



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO
E BIODIVERSIDADE**



**FOGO E PADRÕES DE INTERAÇÃO ARANHA-PLANTA NO
CERRADO: IMPACTOS EM COMUNIDADES ASSOCIADAS A
RECURSOS FLORAIS**

Barbara Maria Guimarães

Barbara Maria Guimarães

**FOGO E PADRÕES DE INTERAÇÃO ARANHA-PLANTA NO CERRADO: IMPACTOS EM
COMUNIDADES ASSOCIADAS A RECURSOS FLORAIS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Uberlândia, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestra em Ecologia, Conservação e
Biodiversidade.

Orientadora

Prof.^a Dra. Vanessa Stefani Sul Moreira

UBERLÂNDIA, MG

Julho - 2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

-
- G963f
2026
- Guimarães, Barbara Maria, 1985-
Fogo e padrões de interação aranha-planta no Cerrado [recurso eletrônico] : impactos em comunidades associadas a recursos florais / Barbara Maria Guimarães. -- 2026.
- Orientadora: Vanessa Stefani Sul Moreira.
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.11063>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.
1. Ecologia. I. Moreira, Vanessa Stefani Sul, 1974-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em
Ecologia, Conservação e Biodiversidade. III. Título.

CDU: 574

André Carlos Francisco
Bibliotecário(a)-Documentalista - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia,
Conservação e Biodiversidade

Av. Pará, 1720, Bloco 2D, Sala 26 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38405-320
Telefone: (34) 3225-8641 - www.pggeco.ib.ufu.br - ecologia@umuarama.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ecologia, Conservação e Biodiversidade				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 366, PPGECEB				
Data:	vinte e sete de julho de dois mil e vinte e seis	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:22
Matrícula do Discente:	12422ECR001				
Nome do Discente:	Barbara Maria Guimarães				
Título do Trabalho:	Fogo e padrões de interação aranha-planta no cerrado: impactos em comunidades associadas a recursos florais				
Área de concentração:	Ecologia				
Linha de pesquisa:	Ecologia comportamental e evolutiva				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Resiliência em redes de interações ecológicas no cerrado: impacto do fogo intenso na biodiversidade interativa				

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade assim composta pelos doutores: Fatima Aparecida Arcanjo - UFU; Vitor Miguel da Costa Silva - USP e Vanessa Stefani Sul Moreira - INBIO/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Vanessa Stefani Sul Moreira, apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público e concedeu ao(à) Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação

interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Stefani Sul Moreira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/07/2026, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vitor Miguel da Costa Silva, Usuário Externo**, em 28/07/2026, às 11:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fátima Aparecida Arcanjo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 29/07/2026, às 14:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7499301** e o código CRC **8EE61F40**.

Dedico este trabalho aos meus pais Vera e Marcos (*in memoriam*). Mesmo não estando presentes fisicamente, o amor, o exemplo e os ensinamentos que me deixaram foram a minha maior força para concluir esta etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-Graduação, a CAPES por todo auxílio durante a minha pesquisa e a Reserva Ecológica do Itororó Park Club pela permissão de acesso para as observações e coletas de campo.

À minha orientadora Vanessa, uma profissional e um ser humano sensacional. Obrigada por acreditar em mim, muitas vezes mais do que eu mesma, desde a graduação. Seu incentivo constante, sua paciência e seu acolhimento foram o farol que me guiou e me deu segurança durante todo este período. Minha admiração por você vai muito além da academia.

Aos meus colegas de mestrado, Thais, Geovanni e Philip, pelas trocas acadêmicas, pela ajuda mútua e pela parceria divertida na rotina do laboratório.

Aos queridos colegas de laboratório, Iasmim, Maria Luíza, Anninha e o Vinícius (namorado da Iasmim e agregado do laboratório), pela excelente companhia em todos momentos, desde os mais desafiadores aos mais leves, principalmente na hora do café da tarde. Agradeço imensamente a Iasmim a Maria Luíza e o Geovanni pela ajuda nas coletas de campo, e a imensa ajuda do Fábio com as análises estatísticas.

Agradeço a minha família. Minhas irmãs, Sara e Solange, por todo o amor, cuidado e apoio incondicional que dividimos, seguindo o exemplo e o carinho dos nossos pais. E que agradeço profundamente pelos pais maravilhosos que foram e espero que estejam felizes por mim.

Ao meu sobrinho mais velho Marquinhos, que sempre ocupou o lugar de um irmão. Obrigada por ser esse grande amigo, pelas conversas profundas, pelas risadas, pela cumplicidade e pelo acolhimento que sempre encontrei em você.

Aos meus sobrinhos e sobrinha, Caio, João Lucas, Jeanzinho e Júlia. Olho para vocês com o desejo de que esse esforço consiga contribuir, mesmo que com um pequeno grão de areia, para a construção de um mundo melhor para o futuro de vocês.

Aos meus tios, Fátima e Milton, por me hospedarem mais uma vez com carinho em sua casa no período em que estive em Araguari. Ao meu primo Rogério e à Cris, pelas diversas vezes em que também me hospedaram, assim como o meu amigo Bruno.

Estendo esse agradecimento as queridas amigas Maraísa e Vanessa e suas famílias, que também transformaram com muito carinho suas casas em meus lares temporários durante esse período.

À Sara e a Andreia, pela grande e longa amizade, carinho e apoio, e companhia sempre muito divertida. Ao Julinho por sua presença divertida e caótica, porém muito acolhedora e principalmente por me levar diversas vezes para a cachoeira. Esses momentos de conexão com a natureza foram o respiro que eu precisava para renovar as energias e seguir em frente.

À minha amiga de infância, Lilian, que desde sempre caminha ao meu lado, torcendo por cada vitória minha e me incentivando a voar cada vez mais alto.

Ao meu amigo Marcos, um grande parceiro de vida. Obrigada pelos dias de praia, pelos acampamentos, pelas conversas profundas, os papos sem nenhum sentido e com muitas risadas, e por sempre sonhar e idealizar o futuro ao meu lado.

Agradeço a todos amigos e familiares que, de perto ou de longe, com uma palavra de apoio ou um pensamento positivo, contribuíram para este ciclo que se encerra.

ÍNDICE

RESUMO-----	viii
ABSTRACT-----	ix
INTRODUÇÃO-----	1
MATERIAIS E MÉTODOS-----	4
Área de estudo-----	4
Coleta de dados-----	5
Análise de dados-----	6
RESULTADOS-----	8
Impacto do fogo sobre a abundância e riqueza de aranhas-----	8
Efeitos dos recursos florais, dos nectários extraflorais (NEFs) e da sazonalidade-----	11
Composição da comunidade vegetal e associação de aranhas-----	14
DISCUSSÃO-----	17
REFERÊNCIAS-----	23

RESUMO

Guimarães, Barbara. M. 2026. Fogo e Padrões de Interação Aranha-Planta no Cerrado: Impactos em Comunidades Associadas a Recursos Florais. Dissertação de Mestrado em Ecologia, Conservação e Biodiversidade. UFU. Uberlândia-MG.

Compreender como distúrbios ambientais que moldam as interações ecológicas é fundamental para a conservação da biodiversidade, especialmente em biomas adaptados ao fogo como o Cerrado. O fogo atua como um filtro ambiental severo, alterando drasticamente a estrutura da vegetação e a disponibilidade de recursos, o que impõe desafios à manutenção da fauna de artrópodes associada. Neste estudo, investigamos os impactos de uma queimada sobre a abundância e riqueza de aranhas associadas a plantas com flores, avaliando o papel mediador dos nectários extraflorais (NEFs) e da complexidade floral na manutenção dessas comunidades. A pesquisa comparou dados coletados na mesma área nos períodos pré e pós-fogo. Observamos que a ocorrência do fogo resultou em uma redução acentuada na abundância e riqueza de aranhas, além de modificar a composição da comunidade vegetal. Plantas exclusivas do período pré-fogo sustentaram as maiores densidades de aranhas, indicando que a substituição de espécies vegetais pós-fogo afeta a fauna associada. Além do mais, a presença de NEFs demonstrou ser um fator para as aranhas: plantas portadoras dessas estruturas abrigaram consistentemente maior abundância e riqueza de aranhas, bem como o maior número de inflorescência por planta e flores por inflorescência, independentemente do período. Nossos resultados sugerem que, embora o fogo cause impactos negativos através da simplificação do habitat, traços funcionais das plantas como a presença de NEFs, desempenham um papel vital na resiliência e na estruturação das comunidades de artrópodes em cenários pós-distúrbio.

Palavras-chave: nectário extrafloral; biodiversidade; inflorescências; flores

ABSTRACT

Guimarães, Barbara. M. 2026. Fire and Spider-Plant Interaction Patterns in the Cerrado: Impacts on Communities Associated with Floral Resources. Masters dissertation. Dissertação de Mestrado em Ecologia, Conservação e Biodiversidade. UFU. Uberlândia-MG.

