

Projeto: *Seeders e resprouters* do Cerrado respondem diferentemente à época de queima?

Congressista: Maria Júlia de Oliveira Alves da Silva¹

Orientador: Rafael Silva Oliveira¹

Co-orientadora: Natashi A. L. Pilon¹

Palavras-chave: resiliência; estruturas subterrâneas; campo úmido

¹Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

INTRODUÇÃO

Formações tropicais abertas, como campos e savanas, evoluíram na presença de frequentes queimadas naturais há milhares de anos (Bond et. al, 2005). Esse distúrbio natural possibilitou a seleção de atributos funcionais que garantem a resiliência ao fogo (Pausas et. al, 2018; Keeley et. al, 2011). Após a passagem do fogo, grande parte das espécies conseguem rebrotar rapidamente a partir de uma diversidade de órgãos subterrâneos de reserva e, assim, recobrir rapidamente o solo exposto (Medeiros & Miranda, 2008; Hoffmann & Solbrig, 2003; Hoffmann & Moreira, 2002). Dessa forma, a montagem e o funcionamento dessas vegetações depende, em grande parte, da manutenção de queimadas periódicas (Abreu et al. 2017, Durigan & Ratter 2017).

A literatura sobre estratégias de regeneração e resiliência ao fogo se concentra sobretudo no estrato arbóreo (Medeiros & Miranda, 2008; Hoffmann & Solbrig, 2003; Hoffmann & Moreira, 2002), sendo escassa para as espécies herbáceas e arbustivas (Parr et al. 2014). O conhecimento sobre como essas estratégias de regeneração interferem na rápida recuperação desses sistemas após queima ainda é incipiente, principalmente para as plantas que compõem esse estrato herbáceo-arbustivo (Pilon et. al, 2021). Nesse contexto, este projeto busca elucidar como o tipo de estratégia de regeneração (e.g., via rebrota ou semente) e a diversidade de estruturas subterrâneas influenciam na recuperação da vegetação de comunidades de campo úmido, considerando diferentes épocas de queima. Campos úmidos do cerrado são exemplos de vegetações tropicais abertas no Brasil e importantes para a manutenção de serviços ecossistêmicos (e.g., infiltração de água e de estoque de carbono), além de apresentarem elevada biodiversidade (Denny, 1994). Porém, pouco estudados se comparados com as fisionomias secas e, por isso, serão o ecossistema modelo de aplicação deste trabalho. Esses conhecimentos são fundamentais para subsidiar ações de manejo do fogo e conservação, dado que o estrato herbáceo, como principal componente de formações tropicais abertas, garante a diversidade e o funcionamento desses sistemas.

MÉTODOS

Local de estudo: Desenvolvido em uma área de campo úmido na Fazenda Almécegas, no Vale Verde, Chapada dos Veadeiros, município de Alto Paraíso – GO, (14°11'35.1"S 47°34'09.0"W).

Desenho experimental: Foram instalados cinco blocos 20 m x 20 m distribuídos na área de campo úmido. A distância entre os blocos é de no mínimo 50 m. Cada bloco foi dividido em quatro parcelas 10m x 10m, sendo os tratamentos: i) queima no final da estação chuvosa, (ii) queima no meio e (iii) final da estação seca e iv) controle. Cada parcela contém quatro subparcelas circulares de 1-m², resultando em 80 subparcelas no total. As queimas prescritas foram realizadas por brigada local experiente. Para cada queima, somente as parcelas representantes do tratamento foram queimadas. Cada parcela foi submetida a apenas uma queima prescrita. As parcelas foram posicionadas com uso de GPS e demarcadas por vergalhão para não serem perdidas após a queima.

