VARIAÇÃO MENSAL E DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE CO_2 NO DOSSEL DE FLORESTA TROPICAL SAZONALMENTE SECA

Caique Souza Aguiar[1]; Leandro Dias da Silva[2]; Alessandro de Paula[3]; Odair Lacerda Lemos[4]; Hélio Lopes dos Santos[5] e Jonathas Rodrigues de Gualberto Porto[6]

[1] Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: aguiarengflor@gmail.com
[2] Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: dleandro2013@gmail.com
[3] Engenheiro Florestal, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: apaula@uesb.edu.br
[4]Agrônomo, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: olemos@uesb.edu.br
[5]Doutor em Ciência da Computação, Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: heliosantos@uesb.edu.br
[6]Bacharel em Ciência da Computação, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: jonathasrgp@gmail.com

RESUMO

As florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS), como a Caatinga, são ecossistemas fundamentais na regulação do clima, atuando como importantes sumidouros de carbono. Contudo, os estudos sobre a dinâmica do fluxo de CO_2 nesses ambientes ainda são escassos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as variações mensais e diárias da concentração de dióxido de carbono (CO_2), da temperatura e da umidade relativa do ar no dossel de uma floresta seca. O estudo foi conduzido na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá, Bahia, entre janeiro e julho de 2026. As medições foram realizadas automaticamente em intervalos de 30 minutos, durante a manhã, o zênite e o entardecer. Após o controle de qualidade, foram analisadas 1.061 observações, agrupadas em 216 médias de data por período. Os dados foram submetidos à análise de variância bifatorial, ao teste de Tukey e, complementarmente, ao teste de Kruskal-Wallis. A concentração média de CO_2 foi maior pela manhã (533,18 ppm), intermediária ao entardecer (508,98 ppm) e menor no zênite (431,85 ppm). A manhã também apresentou menor temperatura (25,5 °C) e maior umidade relativa (79,34%). Foram identificadas variações mensais e diárias significativas, evidenciando a influência das condições microclimáticas sobre a dinâmica do CO_2. Conclui-se que os padrões encontrados são compatíveis com a sensibilidade ambiental das florestas secas, embora as concentrações registradas não representem diretamente o fluxo líquido de carbono do ecossistema.

Palavras-chave Caatinga; dióxido de carbono; dossel florestal; Savana-Estépica Florestada; sazonalidade.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS) desempenham importante papel na regulação do carbono atmosférico, embora ainda sejam menos estudadas do que as florestas tropicais úmidas. No Brasil, a Caatinga constitui a principal representação desse tipo de formação vegetal e apresenta elevada capacidade de assimilação e retenção de carbono, inclusive sob condições de restrição hídrica (MENDES et al., 2025).

A dinâmica do carbono nesses ambientes é influenciada pela disponibilidade hídrica, temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e estado fenológico da vegetação. A atuação conjunta desses fatores produz variações sazonais e diárias nas trocas de CO_2 entre a vegetação e a atmosfera (MENDES et al., 2020). Dessa forma, o monitoramento contínuo das concentrações de CO_2 e das variáveis microclimáticas contribui para a compreensão do funcionamento das FTSS e de sua resposta às alterações ambientais.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as variações mensais e diárias da concentração de CO_2, da temperatura e da umidade relativa do ar no dossel de uma floresta seca.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá, localizada no estado da Bahia (FIGURA 1A). A unidade de conservação possui aproximadamente 11 mil hectares e apresenta clima semiárido (tipo BSwh segundo Köppen), com precipitação anual média de 600 mm, temperatura média de 23 °C e umidade relativa do ar entre 60 e 80%. A vegetação é classificada como Savana-Estépica Florestada, sendo composta predominantemente por espécies arbóreas decíduas adaptadas às condições de deficiência hídrica (IBGE, 2012; MMA, 2006).

Foi adotada a parcela fixa de 20 x 20 m, estabelecida em área de Caatinga não manejada, denominada “testemunha” (FIGURA 1B), e instalados os sensores de monitoramento de CO_2 em um individuo arbóreo.

A concentração de CO_2 no dossel da floresta foi registrada por meio de sensor infravermelho modelo MH-Z14A, conectado a um microcontrolador ESP32. As leituras foram realizadas automaticamente a cada 30 minutos, nos intervalos de 07h às 09h, 11h às 13h e 16h às 18h, classificados, respectivamente, como manhã, zênite e

entardecer. Simultaneamente, foram registrados dados de temperatura e umidade relativa do ar.