Understanding how environmental disturbances shape ecological interactions is fundamental for biodiversity conservation, especially in fire-adapted biomes like the Cerrado. Fire acts as a severe environmental filter, drastically altering vegetation structure and resource availability, which imposes challenges to maintaining the associated arthropod fauna. In this study, we investigated the impacts of a fire event on the abundance and richness of spiders associated with flowering plants, evaluating the mediating role of extrafloral nectaries (EFNs) and floral complexity in the maintenance of these communities. The research compared data collected in the same area during pre- and post-fire periods. We observed that the occurrence of fire resulted in a sharp reduction in spider abundance and richness, in addition to modifying the plant community composition. Plants exclusive to the pre-fire period sustained the highest spider densities, indicating that post-fire plant species turnover affects the associated fauna. Furthermore, the presence of EFNs proved to be a significant factor for spiders: plants bearing these structures consistently harbored greater spider abundance and richness, as well as the highest number of inflorescences per plant and flowers per inflorescence, regardless of the period. Our results suggest that, although fire causes negative impacts through habitat simplification, plant functional traits, such as the presence of EFNs, play a vital role in the resilience and structuring of arthropod communities in post-disturbance scenarios.

Keywords: extrafloral nectary; biodiversity; inflorescences; flowers

INTRODUÇÃO

Compreender como distúrbios ambientais moldam as interações ecológicas é fundamental para a conservação da biodiversidade, especialmente em biomas adaptados ao fogo como o Cerrado (Pausas & Keeley, 2019; Sousa, 1984; Turner, 2010). O fogo em savanas neotropicais, como o Cerrado brasileiro, é um campo de estudo importante, pois esses ecossistemas são moldados por regimes de fogo que influenciam profundamente a estrutura da vegetação e a dinâmica das comunidades biológicas (Frizzo et al., 2011). Embora o fogo seja um componente natural na savana Neotropical, a sua frequência e intensidade por atividades humanas age como um filtro ambiental severo que pode alterar a estrutura da vegetação e a disponibilidade de recursos, impondo desafios à manutenção da fauna de artrópodes associada (Common et al., 2025; Podgaiski et al., 2013; Vasconcelos et al., 2009; Yekwayo et al., 2019). Essa perturbação pode levar à mortalidade direta de organismos e à modificação drástica de habitats, com consequências duradouras para o aspecto estrutural dos ambientes e nas funções ecossistêmicas (Mavasa et al., 2023; Moretti et al., 2002). A compreensão desses impactos é vital para desvendar a resiliência e os mecanismos de recuperação das comunidades em cenários de distúrbios crescentes (Moretti et al., 2002). Entre os artrópodes que dependem da vegetação para sua sobrevivência, as aranhas destacam-se como um grupo modelo para investigar os efeitos do fogo sobre as interações ecológicas, uma vez que sua abundância e diversidade estão intimamente ligadas à arquitetura vegetal e à disponibilidade de recursos florais.

As interações entre aranhas e plantas são fundamentais para a estrutura e funcionamento de ecossistemas terrestres, uma vez que aranhas atuam como predadores generalistas que regulam populações de herbívoros e influenciam o fluxo energético em teias tróficas (Moulder & Reichle, 1972; Wise, 1993). As aranhas estão entre os artrópodes

mais comuns que habitam a vegetação e, embora geralmente não consumam tecidos vegetais, muitas espécies passam todo o seu ciclo de vida em planta (da Ponte et al., 2020; Romero & Vasconcellos-Neto, 2004). A arquitetura vegetal exerce influência direta na diversidade e abundância de aranhas, criando micro-habitats que favorecem a colonização por diferentes espécies (Cardoso & Gonzaga, 2020; Souza & Martins, 2005; Vasconcellos-Neto et al., 2017). Por exemplo, traços funcionais como a arquitetura da planta determinam pontos de fixação para aranhas tecedeiras (Ellworth et al., 2022) e sítios de oviposição (Romero & Vasconcellos-Neto, 2004; Zanatta et al., 2016), enquanto a própria planta serve como local de encontro entre co-específicos para reprodução (Romero & Vasconcellos-Neto, 2005), fonte de recursos alimentares, seja diretamente como captura de presa ou indiretamente, como de néctar provenientes de Nectários Extraflorais (NEFs) (de Oliveira Dias & Stefani, 2024; Del-Claro et al., 2017; Heil, 2015; Nahas et al., 2012; Stefani et al., 2015). A relevância desses traços funcionais para as comunidades de aranhas no Cerrado é confirmada por estudo prévio, que demonstra o papel significativo de traços como a presença de inflorescências, o número de flores por inflorescência e presença de NEFs no aumento da abundância e riqueza de aranhas (da Silva Filho et al., 2024).

Entre os recursos oferecidos pelas plantas, os NEFs desempenham um papel crucial na atração de aranhas (de Oliveira Dias & Stefani, 2024; Ruhren & Handel, 1999), servindo como uma fonte adicional de alimento (Nahas et al., 2016). Estudos realizados no cerrado brasileiro mostram que essa relação mutualística beneficia ambas as partes: as aranhas obtêm uma fonte de alimento adicional, enquanto as plantas recebem proteção contra herbívoros (de Oliveira Dias & Stefani, 2024; Nahas et al., 2012; Nahas et al., 2016). No contexto pós-fogo, a presença de NEFs emerge como um fator potencialmente modulador, pois podem influenciar a recuperação vegetal e o investimento reprodutivo das plantas, provavelmente devido a mutualismos protetores (Del-Claro et al., 2017; do

Rosario Nogueira et al., 2025; Oliveira et al., 2024). Essa resiliência pode ser explicada pela oferta de recursos energéticos que permite que as aranhas persistam em ambientes perturbados, mesmo antes da recuperação total da complexidade do habitat. Estudos recentes no Cerrado observaram essa dinâmica para as formigas, cuja atração por recursos açucarados pós-fogo reconfigura suas interações e aumenta a presença de outros artrópodes, que passam a servir como presas potenciais (Alves-de-Lima et al., 2026; Pezzonia et al., 2026). No entanto, essa resiliência não se limita aos NEFs, pois os traços funcionais das plantas como um todo podem ser determinantes para a recuperação das comunidades pós-distúrbio.

O fogo altera a composição da comunidade vegetal, selecionando espécies com estratégias específicas de rebrota e recrutamento, o que remodela profundamente a arquitetura e a qualidade dos refúgios disponíveis (Dairel & Fidelis, 2024; Miranda et al., 2002; Podgaiski et al., 2013). A alteração do ambiente pós-fogo, por exemplo, favorece espécies generalistas que dependem menos da complexidade estrutural da planta, resultando em uma comunidade homogeneizada e com menor riqueza (Langlands et al., 2011; Moretti et al., 2002). A capacidade das aranhas de colonizar e persistir nesses ambientes depende criticamente da complexidade estrutural e da disponibilidade de recursos florais, que fornecem recursos (*ie*: alimento, pontos de fixação para teias, locais de encontros com co-específicos e refúgio) (Cardoso & Gonzaga, 2020; Villanueva-Bonilla et al., 2024). Portanto, a recuperação funcional da comunidade de aranhas está atrelada ao processo gradual de sucessão ecológica da vegetação e ao restabelecimento desses traços funcionais essenciais das plantas, como as estruturas reprodutivas, e não apenas à simples cobertura vegetal (Cunha et al., 2020; Frizzo et al., 2011; Podgaiski et al., 2013).

Nesse contexto, considerando a lacuna de conhecimento sobre os mecanismos que mediam a resposta das comunidades de aranhas a distúrbios como o fogo, este estudo

investiga o impacto do fogo na abundância e riqueza de aranhas associadas a plantas floridas no cerrado. Especificamente, busca-se elucidar como micro-habitats estruturais e recursos florais, como NEFs e inflorescências, modulam a resposta das aranhas ao regime de fogo. Para responder a essa questão e aprofundar a compreensão dos mecanismos envolvidos, o presente estudo testou as seguintes hipóteses: (1) A abundância e riqueza de aranhas serão reduzidas no período pós-fogo em comparação com o período pré-fogo (antes da área queimar); (2) A presença de recurso floral (número de inflorescências e número de flores por inflorescência) e nectários extraflorais (NEFs) serão fatores determinantes para a persistência das aranhas após o fogo, com seus efeitos modulados pela sazonalidade; (3) Alterações na composição da comunidade vegetal induzidas pelo fogo modificam a estrutura de habitats para as aranhas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado na Reserva Ecológica do Itororó Park Club em Uberlândia, MG, Brasil (latitude 18°59'S, longitude 48°18'W). A área de coleta está inserida em uma fitofisionomia de cerrado sentido restrito, caracterizada por vegetação arbustivo-arbórea com cobertura de dossel de 20-50% e altura média de 3-6 m (Ribeiro & Walter, 2008). Segundo a classificação Aw de Köppen, o clima da região é caracterizado por um verão chuvoso e quente que ocorre de outubro a março (precipitação média de 270 ± 50 mm; temperatura média de 23 ± 5 °C) e um inverno seco e frio de abril a setembro (precipitação média de 22 ± 20 mm; temperatura média de 19 ± 3 °C) (Alvares et al., 2013). Durante o processo de coleta de dados, a temperatura e a umidade relativa foram quantificadas com o auxílio de um termo-higrômetro.

Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em duas fases temporais distintas na área de estudo em questão, visando avaliar os efeitos do fogo sobre a comunidade de aranhas. A primeira fase (pré-fogo) ocorreu entre novembro de 2020 e setembro de 2021, estabelecendo a condição pré-distúrbio da comunidade. A segunda fase (pós-fogo) iniciou-se em abril de 2023, 18 meses após o incêndio ocorrido em setembro de 2021, estendendo-se até março de 2024, permitindo avaliar a resposta da comunidade durante o processo de recuperação pós-distúrbio. O incêndio registrado em setembro de 2021 foi causado por atividade humana, assim como o anterior, ocorrido em julho de 2019. A área também apresenta histórico de outros incêndios, com registros de outubro de 2014, setembro de 2010 e outubro de 1999, indicando uma recorrência de incêndios provocados pelo ser humano.

Em cada fase, no mesmo local, foram estabelecidos 10 transectos de 50×20 m, dispostos paralelamente com 50 m de distância entre si, totalizando 1.000 m² de área amostrada. As amostragens foram conduzidas quinzenalmente, no período diurno entre 07:00 e 11:00 h.

Foram amostradas todas as plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas com até 2,5 m de altura que apresentavam estruturas reprodutivas (flores e inflorescências) no momento das coletas. Cada indivíduo vegetal amostrado foi considerado uma unidade observacional nas análises. Para cada indivíduo vegetal, foram quantificados o número de inflorescências e flores, e realizada uma inspeção visual sistemática desde a base do pedúnculo floral até o ápice das estruturas florais, visando detectar a presença de aranhas. Quando encontradas, foram registradas a abundância e riqueza de aranhas, bem como sua localização no ramo reprodutivo.

Para a identificação das aranhas, alguns espécimes foram coletados e preservados em álcool 70%, sendo identificados até o nível de família. Algumas aranhas foram

agrupadas em morfoespécies, desconsiderando jovens ou indivíduos cuja identificação era incerta. Ramos reprodutivos das plantas amostradas foram coletados para identificação taxonômica e depositados no Herbário da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Análise de Dados

Todas as análises estatísticas foram realizadas no R versão 4.5.2 (R Core Team, 2025). Para avaliar os efeitos do fogo, da disponibilidade de recursos e da sazonalidade sobre as comunidades de aranhas, utilizamos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMMs) com o pacote glmmTMB (Brooks et al., 2017).

Para testar a primeira hipótese, de que a abundância e a riqueza de aranhas são reduzidas no período pós-fogo, e a segunda hipótese, de que os Nectários Extraflorais (NEFs) mitigam esses efeitos negativos, ajustamos modelos completos para abundância e riqueza de espécies. Em ambos os modelos incluímos a interação tripla entre Estação (Seca vs. Chuvosa), Presença de NEFs (Presença vs. Ausência) e Período de fogo (Pré-fogo vs. Pós-fogo) como preditores fixos. Para controlar variações na disponibilidade de recursos florais e no tamanho da unidade amostral, incluímos o número de inflorescências e o número de flores por inflorescência como covariáveis.

Utilizamos uma distribuição Binomial Negativa (família nbinom2) para lidar com a superdispersão nos dados de contagem. Múltiplas plantas foram avaliadas dentro dos mesmos transectos e meses de amostragem, os modelos estatísticos incorporaram esses fatores como efeitos aleatórios para controlar a não independência espacial e temporal das observações. A adequação do modelo e os pressupostos dos resíduos foram avaliados com o pacote DHARMA (Hartig, 2022). Avaliamos a significância dos efeitos fixos usando testes Qui-quadrado Tipo II via pacote car (Fox & Weisberg, 2019).

Para investigar a segunda hipótese, especificamente relacionada ao papel

amortecedor dos NEFs no ambiente pós-fogo, analisamos as interações significativas calculando Médias Marginais Estimadas (EMMs). Realizamos contrastes pareados entre plantas com e sem NEF dentro de cada cenário de fogo e estação utilizando o pacote emmeans (Lenth, 2024). O método de Tukey foi aplicado para ajustar os valores de p devido a comparações múltiplas.

Para testar a terceira hipótese de que a mudança induzida pelo fogo na composição da comunidade vegetal cria capacidades distintas de sustentação para aranhas, primeiro avaliamos alterações na estrutura da comunidade de plantas usando Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) e Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) com o pacote vegan (Oksanen et al., 2022). A Análise de Espécies Indicadoras (*IndVal*) foi realizada para identificar espécies vegetais associadas aos ambientes pré e pós-fogo (Dufrêne & Legendre, 1997).

Subsequentemente, categorizamos as espécies vegetais em três grupos: (1) exclusivas do pré-fogo, (2) comuns a ambos os períodos e (3) exclusivas do pós-fogo. Ajustamos GLMMs (Binomial Negativa) utilizando o Grupo de Planta como preditor principal para comparar a abundância e a riqueza de aranhas entre essas categorias. As comparações pareadas entre grupos foram conduzidas utilizando contrastes ajustados por Tukey para determinar se a comunidade pós-fogo (composta por espécies comuns e novas colonizadoras) sustentavam menos aranhas do que a comunidade exclusiva do pré-fogo.

RESULTADOS

Impacto do Fogo sobre a Abundância e a Riqueza de Aranhas

A ocorrência do fogo reduziu significativamente tanto a abundância quanto a riqueza de aranhas. As plantas no período pré-fogo sustentaram mais que o dobro da abundância de aranhas em comparação com plantas no período pós-fogo (Médias Marginais Estimadas: $0,716 \pm 0,060$ vs. $0,342 \pm 0,021$; razão = 2,09, $t = 7,27$, $p < 0,0001$; Figura 1A). Esse forte efeito negativo do fogo foi confirmado pela análise de GLMM (Estimativa = $-0,45$, $p = 0,005$; Tabela 1). De forma semelhante, a riqueza de aranhas foi reduzida em aproximadamente 37% em áreas queimadas (Não queimadas: $0,465 \pm 0,071$ vs. Queimadas: $0,293 \pm 0,042$; razão = 1,59, $t = 5,06$, $p < 0,0001$; Figura 1B), consistente com o coeficiente negativo significativo para fogo no modelo (Estimativa = $-0,37$, $p = 0,016$; Tabela 2).

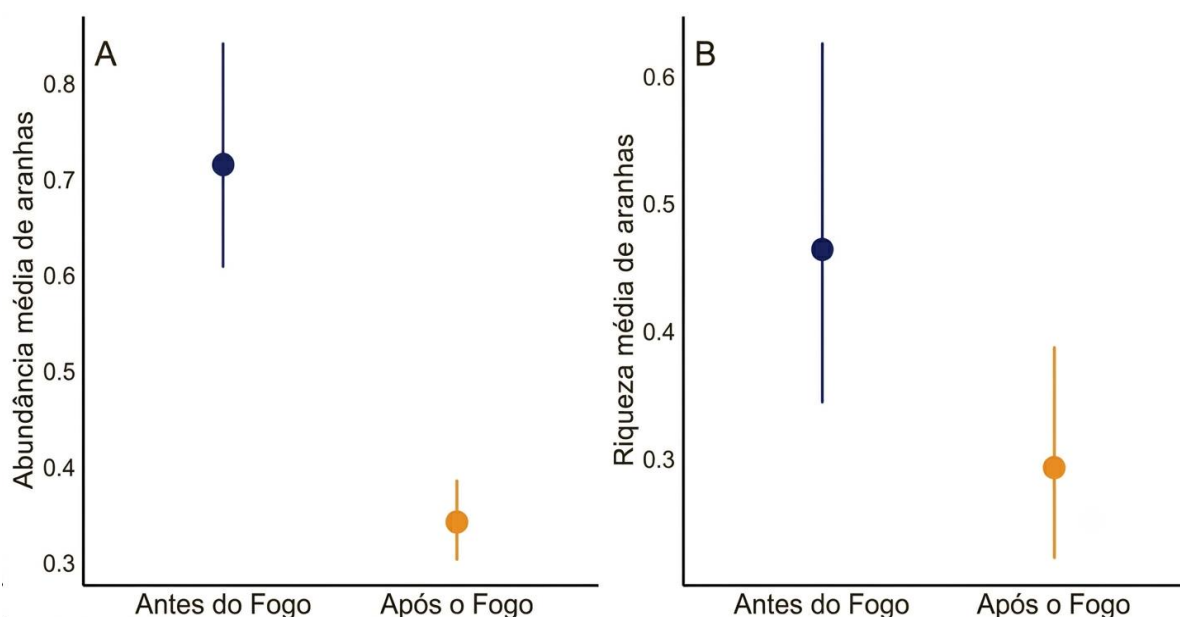


Figura 1. Efeito do fogo sobre (A) a abundância de aranhas e (B) a riqueza de aranhas. Os pontos representam as médias marginais estimadas pelo modelo, e as linhas verticais indicam o intervalo de confiança de 95%.

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros do Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) avaliando os efeitos do fogo, dos nectários extraflorais (NEFs), dos recursos florais e da estação sobre a abundância de aranhas. As estimativas para variáveis categóricas referem-se aos seguintes níveis específicos: NEFs = Presença, Estação = Seca e Fogo = Pós-fogo.

