissões, ou seja, o bioma continuou com um saldo positivo de CO₂.

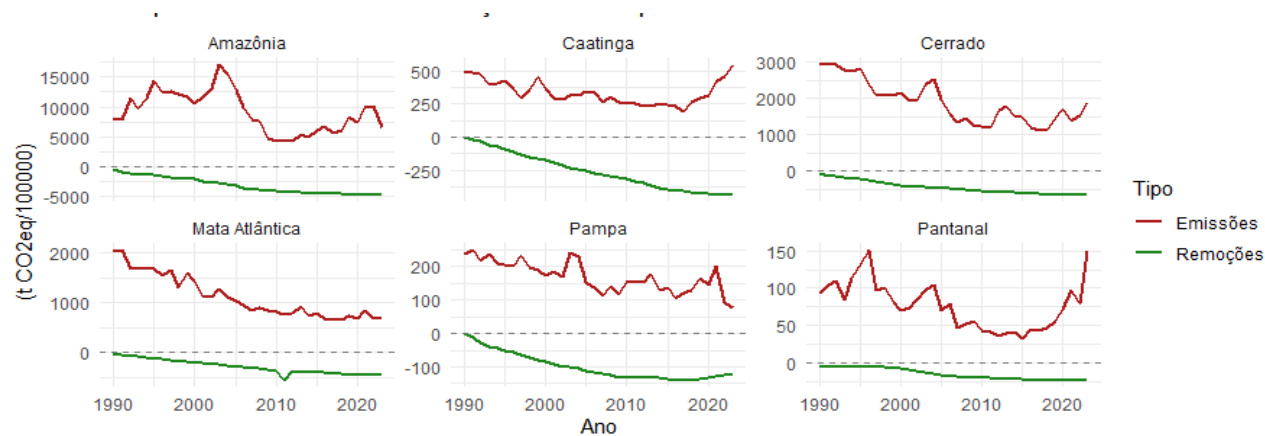


Figura 1: Comparativo - Emissões e Remoções de CO₂ por Bioma ao longo do Tempo (1990 - 2023)

A matriz de dispersão (Figura 4) evidencia o padrão de associação entre as emissões de CO₂ nos seis biomas entre 1990 e 2023. Os valores de correlação de Pearson indicam a força e a direção dessas associações e os asteriscos (*, **, ***) indicam o nível de significância estatística.

