



**XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS**  
**SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024**

**O FOGO PODE SER ÚTIL PARA O MANEJO DE PINHEIROS EM CERRADO**

**Wendell Jesus de Carvalho<sup>1</sup>; Graziela de Araújo Lima<sup>2</sup>, Abel Augusto Conceição<sup>3</sup>**

1. Bolsista – FAPESB, Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

[uefs.wcarvalho@gmail.com](mailto:uefs.wcarvalho@gmail.com)

2. Doutoranda em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [grazielialima.32@gmail.com](mailto:grazielialima.32@gmail.com)

3. Orientador, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

[abel@uefs.br](mailto:abel@uefs.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação da biodiversidade; *Pinus caribaea*; sobrevivência ao fogo

**INTRODUÇÃO**

As espécies exóticas invasoras representam uma ameaça global à biodiversidade, alterando a composição, estrutura e funcionamento dos ecossistemas (Castro-Díez et al., 2019). A espécie de pinheiro *Pinus caribaea* Morelet, por exemplo, foi introduzida no Cerrado inicialmente para reflorestamento, mas tornou-se uma invasora agressiva, expandindo-se rapidamente para áreas naturais, onde acículas (folhas) começaram a ser acumuladas, impedindo a regeneração de espécies nativas e alterando o regime de fogo (Zanchetta et al., 2007; Abreu; Durigan, 2011).

O sucesso de *P. caribaea* no Cerrado está associado à alta viabilidade de suas sementes, ao rápido crescimento de plântulas e à adaptabilidade a solos pobres e expostos (Miashike et al., 2021). O fogo, comum no Cerrado, também contribui para sua disseminação, uma vez que incêndios intensos promovem a abertura de cones e liberação de sementes (He et al. 2012; Keeley, 2012). Em áreas queimadas na Patagônia, foram constatadas elevadas taxas de germinação e sobrevivência de *Pinus radiata* (Raffaele et al., 2016; Ripa, 2021). Apesar dos avanços no entendimento da invasão de pinheiros, ainda há lacunas sobre estratégias eficazes de controle de *Pinus* (Petenon; Pivello, 2008). O uso do fogo como ferramenta de manejo mostrou-se eficaz em regiões como a Nova Zelândia e África do Sul, onde queimadas controladas ajudam a conter invasões (Nuñez et al., 2017). No Cerrado, o uso do fogo pode ser promissor, mas exige cuidado na intensidade e frequência das queimadas, uma vez que incêndios leves podem não erradicar o *Pinus*, enquanto os intensos podem estimular a germinação das sementes da espécie exótica invasora (Carrillo-García et al., 2024).

Na Chapada Diamantina, onde o manejo de *Pinus caribaea* é um desafio, a espécie foi introduzida há quase 50 anos e ameaça a biodiversidade, além de aumentar os custos do controle (Lima, 2022). O presente estudo busca levantar informações úteis para o manejo de pinheiros em Cerrado, ao investigar o impacto do fogo sobre a sobrevivência de *Pinus*

*caribaea* em áreas invadidas de Cerrado, com a finalidade de testar a hipótese de que o fogo reduz o número de indivíduos jovens.

## MÉTODO

*Pinus caribaea* é uma espécie exótica invasora originária da América Central e México, que foi estudada em duas áreas de Cerrado dentro da Área de Proteção Ambiental Marimbús-Iraquara, na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. A região apresenta solos médio-arenosos, fortemente ácidos, com baixa concentração de nutrientes e temperatura média anual entre 18 e 25 °C. A precipitação anual é de 1.218 mm, com uma estação chuvosa de novembro a abril e uma estação seca de março a outubro (Juncá et al., 2005; Grillo, 2008).

O estudo consistiu no inventário de indivíduos adultos e jovens de *P. caribaea* em dois sistemas: (1) Área Queimada Recente (QR), afetada por incêndio em 2021, e (2) Área Queimada Antiga (QA), sem incêndios nos últimos 10 anos. Foram realizadas medições de altura do indivíduo e diâmetro do tronco ao nível do solo (DNS) dos indivíduos adultos em uma parcela de 20 m x 50 m, anotando-se ainda a altura máxima da marca do fogo no tronco. Os indivíduos jovens foram amostrados em 10 subparcelas de 5 m x 5 m distribuídas sistematicamente (Felfili et al., 2011). Os indivíduos jovens e plântulas foram classificados entre vivos e mortos, com base na presença de folhagem e rebrota. A primeira amostragem foi em 2023 e a segunda em 2024.

