



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Karolina Vieira Jardim

**O papel do fogo na germinação de sementes de espécies dos campos de altitude do
Planalto Catarinense**

Florianópolis

2025

Karolina Vieira Jardim

**O papel do fogo na germinação de sementes de espécies dos campos de altitude do
Planalto Catarinense**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas

Orientadora: Sofia Casali, Ma.

Coorientadora: Profa. Michele de Sá Dechoum, Dra.

Florianópolis

2025

Jardim, Karolina Vieira

O papel do fogo na germinação de sementes de espécies dos campos de altitude do Planalto Catarinense / Karolina Vieira Jardim ; orientadora, Sofia Casali, coorientadora, Michele de Sá Dechoum, 2025.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Ecossistemas campestres. 3. Dormência fisiológica. 4. Tratamento térmico. 5. Restauração ecológica. I. Casali, Sofia. II. Dechoum, Michele de Sá. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Karolina Vieira Jardim

**O papel do fogo na germinação de sementes de espécies dos campos de altitude do
Planalto Catarinense**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharela e
aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 18 de Novembro de 2025

Profa. Dra. Daniela Cristina de Toni
Coordenadora do Curso

Banca examinadora

Ma. Sofia Casali
Orientadora

Profa. Dra. Michele de Sá Dechoum
Coorientadora

Prof. Dr. Eduardo Luís Hettwer Giehl
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Membro titular

Dra. Ana Boeira Porto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Membro titular

Ma. Francieli Peter da Silveira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Membro Suplente

Florianópolis, 2025

AGRADECIMENTOS

Minha primeira e mais sincera gratidão é dedicada à minha família, especialmente aos meus pais, pelo apoio incondicional desde sempre na minha decisão de seguir a carreira acadêmica, por acreditarem em meus sonhos e por caminharem ao meu lado em cada etapa dessa trajetória. Aos meus irmãos, tios e primos, agradeço pelo incentivo constante e pelo carinho que me sustentaram ao longo de todo esse percurso.

Aos amigos de infância dos meus pais, que me acolheram aqui em Florianópolis desde o momento em que cheguei, expresso minha profunda gratidão por terem me recebido com tanto carinho e por me fazerem sentir parte da família desde o início.

Agradeço à minha amiga Taynara Costa, pela amizade tão preciosa, pela parceria em sonhos e conquistas, e por ser uma amiga para a vida e para a profissão, sempre presente nos momentos mais importantes dessa caminhada.

Aos amigos que construí durante a graduação, deixo um agradecimento especial a Beatriz Rocha, Camila Sotilli, Diogo Pacheco, Leonardo Batista, Marina Tonial e Vitor Zanelatto, que me inspiraram continuamente e tornaram essa etapa mais leve, alegre e repleta de memórias inesquecíveis. Aos demais amigos que fiz nesse período, registro meu sincero agradecimento, pois todos contribuíram, direta ou indiretamente, para as conquistas que hoje celebro.

Agradeço à Ma. Sofia Casali, por ter aceitado me orientar e por todo o conhecimento compartilhado. Com o passar do tempo, fui construindo uma admiração cada vez maior por seu trabalho e por sua trajetória, como mulher e cientista que tanto me inspira.

Agradeço ao Laboratório de Ecologia de Invasões Biológicas, Manejo e Conservação (LEIMAC) e a todas as parcerias construídas nesse espaço de formação. Em especial, agradeço à Profa. Dra. Michele Dechoum, que me acolheu generosamente, me coorientou e me proporcionou experiências dentro da universidade que levarei comigo por toda a vida.

Agradeço ao Laboratório de Fisiologia Vegetal (LAFISIO) por ter me acolhido como parte da equipe, em especial ao Prof. Dr. Guilherme Rodrigues, por ter aceitado colaborar com este trabalho e por todo o suporte oferecido durante a condução do experimento. Muito obrigada pelo apoio e pela parceria.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Dra. Ana Porto, Prof. Dr. Eduardo Giehl e Ma. Franciele Peter, por terem aceitado o convite e pelas valiosas contribuições que certamente enriqueceram este trabalho.

Agradeço ao PELD-BISC pelo apoio logístico e financeiro, bem como ao CNPq pelo suporte financeiro, por meio das Chamadas CNPq/MCTI/CONFAP-FAPs/PELD 2020, com adesão da FAPESC (2021TR386), e CNPq/CONFAP-FAPs/PELD nº 23/2024, processo nº 445966/2024-6.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina pela formação de excelência e pelo suporte oferecido ao longo de toda a minha graduação.

RESUMO

O fogo, um distúrbio comum em ecossistemas campestres, pode atuar como estímulo germinativo, favorecendo a germinação de espécies com dormência fisiológica. Apesar de plantas campestres apresentarem estruturas vegetativas que garantem a sobrevivência e a regeneração após distúrbios, pouco se sabe sobre o papel do fogo na germinação de sementes nesses ambientes. Tivemos como objetivo avaliar o efeito do fogo na quebra da dormência fisiológica de espécies campestres em campos de altitude no sul do Brasil. Nossa hipótese é que o calor quebra a dormência fisiológica das sementes, aumentando a velocidade e a taxa de germinação, por se tratarem de espécies que fazem parte de um ecossistema que evoluiu na presença de fogo. Ao mesmo tempo, esperamos que as espécies apresentem resistência aos tratamentos de temperatura. A nossa área de estudo foi os campos de altitude do Parque Nacional São Joaquim (SC), onde coletamos sementes de seis espécies campestres nativas. Submetemos as sementes a quatro tratamentos em laboratório: 1) 50°C por 1 minuto; 2) 100°C por 1 minuto; 3) luz; e 4) controle. Após os tratamentos, avaliamos a viabilidade das sementes que não germinaram por meio do teste de tetrazólio. Duas espécies apresentaram dormência fisiológica; entretanto, os tratamentos aplicados não foram suficientes para quebrar a dormência. Ao mesmo tempo, a maioria das espécies apresentou tolerância ao calor, mantendo porcentagens de germinação semelhantes às do tratamento controle. Essas respostas sugerem possíveis estratégias adaptativas à recorrência do fogo, nas quais a velocidade de germinação e a resistência ao calor podem representar vantagens competitivas importantes para o recrutamento e estabelecimento em ecossistemas campestres. Nosso estudo apresenta resultados novos e relevantes sobre a germinação de espécies campestres, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre esses ecossistemas e fornecendo base para planos de manejo que considerem o papel do fogo em estratégias de restauração e conservação de campos nativos.

