

EMISSÕES DE CO₂ DO SOLO EM CURTO PRAZO DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS DE PROGENIES DE PINUS NO MUNICÍPIO DE SELVIRIA – MS

Francieli Alves Caldeira Saul ¹
Arianis Ibeth Santos-Nicolella ^{2,3}
Kleve Freddy Ferreira Canteral ⁴
Regivan Antônio de Saul ⁵
Alan Rodrigo Panosso ⁶
Mario Luiz Texeira de Moraes ⁷

Mudanças climáticas.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar as emissões de CO₂ do solo (FCO₂) de áreas de plantação de pinus, sendo eles *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (PCH); *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (PCB) e *Pinus caribaea* var. *caribaea* subdividido em duas áreas PCC1 e PCC2; *Pinus tecunumanii* (TECU) e uma de competição de espécies e variedades (CEV). O estudo foi realizado no município de Selvíria – Mato Grosso. Foram realizadas 10 avaliações de FCO₂ durante 22 dias, entre agosto e setembro de 2022. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os tratamentos (p<0,01), e na interação entre tratamentos e dias (p<0,01). TECU (3,03 ± 0,08 μmol m² s⁻¹) e PCH (1,32 ± 0,08 μmol m² s⁻¹) apresentaram o maior e menor FCO₂ médio, respectivamente, em comparação com o restante dos tratamentos. Por tanto, existe variação de FCO₂ entre espécies de um mesmo gênero de pinus, sendo que o tratamento TECU apresentou as maiores emissões de CO₂ do solo, enquanto PCH as menores emissões entre os tratamentos avaliados. Isto poderá contribuir a geração de estratégias que visem mitigar as contribuições do CO₂ do solo para a atmosfera provenientes de plantações florestais de pinus.

Palavras-chave: Atividade microbiana; Fisiologia de plantas; Mudanças climáticas.

¹Aluna de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Agronomia (Melhoramento genético de plantas), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharias, Ilha Solteira – francieli.alves@unesp.br

²Aluna de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – santos.nicolella@outlook.com

³ Professora Assistente, Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Panamá – Departamento de Suelo y Agua – arianis.santos-n@up.ac.pa

⁴ Doutor em Agronomia (Ciência do Solo), Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – canteralkleve@gmail.com

⁵ Aluno de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Agronomia (Melhoramento genético de plantas), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharias, Ilha Solteira – regivan.saul@unesp.br

⁶ Professor Dr., Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – Departamento de Ciências Exatas – alan.panosso@unesp.br

⁷ Prof. Dr., Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira - Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socio Economia – mario.moraes@unesp.br

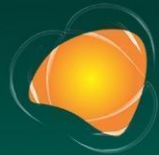
REALIZAÇÃO



INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Sul de Minas Gerais



INTRODUÇÃO

A emissão de CO₂ do solo pode contribuir em até 80% da emissão de CO₂ dos ecossistemas florestais (Luo e Zhou, 2006). Segundo estes autores, a emissão de CO₂ do solo é resultado da respiração microbiana responsável pela decomposição da matéria orgânica do solo e a respiração radicular das plantas.

O solo por sua vez, representa uma oportunidade para a mitigação das mudanças climáticas por meio da remoção dos gases de efeito estufa em curto prazo e grande escala (IPCC, 2022). Neste sentido, qualquer mudança significativa nos processos de emissão de CO₂ do solo pode afetar as concentrações de CO₂ atmosférico, tais como o manejo do solo e aportes orgânicos (Moitinho et al., 2021; Lee et al., 2023). Além disso, áreas de produção e conservação podem estocar 4,5 bilhões de toneladas de CO₂ equivalentes (IBA, 2022).

As plantações florestais de pinus não só representam vantagem econômica, mas também representam uma alternativa para mitigação dos aportes de CO₂ do solo para a atmosfera. No Brasil a produtividade média das plantações florestais de pinus é de 30 m³ por há⁻¹ ano⁻¹, sendo uma das maiores taxas de produtividades deste setor ao nível mundial (IBA, 2022). Enquanto as mudanças climáticas, os solos de florestas do gênero *Pinus* emitem menos CO₂ em comparação com florestas de espécies de folhas largas, devido as diferenças no aporte de nutrientes que fornecem ambas os tipos de folhas (Lee et al., 2023).

Por tanto, neste estudo objetivou-se avaliar as emissões de CO₂ do solo em curto prazo de plantações florestais de progênies de pinus no município de Selvíria – MS.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –

REALIZAÇÃO



INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Sul de Minas Gerais



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

FEPE/FEIS/UNESP, no município de Selvíria – MS (20°20'S e 51°23'W a 330 metros do nível do mar). O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018).