Os dados de abundância e mortalidade foram analisados por meio de análise de componentes principais (PCA), e a taxa de mortalidade foi obtida dividindo-se o número de indivíduos mortos pelo total de indivíduos. O teste de Wilcoxon foi aplicado para comparar a mortalidade entre os anos, considerando  $p < 0,05$  como nível de significância. Representações gráficas foram geradas com o pacote 'ggplot2' (Wickham, 2015) no software R 4.2.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área queimada antiga (QA), em 2023, foram inventariados 39 indivíduos adultos de *Pinus caribaea*, com alturas variando de 0,30 a 7,70 m e diâmetros ao nível do solo (DNS) de 0,96 a 28,98 cm. Já na área queimada recente (QR), o inventário registrou 62 indivíduos adultos, com alturas de 0,63 a 15,70 m e DNS de 1,91 a 38,22 cm. Na QR, 44 indivíduos (70,97%) estavam vivos com cicatrizes de fogo entre 1,20 e 7,50 m, enquanto 18 estavam mortos (29,03%) com cicatrizes entre 0,63 e 6,30 m de altura.

Em relação aos jovens amostrados em 2023, nas subparcelas da QA foram registrados 43 indivíduos com alturas de 5 a 76 cm. No ano seguinte, a abundância aumentou para 85 indivíduos com alturas de 5 a 94 cm, resultando na morte de 27 e entrada de 74 indivíduos, um aumento de 197,7%. Já na QR, no ano de 2023 foram encontrados 16 indivíduos de 11 a 30 cm de altura e depois de um ano foram contabilizados 41 indivíduos de 6 a 41 cm de altura, havendo um aumento de 256,3%, com a entrada de 30 novos indivíduos e a morte de 5 indivíduos.

A acentuada mortalidade de indivíduos que constatamos nas classes de altura entre 1,1 e 3 m corrobora com outros estudos, que mostraram elevada mortalidade em indivíduos jovens de *Pinus* causada por fogo, interrompendo o ciclo de vida e reduzindo sua capacidade de regeneração da espécie exótica invasora (Baker, 2009; Robertson et al.,

2019). Embora o pinheiro seja uma espécie com características adaptativas ao fogo, observamos que a intensidade deste evento (cicatrizes altas no tronco e copa queimada) causou a mortalidade de 29,03% dos indivíduos adultos de classes de altura menores. A altura da cicatriz do fogo no tronco e nas copas queimadas atingiu até 6,30 m, com efeito comparável a um incêndio em um bosque tropical no México, onde a mortalidade de *Pinus oocarpa* foi de 48,8%, com cicatrizes de fogo atingindo 1,5 metros de altura (Trejo et al., 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mortalidade concentrou-se nas classes de menor de tamanho, revelando a maior vulnerabilidade ao fogo de indivíduos jovens de *Pinus caribaea*. Isso mostra que o fogo parece ter desempenhado um papel na limitação do recrutamento de indivíduos jovens. Os resultados obtidos sugerem que o fogo pode ser utilizado para o controle de pinheiros e traz implicações diretas para o manejo de ecossistemas invadidos por *Pinus caribaea*, com base nos efeitos do fogo. Além disso, a implementação de técnicas de baixo custo e manejo adequado oferece uma solução prática para o controle de plantas invasoras. Nossa pesquisa provê informações úteis para orientação de futuras intervenções de controle de espécies invasoras de pinheiros em áreas de Cerrado e serve como base para estratégias de manejo em regiões similares. A continuidade dos estudos sobre a dinâmica de *Pinus* sob influência do fogo é crucial para melhoria das práticas de manejo em prol da preservação e conservação dos ecossistemas nativos.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, R. C. R.; Durigan, G. Changes in the plant community of a Brazilian grassland savannah after 22 years of invasion by *Pinus elliottii* Engelm. **Plant Ecology & Diversity**, v.4, 2011, p. 269–278.
- Baker, W. L. **Fire ecology in rocky mountain landscapes**. Island Press, Washington, DC, 2009. 628p.
- Carrillo-García, C.; Hernando, C.; Díez, C.; Guijarro, M.; Madrigal, J. Severity, Logging and Microsite Influence Post-Fire Regeneration of Maritime Pine. **Fire**, v.7, n.125, 2024. 18p.
- Castro-Díez, P.; Vaz, A. S.; Silva, J. S.; Loo, M.; Alonso, Á.; Aponte, C.; Godoy, O. Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services. **Biological Reviews**, v.94, n.4, 2019, p. 1477–1501.
- Felfili, J. M.; Eisenlohr, P. V.; Melo, M. M. R. F.; Andrade, L. A.; Meira Neto, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil**: Métodos e estudos de caso, 1.ed. Editora UFV, Viçosa, 2011.
- Grillo, A. S. Cerrado: áreas do Cercado e do Morro do Camelo, *In*: Funch, L. S., Funch, R. R., Queiroz, L. P. (Eds.). **Serra do Sincorá**: Parque Nacional da Chapada Diamantina. Radami, Feira de Santana. 2008. p. 87-101.
- He, T., Pausas, J. G., Belcher, C. M., Schwilk, D. W., Lamont, B. B. Fire adapted traits of *Pinus aroa* in the fiery Cretaceous. **New Phytologist**, v.194, 2012, p. 751–759.
- Juncá, F. A.; Funch, L. S.; Rocha, W.. **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**, 1.ed. Ministério do Meio Ambiente, Distrito Federal, 2008.