Palavras-chave: dormência fisiológica; ecossistemas campestres; tratamento térmico; restauração ecológica.

ABSTRACT

Fire is a common disturbance in grassland ecosystems and can stimulate the germination of species with physiological dormancy. Although many grassland species have vegetative structures that promote survival and regeneration after disturbances, the role of fire in seed germination remains poorly understood. Our study aimed to evaluate the effect of fire-related heat on the breaking of physiological dormancy in grassland species from highland grasslands in southern Brazil. We hypothesized that heat would break seed dormancy and increase germination speed and rate, as these species evolved under recurrent fire regimes, and that they would also exhibit heat resistance. Seeds of six native species were collected from high-altitude grasslands in São Joaquim National Park (Santa Catarina State, Brazil) and subjected to four laboratory treatments: (1) 50°C for 1 min, (2) 100°C for 1 min, (3) light exposure, and (4) control. The viability of ungerminated seeds was assessed using the tetrazolium test. We found two species exhibited physiological dormancy; however, the treatments applied were insufficient to break dormancy. Most species showed good tolerance to heat, maintaining germination rates similar, or even higher, to the control. We also found heat treatments increased speed germination in two grassland species. These results suggest possible distinct adaptive strategies to fire, in which germination speed and heat tolerance may confer competitive advantages for recruitment and establishment in grassland ecosystems. Our study presents new and relevant results on the germination of grassland species, contributing to the knowledge about these ecosystems and providing a basis for management plans that consider the role of fire in restoration and conservation strategies for native grasslands.

Keywords: physiological dormancy; grassland ecosystems; heat treatment; ecological restoration.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1	ÁREA DE ESTUDO	10
2.2	SELEÇÃO DAS ESPÉCIES NATIVAS E COLETA DAS SEMENTES	11
2.3	DESENHO EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	13
2.4	AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES.....	16
2.5	CLASSIFICAÇÃO DE DORMÊNCIA.....	17
2.6	ANÁLISE DE DADOS	18
3	RESULTADOS	18
3.1	PROPORÇÃO DE VIABILIDADE.....	18
3.2	CLASSIFICAÇÃO DE DORMÊNCIA.....	19
3.3	EFEITO DOS TRATAMENTOS NA PROPORÇÃO DE GERMINAÇÃO.....	20
3.4	EFEITO DOS TRATAMENTOS NA VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO	22
4	DISCUSSÃO.....	24
4.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	26
4.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	27
5	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS.....	28
	APÊNDICE A – TABELA COM OS PRINCIPAIS RESULTADOS	32

1 INTRODUÇÃO

A estrutura e a diversidade de ecossistemas campestres são mantidas, dentre outras formas, por distúrbios, que são eventos que removem biomassa e podem alterar a disponibilidade de recursos (Grime, 1979). Em ecossistemas campestres, o fogo e a herbivoria são historicamente reconhecidos como os principais agentes de distúrbio, desempenhando um papel fundamental na promoção da diversidade florística local (Casali et al., 2025). Além disso, o fogo pode criar condições favoráveis para a regeneração e manutenção da vegetação característica desses ambientes, impedindo o acúmulo de biomassa morta, reduzindo a dominância de espécies de maior produtividade, como as gramíneas C4, e favorecendo a alta diversidade de plantas herbáceas (Casali et al., 2025; Fidelis et al., 2014; Overbeck et al., 2005). A capacidade dos ecossistemas campestres de se reorganizar após o fogo reflete uma história evolutiva de interação entre plantas e fogo antiga, com registros de incêndios datando do período Siluriano, há cerca de 420 milhões de anos (Pausas & Keeley, 2009). Essa interação milenar resultou na seleção de um conjunto diversificado de traços adaptativos que conferem resiliência às espécies campestres (Keeley et al., 2011).

Entre os traços adaptativos selecionados em resposta ao fogo, destaca-se a dormência de sementes, apresentada por algumas espécies de plantas, que permite que a germinação ocorra de forma sincronizada com o período pós-distúrbio, aumentando as chances de estabelecimento e persistência das espécies nos ecossistemas campestres (Fidelis et al., 2014; Keeley et al., 2011). A dormência de sementes é uma adaptação fundamental, um estado que adia a germinação até que um estímulo ambiental específico indique o momento ótimo para o estabelecimento da plântula (Moles; Westoby, 2004). As sementes podem exibir uma estratégia de resposta ao fogo, na qual o calor pode quebrar ativamente a dormência fisiológica, ou de tolerância ao fogo, na qual apresentem resistência a altas temperaturas, permitindo que sobrevivam à passagem do fogo e germinem posteriormente (Dairel & Fidelis, 2020; Daibes et al., 2018).