Abundância	Estimativa	SE	z	p-valor
(Intercepto)	-1.920480	0.137858	-13.931	< 0.0001
Estação	0.229956	0.290054	0.793	0.428
NEFs	1.465807	0.139565	10.503	< 0.0001
Fogo	-0.452588	0.160963	-2.812	0.005
Inflorescências	0.281900	0.018317	15.390	< 0.0001
Flores por inflorescência	0.028258	0.002843	9.938	< 0.0001
Estação × NEFs	-0.563643	0.318114	-1.772	0.076
Estação × Fogo	0.077267	0.337273	0.229	0.819
NEFs × Fogo	-0.812381	0.186723	-4.351	< 0.0001
Estação × NEFs × Fogo	0.331260	0.386037	0.858	0.391

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros do Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) avaliando os efeitos do fogo, dos nectários extraflorais (NEFs), dos recursos florais e da estação sobre a riqueza de aranhas. As estimativas para variáveis categóricas referem-se aos seguintes níveis específicos: NEFs = Presença, Estação = Seca e Fogo = Pós-fogo.

Riqueza	Estimativa	SE	z	p-valor
(Intercepto)	-2.165070	0.173217	-6.303	< 0.0001
Inflorescências	0.201847	0.013701	14.732	< 0.0001
Flores por Inflorescência	0.026020	0.002372	10.972	< 0.0001
Estação	0.739749	0.146330	-0.535	0.017
NEFs	1.073351	0.143917	-7.458	< 0.0001
Fogo	-0.376336	0.101607	-9.465	0.016
Estação x NEFs	0.818007	0.302447	2.705	0.007
Estação x Fogo	0.004285	0.189704	4.361	0.989
NEFs x Fogo	-0.585422	0.178058	3.288	0.001
Estação x NEFs x Fogo	0.823061	0.350627	-2.347	0.020

Efeitos dos Recursos Florais, dos Nectários Extraflorais (NEFs) e da Sazonalidade

A disponibilidade floral foi um preditor consistente da abundância de aranhas. O número de inflorescências aumentou a abundância de aranhas (Estimativa = 0,28; $p < 0,0001$; Tabela 1), assim como a abundância de flores por inflorescência (Estimativa = 0,03; $p < 0,0001$; Tabela 1). Essas relações lineares positivas foram visualmente consistentes na paisagem pós-fogo (Figuras 2A e 2B). A presença de NEFs também favoreceu a abundância de aranhas: plantas com NEFs sustentaram maiores valores que plantas sem essas estruturas (Estimativa = 1,47; $p < 0,0001$; Tabela 1; Figura 2C).

No entanto, o fogo modulou o efeito dos NEFs sobre a abundância. A interação NEFs $\times$ Fogo foi negativa (Estimativa = -0,81; $p < 0,0001$; Tabela 1). A abundância também foi modulada pelo fogo, mas não pela sazonalidade. A abundância foi menor no período pós-fogo (Estimativa = -0,45; $p = 0,005$; Tabela 1), porém não diferiu entre as estações seca e chuvosa (Estimativa = 0,22; $p = 0,428$; Tabela 1; Figura 2D). Nenhuma das interações envolvendo sazonalidade foi significativa: Estação $\times$ NEFs ($p = 0,076$), Estação $\times$ Fogo ($p = 0,819$) e Estação $\times$ NEFs $\times$ Fogo ($p = 0,391$; Tabela 1).

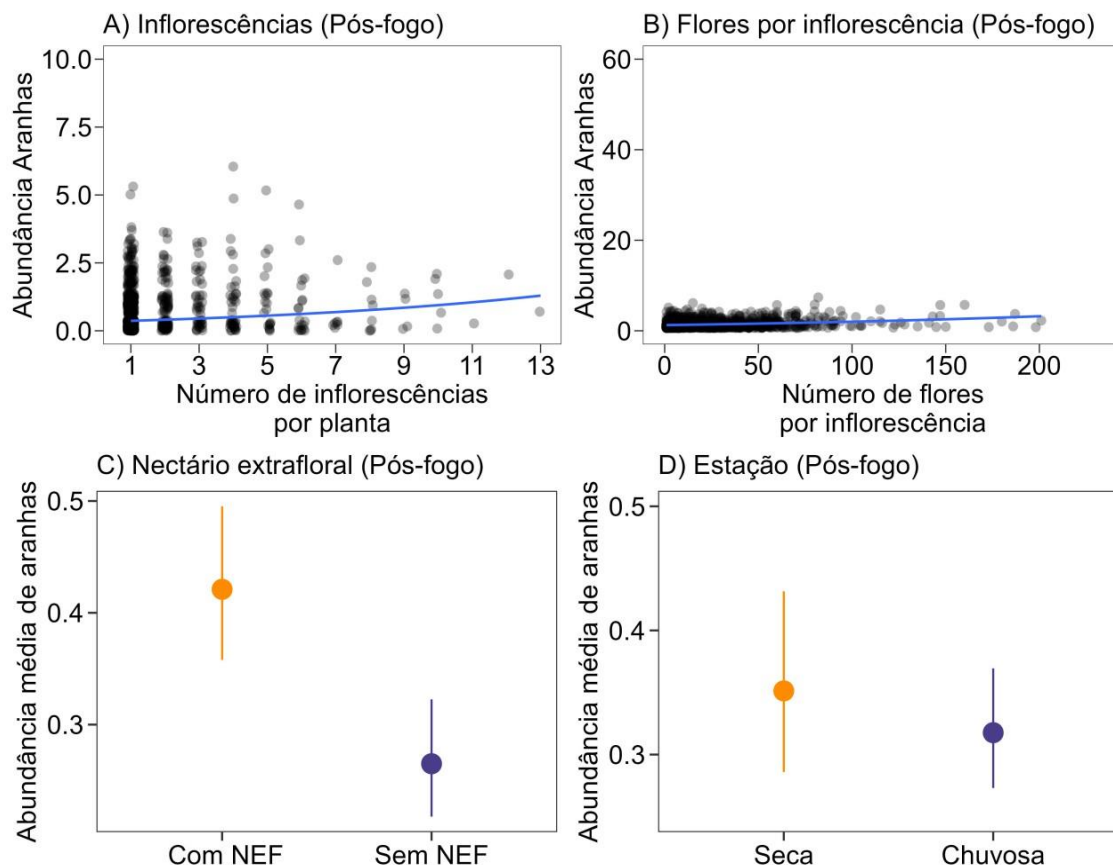


Figura 2. Efeitos das variáveis explicativas sobre a abundância de aranhas no período pós-fogo: (A) número de inflorescências, (B) flores por inflorescência, (C) presença de nectários extraflorais (NEFs) e (D) estação. Em (A) e (B), a linha contínua indica a tendência ajustada pelo GLMM sobre os dados observados (pontos menores), e as áreas sombreadas representam o intervalo de confiança de 95% do ajuste. Em (C) e (D), os pontos centrais indicam a média estimada, e as barras verticais delimitam o intervalo de confiança de 95%.

A riqueza de aranhas também foi positivamente associada aos recursos florais. O número de inflorescências aumentou a riqueza (Estimativa = 0,20; $p < 0,0001$; Tabela 2; Figura 3A), assim como a abundância de flores por inflorescência (Estimativa = 0,03; $p < 0,0001$; Tabela 2; Figura 3B). Plantas com NEFs sustentaram maior riqueza (Estimativa = 1,07; $p < 0,0001$; Tabela 2; Figura 3C). No entanto, a interação EFNs $\times$ Fogo foi negativa (Estimativa = -0,59; $p = 0,001$; Tabela 2), indicando que, embora plantas com NEFs ainda

sustentassem maior riqueza que plantas sem NEFs no período pós-fogo (efeito residual de +0,48), a magnitude desse benefício foi reduzida em relação ao período pré-fogo. A riqueza também foi modulada pela sazonalidade e pelo fogo de forma combinada. A riqueza foi menor no período pós-fogo (Estimativa = -0,38; $p = 0,016$; Tabela 2) e maior na estação seca (Estimativa = 0,74; $p = 0,017$; Tabela 2). No entanto, esses efeitos principais foram qualificados por interações. A interação Estação $\times$ NEFs foi positiva (Estimativa = 0,82; $p = 0,007$; Tabela 2). Os contrastes revelaram que plantas com NEFs na estação chuvosa (pré-fogo) apresentaram os maiores picos de riqueza, com valores até 4,2 vezes maiores que plantas sem NEFs em áreas queimadas (Tabela Suplementar S2). A interação Estação $\times$ Fogo não foi significativa ($p = 0,989$; Tabela 2). A interação tripla Estação $\times$ NEFs $\times$ Fogo foi significativa (Estimativa = 0,82; $p = 0,020$; Tabela 2).