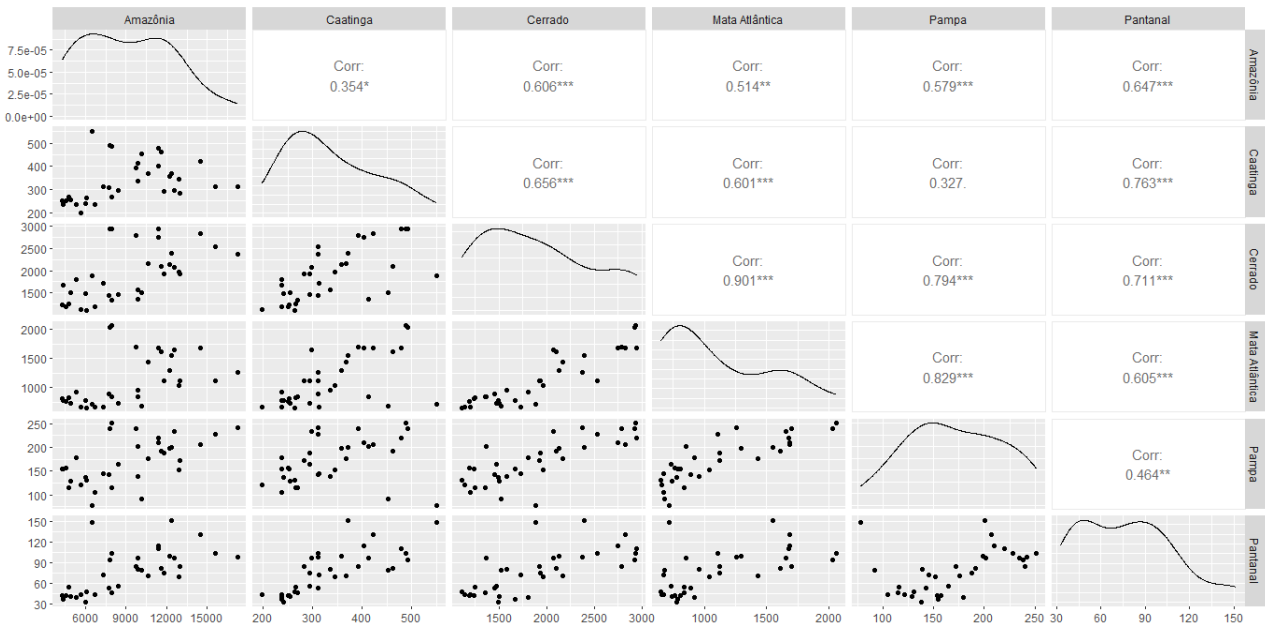


Figura 4: Matriz de dispersão das emissões de CO₂ entre Biomas.

Destaca-se a forte associação entre Cerrado e Mata Atlântica ($r = 0,901^{***}$), seguida das relações entre Pampa e Mata Atlântica ($r = 0,829^{***}$), e Cerrado e Pampa ($r = 0,794^{***}$). Esses resultados sugerem que possivelmente os processos como desmatamento e mudanças no uso da terra, que geram a emissão nesses biomas,

tendem a ocorrer de forma simultânea. As demais correlações também são significativas, apenas com exceção da Caatinga ($r = 0,327$), possivelmente devido às diferentes características ambientais, socioeconômicas e nas políticas públicas que afetam cada bioma.

Vale ressaltar que, as elevadas correlações entre determinados biomas, como Cerrado e Mata Atlântica, podem estar relacionadas não apenas a fatores socioeconômicos e ambientais, mas também à interligação territorial existente entre eles. A proximidade espacial e a presença de zonas de transição favorecem a ocorrência de pressões antrópicas semelhantes, como a expansão agropecuária e o desmatamento, que frequentemente ultrapassam os limites geográficos e ecológicos de cada bioma (Martini *et al.*, 2025).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram analisar o comportamento das emissões e remoções de dióxido de carbono nos diferentes biomas do Brasil. Apesar do aumento significativo das emissões de CO₂ na atmosfera pela Caatinga e pelo Pantanal entre 2019 e 2023, verificou-se que a Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, apresenta um potencial relevante de remoções de CO₂, indicando que a biodiversidade da flora, sobretudo da vegetação secundária, desempenha um papel crucial no sequestro e no estoque de carbono. Assim, o estudo cumpriu seu objetivo de avaliação, oferecendo subsídios importantes para orientar estratégias de conservação e políticas públicas mais eficazes no enfrentamento das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. DE., & CERRI, C. E. P. 2010. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, 34(2), 277–290.
- HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. 2021 [online]. *Forecasting: Principles and Practice*. 3. ed. Homepage: <https://otexts.com/fpp3/>
- MARTINI, A.; PANCIERI, S. D.; TORRES, F. T. P. Análise da fragmentação florestal por meio de métricas da paisagem na região de ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica. *Geogr. UERJ*, v. 47, jan.–jun., 2025. DOI: 10.12957/geouerj.2025.84818.
- NETO, C. O. L. P. 2002. Estatística. Livro, editora Edgard Blucher Ltda. Ed 2.
- R CORE TEAM (2025). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- SEEG. 2024. Nota metodológica SEEG 11: Setor Mudanças de Uso da Terra e Florestas. Versão 2. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Brasília, 89p.
- ONU. 2015. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Organização das Nações Unidas, Nova Iorque.