Além dessas adaptações relacionadas à germinação, a presença recorrente do fogo também favoreceu, ao longo do tempo evolutivo, o desenvolvimento de uma série de traços vegetativos que aumentam a capacidade de rebrote e a sobrevivência das plantas após a queima (Pausas & Keeley, 2014). Entre esses traços, destacam-se a formação de gemas de proteção e de órgãos subterrâneos de armazenamento, como rizomas e xilopódios, que funcionam como reservas energéticas e permitem que os tecidos meristemáticos fiquem protegidos do calor intenso (Pausas, 2018). Esses mecanismos garantem não apenas a rápida regeneração após a

passagem do fogo, mas também a manutenção da cobertura vegetal e da funcionalidade do ecossistema campestre (Le Stradic et al.; 2021; Pausas et al., 2018). Espécies pertencentes às famílias Poaceae e Asteraceae, por exemplo, são reconhecidas por sua elevada resiliência ao fogo, sendo capazes de rebrotar vigorosamente graças à alocação de recursos nas raízes e em estruturas subterrâneas persistentes, o que lhes confere vantagem competitiva em ambientes sujeitos a queimas frequentes (Moraes et al., 2013; Fidelis et al., 2014).

Adicionalmente, a passagem do fogo pode melhorar as condições ambientais, aumentando a disponibilidade de luz e nutrientes essenciais para a emergência de uma nova coorte de indivíduos (Zupo et al., 2021). Esse efeito ocorre, em parte, porque o fogo modifica o ambiente físico, eliminando a biomassa aérea e criando condições ecológicas favoráveis à germinação. Entre esses fatores, a luz se destaca como um dos recursos mais críticos para a emergência e o estabelecimento inicial das plântulas (Moles & Westoby, 2004; Thomas, Overbeck & Müller, 2019). Ao remover a vegetação acima do solo, o fogo expõe a superfície à luz solar direta, alterando tanto a intensidade quanto a qualidade da radiação que atinge as sementes (López Mársico et al., 2019). Para muitas espécies, especialmente aquelas com sementes pequenas, a luz funciona como um indicador confiável da ausência de competidores e da disponibilidade de espaço adequado para o estabelecimento (Thomas, Overbeck & Müller, 2019).

Contudo, apesar do reconhecimento da importância do fogo, ainda há uma lacuna significativa no conhecimento sobre seu papel na germinação de sementes de espécies nativas de ecossistemas campestres. Particularmente, os campos de altitude do sul do Brasil, vêm sendo ameaçados pela mudança nos regimes de distúrbios, o que pode comprometer o estabelecimento de espécies nativas e, portanto, afetar a diversidade campestre. Diante disso, o nosso objetivo foi avaliar o efeito do fogo na quebra de dormência fisiológica de espécies campestres, a fim de gerar evidências que possam reforçar a necessidade de implementar planos de manejo do fogo, como forma de promover a conservação e a restauração ecológica. Desta forma, a nossa hipótese é que o calor quebra a dormência fisiológica de sementes de espécies campestres, aumentando a taxa e velocidade de germinação, por se tratarem de espécies que fazem parte de um ecossistema que evoluiu na presença de fogo. Esperamos também que as sementes das espécies selecionadas apresentem resistência aos tratamentos de temperatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O nosso estudo foi desenvolvido em campos de altitude localizados no Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ), em Santa Catarina, Brasil (-28.148694°, -49.578962°) (Figura 1). O PNSJ se encontra em uma das regiões mais elevadas do sul do Brasil, chegando a altitudes de até 1800 metros, apresentando uma área total de 49.800 hectares, sendo 13.000 hectares de áreas de campo nativo (Casali S., observação pessoal; ICMBIO, 2018). Com base em dados do período de 2010-2024, a precipitação média anual foi de 2.266 mm/ano, distribuída uniformemente ao longo do ano, e a temperatura média anual foi de 11,3 °C. A temperatura média mínima foi de 4,9 °C e a temperatura média máxima foi de 15,5 °C (INMET, 2025 inmet.gov.br).

A área de estudo é caracterizada por um mosaico de vegetação, incluindo Campos de Altitude, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa (caracterizadas como florestas com araucárias e matas nebulares, respectivamente) (Casali et al., 2025). Nos Campos de Altitude, predominaram espécies nativas das famílias botânicas Poaceae, Asteraceae e Cyperaceae (Casali et al., 2025). Além disso, altos índices de endemismo são observados na região, resultado das condições ambientais únicas e da heterogeneidade da paisagem desses ecossistemas (Overbeck et al., 2022). O manejo tradicional dos campos envolve a criação de gado em baixa densidade, combinada com queima a cada dois anos para estimular o crescimento de gramíneas e herbáceas para o pastejo (Sühs et al., 2020).

Figura 1 - Mapa da área de estudo inserida no Parque Nacional de São Joaquim (PARNA São Joaquim), situado na região serrana do estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Indicamos na figura o limite do parque, a localização da área de estudo e a posição geográfica do estado em relação ao território nacional



Fonte: Elaborado pela autora.

2.2 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES NATIVAS E COLETA DAS SEMENTES

Parte da seleção das espécies campestres para o experimento foi baseada no experimento de efeitos de prioridade, que se encontra em andamento desde 2022, como parte do Projeto de Pesquisa Ecológica de Longa Duração, Biodiversidade de Santa Catarina (PELD-BISC). As espécies campestres parte do experimento foram (Figura 2): *Chascolytrum uniolae* e *Danthonia secundiflora*, da família Poaceae (grupo funcional: gramíneas C3 cespitosas), e

Baccharis apicifoliosa e *Trichocline catharinensis*, da família Asteraceae (grupo funcional: herbáceas não-fixadoras de N). Além das espécies pertencentes aos grupos funcionais mencionados, adicionamos mais um grupo funcional de gramíneas C4, por serem espécies que evoluíram anatomicamente na presença de fogo (ver mais em Simon et al., 2009). Gramíneas C4 foram representadas pelas espécies *Andropogon macrothrix* e *Sorghastrum pellitum*. Foram coletadas sementes de pelo menos dez indivíduos de cada espécie selecionada, abrangendo entre três e seis áreas diferentes, aumentando-se a chance de coleta em diferentes populações. As coletas foram realizadas no verão de 2025, durante o período de frutificação das espécies (janeiro e fevereiro de 2025) (Dalmolim, 2013). Após as coletas, as sementes de todas as espécies foram cuidadosamente avaliadas com o uso de um estereomicroscópio, a fim de se selecionar apenas as sementes que estavam em bom estado e descartar aquelas que tivessem danificações visíveis causadas pela herbivoria. As sementes foram armazenadas em sacos de papel e no abrigo da luz até o início do experimento (março de 2025).