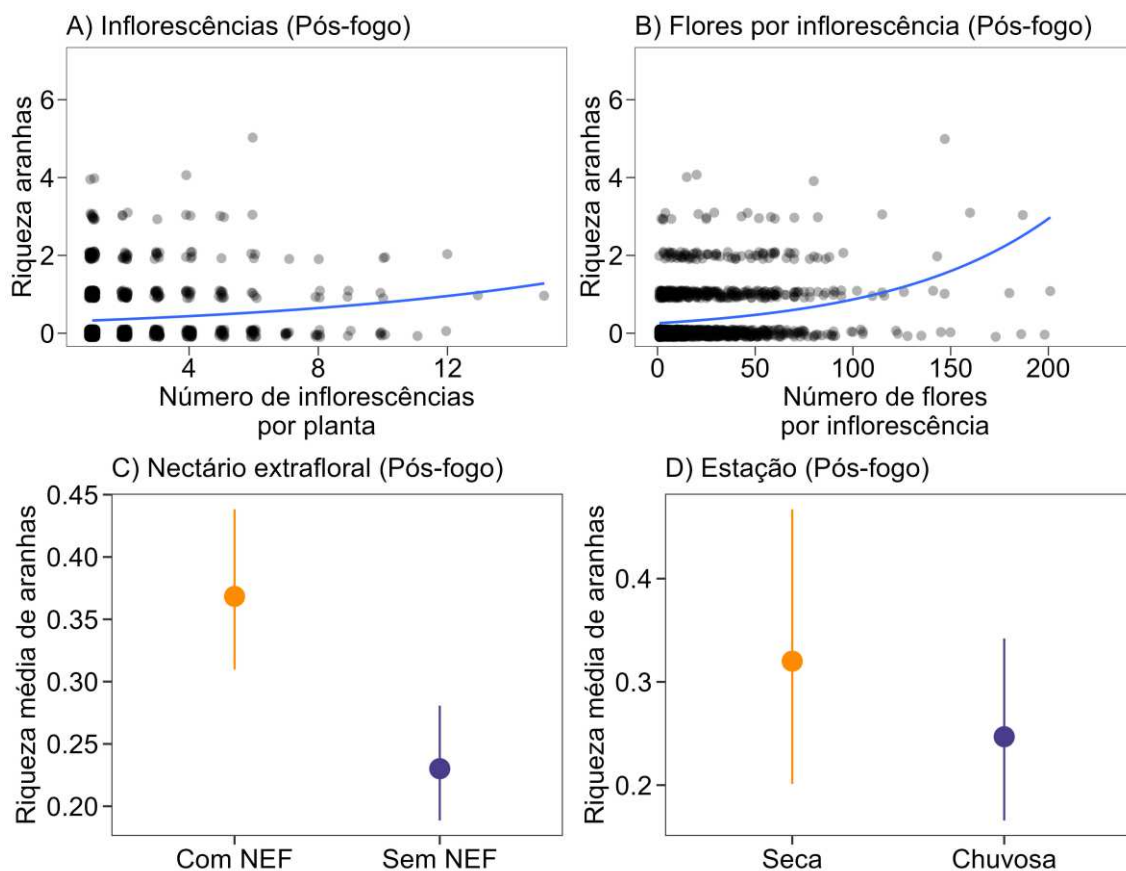


Figura 3. Efeitos das variáveis explicativas sobre a riqueza de aranhas no período pós-fogo: (A) número de inflorescências, (B) flores por inflorescência, (C) presença de nectários extraflorais (NEFs) e (D) estação. Em (A) e (B), a linha contínua indica a tendência ajustada pelo GLMM sobre os dados observados (pontos menores), e as áreas sombreadas representam o intervalo de confiança de 95% do ajuste. Em (C) e (D), os pontos centrais indicam a média estimada, e as barras verticais delimitam o intervalo de confiança de 95%.

Composição da Comunidade Vegetal e Associação com Aranhas

O fogo alterou significativamente a composição da comunidade vegetal (PERMANOVA, $F_{1,18} = 11,99$; $R^2 = 0,40$; $p = 0,001$), criando uma separação distinta entre as composições pré e pós-fogo (Figura 4). A Análise de Espécies Indicadoras (IndVal) identificou táxons específicos associados ao ambiente pré-fogo (e.g., *Banisteriopsis campestris* e *Croton* sp.) e ao ambiente pós-fogo (e.g., *Banisteriopsis laevifolia*, *Bionia coriacea* e *Hortia brasiliiana*) (Tabela Suplementar S3).

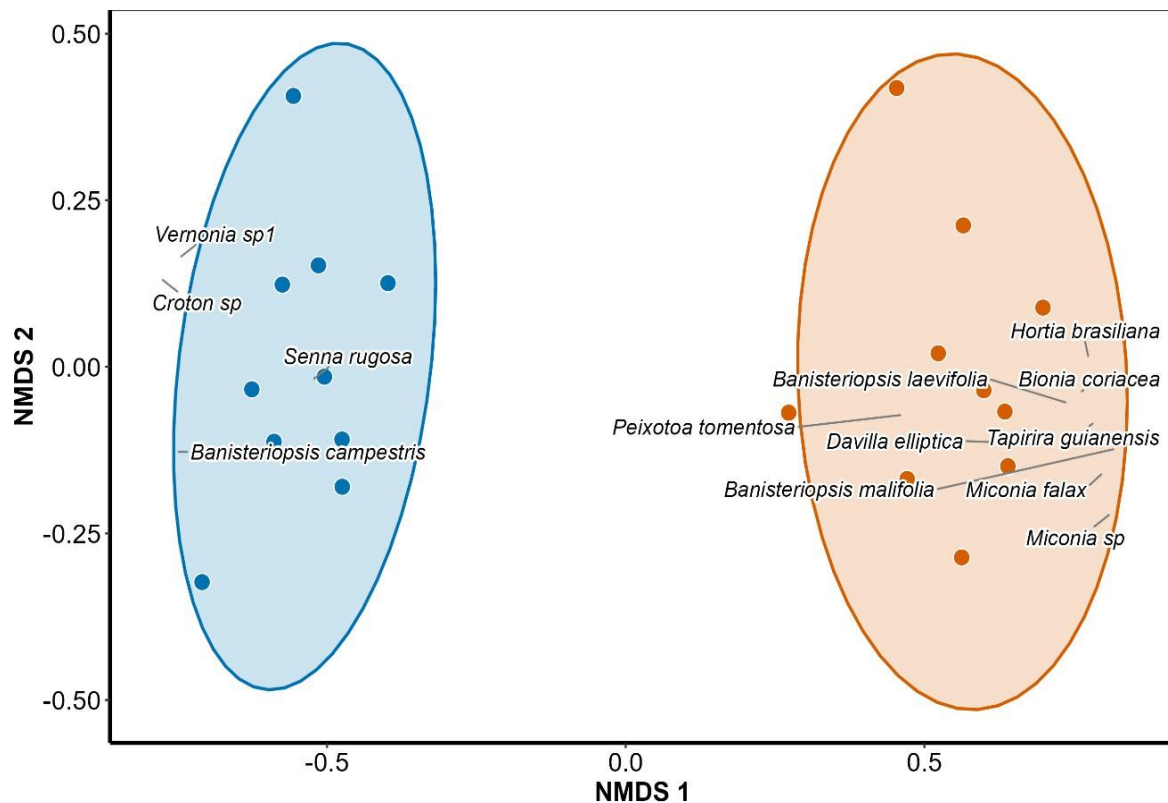


Figura 4. Ordenação por Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) baseada na composição da comunidade vegetal antes (azul) e depois (laranja) do evento de fogo. As elipses representam o intervalo de confiança de 95% para cada período. O valor de stress (0,095) indica uma representação confiável das distâncias multidimensionais. Os nomes das espécies plotadas representam os táxons com maior associação estatística a cada ambiente, conforme identificado pela Análise de Espécies Indicadoras (IndVal).

A mudança na composição foi um forte preditor da biodiversidade de aranhas. As plantas encontradas exclusivamente no período pré-fogo sustentaram 2,55 vezes mais abundância e 1,99 vezes mais riqueza em comparação com plantas comuns aos dois períodos (Figura 5). Notavelmente, as plantas que persistiram entre os períodos (“comum”)

e aquelas que surgiram exclusivamente após o fogo não apresentaram diferenças estatísticas em sua capacidade de sustentar aranhas (Abundância: $z = 0,305$, $p = 0,95$; Riqueza: $z = 0,893$, $p = 0,64$).

Dentro do grupo exclusivo do pré-fogo, a presença de NEFs continuou sendo um fator determinante, com espécies portadoras de NEFs sustentando 1,66 vezes mais abundância de aranhas ($1,307 \pm 0,278$) e 1,57 vezes mais riqueza de espécies do que plantas sem NEFs (Figura 5).