Coleta de dados: Expedições de campo foram custeadas pelo Projeto Temático da FAPESP (2019/07773-1). Viagens de campo aconteceram em fevereiro, junho e outubro/2021 e fevereiro/2022. Os dados foram coletados em todas as parcelas três meses após cada episódio de queima. O monitoramento foi feito após três meses antes que a biomassa se recuperasse totalmente para a correta identificação das estratégias de regeneração (e.g. semente ou rebrota). Em cada subparcela, foi estimada a densidade (número de indivíduos/m²) e riqueza de espécies (número de espécies/m²). Para este projeto, as espécies foram categorizadas em relação a: 1) origem de um novo indivíduo, (rebrota ou semente) e 2) tipos de estruturas subterrâneas. A caracterização taxonômica das espécies e funcional das estruturas subterrâneas foi realizada com base na literatura (Sarmiento 1992, Sage & Monson 1999, Pausas et al. 2018, Durigan et al. 2018), por meio de consulta à base de dados Species link (disponível em <https://specieslink.net/search/>) ou por observações registradas diretas do campo ao longo da pesquisa.

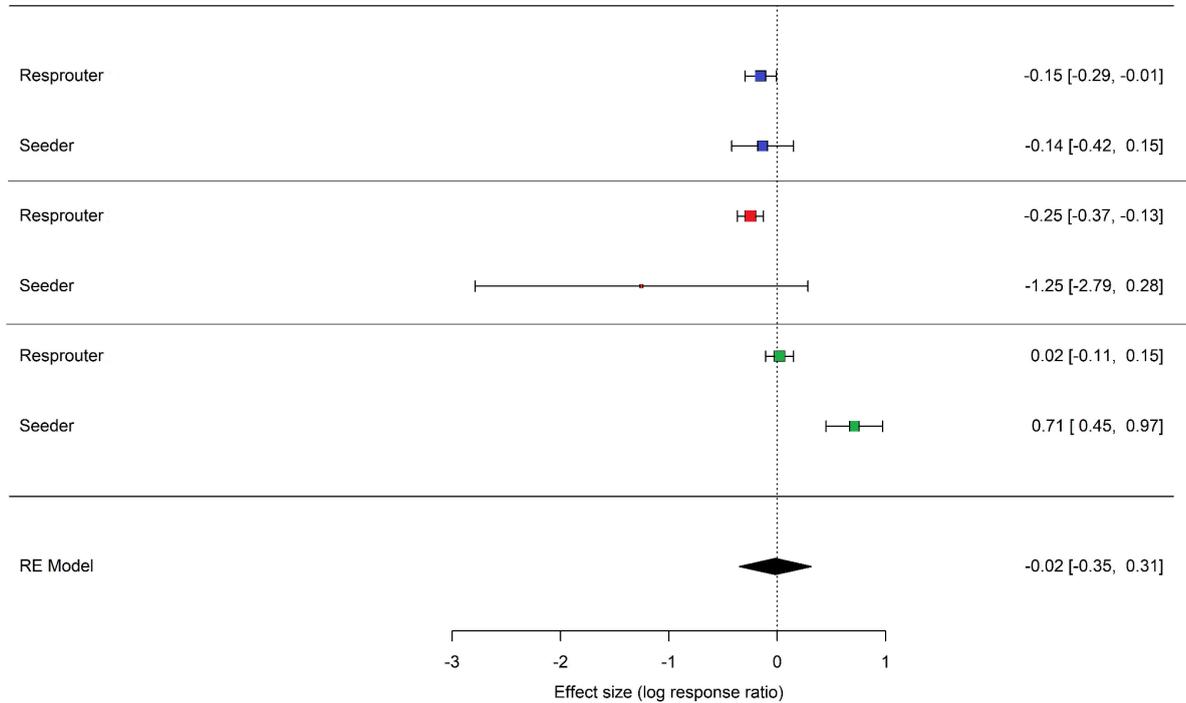
Análise estatísticas: Utilizamos *effect size* para avaliar o impacto do fogo na comunidade herbáceo-arbustiva. Analisamos riqueza de espécies (número de espécies/m²) e densidade de indivíduos (número de indivíduos/m²), em relação ao tipo de estratégia de regeneração e estrutura subterrânea. Adotamos a abordagem *log response ratio* (Hedges, Gurevitch, & Curtis, 1999), usando dados coletados antes e três meses depois do fogo. As análises foram realizadas no software R version 4.1.1 (R core Team 2021) com auxílio do pacote *metafor*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, avaliamos como o manejo do fogo em diferentes épocas do ano afeta a capacidade de regeneração da comunidade vegetal rasteira característica de ecossistemas abertos do Cerrado. Analisamos como a dinâmica de estratégias de regeneração - via semente ou rebrota - e a diversidade de estruturas subterrâneas influenciam na recuperação de espécies herbáceas-arbustivas