Figura 2 – Fotos das espécies selecionadas para o estudo, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC): *Andropogon macrothrix* (A), *Baccharis apicifoliola* (B), *Chascolitrum uniolae* (C), *Danthonia secundiflora* (D), *Sorghastrum pellitum* (E) *Tricholine catharinensis* (F).



Fonte:(A; C; F) Sofia Casali; (B) Gustavo Heiden; (D) Angelo A. Schneider; (E) Entre Jardines

2.3 DESENHO EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

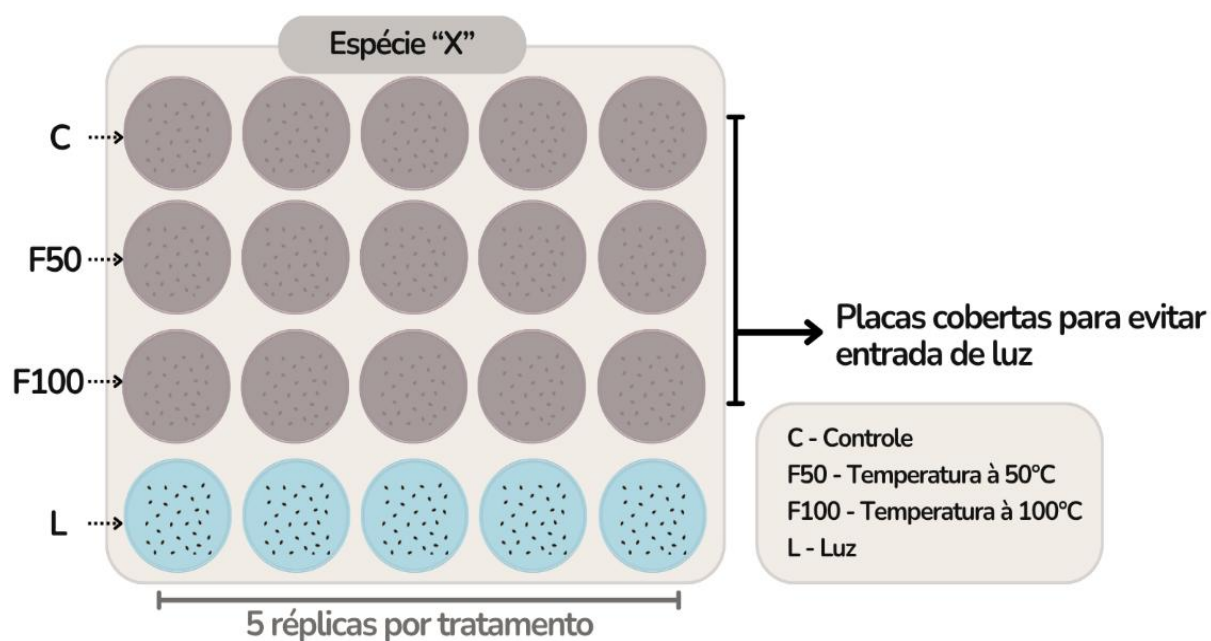
Realizamos o experimento nas instalações no Laboratório de Fisiologia Vegetal (LAFISIO), localizado no Departamento de Botânica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis). Estabelecemos quatro tratamentos: i) 50 °C por um minuto (F50), ii) 100 °C por um minuto (F100), iii) Luz (L), e iv) Controle (sem aplicação dos tratamentos de calor e luz) (C). O tratamento de luz foi incluído para avaliar o efeito da luminosidade como fator ambiental potencialmente associado à germinação pós fogo, considerando que a remoção da biomassa após o evento de queima aumenta a incidência de luz sobre o solo (López Mársico et al., 2019). Para cada tratamento, utilizamos cinco placas de Petri com 30 sementes de cada espécie, totalizando 150 sementes por tratamento e 600 sementes por espécie (Figura 3).

Aplicamos os tratamentos de calor por meio de uma estufa pré-aquecida, escolhendo as temperaturas com base em estudos realizados em campos e savanas no Brasil (Miranda et al., 1993; Overbeck et al., 2006; Dairel & Fidelis, 2020). Após aplicar os tratamentos,

revestimos a base das placas de germinação com uma camada de algodão e papel de filtro umedecido, sobre os quais distribuímos as sementes. Revestimos os tratamentos F50, F100 e C com papel alumínio para evitar o contato com a luz (Figura 4B). Em seguida, armazenamos as placas por 40 dias em câmaras de germinação (Figura 4C), em um regime de luz de 12/12 h e temperatura ambiente de 15 °C, simulando a temperatura média do outono da região, período em que as sementes estariam dispersas em condições de campo (Fichino et al., 2016; INMET, inmet.gov.br). As placas foram reorganizadas aleatoriamente dentro da câmara de germinação a cada dia, a fim de minimizar possíveis variações microambientais.