Delineamento experimental

O estudo constou de um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Foram estabelecidos seis (06) tratamentos, dos quais, cada um corresponde à um experimento de pinus, denominados de: PCH (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*); PCB (*Pinus caribaea* var. *bahamensis*), PCC1, (*Pinus caribaea* var. *caribaea* 1); PCC 2 (*Pinus caribaea* var. *caribaea* 2); TECU (*Pinus tecunumanii*) e CEV (competição de espécies e variedades, composto por: (*Pinus caribaea* var. *bahamensis*; *Pinus caribaea* var. *caribaea*; *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; *Pinus oocarpa*; e *Pinus strobus* var. *chiapensis*). Em cada área foram instalados 15 pontos de amostragem, identificados com anéis de Policloreto de vinila (PVC). Foram realizadas 10 avaliações de FCO₂ durante 22 dias, entre agosto e setembro de 2022.

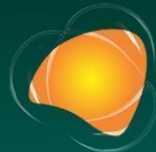
Emissão de CO₂ do solo

Para a avaliação da emissão de CO₂ do solo (FCO₂), foi utilizado um sistema automatizado e portátil de medição dos FCO₂ (LI-8100; LI-COR Bioscience, Nebraska, EUA). O sensor mede as mudanças das concentrações do gás no solo por médio de espectroscopia de absorção óptica na região espectral do infravermelho, dentro de uma câmera fechada acoplada aos anéis de PVC (pontos amostrais).

Análises de dados

Os dados foram analisados através de modelos lineares mistos, considerando como efeitos fixos os tratamentos, dias de avaliação assim como suas interações e os pontos de amostragem como efeito aleatório. Foram consideradas diferenças significativas quando $p \leq 0,05$. As comparações múltiplas entre as medias foram realizadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

Houve efeito significativo dos FCO₂ entre os tratamentos (F=70,59; GL=5; p<0,01), sendo que os valores das médias ajustadas para TECU, PCH, PCC1, PCC2, PCB e CEV foram de 3,03^a; 1,32^e; 1,50^{de}; 2,01^b; 1,67^{cd} e 1,96^{bc} μmol m² s⁻¹; respectivamente (médias seguidas por letras diferentes indicam p<0,05). Observou-se que o tratamento com maiores FCO₂ médio foi TECU e PCH o que apresentou menores FCO₂ (p<0,05).

Os FCO₂ mostraram um efeito significativo na interação entre tratamentos e dias avaliados (F = 2,58; DF = 45; p<0,01; Figura 1).

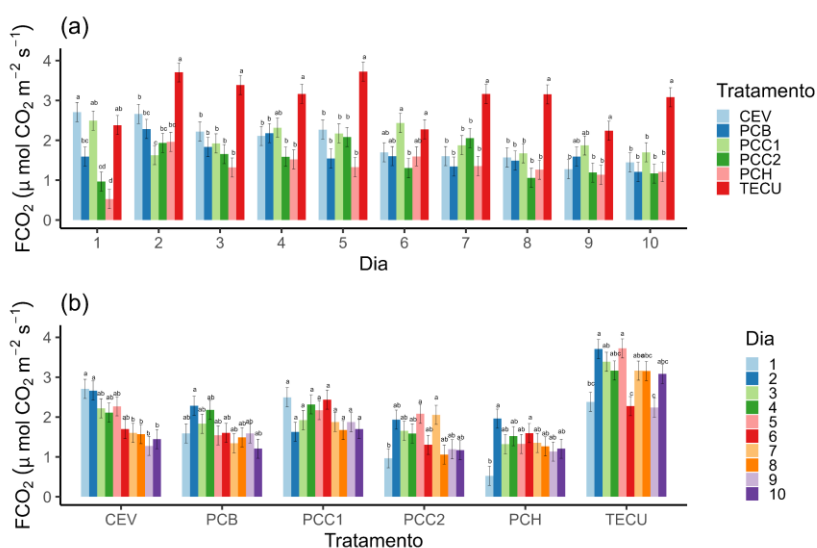
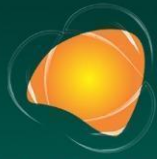


Figura 1. Média ± erro padrão da média da variabilidade temporal das emissões de CO₂ do solo (FCO₂). a) Efeito dos diferentes tratamentos nos FCO₂ em cada dia de avaliação. b) Efeito dos dias de avaliação sobre os FCO₂ para cada tratamento. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas (p<0,05).