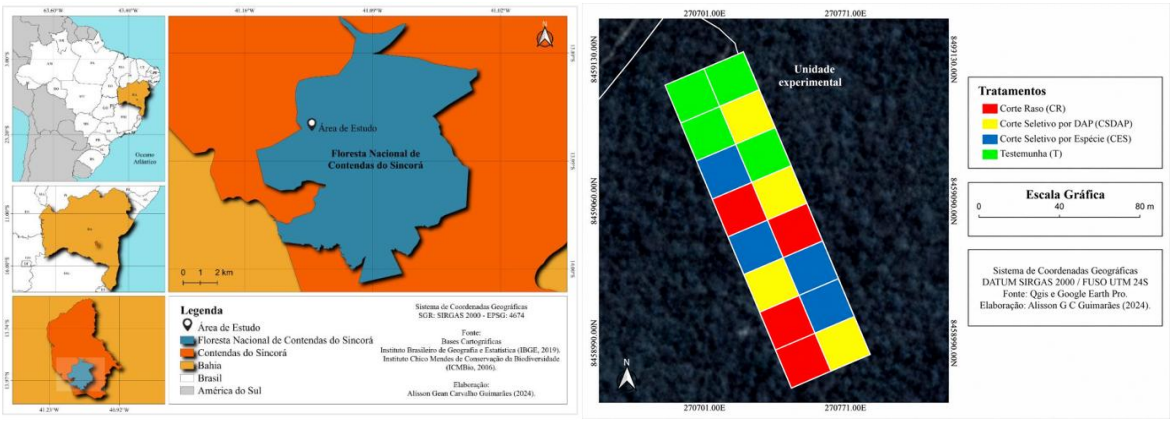


FIGURA 1 - (A) Localização Geográfica da Área Experimental na Floresta Nacional (FLONA) no Município de Contendas do Sincorá, Bahia (Fonte: GUIMARÃES e PAULA, 2025). **(B)** Croqui e localização da unidade experimental na Floresta Nacional (FLONA), em Contendas do Sincorá, Bahia (Fonte: os autores).

Foram realizadas 1.067 medições realizadas entre janeiro e julho de 2026. Durante o controle de qualidade, seis registros incompatíveis com a faixa esperada foram identificados como valores instrumentais inválidos e excluídos das análises. Assim, permaneceram 1.061 observações válidas. Para reduzir erros, os dados foram agrupados em 216 médias correspondentes à combinação entre data e período diário.

2.1. Análise estatística

Foi realizada análise de variância bifatorial, considerando o mês, o período diário e a interação entre esses fatores. Foram empregadas somas de quadrados do tipo III e nível de significância de 5%. Quando identificados efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. A normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias foram avaliadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Como os pressupostos paramétricos não foram plenamente atendidos, aplicou-se, de forma complementar, o teste de Kruskal-Wallis para verificar a consistência das diferenças entre os meses e os períodos diários.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de CO_2 variou significativamente entre os meses e períodos diários, sem interação entre os fatores (FIGURA 2). As médias foram de 533,18 ppm

pela manhã, 431,85 ppm no zênite e 508,98 ppm ao entardecer. A temperatura aumentou de 25,50 °C pela manhã para aproximadamente 35 °C nos demais períodos, enquanto a umidade relativa diminuiu de 79,34% para cerca de 55%.

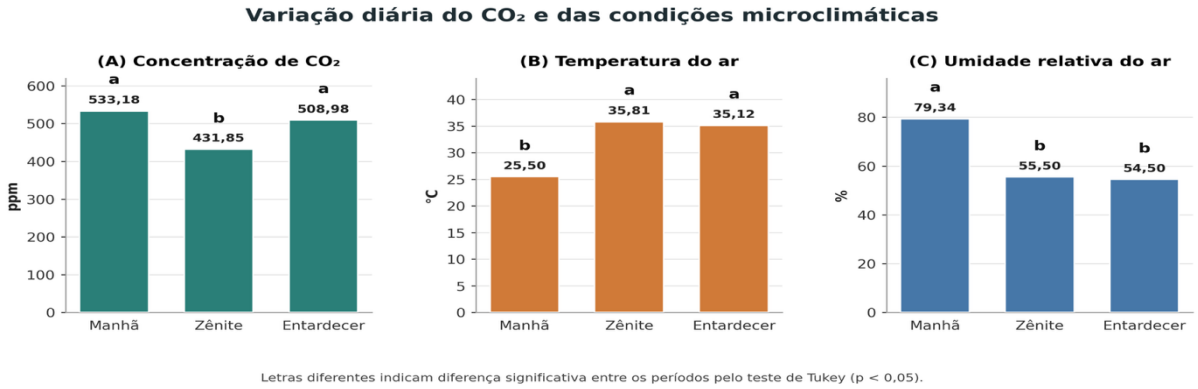


FIGURA 2 - Variação diária da concentração de CO_2, temperatura e umidade relativa do ar no dossel da floresta seca. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os períodos pelo teste de Tukey (P<0,05).