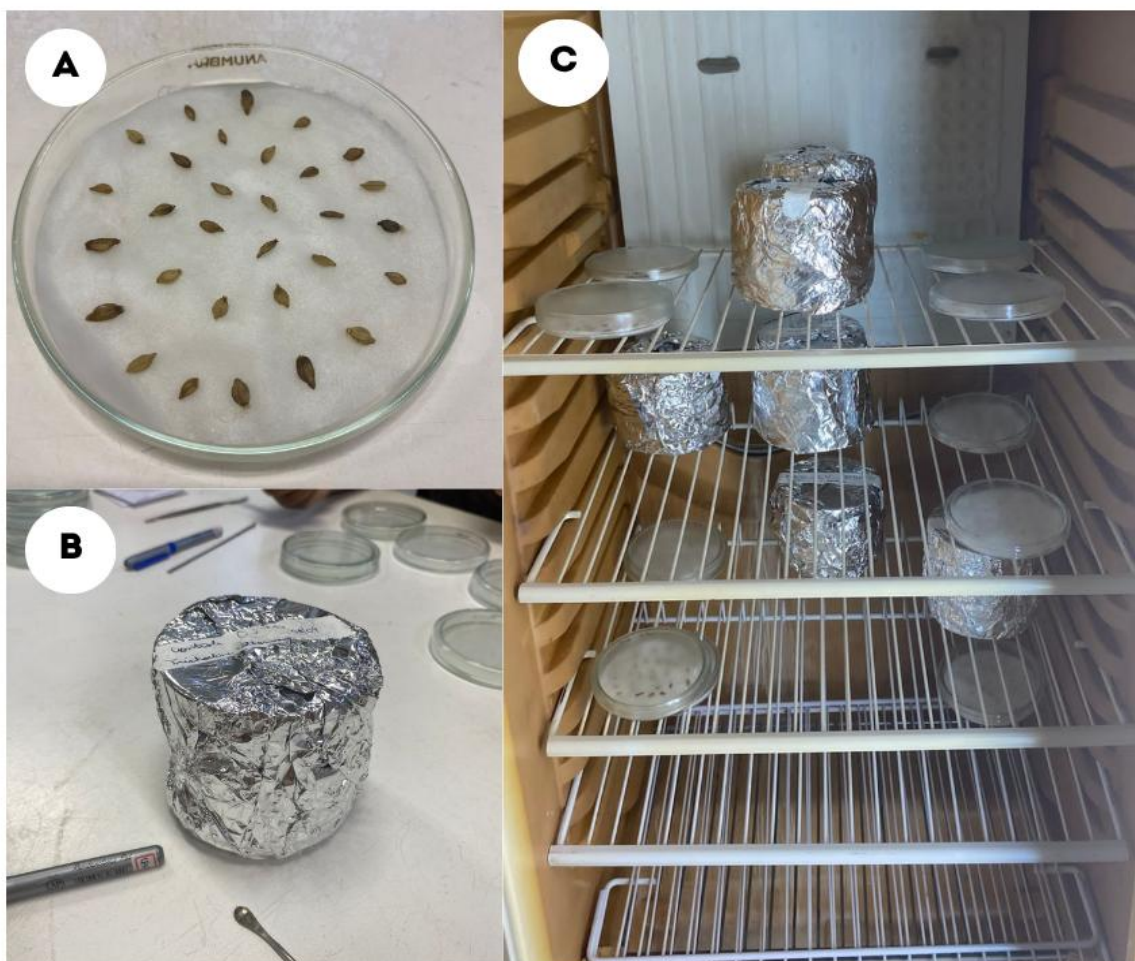
Por questões de limitação de espaço, realizamos o experimento em dois ciclos, cada um com duração de 40 dias. O período de 40 dias foi definido com base em estudos anteriores realizados com espécies campestres e de ambientes abertos, que utilizaram períodos experimentais próximos a esse intervalo (Dairel & Fidelis, 2020; Zupo et al., 2020; Daibes et al., 2017). O primeiro contou com as espécies *C. uniolae* e *T. catharinensis*, tendo início no dia 8 de abril de 2025 e fim no dia 18 de maio de 2025. No segundo ciclo testamos o restante das espécies, iniciando no dia 10 de junho de 2025 e fim no dia 20 de julho de 2025. Monitoramos as sementes diariamente. Consideramos germinadas aquelas que apresentaram protrusão (alongamento) da radícula e presença de cotilédones para fora da semente (Bewley et al., 2013). Retiramos as sementes germinadas das bandejas e catalogamos cada uma para análises posteriores.

Figura 3 – Esquema de organização das sementes em placas de Petri dispostas na câmara de germinação. As sementes, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC), foram submetidas aos tratamentos: Controle (C), aquecimento a 100 °C (F100), aquecimento a 50 °C (F50) e exposição à luz (L). As placas correspondentes aos tratamentos Controle, F50 e F100 foram individualmente revestidas com papel alumínio para impedir a entrada de luz, enquanto as do tratamento Luz permaneceram descobertas. O esquema representa a disposição das placas utilizadas para uma das espécies avaliadas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 4 – Etapas da montagem do experimento de germinação das espécies coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC). (A) Organização das sementes em placas de Petri sobre papel de filtro umedecido, com 30 sementes por placa; (B) Conjunto de placas revestido com papel alumínio para impedir a entrada de luz nos tratamentos Controle (C), temperatura a 100 °C (F100), temperatura a 50 °C (F50); (C) Organização aleatória das placas na câmara de germinação, mantida a 15 °C e com fotoperíodo de 12 horas, durante o período experimental.



