

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Genética, Ecologia e Evolução
Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre

Vinícius Abreu Baggio

Efeitos demográficos do fogo de origem antrópica sobre espécies de fanerófitas do Cerrado

Belo Horizonte

2022

Vinícius Abreu Baggio

Efeitos demográficos do fogo de origem antrópica sobre espécies de fanerófitas do Cerrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre.

Orientador: Ricardo Ribeiro de Castro Solar

Belo Horizonte

2022

043

Baggio, Vinícius Abreu.

Efeitos demográficos do fogo de origem antrópica sobre espécies de fanerófitas do Cerrado [manuscrito] / Vinícius Abreu Baggio. – 2022.

46 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Ricardo Ribeiro de Castro Solar.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre.

1. Ecologia. 2. Cerrado. 3. Incêndios Florestais. 4. Brotos de Planta. I. Solar, Ricardo Ribeiro de Castro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 502.7



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E MANEJO DA VIDA SILVESTRE

FOLHA DE APROVAÇÃO

"Efeitos demográficos do fogo de origem antrópica sobre espécies de fanerófitas do Cerrado"

VINÍCIUS ABREU BAGGIO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia **27 de agosto de 2022**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes professores:

Doutor(a) Lucas Neves Perillo
(UFMG)

Doutor(a) Giselle Martins Lourenço
(UFMG)

Doutor(a) José Eugênio Cortes Figueira
(Presidente da Banca)

Belo Horizonte, 27 de agosto de 2022.

Assinaturas dos Membros da Banca



Documento assinado eletronicamente por **Giselle Martins Lourenço, Usuário Externo**, em 11/10/2022, às 11:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lucas Neves Perillo, Usuário Externo**, em 11/10/2022, às 20:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Eugenio Cortes Figueira, Professor do Magistério Superior**, em 05/11/2022, às 09:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1821704** e o código CRC **8F6BC366**.

Agradecimentos

Inicialmente gostaria de agradecer ao Prof. Dr. José Eugênio, que me acompanhou em todas as fases do trabalho, desde coletas até a formulação da dissertação. Sou muito grato pelo seu suporte e tempo investido em mim para que o trabalho terminasse da melhor forma.

Agradeço ao meu orientador Dr. Ricardo Solar, pela sua paciência e ajuda a lidar com os diversos desentendimentos que vieram ao longo desse percurso.

Agradeço aos integrantes do laboratório do Dr. Geraldo Fernandes, que ajudaram na coleta de dados e demonstraram muita proatividade e eficiência na realização da mesma. Sou especialmente grato a Jessica, Barbara e Cristiane, cujo a ajuda na organização dos dados foi imprescindível para a formulação da dissertação.

À equipe do CIAAR, em específico ao Capitão Felipe Ribeiro, que permitiu que o estudo fosse feito em sua área, além de demonstrar muito interesse pelo tema. Além de agradecido eu admiro muito a sua iniciativa e busca por conhecimento, possibilitando que o manejo do fogo na área fosse feito de maneira efetiva.

À prof. Dra. Tatiane Cornelissen e o Dr. Flávio do Carmo, pelo seu tempo, e por apresentarem diversas sugestões de melhoria da dissertação. Levarei esse aprendizado por todo o meu percurso profissional.

À banca examinadora, Dr. Lucas Perillo e Dra. Giselle Lourenço, por terem aceito fazer parte da avaliação do meu trabalho e por todo o encorajamento, sou imensamente agradecido.

Agradeço muito como um todo ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre e a agência de fomento CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa, que possibilitou que eu pudesse fazer o presente estudo.

Resumo

Incêndios antrópicos, caracterizados pela sua intensidade elevada são cada vez mais frequentes no Cerrado. A avaliação a nível populacional das respostas de plantas afetadas pelo fogo se mostra cada vez mais relevante quando se pensa na conservação destes ambientes. Neste estudo foram avaliadas as respostas demográficas de cinco espécies do Cerrado após um incêndio de alta intensidade ocorrido em 2019 em Lagoa Santa, MG, Brasil. Três espécies arbóreas, *Stryphnodendron adstringes* (Fabaceae), *Connarus suberosus* (Connaraceae), uma Fabaceae não identificada e a palmeira *Syagrus flexuosa* (Arecaceae), foram amostradas em três meses após o fogo com o objetivo de mensurar suas primeiras respostas demográficas. Dois anos depois, *Didymopanax macrocarpus* (Araliaceae) foi estudada, com o objetivo de entender as respostas da espécie a longo prazo. Ao todo, 527 indivíduos foram amostrados, com taxas de mortalidade da parte aérea (*topkill*) muito elevadas, com exceção de *S. flexuosa*, planta clonal, que rapidamente voltou a produzir inflorescências. A correlação entre a produção de rebrota e tamanho da planta foi significativo em *S. adstringes*, *C. suberosus* e *S. flexuosa* pontuando o potencial da altura como um medidor de estocagem de nutrientes para rebrotas. Por ter sido amostrada apenas dois anos depois, a espécie *D. macrocarpus* foi a única que apresentou rebrotas com estruturas reprodutivas. Os resultados demonstraram que as amostragens logo após o fogo permitem estimativas de mortalidade e revelam o potencial de produção de rebrotas, enquanto amostragens mais afastadas do momento do fogo tem o potencial de revelar a exclusão competitiva de parte das rebrotas e o ingresso das sobreviventes em estágios reprodutivos. Com exceção dos clones de *S. flexuosa*, nenhuma das espécies estudadas resistiria a incêndios sequenciais por muito tempo, pois as rebrotas não resistiriam ao fogo e iriam consumir carboidratos estocados nos órgãos subterrâneos sem o devido tempo de reposição.

Palavras-chave: Estruturas populacionais, mortalidade, rebrotas, respostas demográficas, resiliência.

Abstract

Anthropic fires, characterized by their high intensity, are increasingly frequent in the Cerrado. Population-level assessment of the responses of fire-affected plants is increasingly relevant when considering the conservation of these environments. In this study, we evaluated the demographic responses of five Cerrado species after a high-intensity fire that occurred in 2019 in Lagoa Santa, MG, Brazil. Three tree species, *Stryphnodendron adstringes* (Fabaceae), *Connarus suberosus* (Connaraceae), an unidentified Fabaceae and the palm *Syagrus flexuosa* (Arecaceae), were sampled three months after the fire in order to measure their first demographic responses. Two years later, *Didymopanax macrocarpus* (Araliaceae) was studied, with the aim of understanding long-term responses. Altogether, 527 individuals were sampled, with very high mortality rates of the aerial part (*topkill*), with the exception of *S. flexuosa*, a clonal plant, which quickly returned to producing inflorescences. The correlation between resprout production and plant size was significant in *S. adstringes*, *C. suberosus* and *S. flexuosa* punctuating the potential of height as a measure of nutrient storage for resprouts. Because it was sampled two years later, the species *D. macrocarpus* was the only one that showed resprouts with reproductive structures. The results showed that sampling immediately after the fire allows mortality estimates and reveals the potential for resprout production, while sampling further away from the moment of fire has the potential to reveal the competitive exclusion of some of the resprouts and the entry of survivors in reproductive stages. With the exception of *S. flexuosa* clones, none of the studied species would resist sequential fires for a long time, as the resprouts would not resist the fire and would consume carbohydrates stored in underground organs without due replacement time.

Key-words: Population structures, mortality, resprouts, demographic responses, resilience.

Sumário

Introdução.....	8
Material e métodos.....	10
Área de estudo.....	10
Espécies estudadas.....	14
Coleta de dados.....	17
Análise de dados.....	17
Resultados.....	19
Discussão.....	26
Referências.....	32
Material suplementar.....	42

Introdução

O fogo é considerado um dos principais fatores que moldam a estrutura de ambientes savânicos, influenciando tanto a abundância quanto a diversidade das espécies (Bond et al. 2005, Bond & Keeley 2005). Características como cascas de tronco espessas e capacidade de rebrota após o fogo são estratégias adaptativas marcantes de espécies do Cerrado (Simon et al. 2009, Hoffmann & Solbrig 2003), já apontadas por Warming (1908). Por sua vez, algumas espécies herbáceas do Cerrado possuem dependência do fogo para a reprodução, apresentando floração em massa após um incêndio (Conceição & Orr 2012, Schmidt et al. 2005, Pyke 1983). Essa estratégia adaptativa é de grande importância para proteger estruturas reprodutivas de um possível incêndio, possibilitando também diversos outros benefícios, como a facilidade de reprodução cruzada devido a floração conjunta, fator relevante para a variabilidade genética das populações (Coutinho 1990). Entretanto, essas adaptações ao fogo podem ter sido moldadas por um regime natural de fogo causado por relâmpagos, que difere significativamente dos regimes de queimadas antropogênicas, caracterizados por maior intensidade, extensão e frequência (Abreu et al. 2017, Archibald 2016, Figueira et al. 2016, Pivello 2011).

A dinâmica de regime de fogo ao redor do mundo é influenciada por diversos fatores, entre eles o crescente desmatamento, expansão da agropecuária e mudanças climáticas, que por sua vez, prolongam a estação seca e aumentam o potencial de focos de incêndio (Keith et al. 2008, Nepstad et al. 2008, Malhi et al. 2008, Marengo et al. 2018). Segundo análises de satélite de 1985 a 2020 o Brasil queimou em média por ano 151 milhões de km² ou 1.8% da área total do país (MapBiomas 2021). De acordo com o estudo, o aumento do desmatamento tem sido apontado como um fator de grande importância para justificar o aumento da frequência de incêndios no território brasileiro durante os anos de extrema seca (MapBiomas 2021). Isso ocorre, pois, o fogo é muitas vezes utilizado como uma estratégia para eliminar plantas sem valor comercial, e para preparar o terreno para as atividades relacionadas a agropecuária (Pivello et al. 2021). Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) demonstram que o ano de 2019 foi caracterizado por um aumento significativo das áreas queimadas em todos os biomas brasileiros, sendo que comparativamente ao ano anterior foram registradas 46% a mais de área queimada na Mata Atlântica, 573% a mais no Pantanal e 74% no Cerrado (INPE 2022).