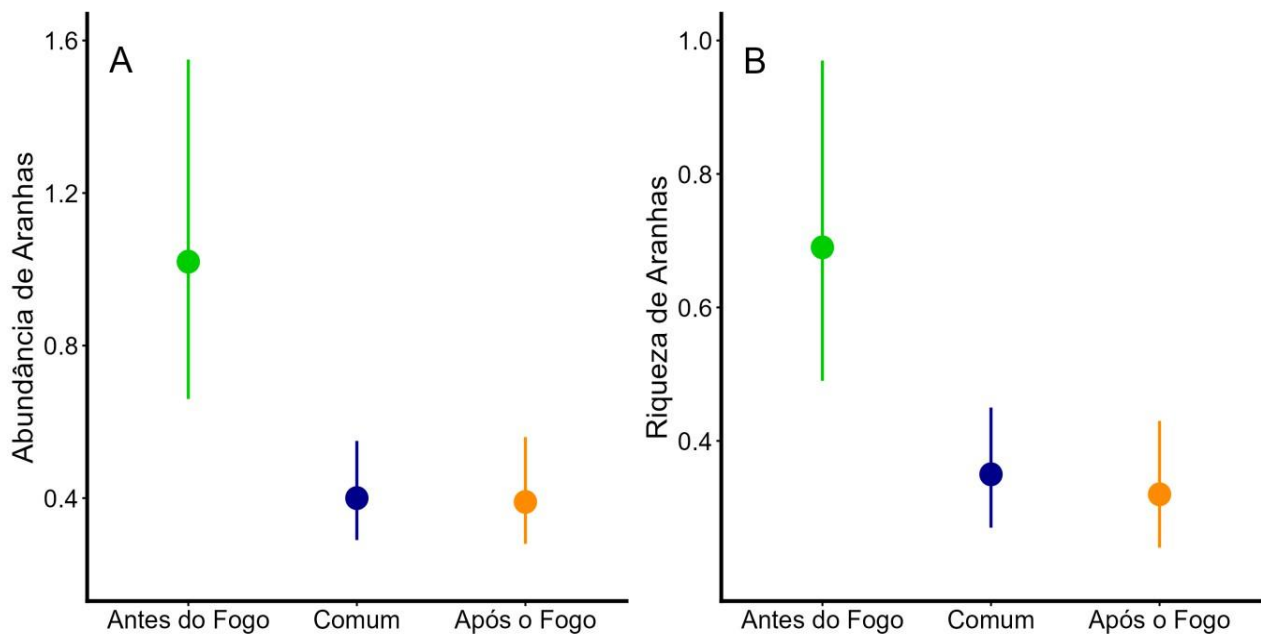


Figura 5. Comparação da média de (A) abundância e (B) riqueza de aranhas entre os grupos de plantas: exclusivas do pré-fogo, comuns aos dois períodos e exclusivas do pós-fogo. Os pontos representam as médias marginais estimadas, e as linhas verticais indicam o erro padrão (SE).

DISCUSSÃO

Nossos resultados confirmam a primeira hipótese: a abundância e a riqueza de aranhas associadas a plantas floridas no Cerrado foram significativamente menores no período pós-fogo em comparação ao período pré-fogo, corroborando a previsão de que as condições pós-distúrbio representam um ambiente menos favorável para a persistência dessas comunidades. No Cerrado, o fogo é um elemento ecológico histórico (Miranda et al., 2002), cujos efeitos sobre a fauna de invertebrados envolvem mecanismos simultâneos, entre eles a mortalidade direta pelo calor, destruição imediata de abrigos estruturais e colapso temporário das cadeias alimentares locais (Anjos et al., 2016; Frizzo et al., 2011). Para as aranhas que habitam a vegetação, esses mecanismos são especialmente críticos porque sua distribuição e abundância são determinadas em grande medida pela estrutura física das plantas hospedeiras, como a arquitetura de ramos, densidade de inflorescências e densidade foliar (Cardoso & Gonzaga, 2020; Souza & Martins, 2005; Uetz, 1991). No Cerrado, a vegetação arbustiva e as plantas floridas fornecem uma estrutura tridimensional diversificada, com galhos, inflorescências e folhagem que sustenta tanto a diversidade de locais de abrigo e caça quanto a oferta de presas (da Silva Filho et al., 2024; Vasconcellos-Neto et al., 2017). O fogo elimina simultaneamente esses recursos, desestabilizando de uma só vez diversas condições essenciais para a sobrevivência das aranhas.

A magnitude desse impacto é consistente com padrões documentados em diferentes biomas, o que reforça a ideia de que a perda de complexidade vegetal após o fogo constitui um mecanismo recorrente de perda de biodiversidade de aranhas. Estudos realizados em campos e savanas africanas (Haddad et al., 2015; Mavasa et al., 2023), campos patagônicos (Martínez et al., 2022), campos do Sul do Brasil (Podgaiski et al., 2013), florestas de carvalho na Califórnia (Underwood & Quinn, 2010) e áreas alpinas europeias (Moretti et al., 2002) convergem para o mesmo padrão. McLean et al. (2023), em revisão

global abrangente, consolidam essa evidência ao demonstrar que a perda de estrutura vegetal pós-fogo é um preditor robusto de declínio na abundância e riqueza de aranhas em múltiplos biomas, independentemente da intensidade do fogo ou do tipo vegetacional.

Nossos dados mostram ainda que a comunidade de aranhas permanece reduzida mesmo após 18 meses do evento de queima. Esse resultado é ecologicamente relevante porque demonstra que a resiliência vegetal do Cerrado, amplamente documentada pela capacidade de rebrota e recrutamento via banco de sementes (Dairel & Fidelis, 2024), não é acompanhada por uma recuperação equivalente da fauna de aranhas associadas à vegetação, e se o fogo aumentar em frequência, demorará mais ainda. Assim como o estudo de Anjos et al. (2016) em campos rupestres, revelou que dois anos não foram suficientes para o restabelecimento total dos artrópodes da serapilheira na área queimada. Embora a recolonização tenha começado logo após o fogo, a abundância permaneceu baixa durante todo o período de estudo. Nossos resultados revelam que a recuperação das estruturas florais e da entomofauna associada ocorre de forma gradual e independente da simples rebrota da vegetação, criando um período de escassez de estrutura e alimento que limita o restabelecimento das populações de aranhas.

Conforme previsto pela segunda hipótese, os recursos florais (inflorescências e flores) e os nectários extraflorais (NEFs) foram fatores determinantes para a persistência de aranhas após o fogo, com os efeitos da sazonalidade modulando apenas a riqueza de aranhas. As inflorescências e flores mantiveram-se como preditores consistentes da abundância e riqueza de aranhas mesmo no período pós-fogo, as estruturas florais atuam primariamente como micro-habitats físicos, oferecendo abrigo e sítios de estabelecimento independentemente do vigor fisiológico momentâneo da planta. Após o fogo, a rebrota vegetativa pode não restabelecer a complexidade estrutural necessária para sustentar uma comunidade diversa (Cardoso & Gonzaga, 2020; Villanueva-Bonilla et al., 2024). Nesse

contexto, as inflorescências assumem função central como locais de estabelecimento, fornecendo a estrutura tridimensional para fixação de teias, oviposição e proteção contra predadores e variações microclimáticas. Esse padrão converge com os achados de Silva Filho et al. (2024) na mesma área antes do distúrbio e demonstra que o papel estrutural das flores e inflorescências permaneceu resiliente como ponto de agregação de espécies, mesmo quando outros traços funcionais foram comprometidos.

Os NEFs também contribuíram para a persistência das aranhas, mas seu efeito positivo foi atenuado após o fogo. Plantas com NEFs sustentaram populações maiores que plantas sem essas estruturas mesmo no cenário pós-distúrbio, funcionando como pontos de concentração de fauna em uma paisagem empobrecida. Dois mecanismos não excludentes sustentam essa contribuição residual. Primeiro, o néctar extrafloral oferece fonte energética complementar diretamente acessível às aranhas, estratégia documentada entre famílias como Anyphaenidae, Araneidae e Salticidae (Nahas et al., 2016), o que pode ser particularmente relevante em cenários de escassez de presas (de Oliveira Dias & Stefani, 2024; Ruhren & Handel, 1999). Segundo, os NEFs atraem outros artrópodes (Del-Claro et al., 2017), convertendo a planta em um ponto de concentração de recursos em uma matriz de recursos escassos. A redução da magnitude desse benefício no pós-fogo reflete o enfraquecimento da cadeia de atração: embora o fogo possa induzir rebrota e manutenção da produção de néctar (do Rosario Nogueira et al., 2025; Porto et al., 2023), a drástica redução da comunidade de insetos visitantes (Anjos et al., 2016) diminui o fluxo de presas potenciais que tornam essas plantas preferencialmente habitadas por aranhas. Estudos recentes no mesmo sistema confirmam que, apesar da atenuação, as interações mediadas por NEFs se reorganizam rapidamente, com espécies centrais emergindo como elementos estruturadores da comunidade (Pezzonia et al., 2026).

A resposta da comunidade de aranhas à sazonalidade foi reconfigurada após o fogo.

Antes do distúrbio, a interação entre NEFs e estação chuvosa promovia os picos mais altos de riqueza, padrão consistente com estudos que demonstram que redes ecológicas no Cerrado são inicialmente impulsionadas pela abundância de recursos florais e dinâmicas facilitativas (Alves-de-Lima et al., 2026). Após a queima, esse efeito foi substancialmente reduzido. A eliminação da serapilheira e da arquitetura vegetal reduz a capacidade de regulação microclimática, expondo os artrópodes a maior variação térmica e hídrica (Mott et al., 2023; Vasconcelos et al., 2009). A redução acentuada da fauna de insetos (Anjos et al., 2016) e o estresse fisiológico das plantas diminuem a intensidade das interações com artrópodes (Vilela et al., 2018). A estação chuvosa deixa de produzir o pico de riqueza reforçado pelos NEFs, e a diferença entre períodos seco e chuvoso se reduz. Nesse cenário pós-fogo, a estação seca passa a ter peso relativamente maior, não por apresentar maior riqueza, mas porque o pico chuvoso foi drasticamente reduzido (Mineo et al., 2010; Romero & Vasconcellos-Neto, 2003).

Em conjunto, esses resultados indicam que os três fatores previstos na segunda hipótese, recursos florais, NEFs e sazonalidade, atuam de forma integrada na mediação da persistência de aranhas após o fogo, mas com papéis distintos. Os recursos florais mantiveram seu efeito estrutural de forma resiliente; os NEFs tiveram seu benefício atenuado, mas não eliminado; e a sazonalidade teve seu padrão reconfigurado, com perda do pico de riqueza na estação chuvosa. As estruturas reprodutivas permanecem como os principais micro-habitats estáveis ao longo do ano (Romero & Vasconcellos-Neto, 2004), oferecendo suporte mínimo para a permanência das aranhas durante a fase inicial de recuperação da comunidade, mesmo na ausência da sinergia funcional observada no período pré-distúrbio.