de campo úmido, considerando a sazonalidade de queima. Nossos resultados apontam que a comunidade em geral demonstrou resiliência em curto prazo. Indiferente da estação, riqueza e densidade foram restabelecidos às mesmas condições de três meses antes da queima prescrita para a maioria dos atributos funcionais. Contudo, somente a aplicação do fogo no final da estação seca melhor estimula a montagem de uma comunidade heterogênea em relação à composição funcional e taxonômica. Apenas quando o fogo foi aplicado na transição da seca para a estação chuvosa, houve aumento em densidade tanto de rebrotadoras (+70%; 133 ind./m² ± 43 SD) quanto de germinadoras (+242%; 105 ind./m² ± 90 SD), estas favorecidas também em riqueza (+104%; 6,2 espécies/m² ± 2,55 SD) (Figura 1). Raiz comum (+296%; 110,7 ind./m² ± 88 SD), rizoma (+55%; 96,8 ind./m² ± 35,8 SD) e xilopódio (+66%; 24,9 ind./m² ± 22,1 SD), as estruturas mais encontradas entre as espécies, foram beneficiadas em abundância, enquanto as demais mostraram-se resilientes, promovendo a diversidade de estratégias e estruturas subterrâneas (Figura 2). Em contrapartida, referente à queima no auge da seca, houve a dominância apenas de grupos rebrotadores com capacidade de rápida propagação vegetativa. Identificar a época de queima que beneficie o estabelecimento de diferentes estruturas e estratégias é essencial para preservar a diversidade funcional da comunidade. A variedade taxonômica dos atributos subterrâneos afeta a dinâmica das espécies acima do solo. Dessa forma, a perda da diversidade no banco de gemas e sementes influencia diretamente na capacidade de resiliência da comunidade ao fogo (Bombo et al. 2022). Embora a comunidade queimada no final da estação chuvosa tenha se demonstrado resiliente, hipotetizamos que se trate de um fogo precoce ao antecipar condições de estresse hídrico, cujos efeitos no ciclo de vida e fenologia reprodutiva das espécies possam repercutir a longo prazo devido à sazonalidade climática. Nossos dados enfatizam a necessidade de compreender a ecologia de formações