Os impactos deletérios do aumento na frequência de fogo têm sido evidentes principalmente em áreas não-protegidas, devido à falta de medidas de controle do fogo depois que ele se inicia (Bowman et al. 2011). Regimes de fogo muito frequentes impedem que as plantas alcancem tamanhos nos quais adquirem resistência ao fogo, e que podem estar também associados à incapacidade de reprodução sexuada (Miranda et al 2002; Hoffmann and Solbrig 2003). Em contrapartida, a supressão excessiva dos incêndios em áreas protegidas estimula o acúmulo de biomassa seca, principalmente gramíneas, podendo resultar em queimas catastróficas que têm consequências graves na biodiversidade local (Abreu et al. 2017, Durigan & Ratter 2016, Pinheiro et al. 2010), situação que se agrava com a invasão de gramíneas exóticas cujas biomassas podem ultrapassar consideravelmente a de gramíneas nativas (Rossi et al. 2014).

Nesse cenário de aumento na frequência e intensidade dos regimes de fogo, é de se esperar consequências consideráveis para espécies vegetais do Cerrado. Após uma queima de alta intensidade, plantas que sofreram com a morte de suas estruturas aéreas (*topkill*) utilizam dos seus estoques subterrâneos para subsidiar a produção de rebrotas basais, retrogradando a altura do indivíduo, mas possibilitando sua sobrevivência e uma regeneração rápida do mesmo (Coutinho 1990, Williams et al. 1999, Hoffmann et al. 2009). Porém, uma frequência elevada de incêndios pode levar as rebrotas a ficarem presas em classes de altura mais sensíveis ao fogo, por não terem tempo o suficiente para se desenvolverem. O *topkill* constante esgota também os recursos dessas plantas para o rebrotamento, causando o fenômeno de “*Firetrap*”. (Miranda et al 2002, Hoffmann & Solbrig 2003). Quando isso ocorre, é de se esperar também uma diminuição na reprodução sexuada, tendo em vista que as rebrotas também não chegarão em classes de altura reprodutivas, tendo impactos na variabilidade genética de sua população (Miyaniishi & Kelman 1986, Higgins et al. 2007, Bennett et al. 2016).

Para se determinar o impacto do fogo, especialmente o de origem antropogênica, é importante avaliar o período de ocorrência de incêndios de alta intensidade (Coutinho et al. 1982, Coutinho 1990, Whelan 1997, Myers 2000), pois a passagem do fogo em períodos de reprodução das espécies vegetais pode levar a exclusão dessas populações (Souza & Soares 1983), enquanto os incêndios que ocorrem durante a estação seca podem causar a mortalidade de indivíduos jovens e adultos (Bond et al. 1984). Dessa forma, buscando minimizar os efeitos dos incêndios, especialmente aqueles de origem antropogênica em épocas secas, técnicas de manejo do fogo com queimas

prescritas têm sido desenvolvidas como estratégias para controlar a biomassa seca (Batista et al. 2018). Essa técnica já teve a sua importância apontada por diversos estudos, destacando-se a sua relevância em ambientes savânicos (Pivello et al. 2006, Fidelis & Pivello 2011). Entretanto, a utilização do manejo do fogo como uma estratégia para proteção de áreas verdes ainda é incipiente no Brasil, pois historicamente o fogo é considerado apenas como causador de impactos negativos. Além disso, é importante destacar que para que haja o manejo adequado do fogo é essencial se conhecer as respostas das espécies de plantas e animais, considerando diferentes intensidades de fogo (Berlinck & Batista 2020) e, ainda conhecer os efeitos de incêndios de origem natural (por exemplo, queimadas por raios) (Ramos-Neto & Pivello 2000) e os efeitos de incêndios antropogênicos (por exemplo, queimadas para manutenção de pastagens).

Apesar de existir alguns estudos que descrevem as respostas da vegetação do Cerrado ao fogo (Hoffmann & Solbrig 2003, Medeiros & Miranda 2005, Medeiros & Miranda 2008; Vale & Lopes 2010), estudos que avaliam os efeitos do fogo por rebrotamento das plantas de porte arbóreo referem-se a avaliações no nível de comunidade (Coutinho 1990, Medeiros & Miranda 2005, Hoffmann et al. 2009, Ribeiro et al. 2012, Souchie et al. 2017). Sabe-se pouco sobre as respostas espécie-específicas, quando se trata dos tipos e quantidades de rebrotas produzidas em diferentes intensidades de fogo e sobrevivência das espécies (Bond & Midgley 2001, Souchie et al. 2017). Desse modo, torna-se importante entender quais são as respostas demográficas dos diferentes táxons, uma vez que diferentes espécies podem ser afetadas de maneiras distintas devido às suas características intrínsecas. Com isso, o presente estudo teve como objetivo descrever variações nas estruturas populacionais decorrentes da sobrevivência ou morte seguida de rebrotas (*topkill*) em cinco espécies de plantas do Cerrado em resposta a uma queimada de alta intensidade. Esses dados, aliados à produção de estruturas reprodutivas sexuadas, permitem avaliar suas vulnerabilidades e auxiliam o planejamento do manejo local do fogo.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica - CIAAR, (19°40'11" S, 43°54'34" W), no município de Lagoa Santa, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais (Fig. 1). A região tem o clima caracterizado como Aw por Köppen, ou seja, estações secas e chuvosas bem definidas (Alvares et al. 2013). A estação seca tem o seu início em maio e junho, se encerrando em setembro e outubro, quando é esperado uma baixa precipitação e altas temperaturas em comparação a outras épocas do ano (Climate 2022). A média anual de pluviosidade é de 1039 mm, tendo uma diferença de 226 mm entre o mês mais seco (julho) e o mês mais úmido (dezembro) (Climate 2022).



Figura 1 - Imagem aérea da cidade de Lagoa Santa/MG, detalhe para a seta apontando para o local de estudo na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica (IDE SISEMA 2019).

A flora característica do Cerrado presente em Lagoa Santa/MG teve sua relevância destacada internacionalmente com a vinda do pesquisador dinamarquês Eugen Warming, conhecido por muitos como o “pai” da Ecologia. Em seu livro “Lagoa Santa”, impresso em 1908, é descrito as

estratégias adaptativas dessas espécies não apenas à seca, mas também ao fogo, pontuando a resistência de seus caules, e o rebrotamento após a morte da parte aérea da planta, proporcionando a sobrevivência do indivíduo mesmo após uma queimada (Warming 1908). O livro de Warming foi de grande importância e teve considerável repercussão para o entendimento dessas estratégias de plantas em ambientes savânicos, sendo um marco para estudos relacionados ao fogo desde sua publicação.

O município de Lagoa Santa faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Carste Lagoa Santa, que busca proteger os recursos naturais da região e controlar seu uso de forma sustentável. Apesar dos esforços para minimizar os danos causados pelo homem, essa região tem sofrido com uma forte expansão urbana, que tem produzido muitos fragmentos de vegetação nativa cada vez mais inseridos em uma matriz antropizada (Área de Proteção Ambiental 2022). Neste contexto, destaca-se a reserva de Cerrado *sensu stricto* protegida no interior do CIAAR (Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica), que possui uma extensa área de Cerrado comparativamente a outros fragmentos em Lagoa Santa. Apesar de ter várias medidas de proteção à sua área de vegetação, ainda é sujeita a incêndios criminosos frequentemente, como o ocorrido em outubro de 2019, cujo as chamas chegaram até a copa de árvores de até 8 m de altura, qualificando esse evento como uma queima de alta intensidade. A vegetação desta reserva é caracterizada pela predominância de árvores de pequeno porte (3 a 5 m) com diâmetro estreito e poucas árvores com até cerca de 10 m de altura. A área amostrada foi escolhida devido aos danos percebidos pela queimada, e por ter sido um evento de fogo relativamente recente (as coletas foram iniciadas em janeiro de 2020), possibilitando a obtenção de dados de respostas imediatas de plantas. A região tinha cerca de 0,6 ha (Fig. 2) e apresentava diversas árvores mortas com troncos carbonizados até o seu topo, além da presença de cascas estouradas para algumas espécies (Fig. S1). A área de estudo também apresentou copas totalmente queimadas com ausência de folhas, e algumas árvores maiores com folhas secas. Estruturas reprodutivas vivas estavam presentes no estrato herbáceo, que se regenerou rapidamente (Fig. S2). Já estruturas reprodutivas carbonizadas não foram muito encontradas, tanto no estrato herbáceo quanto no arbóreo, mas foram notadas em *Syagrus flexuosa* (Arecaceae) (Fig. S3) e *Hymenaea courbaril* (Fabaceae). O rebrotamento basal foi generalizado em vários indivíduos e espécies que sofreram *topkill*. Já o solo estava exposto, com sinais de crescimento de gramíneas e sendo perceptível a presença de insetos e alguns animais vertebrados (Fig. S4).



Figura 2 – Imagens de satélite da área de estudo delimitada na área de vegetação da reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa, MG, ao lado do prédio do comando, em junho de 2019 (acima) e o depois do incêndio (abaixo), em janeiro de 2020. (Google Earth Pro 2022).

Espécies estudadas

Cinco espécies foram escolhidas com base em sua abundância na área de estudo, tornando-as bons modelos de respostas de plantas ao fogo para a realidade local: *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae), Fabaceae não identificada, *Connarus suberosus* Planch (Connaraceae), *Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc (Arecaceae) e *Didymopanax macrocarpus* (Cham. & Schltdl.) Seem. (Araliaceae) (Fig. 3).

Stryphnodendron adstringens

Stryphnodendron adstringens é uma espécie endêmica do Cerrado, mas com ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o nordeste do Brasil até a região sudeste, passando pelo planalto central (Lorenzi 1992, Felfili et al. 1999). É uma espécie de porte arbóreo, podendo chegar até 5 m de altura, com um tronco rígido e cascas rugosas que tem o potencial de se desprender facilmente (Lorenzi 1992, Soares et al. 2008). Indivíduos de *S. adstringens* florescem anualmente entre julho e novembro e são polinizados principalmente por abelhas; seus frutos são grossos e carnosos, maturando ao longo do ano todo (Felfili et al. 1999). É uma espécie com uma considerável importância farmacológica, devido a presença de compostos presentes principalmente em seu caule, que tem atividade anti-inflamatória, antibacteriana e cicatrizante (Goulart 2010).