O fogo atuou como um filtro seletivo que reorganizou a composição da comunidade vegetal, favorecendo espécies com estratégias específicas de regeneração (Dairel &

Fidelis, 2024; Pilon et al., 2020). A confirmação da terceira hipótese indica que essa substituição de espécies altera o potencial das plantas em sustentar populações de aranhas, uma vez que traços como NEFs e inflorescências dependem da identidade e do estágio de desenvolvimento das espécies. Alves de Lima et al (2026) demonstraram que, no mesmo sistema, o fogo altera os impulsionadores estruturais das interações ecológicas, promovendo uma transição de processos facilitativos para competitivos, paralelo à perda de espécies estruturalmente complexas observadas no presente estudo.

Plantas exclusivas do período pré-fogo sustentaram maiores abundância e riqueza de aranhas que plantas comuns ou colonizadoras exclusivas do pós-fogo, indicando que as espécies perdidas ofereciam uma combinação de estrutura e recursos não restabelecida imediatamente por rebrotas ou colonizadoras (Vasconcellos-Neto et al., 2017). Mesmo quando taxonomicamente idênticas às plantas do pré-fogo, como *Qualea multiflora*, as rebrotas sustentaram menos aranhas, evidenciando que o estágio de desenvolvimento e a integridade arquitetural da planta são mais determinantes que a via de regeneração (Cardoso & Gonzaga, 2020). Após o incêndio, as plantas priorizam a produção de folhas, enquanto a reconstrução de galhos e ramificações, essenciais para tecelagem e refúgio, ocorre mais lentamente, podendo levar anos para alcançar níveis pré-fogo (Gomes et al., 2020). Podgaiski et al. (2013) observaram padrão convergente em campos do sul do Brasil, onde alterações estruturais pós-fogo reorganizaram traços funcionais das aranhas, com redução de grupos dependentes de microhabitats complexos.

A importância relativa dos NEFs variou conforme o estado da comunidade vegetal. No pré-fogo, espécies estruturalmente complexas e sem NEFs, como *Byrsonima intermedia*, sustentaram abundâncias superiores às de espécies com NEFs no pós-fogo, evidenciando que a diversidade de microhabitats oferecida por plantas maduras pode complementar ou superar o benefício dos NEFs (Cardoso & Gonzaga, 2020; Romero &

Vasconcellos-Neto, 2004; Uetz, 1991). Em condições pós-fogo, entretanto, os NEFs podem assumir papel mais destacado. A maior riqueza em *Banisteriopsis laevifolia* no pós-fogo sugere que, mesmo em estágio jovem, espécies com NEFs funcionam como pontos de recursos estáveis em cenários estruturalmente simplificados (do Rosario Nogueira et al., 2025). Pezzonia et al. (2026) demonstraram que as interações mediadas por NEFs se reorganizam rapidamente após o fogo, com espécies de formigas generalistas assumindo centralidade na estrutura da comunidade, padrão que corrobora a relevância dessas estruturas como pontos de recurso estáveis em ambientes simplificados. O aumento na abundância e riqueza de aranhas associadas a *Declieuxia fruticosa* no pós-fogo, sugere que algumas espécies combinam rápida regeneração e NEFs, funcionando como elementos de estabilidade estrutural, um padrão semelhante visto no trabalho de Porto et al. (2023).

O arbusto *Tapirira guianensis* observado em nossos resultados, exclusivos no pós-fogo, sustentou alta abundância e riqueza de aranhas onde ocorre, mas sua distribuição pontual limitou sua representatividade na paisagem, padrão compatível com o mosaico pós-fogo descrito por Miranda et al. (2002), onde variações microambientais criam manchas de regeneração espacialmente desiguais. Assim, pontos isolados de qualidade podem não favorecer recolonização ampla da fauna.

Este estudo é o primeiro a investigar sistematicamente os efeitos do fogo sobre comunidades de aranhas associadas a plantas floridas no Cerrado. Os resultados indicam que a resiliência vegetal do Cerrado não se traduz automaticamente em recuperação das interações ecológicas entre plantas e aranhas. A perda de plantas estruturalmente complexas impõe um custo ecológico que a rebrota juvenil não compensa a curto prazo, evidenciando que a recuperação da vegetação não implica recuperação funcional imediata das interações multitróficas associadas.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Tape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alves-de-Lima, L., Anjos, D., Arroyo-Correa, B., Novaes, L. R., Jordano, P., & Torezan-Silingardi, H. M. (2026). Fire modulates the structural drivers and functioning of individual-based plant-pollinator networks. *Journal of Ecology*, 114, e70348. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.70348>
- Anjos, D., Alves-Silva, E., & Ribeiro, S. P. (2016). Do fire and seasonality affect the establishment and colonization of litter arthropods? *Journal of Insect Conservation*, 20, 653–661. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9896-4>
- Brooks, M. E., Kristensen, K., van Benthem, K. J., Magnusson, A., Berg, C. W., Nielsen, A., Skaug, H. J., Maechler, M., & Bolker, B. M. (2017). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R Journal*, 9(2), 378–400. <https://doi.org/10.32614/RJ-2017-066>
- Common, L. K., Kotz, P. S., Colombelli-Négrel, D., & Kleindorfer, S. (2025). Ordinal-level resilience of invertebrates after fire events in Eucalypt woodlands of South-Eastern Australia. *Austral Ecology*, 50(2), e70024. <https://doi.org/10.1111/aec.70024>
- Cardoso, J. C. F., & Gonzaga, M. O. (2020). Spiders follow an ideal free distribution based on traits of the plant community. *Ecology and Evolution*, 46(2), 187–194. <https://doi.org/10.1111/een.12951>
- Cunha, H. F., Ramalho, W. P., Dias, A. M., Peixoto, B. R., Jesus, G. S., Oliveira, J. P., & Silva, T. M. P. (2020). Post-fire recovery of arthropod assemblage in an area of Brazilian savanna. *EntomoBrasilis*, 13, e0885. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v13.e0885>

da Ponte, R. P., Stefani, V., & Vasconcellos-Neto, J. (2020). Natural history of the ogre-faced spider *Deinopis* cf. *cylindracea* (Araneae: Deinopidae): revealing its phenology. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 56(3), 210–219. <https://doi.org/10.1080/01650521.2020.1794689>

da Silva Filho, F. C., Stefani, V., & Calixto, E. S. (2024). Plant traits and seasonality shape coexistence and niche segregation patterns among spider species. *Oecologia*, 206, 265–274. <https://doi.org/10.1007/s00442-024-05625-9>

Dairel, M., & Fidelis, A. (2024). Fire stimulates seedling recruitment from the seed bank in the Cerrado. *Journal of Vegetation Science*, 35, e13268. <https://doi.org/10.1111/jvs.13268>

de Oliveira Dias, K. P., & Stefani, V. (2024). Spider-plant interaction: The role of extrafloral nectaries in spider attraction and their influence on plant herbivory and reproduction. *Plants*, 13(3), 368. <https://doi.org/10.3390/plants13030368>

Del-Claro, K., Stefani, V., Nahas, L., & Torezan-Silingardi, H. M. (2017). Spiders as plant partners: Complementing ant services to plants with extrafloral nectaries. In C. Viera & M. O. Gonzaga (Eds.), *Behaviour and ecology of spiders*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2_8

do Rosario Nogueira, R., Nahas, L., & Del-Claro, K. (2025). Post-fire recovery in Malpighiaceae species with differing levels of ant-plant associations: The potential role of extrafloral nectaries in the Cerrado. *Arthropod-Plant Interact*, 19, 73. <https://doi.org/10.1007/s11829-025-10183-9>

Dufrene, M., & Legendre, P. (1997). Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345–366. <https://doi.org/10.2307/2963459>

Ellsworth, E., Li, Y., Chari, L., Kron, A., & Moyo, S. (2022). Tangled in a web: Management type and vegetation shape the occurrence of web-building spiders in protected areas. *Insects*, 13(12), 1129. <https://doi.org/10.3390/insects13121129>

Frizzo, T. L., Bonizario, C., Borges, M. P., & Vasconcelos, H. L. (2011). Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, 15(2), 365–379. <https://doi.org/10.4257/oeco.2011.1502.13>

Fox, J., & Weisberg, S. (2019). *An R companion to applied regression* (3rd ed.). Sage Publications.

Gomes, L., Miranda, H. S., Soares-Filho B., Rodrigues L., Oliveira, U., & Bustamante M. M. C. (2020). Responses of Plant Biomass in the Brazilian Savanna to Frequent Fires. *Frontiers in Forests and Global Change*, 3:507710. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.507710>

Haddad, C. R., Foord, S. H., Fourie, R., & Dippenaar-Schoeman, A. S. (2015). Effects of a fast-burning spring fire on the ground-dwelling spider assemblages (Arachnida: Araneae) in a central South African grassland habitat. *African Zoology*, 50(4), 281–292. <https://doi.org/10.1080/15627020.2015.1088400>

Hartig, F., & Lohse, L. (2022). Residual diagnostics for hierarchical (multi-level/mixed) regression models [R package DHARMA version 0.4. 6]. *Comprehensive R Archive Network (CRAN)*.