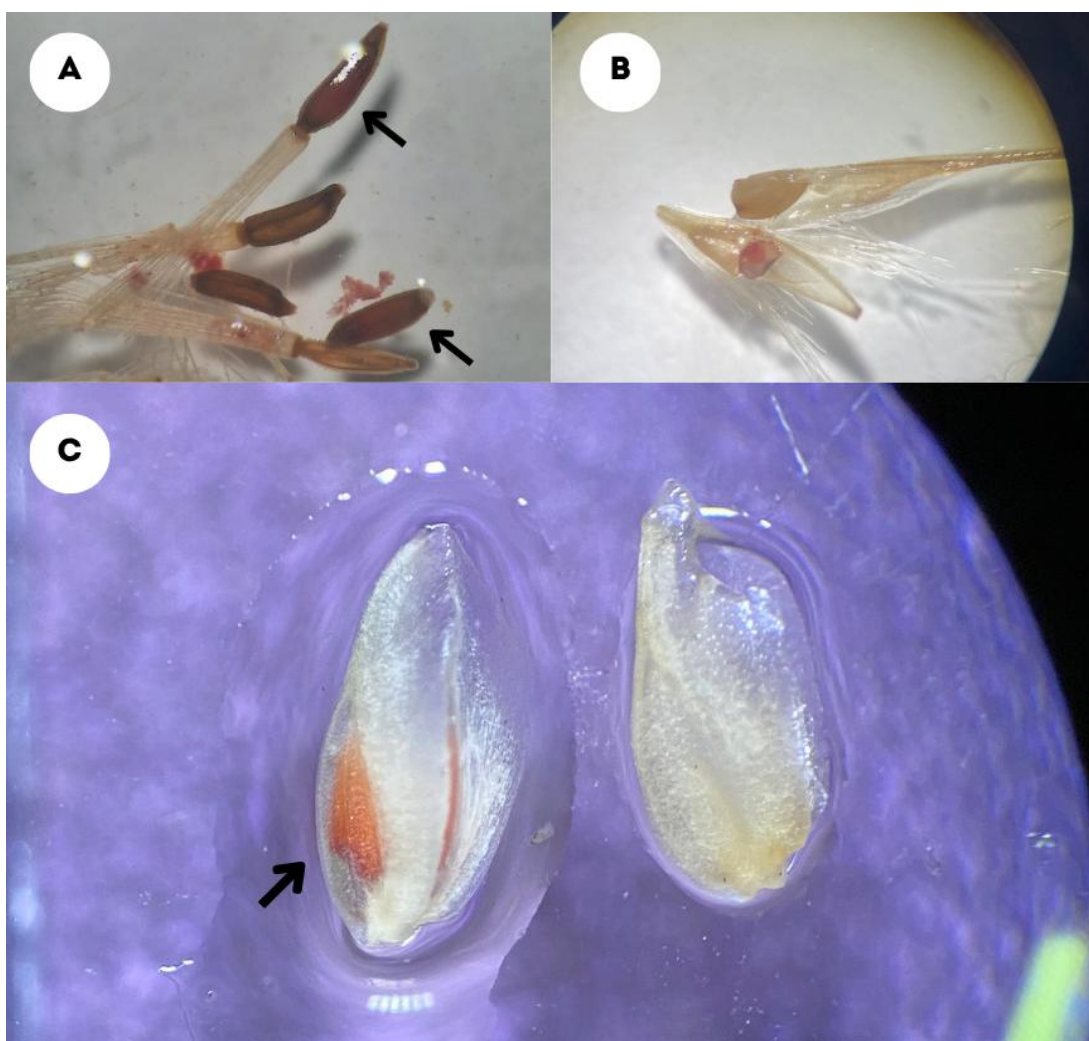
Fonte: Elaborado pela autora.

2.4 AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Ao final do teste de germinação, submetemos as sementes que não germinaram ao teste de tetrazólio, para determinar sua viabilidade (Lakon, 1949). O teste consistiu na submersão das sementes em uma solução tampão de tetrazólio (1%, pH 7) durante 24h. Consideramos como viáveis as sementes com plúmula e os primórdios radiculares adjacentes corados de vermelho (Figura 5A e 5B), enquanto aquelas com tecidos flácidos ou que não coraram foram consideradas mortas. Calculamos a viabilidade final como a porcentagem de sementes

germinadas mais as sementes coradas com o teste de tetrazólio. Calculamos a taxa de germinação pela divisão entre o número de sementes germinadas e o total de sementes plantadas, e a porcentagem de germinação pela multiplicação da taxa por 100.

Figura 5 - Imagens dos resultados do teste de tetrazólio realizado com as sementes das espécies estudadas. (A) *Baccharis apicifoliosa* após o teste; a seta preta indica as sementes viáveis (positivas ao teste). (B) *Danthonia secundiflora* com embrião corado em vermelho, caracterizando viabilidade. (C) Comparação entre duas sementes de *Chascolytrum uniolae*, sendo uma positiva ao teste (indicada pela seta preta) e a outra sem embrião, caracterizada como semente vazia.



Fonte: Elaborado pela autora.

2.5 CLASSIFICAÇÃO DE DORMÊNCIA

Caracterizamos como espécies com dormência fisiológica aquelas cujos tratamentos controle (C) apresentaram menos de 30% de taxa de germinação de sementes viáveis (Dayrell

et al., 2017). Obtivemos a proporção de germinação em relação às sementes viáveis dividindo o número de sementes germinadas pelo número de sementes viáveis e multiplicando o resultado por 100, seguindo a metodologia adotada por Dayrell et al. (2016) e por Dairiel e Fidelis (2020).

2.6 ANÁLISE DE DADOS

Para verificar diferenças nas porcentagens e nas velocidades de germinação entre os tratamentos, ajustamos modelos lineares generalizados mistos (GLMMs). Incluímos os tratamentos como efeito fixo e consideramos as bandejas como efeito aleatório em todos os modelos. Analisamos cada espécie separadamente quanto às variáveis germinação e velocidade de germinação. Removemos das análises os tratamentos com número insuficiente de sementes germinadas e viáveis, de modo a garantir a robustez e a adequação dos modelos estatísticos. Para os modelos de porcentagem de germinação, adotamos uma distribuição binomial; já para a velocidade de germinação, utilizamos uma distribuição normal (Gaussiana). Realizamos as comparações pós-hoc entre os tratamentos por meio do teste de Tukey. Conduzimos todas as análises estatísticas no software R (R Development Core Team, 2025).