Connarus suberosus

Assim como *S. adstringens*, a espécie *C. suberosus* tem a sua ocorrência também no planalto central, englobando as diversas áreas de Cerrado da região (Lorenzi 2002). Essa espécie alcança de 4 a 7 m, possui tronco tortuoso com uma considerável espessura de cortiça, além de apresentar uma característica cor ferrugínea em seus ramos juvenis (Silva 2005). A época de sua floração é de agosto a outubro, apresentando flores com odores similares ao de mel, que são visitadas principalmente por abelhas (Queiroz 2021). Seus frutos ficam maduros de dezembro a janeiro, sendo recurso especificamente para aves que dispersam as sementes (Queiroz 2021). Sua madeira é comumente utilizada para móveis simples no meio rural devido a sua resistência, e sua casca interna é usada na medicina popular no tratamento de diarreias e cardiopatias, com potencial antioxidante (Forero 1983).

Syagrus flexuosa

Diferentemente das outras espécies, *S. flexuosa* é uma monocotiledônea, clonal, com rametes de até 5 m de altura, ocorrendo frequentemente no Cerrado do sudeste, centro-oeste, norte e nordeste (Lorenzi et al. 2010). A sua ocorrência engloba os mais diversos tipos de Cerrado, também sendo evidente a sua presença em áreas antropizadas, como pastagens. Em seus ramos podem estar presentes de um a quatro inflorescências, e cada uma com um a 60 frutos de formato obovóide caracterizado pelo seu endosperma com alto valor nutricional (Lorenzi et al. 2010). Essa espécie produz frutos ao longo de todo ano. A dispersão de sementes é feita principalmente por mamíferos como antas, cutia e diversas espécies de roedores (Henderson 2002).

Didymopanax macrocarpus

A única espécie que não é endêmica do Cerrado é a *D. macrocarpus*, sendo amplamente distribuída em todo o Brasil, em diversas fisionomias do Cerrado e da Mata Atlântica (Heringer et al. 1977). Apesar disso, as suas características físicas se assemelham a diversas espécies de ambientes savânicos: casca grossa e tronco retorcido (Lorenzi 1992). Algumas populações podem florescer de janeiro a agosto com a maturidade dos frutos entre julho e abril, mas apesar disso, em muitos locais as fenofases não são bem demarcadas, podendo apresentar a sua reprodução ao longo de todo ano (Fiaschi & Pirani 2007). Seus frutos são dispersos por aves comuns do cerrado (Silva 2013).



Figura 3. Registros fotográficos das espécies estudadas na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa, em 2020 e 2021. A) Indivíduo adulto vivo de

Stryphnodendron adstringens. B) Rebrotas da Fabaceae não identificada que emergem da base de seu tronco morto. C) Estruturas reprodutivas três meses após o fogo de *Syagrus flexuosa*. D) Rebrotas da espécie *Connarus suberosus* emergindo do seu tronco morto. E) Rebrotas da espécie *Didymopanax macrocarpus* apresentando frutos.

Coleta de dados

As populações de *S. adstringens*, Fabaceae não identificada, *C. suberosus* e *S. flexuosa* foram amostradas por busca ativa dentro da área amostral entre janeiro e fevereiro de 2020, três meses após o incêndio (outubro/2019), quando foi obtido dados das suas respostas imediatas ao fogo. Os seguintes dados foram obtidos: 1) altura da planta-mãe, 2) sobrevivência da parte aérea da planta-mãe (sinalizada pelas rebrotas de copa), 3) altura de carbonização nos troncos dos indivíduos, 4) presença de estruturas reprodutivas carbonizadas ou produzidas depois do fogo. Em caso de presença de rebrotas basais, foram obtidos o número e a altura dessas rebrotas.

A espécie *D. macrocarpus* foi amostrada por busca ativa somente dois anos depois, em julho de 2021, quando foram feitas as mesmas medições descritas para as demais espécies, além do registro de flores e frutos nas rebrotas. O espaçamento maior entre a amostragem da espécie *D. macrocarpus* em relação as demais, pode auxiliar no entendimento de respostas tardias ao fogo, como a produção de estruturas reprodutivas por rebrotas que tiveram mais tempo para se desenvolver. Cada indivíduo arbóreo e cada clone de *S. flexuosa* foi marcado com uma placa de alumínio numerada presa ao caule com arame galvanizado para futuras medições.

Análises gráficas e estatísticas

Para comparar as estruturas populacionais e descrever as respostas demográficas ao fogo, como percentuais de sobrevivência e produção de rebrotas, as espécies estudadas foram agrupadas em classes de tamanho equivalentes de 0,5 m.

Para avaliar os percentuais de sobrevivência da parte aérea por indivíduos maiores foi utilizada a razão entre o número de sobreviventes na classe de altura dividido pelo número total de indivíduos antes do fogo na classe de altura (número obtido de forma indireta através das alturas das plantas-mãe). As análises de Regressão Logística não puderam ser realizadas devido a baixa sobrevivência das espécies em diversas classes de altura, assim os percentuais de sobrevivência foram representados apenas graficamente.

Com o objetivo de observar o impacto do fogo nas populações das espécies estudadas, foram gerados gráficos de estrutura populacional antes e depois do fogo. Para representar a estrutura populacional antes do incêndio, foram utilizadas as alturas das plantas-mãe como medida de tamanho, tendo em vista que os tamanhos das espécies arbóreas e dos clones de *S. flexuosa* não se alteram significativamente vários meses ou mesmo alguns anos após o fogo, permitindo boas aproximações das estruturas populacionais no momento da queima. Por sua vez, as estruturas populacionais pós-fogo foram obtidas pelas medições e contagens das rebrotas e dos indivíduos sobreviventes.

Uma Correlação de *Pearson* (r) foi usada para avaliar se a produção de rebrotas é proporcional ao tamanho da planta mãe. Para os dados das espécies *D. macrocarpus*, Fabaceae não identificada e *S. flexuosa*, porém, foi utilizada a Correlação de *Spearman* (r_s), devido à baixa correlação utilizando testes paramétricos. Para espécies significativas, foram gerados gráficos representando as suas retas de regressão, buscando demonstrar as suas tendências.

A espécie *S. flexuosa*, por ser clonal, possui diversas especificidades em como os indivíduos devem ser analisados. A altura dos rametes pode carregar informações importantes no que diz respeito à chance de sobrevivência e produção de estruturas reprodutivas. Porém, apenas o tamanho dos rametes não é representativo do indivíduo inteiro, pois cada clone tem a sua importância individual para a manutenção do todo. Considerando isso, para entender o investimento dessa espécie em rebrotamento, as medidas dos indivíduos foram feitas a partir da soma de todos os rametes de cada planta, sem separação por classe de altura, observando a altura total de cada indivíduo e a sua produção de rebrotas respectiva.

Também com o teste de *Pearson*, foi verificada a relação entre altura dos rametes de *S. flexuosa* com a produção de estruturas reprodutivas antes (frutos carbonizados) e/ou após o fogo. Essa

mesma relação foi traçada para as rebrotas de *D. macrocarpus*, buscando observar se em dois anos essa espécie é capaz de se reproduzir sexualmente após o evento de queima (Zar 2010). Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando o software Bioestat 5.3 (Ayres et al. 2007).

Resultados

Um total de 480 indivíduos três meses após o fogo, incluindo os rametes de *S. flexuosa*, foram medidos e analisados. As alturas desses indivíduos variaram de 0,1 até 9 m. O percentual de mortes seguidas de rebrotas foi de 45% a 99% nas espécies estudadas, e no total, 473 desses 480 indivíduos produziram 1313 rebrotas. Já a espécie *D. macrocarpus*, amostrada dois anos depois, apresentou um total de 47 indivíduos mortos e uma produção de 79 rebrotas (Tab. 1).

Tabela 1. Respostas demográficas ao fogo das cinco espécies estudadas na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa. As quatro espécies vegetais, *S. adstringens*, Fabaceae não identificada, *C. suberosus* e *S. flexuosa* foram amostradas três meses após o incêndio ocorrido em 2019, enquanto que *D. macrocarpus* foi amostrada dois anos depois.

Espécie	N. Indivíduos	Altura mín. – máx. (m)	DAP mín. – máx. (cm) ¹	% Sobrevida ²	Total rebrotas ³	% Indivíduos adultos com estruturas reprodutivas sexuadas antes e/ou depois do fogo
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	72	0.48 - 4.9	0.8 - 12.1	1%	197	0%
Fabaceae não identificada	79	0.95 - 9.0	2.33 - 127	14%	410	2,5%

<i>Connarus</i>						
<i>suberosus</i>	91	0.14 - 4.4	0.8 - 8.0	7%	262	0%
<i>Syagrus flexuosa</i>	238	0.1 - 2.7	0.4 - 8.0	55%	444	31,5%
<i>Didymopanax</i>						
<i>macrocarpus</i>	47	2.03 - 5.0	1.1 - 4.5	0%	79	0%
Total	527				1392	

¹ DAP – diâmetro na altura do peito; ² Percentual de sobrevivência da parte aérea; ³ Total de rebrotas produzidas por indivíduos que sofreram *topkill*.

Stryphnodendron adstringens

A espécie *S. adstringens* apresentou uma população com indivíduos em maior parte na última classe de altura, mas nunca passando de 5 m (média: 3,44, Tab.1). Apesar do número alto de indivíduos maiores que 3 m, não foi possível observar estruturas reprodutivas carbonizadas nem produzidas após o fogo por indivíduos que apresentaram sobrevivência da parte aérea. A taxa de *topkill* de *S. adstringens* foi alta em relação às outras espécies, apresentando uma sobrevivência de apenas 1% (Fig. 4a). Ao todo, indivíduos que sofreram com a morte de órgãos aéreos produziram 197 rebrotas (menores que 1,5 m), uma produção não tão numerosa e nem rebrotas tão grandes como nas outras espécies. De maneira geral, para essa espécie as classes de altura retrocederam, devido ao rebrotamento basal ocorrido após o *topkill* dos indivíduos (Fig. 4b). Os resultados apontaram para uma correlação positiva entre a produção de rebrotas e o tamanho do indivíduo, de modo que indivíduos maiores produziram mais rebrotas ($r = 0,96$, $P < 0,01$, $n = 7$) (Fig. 4c).