Abril apresentou maior concentração de CO_2 que junho e julho (FIGURA 3). Esses padrões evidenciam a influência das condições microclimáticas e corroboram estudos que relacionam a dinâmica do carbono na Caatinga à temperatura, à radiação e à disponibilidade hídrica (SILVA et al., 2017; MENDES et al., 2020; COSTA et al., 2022).

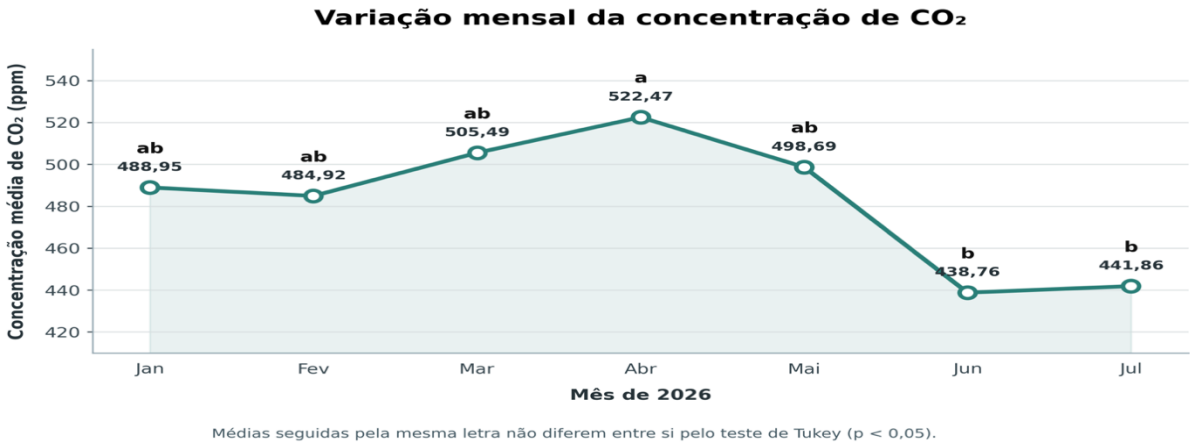


FIGURA 3 - Variação mensal da concentração média de CO_2 no dossel da floresta seca entre janeiro e julho de 2026. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

4. CONCLUSÃO

A concentração de CO_2 apresentou variação mensal e diária, com maiores valores pela manhã e menores no zênite, acompanhando as alterações de temperatura e umidade. Os resultados demonstram a influência do microclima sobre a dinâmica do CO_2.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, G. B. *et al.* Seasonal ecosystem productivity in a seasonally dry tropical forest (Caatinga) using flux tower measurements and remote sensing data. **Remote Sensing**, Basel, v. 14, n. 16, art. 3955, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/rs14163955.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

MENDES, K. R.; CAMPOS, S.; SILVA, L. L.; MUTTI, P. R.; FERREIRA, R. R.; MEDEIROS, S. S.; PEREZ-MARIN, A. M.; MARQUES, T. V.; RAMOS, T. M.; LIMA VIEIRA, M. M.; OLIVEIRA, C. P.; GONÇALVES, W. A.; COSTA, G. B.; ANTONINO, A. C. D.; MENEZES, R. S. C.; BEZERRA, B. G.; SANTOS, C. M. S. Seasonal variation in net ecosystem CO_2 exchange of a Brazilian seasonally dry tropical forest**. Scientific Reports**, London, v. 10, p. 1-16, 2020.

MENDES, K. R.; OLIVEIRA, P. E. S.; LIMA, J. R. S.; MOURA, M. S. B.; SOUZA, E. S.; PEREZ-MARIN, A. M.; CUNHA, J. E. B. L.; MUTTI, P. R.; COSTA, G. B.; SÁ, T. N. M. *et al.* The Caatinga dry tropical forest: a highly efficient carbon sink in South America. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 369, art. 110573, 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA***). Plano de manejo da Floresta Nacional Contendas do Sincorá: volume I: informações gerais sobre a Floresta Nacional.*** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/caatinga/lista-de-ucs/flona-contendas-do-sincora/arquivos/contendas_do_sincora1.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.

SILVA, P. F. da; LIMA, J. R. de S.; ANTONINO, A. C. D.; SOUZA, R.; SOUZA, E. S. de; SILVA, J. R. I.; ALVES, E. M. Seasonal patterns of carbon dioxide, water and energy fluxes over the Caatinga and grassland in the semi-arid region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, London, v. 147, p. 71-82, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.09.003.