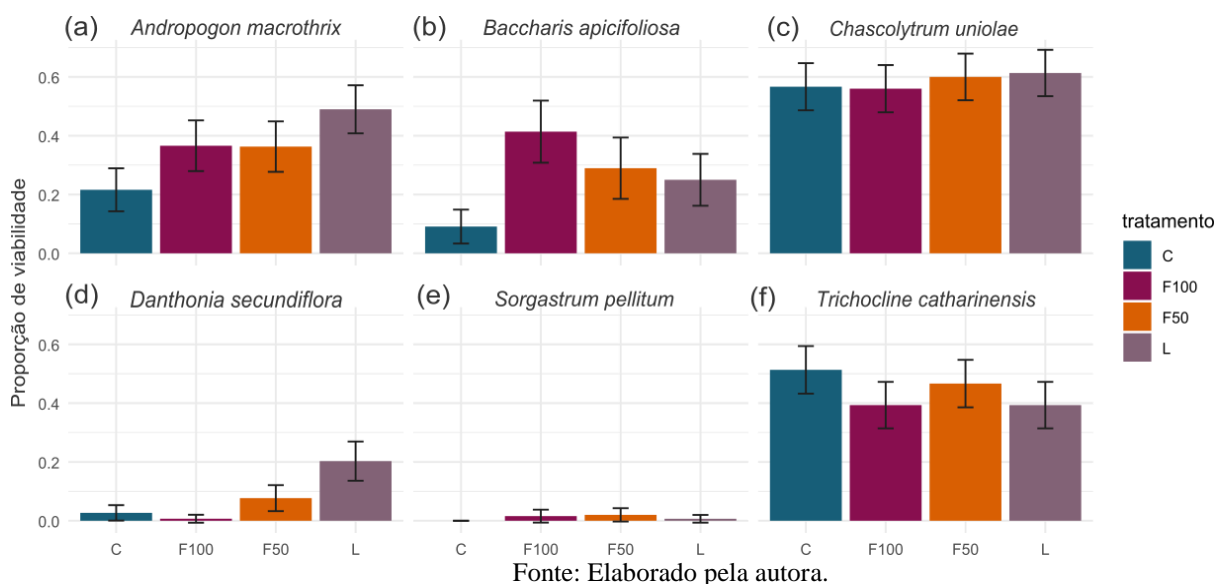
3 RESULTADOS

A partir dos dados obtidos nos experimentos (Apêndice A), analisamos a viabilidade, a presença de dormência e os efeitos dos tratamentos sobre a proporção e a velocidade de germinação das sementes, os quais serão apresentados a seguir.

3.1 PROPORÇÃO DE VIABILIDADE

Para *A. macrothrix*, os valores de viabilidade variaram de 20% a 50% entre os tratamentos (Figura 6). *Baccharis apicifolia* apresentou viabilidade variando de 10% a 40%. *Chascolytrum uniolae* manteve a viabilidade próxima a 60% em todos os tratamentos. Para *D. secundiflora*, a viabilidade variou de quase 0% a 20%. *Sorghastrum pellitum* apresentou valores de viabilidade próximos a 0% em todos os tratamentos, e, portanto, não foi incluída nas análises. Por fim, *T. catharinensis* teve uma variação de 40% a 50% entre os tratamentos.

Figura 6 – Proporção de viabilidade das espécies *Andropogon macrothrix*, *Baccharis apicifolia*, *Chascolytrum uniolae*, *Danthonia secundiflora*, *Sorghastrum pellitum* e *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC), sob os tratamentos: Controle (C), temperatura a 100 °C (F100), temperatura a 50 °C (F50) e exposição à luz (L). O eixo X representa os tratamentos e o eixo Y a proporção de viabilidade.



3.2 CLASSIFICAÇÃO DE DORMÊNCIA

Conforme o critério metodológico adotado, que considera como dormentes as espécies cuja germinação no tratamento controle é inferior a 30% das sementes viáveis, *B. apicifolia* e *A. macrothrix* enquadram-se nessa categoria (Tabela 1). A taxa de germinação em relação às sementes viáveis no tratamento controle foi igual a 14,81% para *A. macrothrix* e 0,00% para *B. apicifolia*, ambas abaixo do limiar de 30%. As demais espécies apresentaram valores superiores a esse limite.

Tabela 1 – Caracterização da dormência das espécies *Andropogon macrothrix*, *Baccharis apicifolia*, *Chascolytrum uniolae*, *Danthonia secundiflora* e *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC) e submetidas aos tratamentos: Controle (C), temperatura a 100 °C (F100), temperatura a 50 °C (F50) e exposição à luz (L). A dormência foi definida com base na proporção entre o número de sementes germinadas e o número de sementes viáveis ao final do experimento.