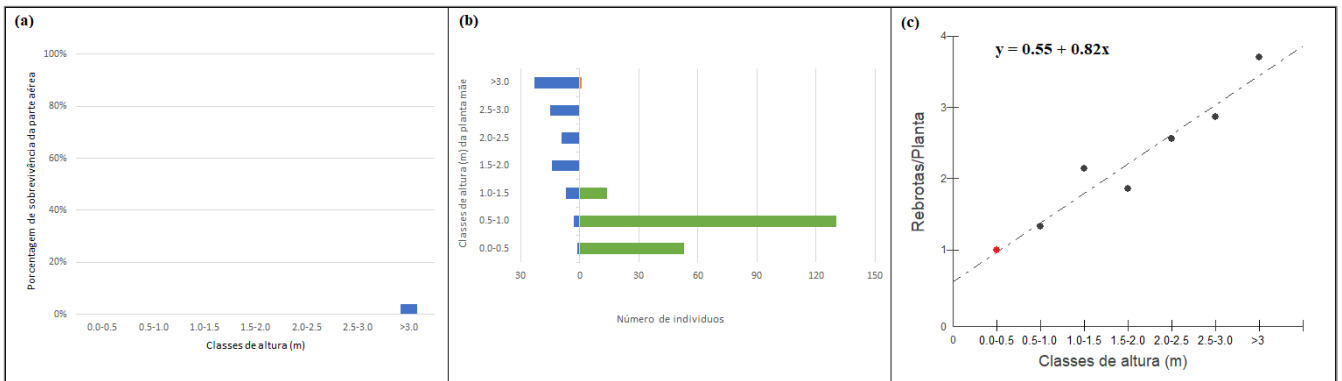


Figura 4. Dados óbitos de *Stryphodendron adstringes* na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa em 2020, três meses após o fogo. (a) Percentual de sobrevivência das plantas (partes aéreas) por classe de altura. (b) Distribuição de alturas das plantas antes (barras azuis) e depois do fogo (barras laranjas = sobreviventes e verdes = rebrotas). (c) Relação entre produção de rebrotas e altura da planta-mãe. Linha pontilhada = reta de regressão. Os pontos vermelhos representam classes de altura sub-amostradas (< 3 indivíduos).

Connarus suberosus

A estrutura populacional da espécie *C. suberosus* apresentou indivíduos de tamanhos variados, com uma concentração de 63% dos indivíduos em classes de altura entre 1 m a 2,5 m (média: 1,97, Tab.1). A sobrevivência da parte aérea dos indivíduos foi de 7%, mas foi a única espécie além de *S. flexuosa* que apresentou sobrevivência em mais de uma classe de altura (Fig. 5a). Sua estrutura populacional apresentou morte de quase todos os indivíduos, seguida de um elevado rebrotamento (Fig. 5b). E assim como para a espécie *S. adstringens*, na espécie *C. suberosus* foi verificada correlação positiva entre produção de rebrotas e a altura das plantas-mãe ($r = 0,93$, $P < 0,01$, $n = 7$) (Fig. 5c).

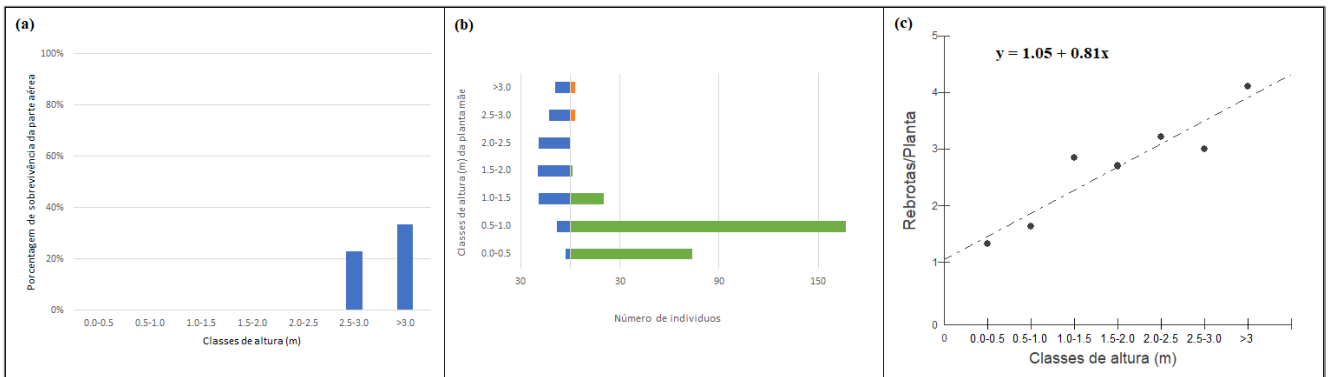


Figura 5. Dados óbitos de *Connarus suberosus* na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa em 2020, três meses após o fogo. (a) Percentual de sobrevivência das plantas (partes aéreas) por classe de altura. (b) Distribuição de alturas das plantas antes (barras azuis) e depois do fogo (barras laranjas = sobreviventes e verdes = rebrotas). (c) Relação entre produção de rebrotas e altura da planta-mãe. Linha pontilhada = reta de regressão.

Fabaceae não identificada

Antes do fogo, a espécie da Fabaceae não identificada apresentava os indivíduos mais altos, com estruturas reprodutivas em poucas plantas da última classe de altura (média: 3,74, Tab.1). O *topkill* nessa espécie também foi elevado, com uma sobrevivência da parte aérea de apenas 14% das plantas de maior porte (Fig. 6a). A produção e altura de rebrotas da Fabaceae não identificada foi elevada, comparativamente a outras espécies, desconsiderando *D. macrocarpus* que foi amostrada dois anos depois. Além da presença de rebrotas acima de 1,5 m, essa espécie apresentou um padrão similar de estrutura populacional após o fogo (Fig. 6b). Contudo, o tamanho dessa espécie não foi correlacionado com a produção de rebrotas ($r_s = 0,25$, $P = 0,62$, $n = 6$) (Fig. 6c).

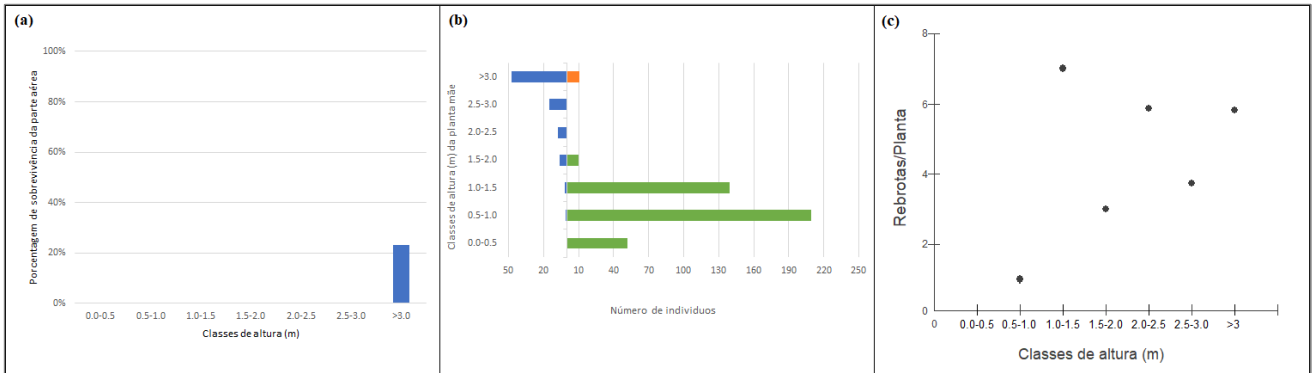


Figura 6. Dados óbitos da Fabaceae não identificada na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa em 2020, três meses após o fogo. (a) Percentual de sobrevivência das plantas (partes aéreas) por classe de altura. (b) Distribuição de alturas das plantas antes (barras azuis) e depois do fogo (barras laranjas = sobreviventes e verdes = rebrotas). (c) Relação entre produção de rebrotas e altura da planta-mãe. Por não possuir uma correlação significativa, a sua reta de regressão não foi representada.

Didymopanax macrocarpus

A estrutura populacional antes do fogo de *D. macrocarpus* apresentou uma abundância de indivíduos na última classe de altura (média: 3.44, Tab.1), e uma quantidade baixa (ou inexistente) em classes de altura inferiores (Fig. 7a). Mas apesar do grande porte de plantas-mãe da espécie *D. macrocarpus*, houve uma carbonização completa da superfície das cascas em todas as alturas, e a ocorrência de *topkill* foi de 100%. Por ter sido amostrada dois anos depois, as alturas das rebrotas foram variadas entre classes de altura, com a maior rebrota chegando a 3,14 m. A produção de rebrotas dessa espécie não foi diretamente relacionada com a altura da planta-mãe ($r = 0,80$, $P = 0,19$, $n = 4$) (Fig. 7b), porém a presença de flores e/ou frutos em relação à altura das rebrotas se mostrou significativa ($r = 0.86$, $P = 0,01$, $n = 7$) (Fig. 7c).

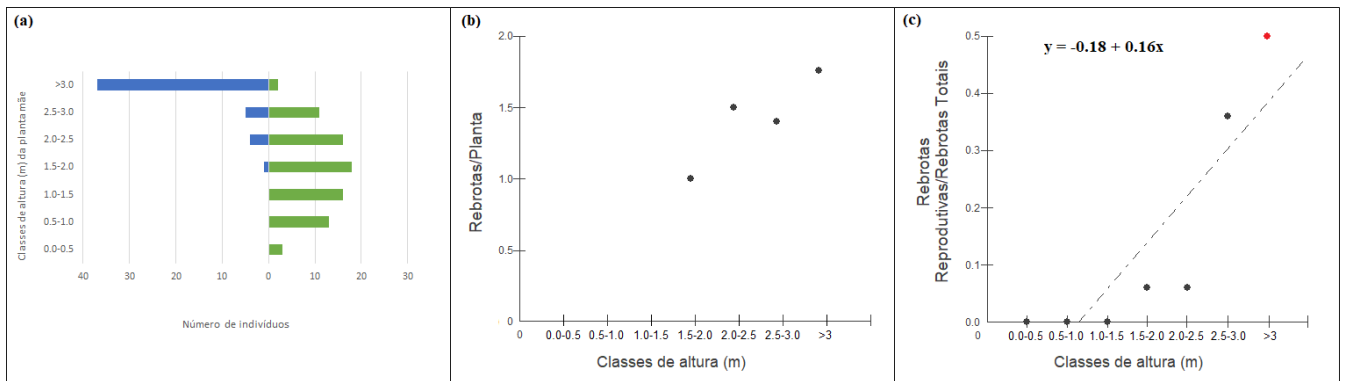


Figura 7. Dados óbitos de *Didymopanax macrocarpum* na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa em 2021, dois anos após o fogo (a) Distribuição de alturas das plantas antes (barras azuis) e depois do fogo (barras laranjas = sobreviventes e verdes = rebrotas). (b) Relação entre produção de rebrotas e altura da planta-mãe. Por não possuir uma correlação significativa, a sua reta de regressão não foi representada. (c) Correlação da presença de estruturas reprodutivas sexuadas e o tamanho das rebrotas. Linha pontilhada = reta de regressão. Pontos vermelhos representam classes de altura sub-amostradas (< 3 indivíduos). O gráfico de percentual de sobrevivência das plantas (partes aéreas) não foi representado devido mortalidade de 100% de todos os indivíduos analisados dessa espécie.