tropicais abertas a fim de subsidiar ações de manejo do fogo que sejam elaboradas para a preservação da diversidade desses ecossistemas. O conhecimento sobre a composição e a dinâmica dos grupos funcionais é fundamental para embasar estratégias de restauração eficientes na montagem de comunidade do estrato herbáceo.

a) RIQUEZA DE ESPÉCIES



b) DENSIDADE DE INDIVÍDUOS

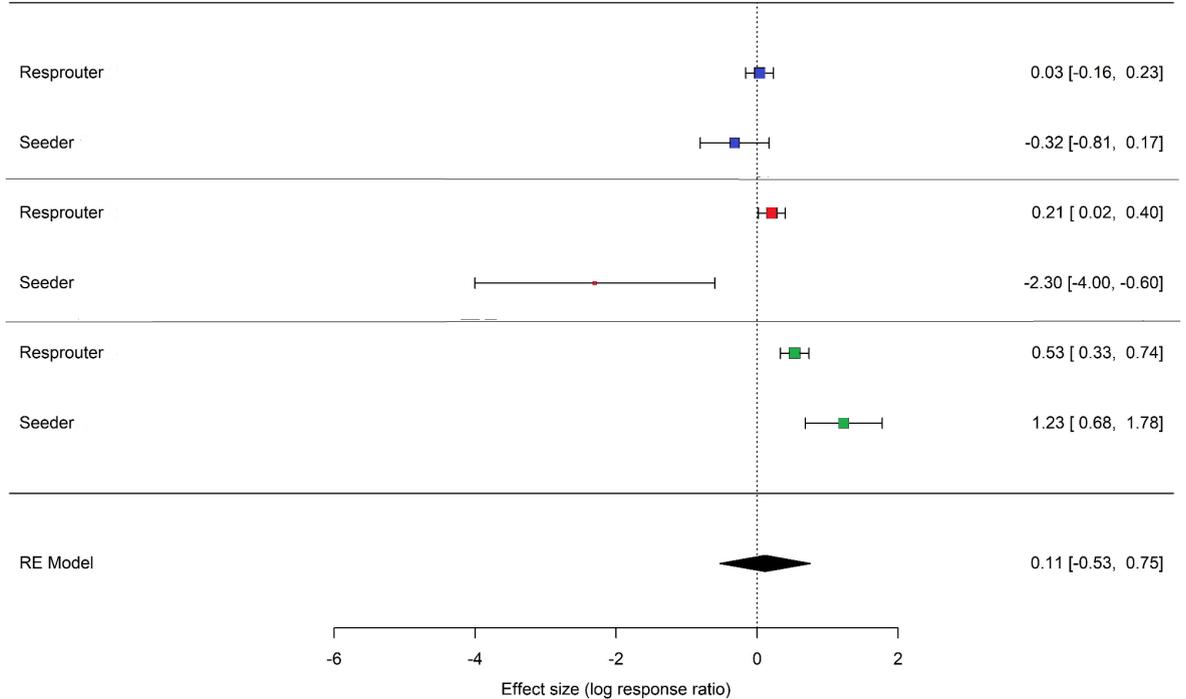
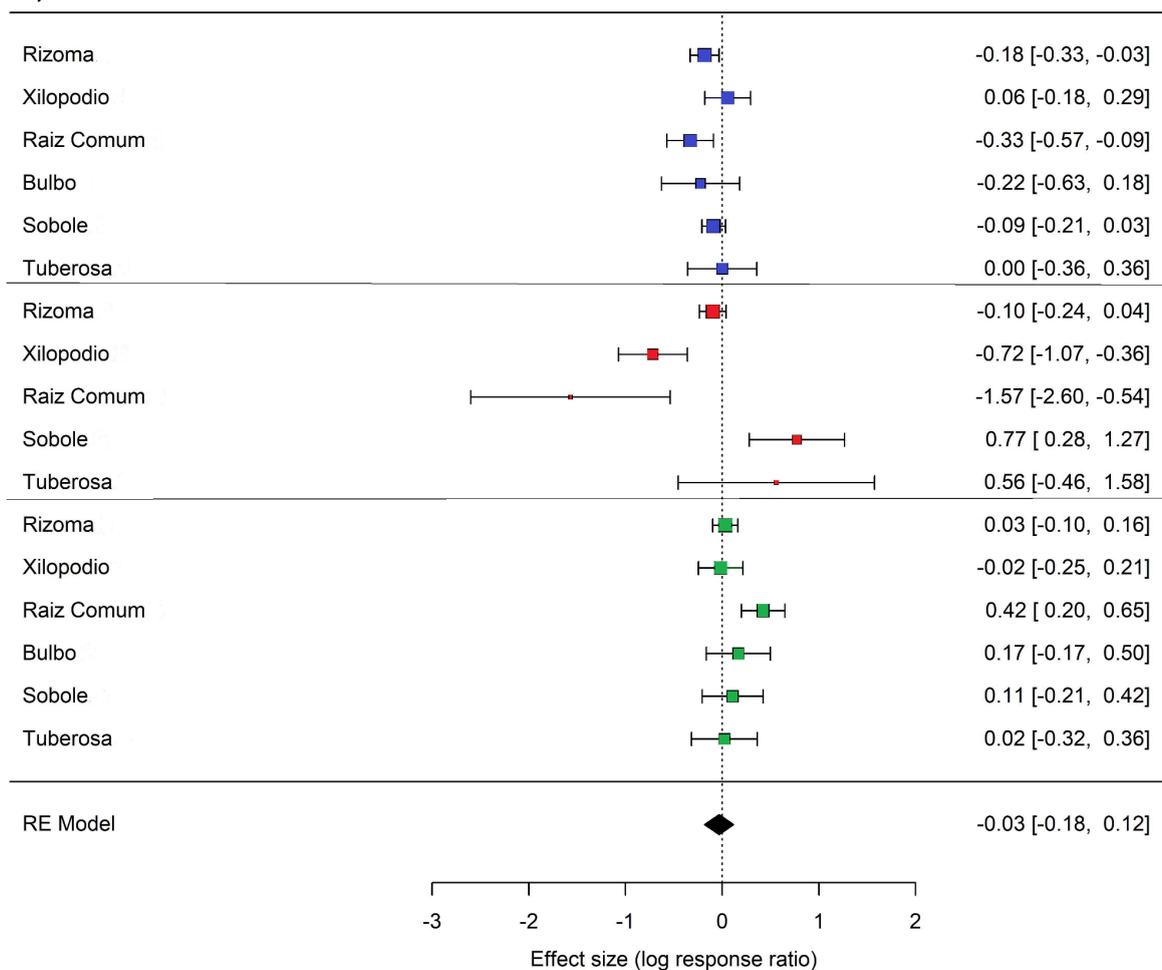