Keeley J. E. 2012. Ecology and evolution of pine life histories. **Annals of Forestry Science**, 69, 445–453.

Lima G. A. **Efeitos da invasão *denus oocarpa* sobre a diversidade vegetal em Cerrado.** Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2022.

Miashike, R. L., Kortz, A. R., Couto, H. T. Z., Pivello, V. R.. Can demographic rates of early development stages justify invasion success among three pine species in the Cerrado biodiversity hotspot? **Austral Ecology**, v.46, 2021, p. 722-736.

Nuñez, M. A.; Chiuffo, M. C.; Torres, A.; Paul, T.; Dimarco, R. D.; Raal, P.; Policelli, N.; Moyano, J.; García, R. A.; van Wilgen, B. W.; Pauchard, A.; Richardson, D. M. Ecology and management of invasive Pinaceae around the world: progress and challenges. **Biological Invasions**, v.19, 2017. p. 3099–3120.

Petenon, D.; Pivello, V. R. Plantas invasoras: representatividade da pesquisa dos países tropicais no contexto mundial. **Natureza & Conservação**, v.6, n.1, 2008. p. 65-77.

Raffaele, E.; Nuñez, M. A.; Eneström, J.; Blackhall, M. Fire as mediator of pine invasion: evidence from Patagonia, Argentina. **Biological Invasions**, v.18, 2016. p. 597–601.

Ripa, R. R. **El fuego como agente de selección rápida en la invasión de la conífera exótica *Pinus radiata*:** un análisis ecológico-molecular. 2021. Tese (Doutorado em Biologia) – Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue, 2021.

Robertson K. M.; Platt, W. J.; Faires, C. E. Patchy Fires Promote Regeneration of Longleaf (*Pinus palustris* Mill.) in Pine Savannas. **Pine Forests**, v.10, n.367, 2019. p. 1-16.

Trejo, D. A. R.; Martínez Muñoz, P. ;Lara, P. J. M. 2019.. Efectos del fuego en el arbolado de un bosque tropical de pino y en el de una selva baja caducifolia en Villaflores, Chiapas. **Ciencia Florestal**, 29(3), 1033-1047.

Whickham H. **R ggplot2 package:** An implementation of the grammar of graphics, 2015. Disponível em: <http://ggplot2.org>, <https://github.com/hadley/ggplot2>. Acesso em 04 out 2024.

Zanchetta, D.; Tannus, J. L. S.; Pinheiro, L. S. Análise biofísica dos processos envolvidos na invasão biológica de sementes de *Pinus elliottii* na Estação Ecológica de Itirapina - SP e alternativas de manejo. **CLIMEP - Climatologia E Estudos Da Paisagem**, v.2, n.1, 2007, p. 72-90.