Syagrus flexuosa

A análise de sobrevivência em relação à altura da espécie *S. flexuosa*, feita a partir da medição dos rametes de cada clone, revelou que mesmo rametes em classes de altura abaixo de 0,5 m e carbonizados produziram folhas logo após o incêndio (Fig. 8a), além disso a produção de rebrotas foi a mais numerosa entre todas as espécies (Fig. 8b). Indivíduos inteiros apresentaram conjuntos de rametes de tamanhos variados, às vezes possuindo 16 rametes com menos de 0,5 m, ou quatro rametes com alturas que iam de menos de 0,5 até mais de 2 m (média: 1.29, Tab.1). Alguns de seus maiores rametes apresentavam estruturas reprodutivas sexuadas antes do incêndio (evidenciados por flores e frutos carbonizados) e gerados logo após o incêndio (inflorescências), também correlacionados com o tamanho dos rametes ($r = 0.98$, $P < 0,01$, $n = 5$) (Fig. 8d). Os resultados demonstraram uma relação entre o tamanho total dos indivíduos (adquirido pela soma da altura de todos os seus rametes) e a produção de rebrotas ($r_s = 0,49$, $P < 0,01$, $n = 40$) (Fig. 8c).

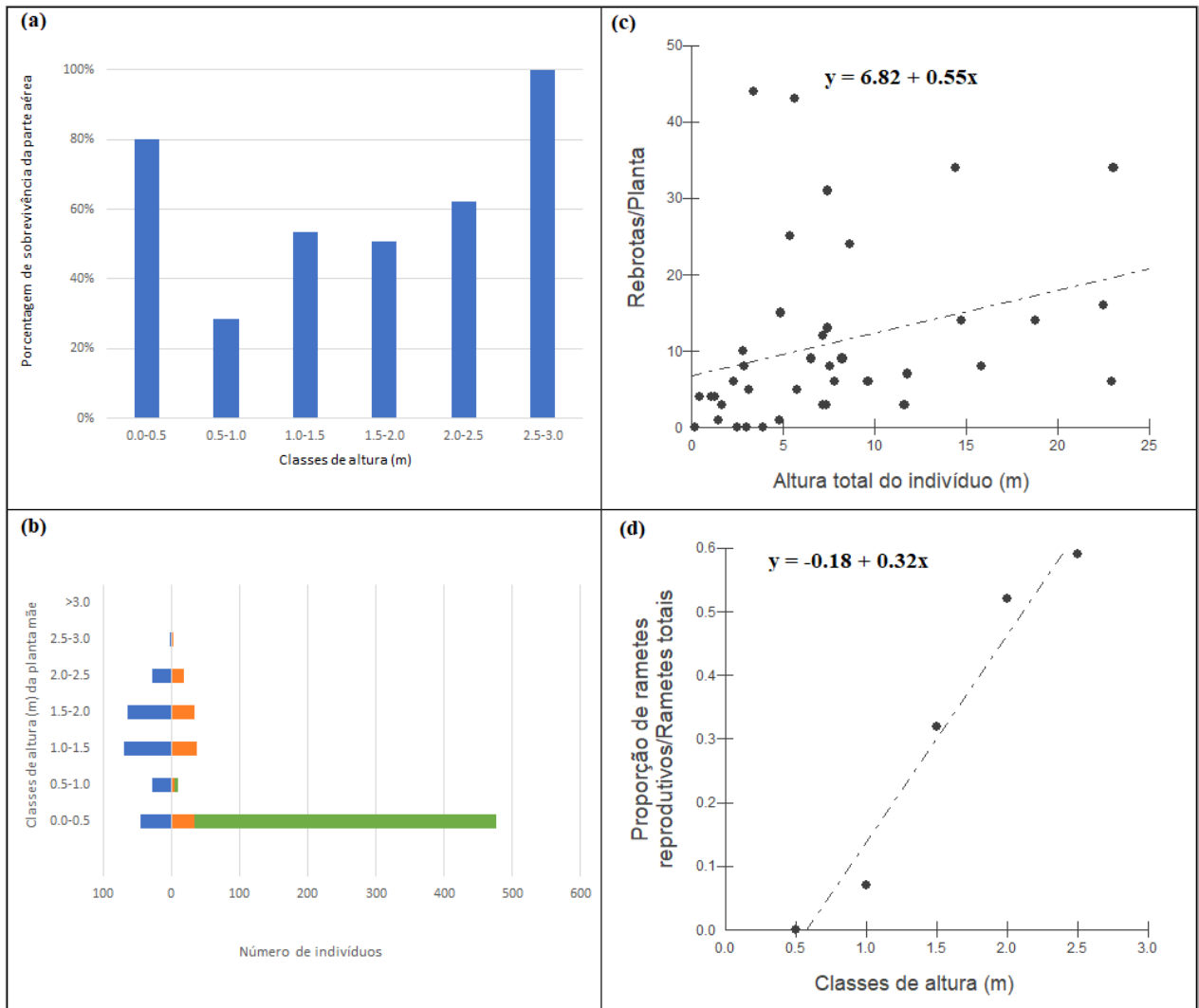


Figura 8. Dados óbitos de *Syagrus flexuosa* na reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Lagoa Santa em 2020, três meses após o fogo. (a) Percentual de sobrevivência das plantas (partes aéreas) por classe de altura. (b) Distribuição de alturas das plantas antes (barras azuis) e depois do fogo (barras laranjas = sobreviventes e verdes = rebrotas). (c) Relação entre produção de rebrotas e altura da planta-mãe. Linha pontilhada = reta de regressão. Diferentemente das outras espécies, *S. flexuosa* não estava agrupada em classes de altura de 0,5 m, tendo sido feita a sua relação a partir da produção de rebrotas por cada indivíduo e a altura total do indivíduo, dada pela soma de cada ramete individual. (d) Correlação da presença de estruturas reprodutivas sexuadas com o tamanho de rametes sobreviventes. Linha pontilhada = reta de regressão. Foram consideradas estruturas reprodutivas sexuadas como: inflorescências e frutos carbonizados e inflorescências e frutos produzidos após o fogo.

Discussão

O presente estudo apontou para uma elevada sensibilidade das quatro espécies arbóreas estudadas a queimadas intensas. Devido à elevada mortalidade de suas partes aéreas (*topkill*), o rebrotamento basal foi generalizado. Foi observado uma alta retrogressão em suas populações, ou seja, perda elevada de indivíduos nas diferentes classes de tamanho (muitos deles adultos em classes de tamanho reprodutivos), que foram substituídos por rebrotas. Assim, um dos efeitos imediatos do fogo é a redução de ofertas de flores, frutos e sementes para a fauna. Pode-se concluir também que mesmo queimadas mais brandas teriam alto potencial destrutivo, matando as rebrotas e reduzindo ainda mais os estoques de nutrientes e carboidratos estocados em estruturas subterrâneas.

Essa tendência de rebrotamento também foi observada em Pellew (1987), que estudou a estrutura populacional de *Vachellia tortilis* (Fabaceae) (uma espécie arbórea comum da região africana) antes e depois do fogo no parque do Serengeti na África. Tanto *V. tortilis* quanto as plantas estudadas da reserva do CIAAR três meses após o fogo, tiveram uma alta taxa de *topkill* e posterior rebrotamento basal, apresentando também retrogressão das classes de altura. Além disso, estudo realizado com duas espécies comuns do cerrado, *Kielmeyera coriacea* (Calophyllaceae) e *S. adstringens*, também registrou uma tendência de produção de rebrotas basais similar após um incêndio de alta intensidade no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, no auge da seca em 2011 (Figueira et al. 2022). Porém, a mortalidade de *K. coriacea* e de *S. adstringens* foi consideravelmente mais baixa em comparação às espécies estudadas do CIAAR. Essa diferença nas taxas de sobrevivência da parte aérea nos dois estudos, em específico entre as populações de *S. adstringens*, pode ser um reflexo de diferenças nas densidades e heterogeneidade na distribuição de gramíneas. Sabe-se que a presença de *Melinis multiflora* (Poaceae exótica e invasora, também conhecida como capim gordura) no ambiente favorece a passagem do fogo, o que pode aumentar a mortalidade de indivíduos próximos dessa espécie, enquanto plantas amostradas em beiras de estrada e em locais com solo mais compacto, onde a densidade dessa gramínea geralmente é menor, podem apresentar sobrevivência mais elevada (D'Antonio et al. 2000, D'Antonio et al. 2011). Na área da reserva do CIAAR foi evidente a presença de *M. multiflora* ao longo de todo o território estudado, o que possivelmente contribuiu para elevar a taxa de *topkill* das plantas na região atingida pelo fogo.