Figura 1: *Effect size* da riqueza de espécies (a) e densidade de indivíduos (b) após três meses de aplicação do fogo, em relação ao tipo de estratégia de regeneração. Resprouter: espécies rebrotadoras; Seeder: espécies germinadoras. Azul: queima no final da estação chuvosa; Vermelho: meio da seca; Verde: final da seca. Boxplots representam a média de *effect size* com 95% de intervalo de confiança para cada variável (valores à direita). Tamanho dos boxplots representam a variação dos dados. Linha vertical pontilhada indica efeito nulo.

a) RIQUEZA DE ESPÉCIES



b) DENSIDADE DE INDIVÍDUOS

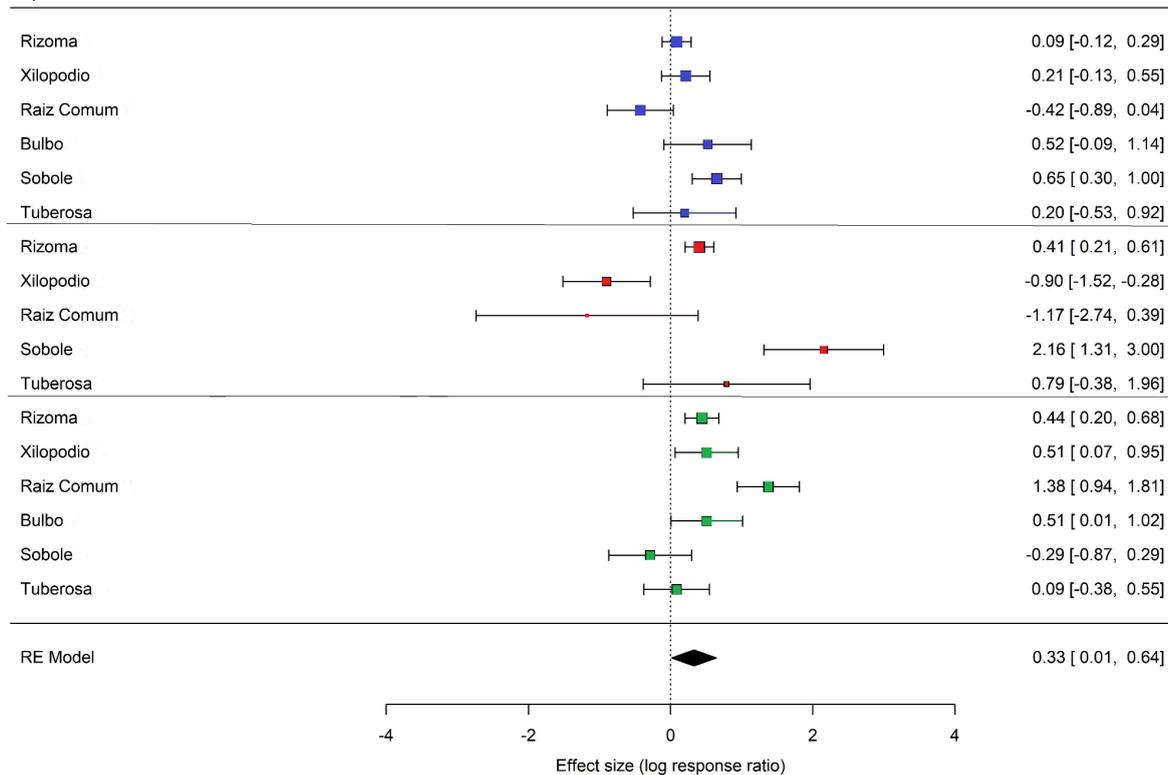


Figura 2: *Effect size* da riqueza de espécies (a) e densidade de indivíduos (b) após três meses de aplicação do fogo, em relação ao tipo de estrutura subterrânea Azul: queima no final da estação chuvosa; Vermelho: meio da seca; Verde: final da seca. Boxplots representam a média de *effect size* com 95% de intervalo de confiança para cada variável (valores à direita). Tamanho dos boxplots representam a variação dos dados. Linha vertical pontilhada indica efeito nulo.

BIBLIOGRAFIA

- ABREU, R. C. R., HOFFMANN, W. A., VASCONCELOS, H. L., PILON, N. A., ROSSATTO, D. R., & DURIGAN, G. (2017). The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. *Science Advances*, 3(8), e1701284.
- BOMBO, A. B., APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B., & FIDELIS, A. (2022). Fire exclusion changes belowground bud bank and bud-bearing organ composition jeopardizing open savanna resilience. *Oecologia*, 199(1), 153-164.
- BOND, W. J. & KEELEY, J. E. (2005). Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 20(7), 387-394.
- DENNY, P. (1994). Biodiversity and wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, 3, 55-611.