Nos dias 3, 5, 7, 8 e 10 apenas o tratamento TECU apresentou diferenças estatísticas do resto dos tratamentos (Figura 1a), com os maiores FCO₂ (p<0,05). Uma exceção foi observada no dia 2, em que os tratamentos TECU, CEV e PCC1 apresentaram diferenças significativas, donde TECU apresentou os maiores FCO₂ e PCC1 o menor FCO₂ (p<0,05; Figura 1a).

No primeiro dia, os maiores FCO₂ foram observados nos tratamentos CEV, PCC1 e

REALIZAÇÃO



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

TECU, sem diferenças significativas entre eles ($p > 0,05$). No entanto, esses FCO₂ diferiram significativamente ($p < 0,05$) em comparação com os tratamentos PCC2 e PCH, que apresentaram os menores valores de FCO₂. Além disso, os FCO₂ de PCB diferiram significativamente ($p < 0,05$) apenas em relação aos tratamentos CEV e PCH.

No quarto e sexto dia, os maiores FCO₂ foram identificados nos tratamentos TECU e PCC1, em comparação com os demais ($p < 0,05$). A exceção ocorreu no sexto dia, quando o FCO₂ do PCC2 foi significativamente menor ($p < 0,05$) em relação ao TECU e PCC1. No nono dia, o FCO₂ em TECU foi maior do que nos tratamentos CEV, PCC2 e PCH (Figura 1a).

O FCO₂ ao longo do tempo para cada tratamento (Figura 1b) indicaram que não houve variação significativa nos tratamentos PCB e PCC1. No tratamento CEV, as emissões diminuíram até o final do experimento. No tratamento PCC2, os FCO₂ no primeiro dia foram significativamente menores apenas em comparação com os dias 5 e 7, enquanto no tratamento PCH observou-se comportamento semelhante ao comparar o primeiro dia com os dias 2 e 6. Por outro lado, o tratamento TECU apresentou os maiores FCO₂ nos dias 2 e 5, em comparação com os dias 1, 6 e 9.

Foram identificadas diferenças na emissão entre os tratamentos, mesmo sendo todos pinus. Nesse sentido, as características do solo florestal mudam de acordo com as características dos aportes de folhas e raízes das plantas, as quais são diferentes entre espécies arbóreas (Lee et al., 2023). De acordo com estes autores, variações nos atributos do solo afetam as comunidades microbianas responsáveis pela emissão de CO₂ do solo, resultando em variações nos FCO₂.

A pouca variação entre os FCO₂ da maioria dos tratamentos ao longo dos dias do experimento, poderia ser atribuída às condições climáticas da época na qual foi realizado o estudo, caracterizada com falta de precipitações, já que umidade do solo é um dos principais fatores que induzem os FCO₂, através da ativação da atividade microbiana (Moitinho et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

REALIZAÇÃO



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

De acordo com os resultados, os FCO₂ podem variar entre espécies de pinus, sendo que TECU foi o tratamento com maiores emissões e PCH o tratamento com as menores emissões. Isto pode contribuir o planejamento e estabelecimento de plantações florestais de pinus, que viessem gerar estratégias de mitigação dos aportes de CO₂ do solo para a atmosfera.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA. Shukla PR, Skea J, et al. (Eds.). Cambridge University Press. 2022. doi:10.1017/9781009157926. Acesso em: 20 de ago. de 2024.
- LUO, Y.; ZHOU, X. Soil Respiration and the Environment: CHAPTER 2 - Importance and Roles of Soil Respiration. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-012088782-8/50002-4>. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/book/9780120887828/soil-respiration-and-the-environment>. Acesso em: 08 de out. de 2024.
- MOITINHO, M.R. *et al.* Effects of burned and unburned sugarcane harvesting systems on soil CO₂ emission and soil physical, chemical, and microbiological attributes. **CATENA**, v.196, n.104903, January, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104903>. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816220304537#f0015>. Acesso em: 08 de out. de 2024.
- LEE, J. *et al.* Effects of vegetation shift from needleleaf to broadleaf species on forest soil CO₂ emission. **Science of The Total Environment**, v. 856, n. 158907, pt.1, January, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158907>. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722060065>. Acesso em: 08 de out. de 2024.
- SANTOS, H. G. dos. *et al.* Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Solos, 5. Ed., Brasília – DF: EMBRAPA, 2018.
- IINDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA. Relatório anual, São Paulo, BR. 2022.

REALIZAÇÃO



INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Sul de Minas Gerais