O tamanho dos indivíduos antes da passagem do fogo, também é um aspecto importante. O estudo realizado no Parque do Rola Moça (Figueira et al. 2022) observou a maior presença de indivíduos de tamanho intermediário das espécies *S. adstringens* e *K. coriacea*, em comparação com os indivíduos estudados na reserva do CIAAR das espécies *S. adstringens*, Fabaceae não identificada e *D. macrocarpus*, que apresentaram um baixo número de indivíduos de porte pequeno a intermediário. A baixa frequência (ou quase ausência) de indivíduos em desenvolvimento sugere que o recrutamento derivado de reprodução sexuada foi raro e isso poderia ser explicado pela mortalidade elevada de plântulas germinadas durante as secas e/ou possível destruição causada por alguma queima passada. Neste caso, apenas plantas em classes de altura mais resistentes ao fogo conseguiram se manter no ambiente. O recrutamento de rebrotas é de muita importância para que essas espécies sobrevivam em ambientes susceptíveis a fogo, porém, diversos estudos apontam que o baixo recrutamento sexuada implica em diversos impactos negativos, como a redução de variabilidade genética para as populações em que o rebrotamento é o método de reprodução principal (Miyaniishi & Kelman 1986, Braz et al. 2000). Além disso, o rebrotamento pode não ser suficiente a longo prazo em ambientes com uma frequência muito elevada de fogo, devido ao estoque limitado de recursos subterrâneos que se esgota a cada incêndio (Miranda et al. 2002, Hoffmann & Solbrig 2003). Sambuichi (1991) e Fiedler et al (2004) descreveram como a falta de reprodução sexuada por espécies arbóreas, devido a queimadas muito frequentes, leva a uma diminuição na densidade de espécies lenhosas no ambiente, tendo impactos deletérios na diversidade de espécies como um todo. Tendo isso em vista, a ocorrência de eventos de fogo de forma espaçada no tempo possibilita que os indivíduos recrutados por rebrotamento e/ou sexualmente tenham tempo para se desenvolver e reproduzir.

A velocidade de desenvolvimento de plântulas de origem sexuada e assexuada, a quantidade de rebrotas produzidas e a sobrevivência de indivíduos adultos variam muito entre espécies, entre indivíduos e de acordo com a intensidade do fogo (Clarke et al. 2012, Miranda et al. 2009). Ferreira et al. (2022), acompanhou o desenvolvimento das rebrotas de *S. adstringens* (espécie também amostradas no presente estudo) e constatou que dois anos após o incêndio essas rebrotas não haviam alcançado estágios reprodutivos, diferentemente da espécie *D. macrocarpus* que já apresentava flores e frutos, apontando para essa resposta desigual ao fogo das espécies vegetais do Cerrado. Os autores detectaram que as rebrotas de *S. adstringens* não sofreram mortalidade ao

longo de dois anos, mas sim uma desaceleração no crescimento, possivelmente pela limitação do estoque de energia e nutrientes, o que sugere que a fotossíntese feita por essas rebrotas não está compensando a utilização das reservas subterrâneas.

Outro estudo que buscou acompanhar a regeneração de uma espécie ao longo do tempo foi de Ribeiro (2007), que analisou a produção e a sobrevivência de rebrotas após o fogo de *Miconia stenostachya* (Melastomataceae), uma espécie arbustiva também comum no Cerrado. Nesse estudo foi evidenciado uma produção abrupta de ramos pouco tempo após a queima, quase triplicando o seu número em relação à antes do incêndio. Entretanto, dois anos depois houve uma redução de 50% e estabilização na quantidade desses ramos, evidenciando o efeito da competição intra-ramos pela quantidade limitada de recursos estocados pela planta. Quando se compara com a área da reserva do CIAAR que sofre com queimadas frequentes, nota-se que as árvores tinham um único tronco, sugerindo que a competição entre rebrotas em incêndios prévios pode ter acarretado em uma drástica redução de suas populações. Estudos que acompanham o desenvolvimento das rebrotas com o passar do tempo se mostram relevantes para se entender detalhadamente o efeito do fogo a longo prazo.

Apesar de não termos acompanhado o crescimento dos rebrotamentos ao longo do tempo, as informações obtidas dois anos após o fogo de *D. macrocarpus* apontaram para características importantes de respostas ao fogo. Além da presença de flores e frutos em suas rebrotas, essa espécie apresentou uma correlação positiva no tamanho das rebrotas com a produção de estruturas sexuadas. Portanto, os dados de *D. macrocarpus* sugerem que dois anos são suficientes para que algumas de suas rebrotas mais altas consigam se reproduzir sexuadamente, uma questão de extrema importância para se entender a velocidade de regeneração dessa planta. Porém, vale ressaltar que essa quantidade de tempo não garante a sobrevivência de plântulas germinadas por semente, em caso de um novo incêndio pouco tempo depois. Queimas frequentes podem fazer com que indivíduos jovens de origem sexuada não consigam alcançar alturas reprodutivas e de maior resistência ao fogo, tendo em vista que a velocidade de crescimento de uma plântula de origem sexuada é inferior à de uma rebrota de origem assexuada (Abrahamson 1980, Hoffman 1998). O tempo de crescimento prolongado das plântulas de origem sexuada ressalta como a frequência de fogo pode ser um fator determinante para a sobrevivência das espécies ao longo do tempo no Cerrado (Hoffman et al. 2009, Sato 2003).

No geral as plantas arbóreas estudadas na reserva do CIAAR apresentaram baixa presença de estruturas reprodutivas e alta mortalidade, exceto a espécie *S. flexuosa* que demonstrou uma alta resistência e resiliência quando comparada às outras plantas, considerando a sua sobrevivência, sua capacidade de rebrotamento e o fato de que foi a única espécie que apresentou flores e frutos pouco tempo após o incêndio, configurando uma considerável fonte de recursos para a fauna local, importância já apontada por Lima et al. (2003). A baixa mortalidade dos rametes dessa espécie pode ser justificada pelo seu caule resistente e a estrutura da planta como um todo, tendo em vista que o fogo que chega nos rametes externos pode não alcançar os outros mais próximos do centro (Callaghan 1984). Além disso, o hábito clonal dessa espécie permite que a mortalidade de alguns rametes não tenha muito impacto na planta, considerando que a perda de um clone é apenas uma fração do indivíduo inteiro (Souza 2003, De Steven 1989, Mamede 2008).

Em Mamede (2008) foi feita uma análise da fenologia reprodutiva e sucesso reprodutivo de *S. flexuosa* e a sua relação com o fogo, e foi possível evidenciar que o tratamento de fogo não alterou significativamente a fenologia dessa espécie, mas auxiliou no sucesso reprodutivo, resultando em uma maior produção de frutos sadios em comparação com a área controle. Os autores discutem que o elevado sucesso reprodutivo pode ter ocorrido devido a diminuição de predadores comuns de sementes, e somando isso à alta resiliência dessa espécie ao fogo, foi possível observar a capacidade de *S. flexuosa* de se beneficiar da queima. Essa resistência de espécies de *Arecaceae* à incêndios já foi evidenciada em outros estudos (Liesenfeld 2018, Miola et al. 2010), apesar de que a maneira como a espécie resiste o fogo e como os animais associados a ela respondem, varia consideravelmente de espécie para espécie.

Adicionalmente, apesar de não ter sido foco desse estudo, a retrogressão de classes de altura das plantas analisadas na reserva do CIAAR também pode ter refletido em mudanças na fauna local, variando consideravelmente dependendo do grupo analisado. Insetos herbívoros, por exemplo, podem ser fortemente afetados por eventos de fogo, pois muitos grupos possuem mobilidade reduzida e podem não escapar das chamas (Kim & Holt, 2012), enquanto outros grupos como as aves, que são principais dispersoras de sementes das espécies aqui estudadas (Ribeiro et al. 2013, Silva 2013), podem passar a evitar esses locais devido a diminuição dos recursos atrativos. Dessa maneira, quando as espécies vegetais não são capazes de produzir os recursos utilizados pelos animais espera-se impactos negativos em ambas populações, e por consequência, nas comunidades

locais (Lyon et al. 1978, 2000). Quando se considera pequenas áreas urbanas como a reserva do CIAAR, a capacidade de suporte das espécies de animais é pequena, resultando em populações menores e mais vulneráveis (Pires et al 2006, Kunin & Gaston 1993, Reynolds 2003), portanto eventos de fogo frequentes nesses locais resultam em grandes impactos.

Para evitar ou minimizar os efeitos deletérios do fogo antrópico, o manejo integrado do fogo busca utilizar de queimas prescritas, com o objetivo de reduzir o acúmulo de biomassa seca e posteriormente reduzir a intensidade de futuros incêndios de origem antrópica (Berlinck & Batista 2020). Para Durigan (2020), as práticas de queimas prescritas são de grande importância para a proteção de ambientes suscetíveis a fogo no Brasil, apesar das constantes dificuldades em superar a percepção negativa do fogo em áreas de conservação (Alves & Silva 2011). Essa dificuldade já foi discutida em Schmidt et al. (2016), que aponta para a importância da troca de informações entre moradores locais e as equipes das Unidades de Conservação (UCs) sobre o uso do fogo como medida preventiva, reduzindo conflitos, facilitando a prática do manejo e reduzindo a chance de incêndio antrópico de alta intensidade no futuro. A realização do presente estudo favoreceu o diálogo entre a comunidade científica, a equipe da reserva do CIAAR e a equipe de brigadistas, resultando no planejamento de práticas de manejo do fogo na área, tendo o seu início logo em 2020, poucos meses após as coletas de dados do estudo. A equipe do CIAAR elaborou uma programação de queimas prescritas regulares, com o objetivo de dificultar a passagem do fogo pela sua vegetação, protegendo a sua área de incêndios severos (Fig S5). Essa prática já tem demonstrado resultado nos dias de hoje, tendo em vista que nenhum incêndio foi registrado em dois anos desde o início do manejo em 2020.