- DURIGAN, G. et al. 2018. Plantas pequenas do cerrado biodiversidade negligenciada. 1.ed. ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- DURIGAN, G., & RATTER, J. A. (2017). The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53(1), 11–15.
- HEDGES, L. V., GUREVITCH, J., & CURTIS, P. S. (1999). The meta-analysis of response ratios in experimental ecology. *Ecology*, 80, 1150–1156.
- HOFFMANN, W. A. & SOLBRING, O. T. (2003). The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. *Forest ecology and management*, 180(1-3), 273-286.
- HOFFMANN, W.A. & MOREIRA, (2002): The role of fire in population dynamics of woody plants. In: Oliveira, P.S., Marquis, R.J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York
- KEELEY, J. E., PAUSAS, J. G., RUNDEL, P. W., BOND, W. J., & BRADSTOCK, R. A. (2011). Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. *Trends in plant science*, 16(8), 406-411.
- MEDEIROS, M., & MIRANDA, H. (2008). Post-fire resprouting and mortality in Cerrado woody plant species over a three period. *Edinburgh Journal of Botany*, 65(1), 53-68.
- PILON, N. A. L., CAVA, M. G. B., HOFFMANN, W. A., ABREU, R. C. R., FIDELIS, A., DURIGAN, G. (2021) The diversity of post-fire regeneration strategies in the Cerrado ground layer. *J Ecol.* 2021; 109: 154– 166.
- PARR, C. L., LEHMANN, C. E., BOND, W. J., HOFFMANN, W. A., & ANDERSEN, A. N. (2014). Tropical grassy biomes: misunderstood, neglected, and under threat. *Trends in ecology & evolution*, 29(4), 205-213.
- PAUSAS, J. G., LAMONT, B. B., PAULA, S., APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & FIDELIS, A. (2018), Unearthing belowground bud banks in fire-prone ecosystems. *New Phytol*, 217: 1435-1448.
- R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- SAGE, R. F., & MONSON, R. K. (1998). C4 plant biology. Elsevier.
- SARMIENTO, G. (1992). Adaptive Strategies of Perennial Grasses in South American Savannas. *Journal of Vegetation Science*, 3(3), 325–336.