Heil, M. (2015). Extrafloral nectar at the plant-insect interface: A spotlight on chemical ecology, phenotypic plasticity, and food webs. *Annual Review of Entomology*, 60, 213–232. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010814-020753>

Langlands, P. R., Brennan, K. E. C., & Ward, B. (2011). Is the reassembly of an arid spider assemblage following fire deterministic? *Austral Ecology*, 37(3), 429–439. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02299.x>

Lenth, R. V. (2024). *emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means* (Version 2.0) [Computer software]

Martínez, F. J., Cheli, G. H., Grismado, C. J., & Bisigato, A. J. (2022). Ground-dwelling arachnids and fire disturbance: A case study in northeastern Patagonia (Argentina). *Fire*, 5(4), 91. <https://doi.org/10.3390/fire5040091>

Mavasa, R., Yekwayo, I., Mwabvu, T., & Tsvuura, Z. (2023). Response of ants, beetles and spiders to disturbance varies among taxa in a South African savannah biome. *African Entomology*, 31. <https://doi.org/10.17159/2254-8854/2023/a13244>

McLean, C. A., Melville, J., Schubert, J., Rose, R., & Medina, I. (2023). Assessing the impact of fire on spiders through a global comparative analysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(1997), 20230089. <https://doi.org/10.1098/rspb.2023.0089>

Mineo, M. F., Del-Claro, K., & Brescovit, A. D. (2010). Seasonal variation of ground spiders in a Brazilian savanna. *Zoologia (Curitiba)*, 27, 353–362. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000300006>

Miranda, H. S., Bustamante, M. M. C., & Miranda, A. C. (2002). The fire factor. In P. S. Oliveira & R. J. Marquis (Eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna* (pp. 51–68). Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/oliv12042-003>

Moretti, M., Conedera, M., Duelli, P., & Edwards, P. J. (2002). The effects of wildfire on ground-active spiders in deciduous forests on the Swiss southern slope of the Alps. *Journal of Applied Ecology*, 39, 321–336. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00701.x>

Mott, C., Antoninka, A., & Hofstetter, R. (2023). Arthropod Recolonization of Soil Surface Habitat in Post-Fire Mulch Treatments. *Forests*, 14(7), 1421. <https://doi.org/10.3390/f14071421>

Moulder, B. C., & Reichle, D. E. (1972). Significance of spider predation in the energy dynamics of forest-floor arthropod communities. *Ecological Monographs*, 42(4), 473–498. <https://doi.org/10.2307/1942168>

Nahas, L., Gonzaga, M. O., & Del-Claro, K. (2012). Emergent Impacts of Ant and Spider Interactions: Herbivory Reduction in a Tropical Savanna Tree. *Biotropica*, 44(4), 498–505. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00850.x>

Nahas, L., Gonzaga, M. O., & Del-Claro, K. (2016). Wandering and web spiders feeding on the nectar from extrafloral nectaries in neotropical savanna. *Journal of Zoology*, 301(2), 125–132. <https://doi.org/10.1111/jzo.12400>

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., & Wagner, H. (2022). *vegan: Community ecology package* (Version 2.6-4) [Computer software]

Oliveira, F. M. P., Silva, C. H. F., Moir, M. L., Leal, I. R., & Andersen, A. N. (2024). Fire and ant interactions mediated by honeydew and extrafloral nectar in an australian tropical savanna. *Oecologia* 206, 175–186. <https://doi.org/10.1007/s00442-024-05628-6>

Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2019). Wildfires as an ecosystem service. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(5), 289–295. <https://doi.org/10.1002/fee.2044>

Pezzonja, J. H., Porto, G. F., Dáttilo, W., & Del-Claro, K. (2026). Effects of fire on the structure of ant–plant ecological networks with extrafloral nectaries in the Cerrado. *Biological Journal of the Linnean Society*, 147, blag011. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blag011>

Pilon, N. A. L., Cava, M. G. B., Hoffmann, W. A., Abreu, R. C. R., Fidelis, A., & Durigan, G. (2020). The diversity of post-fire regeneration strategies in the cerrado ground layer. *Journal of Ecology*, 109, 154–166. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13456>

Podgaiski, L. R., Joner, F., Lavorel, S., Moretti, M., Ibanez, S., Mendonça, M. S., Jr., et al. (2013). Spider trait assembly patterns and resilience under fire-induced vegetation change in South Brazilian grasslands. *PloS ONE*, 8(3), e60207. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060207>

Porto, G. F., Pezsonia, J. H., & Del-Claro, K. (2023). Extrafloral nectary-bearing plants recover ant association benefits faster and more effectively after frost-fire events than frost. *Plants*, 12(20), 3592. <https://doi.org/10.3390/plants12203592>

R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.4.1) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing.

Ribeiro, J. F., & Walter, B. M. T. (2008). As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S. M., Almeida, S. P., & Ribeiro, J. F. (Eds.), *Cerrado: ecologia e flora* (pp. 151-212). Brasília: Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica.

Romero, G. Q., & Vasconcellos-Neto, J. (2003). Natural History of *Misumenops Argenteus* (Thomisidae): Seasonality and Diet on *Trichogoniopsis Adenantha* (Asteraceae). *The Journal of Arachnology*, 31(2), 297–304. <http://www.jstor.org/stable/3706086>

Romero, G. Q., & Vasconcellos-Neto, J. (2004). The effects of plant structure on the spatial and microspatial distribution of a bromeliad-living jumping spider (Salticidae). *Journal of Animal Ecology*, 74(1), 12–21. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2004.00893.x>

- Romero, G. Q., & Vasconcellos-Neto, J. (2005). Population dynamics, age structure and sex ratio of the bromeliad-dwelling jumping spider, *Psecas chapoda* (Salticidae). *Journal of Natural History*, 39(2), 153–163. <https://doi.org/10.1080/00222930310001657702>
- Ruhren, S., & Handel, S. N. (1999). Jumping spiders (Salticidae) enhance the seed production of a plant with extrafloral nectaries. *Oecologia*, 119(2), 227–230. <https://doi.org/10.1007/s004420050780>
- Sousa, W. P. (1984). The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15, 353–391. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.002033>
- Souza, A. L. T., & Martins, R. P. (2005). Foliage density of branches and distribution of plant-dwelling spiders. *Biotropica*, 37(3), 416–420. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00055.x>
- Stefani, V., Pires, T. L., Torezan-Silingardi, H. M., & Del-Claro, K. (2015). Beneficial effects of ants and spiders on the reproductive value of *Eriotheca gracilipes* (Malvaceae) in a tropical savanna. *PloS ONE*, 10(6), e0131843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131843>
- Turner, M. G. (2010). Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology*, 91(10), 2833–2849. <https://doi.org/10.1890/10-0097.1>
- Uetz, G. W. (1991). Habitat structure and spider foraging. In S. S. Bell, E. D. McCoy, & H. R. Mushinsky (Eds.), *Habitat structure* (pp. 325–348). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3076-9_16
- Underwood, E. C., & Quinn, J. F. (2010). Response of ants and spiders to prescribed fire in oak woodlands of California. *Journal of Insect Conservation*, 14(4), 359–366. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9265-7>

Vasconcellos-Neto, J., Messas, Y. F., da Silva Souza, H., Villanueva-Bonilla, G. A., & Romero, G. Q. (2017). Spider-plant interactions: An ecological approach. In C. Viera & M. O. Gonzaga (Eds.), *Behaviour and ecology of spiders: Contributions from the neotropical region* (pp. 165–214). Springer.

Vasconcelos, H. L., Pacheco, R., Silva, R. C., Vasconcelos, P. B., Lopes, C. T., Costa, A. N., et al. (2009). Dynamics of the leaf-litter arthropod fauna following fire in a Neotropical woodland savanna. *PloS ONE*, 4(11), e7762. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007762>

Vilela, A. A., Del Claro, V. T. S., Torezan-Silingardi, H. M., & Del-Claro, K. (2018). Climate changes affecting biotic interactions, phenology, and reproductive success in a savanna community over a 10-year period. *Arthropod-Plant Interactions*, 12(2), 215–227. <https://doi.org/10.1007/s11829-017-9572-y>

Villanueva-Bonilla, G. A., Messas, Y. F., de Oliveira Gonzaga, M., & Vasconcellos-Neto, J. (2024). Fine-scale habitat selection in tree-dwelling spiders: An experimental approach. *The Science of Nature*, 111, 60. <https://doi.org/10.1007/s00114-024-01947-z>

Wise, D. H. (1993). *Spiders in ecological webs*. Cambridge University Press.

Yekwayo, I., Pryke, J. S., Gaigher, R., & Samways, M. J. (2019). Wandering spiders recover more slowly than web-building spiders after fire. *Oecologia*, 191(1), 231–240. <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04471-4>

Zanatta, M. F., Romero, G. Q., & Vasconcellos-Neto, J. (2016). Effect of maternal care on egg survival in *Aysha piassaguera* (Araneae: Anyphaenidae). *Insectes Sociaux*, 63, 439–445. <https://doi.org/10.1007/s00040-016-0472-4>