Conclusão

Com os resultados obtidos não foi possível detectar uma altura de escape do fogo pelas plantas, devido à baixa sobrevivência de indivíduos em todas as classes de altura. Por conta da intensidade da queima, o rebrotamento basal foi o mais frequente em todas as plantas, mas apenas as espécies *S. adstringes*, *C. suberosus* e *S. flexuosa* apresentaram uma relação positiva entre número de rebrotas e altura do indivíduo, confirmando que a estatura dos indivíduos dessas espécies pode estar associada a estocagem de nutrientes para rebrotamento. As respostas de *S. flexuosa* apontaram

para uma maior resistência ao fogo em comparação às outras espécies, possivelmente pelo seu hábito clonal, destacando a sobrevivência elevada de seus rametes e presença de estruturas reprodutivas pouco tempo após o fogo. Já a espécie estudada dois anos depois, *D. macrocarpus*, apresentou uma população de rebrotas de alturas variadas, com rebrotamentos chegando até mais que 3 m (possivelmente tendo sido as primeiras respostas ao fogo), mas também com uma produção tardia, evidenciado pelas rebrotas com menos de 0.5 m. Foi possível observar também estruturas reprodutivas nas rebrotas mais altas de *D. macrocarpus*, em comparação com a espécie *S. adstringens* acompanhada por Ferreira et al (2022), que mesmo dois anos após o fogo, não conseguiu produzir flores e frutos. Os dados do presente trabalho podem auxiliar no entendimento das estratégias dessas espécies a incêndios de alta intensidade. Porém é importante ressaltar que o acompanhamento dessas respostas ao longo do tempo se mostra valioso para auxiliar em medidas de manejo integrado do fogo, pois acompanhar as espécies após um evento de queima torna possível determinar quanto tempo é necessário para que a planta se torne resistente ao fogo e tenha a capacidade de reproduzir sexuadamente. Mais estudos de respostas espécie-específicas se mostram necessários para entender as particularidades das plantas em resposta a eventos de queima.

Referências

- Abrahamson, W. G. 1980. Demography and vegetative reproduction. *Demography and evolution in plant populations*, 89-106.
- 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: e1701284.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Alves, R. J. V., Silva, N. G. 2011. O fogo é sempre um vilão nos campos rupestres?. *Biodiversidade Brasileira*2: 120-127.
- Archibald, S. 2016. Managing the human component of fire regimes: lessons from Africa. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 371.
- Área de Proteção Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa – QUALITYDATA. Disponível em < <https://grupoqd.com.br/apa-carste-lagoa-santa/> >. Acesso em: 03 de junho de 2022.
- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D. L., Santos, A. A. 2007. BIOESTAT. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. ONG Mamirauá. Belém, PA.
- Batista, E. K. L., Russell-Smith, J., França, H., Figueira, J. E. C. 2018. An evaluation of contemporary savanna fire regimes in the Canastra National Park, Brazil: Outcomes of fire suppression policies. *Journal of Environmental Management* 205: 40-49.
- Berlinck C. N., Batista, E. K. L. 2020. Good fire, bad fire: It depends on who burns. *Flora* 268: 1-4
- Bennett, L. T., Bruce, M. J., MacHunter, J., Kohout, M., Tanase, M. A., Aponte, C. 2016. Mortality and recruitment of fire-tolerant eucalypts as influenced by wildfire severity and recent prescribed fire. *Forest Ecology and Management*, 380, 107-117.
-

- Bond, W. J. 1984. Fire survival of Cape Proteaceae-influence of fire season and seed predators. *Vegetatio*, 56(2), 65-74.
- Bond, W. J., Keeley, J. E. 2005. Fire as a global herbivore: the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends Ecol. Evol.* 20, 387–394.
- Bond, W. J., Midgley, J. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 45-51.
- Bond, W. J., Woodward, F. I., Midgley, G. F. 2005. The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New Phytol.* 165, 525–538.
- Bowman, D. M., Balch, J., Artaxo, P., Bond, W. J., Cochrane, M. A., D'antonio, C. M., ... Swetnam, T. W. 2011. The human dimension of fire regimes on Earth. *Journal of biogeography*, 38(12), 2223-2236.
- Braz, V. S., Kanegae, M. F., Franco, A. C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Acta Botanica Brasilica*, v.14, n.1, p.27-35.
- Conceição, A. A., Orr, B. J. 2012. Post-fire flowering and fruiting in *Vellozia sincorana*, a caulescent rosette plant endemic to Northeast Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 26, 94-100.
- Coutinho, L. M., Vouno, Y. S., Lousa, J. S. 1982. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado IV: A época da queimada e a produtividade primária líquida epigéia do estrato herbáceo-subarbustivo. *Rev. bras. Bot.*, v.5, p.37-41.
- Coutinho, L. M. 1990. Fire in the Ecology of the Brazilian Cerrado. *Fire in the Tropical Biota*, 82–105. doi:10.1007/978-3-642-75395-4_6
- Clarke, P. J., Lawes, M. J., Midgley, J. J., Lamont, B. B., Ojeda, F., Burrows, G. E., Enright, N. J., Knox, K. J. E. 2012. Resprouting as a key functional trait: how buds, protection and resources drive persistence after fire. *New Phytol.* 2013 Jan;197(1):19-35. doi: 10.1111/nph.12001. PMID: 23110592.
-

Climate-data.org. Clima: Lagoa Santa. Disponível em: <<https://en.climate-data.org/america-del-sur/brasil/minas-gerais/lagoa-santa-24953/#climate-graph>>. Acesso em: 03 de junho de 2022.

De Steven, D. 1989. Genet and ramet demography of *Oenocarpus mapora* ssp. *mapora*, a clonal palm of Panamanian tropical moist forest. *J. Ecol.* 77: 579–596.

D'Antonio, C. M., Tunison, J. T., Loh, R. 2000. Variation in impact of exotic grass fueled fires on species composition across an elevation gradient in Hawai'i. *Austral Ecology*, 25, 507-522.

D'Antonio, C. M., Hughes, R. F., Tunison, J. T. 2011. Long-term impacts of invasive grasses and subsequent fire in seasonally dry Hawaiian woodlands. *Ecological Applications*, 21(5), 1617-1628.

Durigan, G., Ratter, J. A. 2016. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology* 53: 11–15.

Durigan, G. 2020. Zero-fire: Not possible nor desirable in the Cerrado of Brazil. *Flora*, v. 268, p. 151612.

Ferreira, B. S. S., Oki, Y., Figueira, J. E. C., Fernandes, G. W. 2022. Effect of fire on mortality and regrowth patterns of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão). (Em preparação).

Felfili, J., Silva Júnior, M. C. D., Dias, B. J., Rezende, A. V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 22, 83-90.

Fiaschi, P., Pirani, J. R. 2007. Estudo Taxonômico do Gênero *Schefflera* J. R. Forst. & G. Forst. (Araliaceae) na Região Sudeste do Brasil. *Boletim de Botânica Da Universidade de São Paulo*, 25(1), 95–142. <http://www.jstor.org/stable/42871623>

Fiedler, N. C., Azevedo, I. N. C., Resende, A. V., Medeiros, M. B., Venturoli, F. 2004. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na Fazenda Água Limpa - DF. *Revista Árvore* 28: 129-138.

Fidelis, A., Pivello, V. R. 2011. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? *Biodiversidade Brasileira* 1, 12-25.

Figueira, J. E. C., Ribeiro, K. T., Ribeiro, M. C., Jacobi, C. M., França, H., Neves, A. C. O., Conceição, A. A., Mourão, F. A., Souza, J. M., Miranda, C. A. K. 2016. Fire in Rupestrian Grasslands: Plant Response and Management. G. W. Fernandes (ed.) Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil, pp 415-448, Springer International Publishing, Switzerland.

Forero, E. 1983. Connaraceae. Flora Neotropica, 36, 1-207.

Figueira, J. E. C., Batista, E. K. L., Bruno, S. F., Belo, R. B., Berlinck, C. N., Fonseca do Carmo, F., Conceição, A. A., Costa, M. L., Figueiredo, L., Freitas, G. H. S., Junior, E. E., Mourão, F. A., Ribeiro, K. T., Ribeiro, L. C., Ribeiro, M. C., França, H., Rodrigues, E. L., Fernandes, G. W. 2022. Ecologia do fogo e desafios para a conservação de Campos Rupestres. (Em preparação)

Google Earth Pro 7.3.4.8642. 2022. Reserva de Cerrado do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica - CIAAR, (19°40'11" S, 43°54'34" W), no município de Lagoa Santa. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

Goulart, S. L. 2010. Características anatômicas, químicas e densidade do barbatimão. Lavras, MG: Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, UFLA.

Henderson, A., 2002. Evolution and ecology of palms. New York: The New York Botanical Garden Press, 198 p.

Heringer, E. P., Barroso, G. M., Rizzo, J. A., Rizzini, C. T. 1977. A flora do Cerrado. In M.G. Ferri (coord.) IV Simpósio sobre o Cerrado. EDUSP/Itatiaia. São Paulo, p. 21 1-232.

Higgins, S. I., Bond, W. J., February, E. C., Bronn, A., Euston-Brown, D. I., Enslin, B., ... Trollope, W. S. 2007. Effects of four decades of fire manipulation on woody vegetation structure in savanna. *Ecology*, 88(5), 1119-1125.

Hoffmann, W. A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of applied ecology*, 35(3), 422-433.

- Hoffmann, W. A., Solbrig, O. T. 2003. The role of topkill in the differential response of savanna woody plants to fire. *Forest Ecology and Management* 180:273–286.
- Hoffmann, W. A., Adasme, R., Haridasan, M., Carvalho, M. T., Geiger, E. L., Pereira, M. A. B., Gotsch, S. G., Franco, A. C. 2009. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna–forest boundaries under frequent fire in central Brazil. *Ecology*, 90(5): 1326-1337.
- Keith, D. A., Akçakaya, H. R., Resit, H., Thuiller, W., Midgley, G. F., Pearson, R. G., Phillips, S. J., Reagan, H. M., Araújo, M. B., Rebelo, T. G. 2008. Predicting extinction risks under climate change: coupling stochastic population models with dynamic bioclimatic habitat models. *Biology letters* 4: 560-563.
- Kunin, W. E., Gaston, K. J. 1993. The biology of rarity: patterns, causes and consequences. *Trends in Ecology and Evolution* 8:289-301.
- Liesenfeld, M. V. A., Vieira, G. 2018. Postfire Palm Resprouting in the Amazonian Forest: are Underground Stems an Advantage?. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 16(31), 11-23.
- Lima, E. S., Felfili, J. M., Marimon, B. S., Scariot, A. 2003. Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em um cerrado sensu stricto no Brasil Central-DF. *Brazilian Journal of Botany*, 26, pp.361-370.
- Lorenzi, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.
- Lorenzi, H. 2002. Arvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa. *Instituto Plantarium*.
- Lorenzi, H., Noblick, L., Kaha, F. Ferreira, E. 2010. Flora Brasileira: Arecaceae (Palms). Nova Odessa: Instituto Plantarium. 384 p.
- Lyon, J., Crawford, H. S., Czuhai, E., Frederiksen, R. L., Harlow, R.F., Metz, L. J., Pearson, H. A. 1978. Effects of fire on fauna: a state of knowledge review. Washington: USDA, Forest Service. 22 pp. 200-232
-

- Lyon, J., Brown, J. K., Huff, M. H., Smith, J. K. 2000. Introduction. In: Lyon, J., Huff, M. H., Hooper, R. G., Telfer, E. S., Schreiner, D. S., Smith, J. K. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna. Odgen, UT: USDA, ForestService, Rocky Mountain Research Station. pp. 1-7
- Malhi, Y., Roberts, J. T., Betts, R. A., Killeen, T. J., Li, W., Nobre, C. A. 2008. Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon. *Science* 319: 169-172
- Mapbiomas.org. Plataforma Mapbiomas: Cicatrizes do fogo. Disponível em: < <https://mapbiomas.org> >. Acesso em 03 de Setembro de 2021.
- Marengo, J. A., Souza Jr, C. M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R. A., Alves, L. M., Soares, W. R. 2018. Changes in climate and land use over the Amazon region: current and future variability and trends. *Frontiers in Earth Science* 6: 1-21
- Mamede, M. D. A. 2008. Aspectos da ecologia reprodutiva de *Syagrus flexuosa* Mart. Becc.: Sucesso reprodutivo e persistência em áreas de Cerrado na região do DF.
- Medeiros, M. B., Miranda, H. S. 2008. Post-Fire Resprouting and mortality in Cerrado woody plant species over a three-year period. *Edinburgh Journal of Botany* 65: 53-68
- Medeiros, M. B., Miranda, H. S. 2005. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Ecology* 19: 493-500
- Miola, D. T., Correia, H. V., Fernandes, G. W., Negreiros, D. 2010. Efeito do fogo na fenologia de *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc.(Arecaceae). *Neotropical Biology & Conservation*, 5(3).
- Miranda, H. S., Bustamante, M. M. C., Miranda, A. C. 2002. The fire factor, p. 51-68. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (orgs.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press. 424p.
- Miranda, H. S., Sato, M. N., Neto, W. N., Aires, F. S. 2009. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In *Tropical fire ecology* (pp. 427-450). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Miyaniishi, K., Kellman, M. 1986. The role of fire in the recruitment of two neotropical savanna shrubs, *Miconia albicans* and *Clidemia sericea*. *Biotropica*, v.18, n.3, p.224-230.
-

Myers, R. L. 2000. Fire in Tropical and Subtropical Ecosystems. In: Brown, J. K., Smith, J. K. (eds.) Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, v. 2. p.161-174.

Nepstad, D. C., Stickler, C. M., Soares-Filho, B., Merry, F. 2008. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363: 1737–1746

Pellew, R. A. 1987. The impact of elephant, giraffe, and fire upon the *Acacia tortilis* woodlands of the Serengeti. *African Journal of Ecology* 21: 41-74.

Pinheiro, M. H. O., Azevedo, T. S., Monteiro, R. 2010. Spatial-temporal distribution of fire-protected savanna physiognomies in Southeastern Brazil. *Na. Acad. Bras. Ciênc.* 82: 379-395.

Pires, A. S., Fernandez, F. A., Barros, C. S. 2006. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. *Biologia da Conservação: Essências*. São Carlos, São Paulo, Brazil, 231-260.

Pivello, V. R. 2006. Fire management for biological conservation in the Brazilian Cerrado. In: Mistry, J., Berardi, A. (Eds), *Savannas and Dry Forests – Linking People with Nature*. Ashgate Publishing Limited, Hants, pp. 129-154.

Pivello, V. R. 2011. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. *Fire ecology*, 7(1), 24-39.

Pivello, V. R., Vieira, I., Christianini, A. V., Ribeiro, D. B., da Silva Menezes, L., Berlinck, C. N., ... Overbeck, G. E. 2021. Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(3), 233-255.

Programa queimadas – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: < queimadas.dgi.inpe.br >. Acesso em junho de 2022.

Pyke, G. H. 1983. Relationship between time since the last fire and flowering in *Telopea speciosissima* R. Br. and *Lambertia formosa* Sm. *Australian Journal of Botany*, 31(3), 293-296.

- Queiroz, R. A., de Carvalho, A. V., Gellen, L. F. A. 2021. Relação do conhecimento empírico com os bioativos presentes em *Connarus suberosus* Planch.(Connaraceae). *Revista Fitos*, 15(4), 474-481.
- Ramos-Neto, M. B., Pivello, V. R. 2000. Lightning fires in a Brazilian savanna National Park: rethinking management strategies. *Environmental management*, 26(6), 675-684.
- Reynolds, J. D. 2003. Life histories and extinction risk. Páginas 195-217 em *Macroecology: Concepts and Consequences* (T. M. Blackburn, and K. J. Gaston, eds.). Blackwell Publishing, Oxford.
- Ribeiro, E. S., Souza, R. S., Moreira, E. L., Pasa, M. C., de Souza, R.A.T. 2013. Contribuição das plantas frutíferas do cerrado na dieta das aves e a importância das aves no processo de dispersão de sementes. *Biodiversidade* 12: 74-89.
- Ribeiro, M. S. 2007. Sobrevivência pós-fogo de *Miconia stenostachya* DC. (Melastomataceae) em Cerrado, Serra do Cipó – MinasGerais/Brasil e seu potencial uso em restauração ecológica. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- Ribeiro, M. N., Sanchez, M., Pedroni, F., Peixoto, K. S. 2012. Fogo e dinâmica da comunidade lenhosa em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, Mato Grosso. *Acta Botanica Brasilica* 26: 203-217.
- Rossi, R. D., Martins, C. R., Viana, P. L., Rodrigues, E. L., Figueira, J. E. C. 2014. Impact of invasion by molasses grass (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) on native species and on fires in areas of campo-cerrado in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 28, 631-637.
- Sambuichi, R. H. R. 1991. Efeitos de longo prazo do fogo periódico sobre a fitossociologia da camada lenhosa de um cerrado em Brasília, DF. 1991. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília.
-

Sato, M. N. 2003. Efeito a longo prazo de queimadas na estrutura da comunidade de lenhosas da vegetação do cerrado *sensu stricto*. 84f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília.

Silberbauer Gottsberger, I., Gottsberger, G. 1988. A polinização de plantas do cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48:651-663.

Simon, M. F., Grether, R., Queiroz, L. P., Skema, C., Pennington, R. T., Hughes, C. E. 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations of fire. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* 48: 20359-20364.

Silva, A. M. D. 2013. Sobreposição em assembleias de aves frugívoras e dispersão de sementes no cerrado *Sensu stricto*.

Silva Júnior, M. C. 2005. 100 árvores do cerrado: guia de campo. Brasília: Ed. *Rede de Sementes do Cerrado*, 278p.

SISEMA - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: IDE-SISEMA. 2019. Disponível em: <idesisema.meioambiente.mg.gov.br>. Acesso em: 05 de setembro de 2020.

Soares, S.P., Vinholis, A. H. C., Casemiro, L. A., Silva, M. L. A., Cunha, W. R., Martins, C. H. G. 2008. Atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico bruto de *Stryphnodendron adstringens* sobre microorganismos da cárie dental.PUC. *Revista Odonto Ciência* v.23, p.141-144, Porto Alegre. ISSN: 1806-146X

Souchie, F. F., Pinto, J. R. R., Lenza, E., Gomes, L., Maracahipes-Santos, L., Silvério, D. V. 2017. Post-fire resprouting strategies of woody vegetation in the Brazilian savanna. *Acta Botanica Brasilica*, 31, 260-266.

Souza, A. F., Martins, F. R., Bernacci, L. C. 2003. Clonal growth and reproductive strategies of the understory tropical palm *Geonoma brevispatha*: an ontogenetic approach. *Canadian Journal of Botany*, 81(2), 101-112.

Souza, M. H. A. O., Soares, J. J. 1983. Brotamento de espécies arbustivas e arbóreas posteriormente a uma queimada, num cerradão. Anais do III Seminário Regional de Ecologia, São Carlos, p. 263-275.

Schmidt, I. B., Sampaio, A. B., Borghetti, F. 2005. Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.), Malpighiaceae, em áreas de Cerrado sensu stricto submetidas a queimas bienais. *Acta Botanica Brasilica*, 19, 927-934.

Schmidt, I. B., Fonseca, C. B., Ferreira, M. C., Sato, M. N. 2016. Implementação do programa piloto de manejo integrado do fogo em três unidades de conservação do Cerrado. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*, (2), 55-70.

Vale, V. S., Lopes, S. F. 2010. Efeitos do fogo na estrutura populacional de quatro espécies de plantas do Cerrado. *Revista Nordestina de Biologia* 19: 45-53.

Warming, E. 1908. Lagoa Santa: Contribuição para a Geographia Phytobiologica. Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Whelan, R. J. 1997. Ecology of fire. 2nd press, U. K.: Cambridge University Press. p.346.

Williams, R. J. 1997. Fire and floral phenology in a humid tropical savanna at Kalpalga, Kakadu National Park. *Bushfire'97: Proceedings of the Australasian Bushfire Conference*.

Zar JH. 2010. Análise biostatística. 5th edn. Upper Saddle River, Pearson Prentice-Hall.

Material suplementar

Figura S1. A) Visão geral da área um mês após o incêndio. B) Visão geral da área em dois meses após o incêndio. C) Visão geral da área dois anos após o incêndio.



Figura S2. Presença de estruturas reprodutivas em espécies herbáceas, demonstrando a rápida regeneração desse tipo de vegetação com apenas um mês após o incêndio.



Figura S3. A) Frutos carbonizados no solo e B) Frutos carbonizados nos rametes de *S.flexuosa*, um mês após o incêndio.



Figura S4. Presença de animais um mês depois do incêndio na área afetada. A) Lagarto da espécie *Ameiva ameiva* e B) insetos hemípteros em um tronco carbonizado.



Figura S5. Queimas prescritas praticadas pela equipe do CIAAR. A queima foi feita em 2022, com o objetivo de eliminar a vegetação seca entorno da reserva.