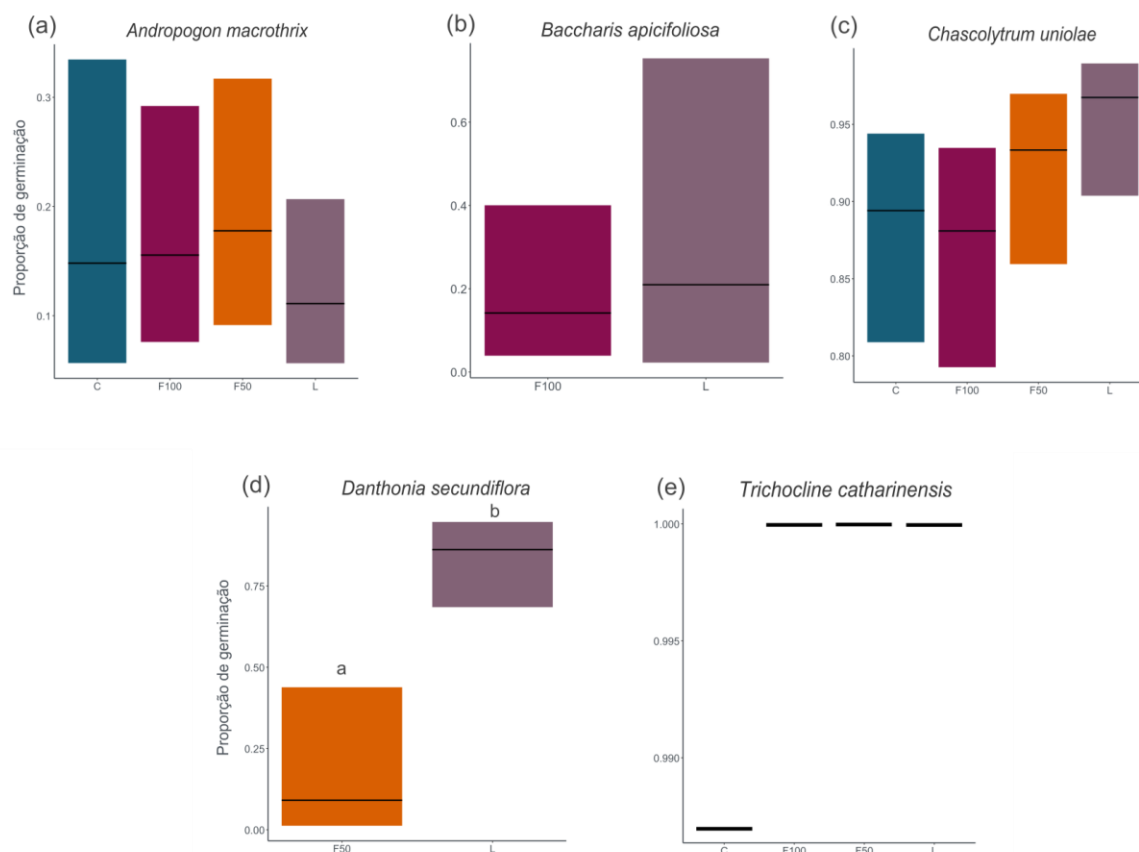
Espécies	Número de sementes germinadas	Número de sementes viáveis	% de germinação sobre sementes viáveis (Dormência = < 30%)
<i>A. macrothrix</i>	4	27	14,81%
<i>B. apicifolia</i>	0	9	0,00%
<i>C. uniolae</i>	76	85	89,41%
<i>D. secundiflora</i>	0	4	0,00%
<i>T. catharinensis</i>	76	77	98,70%

Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 EFEITO DOS TRATAMENTOS NA PROPORÇÃO DE GERMINAÇÃO

As espécies *A. macrothrix* e *B. apicifoliosa* apresentaram médias de germinação inferiores a 25% em todos os tratamentos avaliados (Figura 7a e 7b, respectivamente). Para *A. macrothrix*, as médias de germinação variaram, aproximadamente, de 10% no tratamento L a 18% no tratamento F50, apresentando valores intermediários de cerca de 15% nos tratamentos C e F100. *Baccharis apicifoliosa* apresentou médias de germinação variando, aproximadamente, de 18% no tratamento F50 a 20% no tratamento L. Em contraste, *C. uniolae* e *T. catharinensis* apresentaram médias superiores a 85% de germinação, independentemente do tratamento aplicado (Figura 7c e 7e, respectivamente). No caso de *C. uniolae*, as médias variaram de, aproximadamente, 89% no tratamento F100 a 97% no tratamento L, com valores intermediários de cerca de 90% no tratamento C e 94% no tratamento F50. Já *T. catharinensis* apresentou germinação de praticamente total em todos os tratamentos, variando apenas no tratamento C, onde observamos uma média de 99%. Apesar das variações observadas nos valores médios, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para as quatro espécies. Para *D. secundiflora*, não houve germinação nos tratamentos C e F100. Em contrapartida, a espécie apresentou germinação nos tratamentos F50 ($\approx 20\%$) e L ($\approx 80\%$) e houve diferenças significativas ($p = 0,0005$; $R^2 = 51\%$) (Figura 7d, tabela 2). É importante destacar que, para *T. catharinensis*, o modelo apresentou erro de estimativa devido à separação completa dos dados, uma vez que, praticamente, todas as sementes germinaram em todos os tratamentos. Esse padrão impossibilitou a estimação dos coeficientes, erros padrão e valores de p , de modo que os resultados do modelo para essa espécie não estão apresentados na Tabela 2.

Figura 7 – Proporção de germinação das sementes das espécies: (a). *Andropogon macrothrix*, (b). *Baccharis apicifoliosa*, (c). *Chascolytrum uniolae*, (d). *Danthonia secundiflora* e (e). *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC), submetidas aos tratamentos: Controle (C), temperatura a 100 °C (F100), temperatura a 50 °C (F50) e exposição à luz (L). O eixo X representa os tratamentos e o eixo Y a proporção de germinação.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2 - Estimativa da diferença na proporção de germinação das sementes das espécies *Andropogon macrothrix*, *Baccharis apicifoliosa*, *Chascolytrum uniolae*, *Danthonia secundiflora* e *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC), submetidas aos tratamentos: Controle (C), temperatura a 100°C (F100), temperatura a 50°C (F50) e exposição à luz (L).

(Continua)

Espécie	Tratamentos	Estimativa	Erro	Z	P
<i>A. macrothrix</i>	C – F100	-0,06	0,68	-0,08	1,00
	C – F50	-0,22	0,67	-0,33	0,99
	C – L	0,33	0,66	0,50	0,96
	F100 – F50	-0,16	0,57	-0,28	0,99
	F100 – L	0,39	0,56	0,70	0,90
	F50 – L	0,55	0,54	1,01	0,74
<i>B. apicifoliosa</i>	F100 – L	-0,47	1,19	-0,40	0,69

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2 - Estimativa da diferença na proporção de germinação das sementes das espécies *Andropogon macrothrix*, *Baccharis apicifoliosa*, *Chascolytrum uniolae*, *Danthonia secundiflora* e *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC), submetidas aos tratamentos: Controle (C), temperatura a 100°C (F100), temperatura a 50°C (F50) e exposição à luz (L).

(Conclusão)

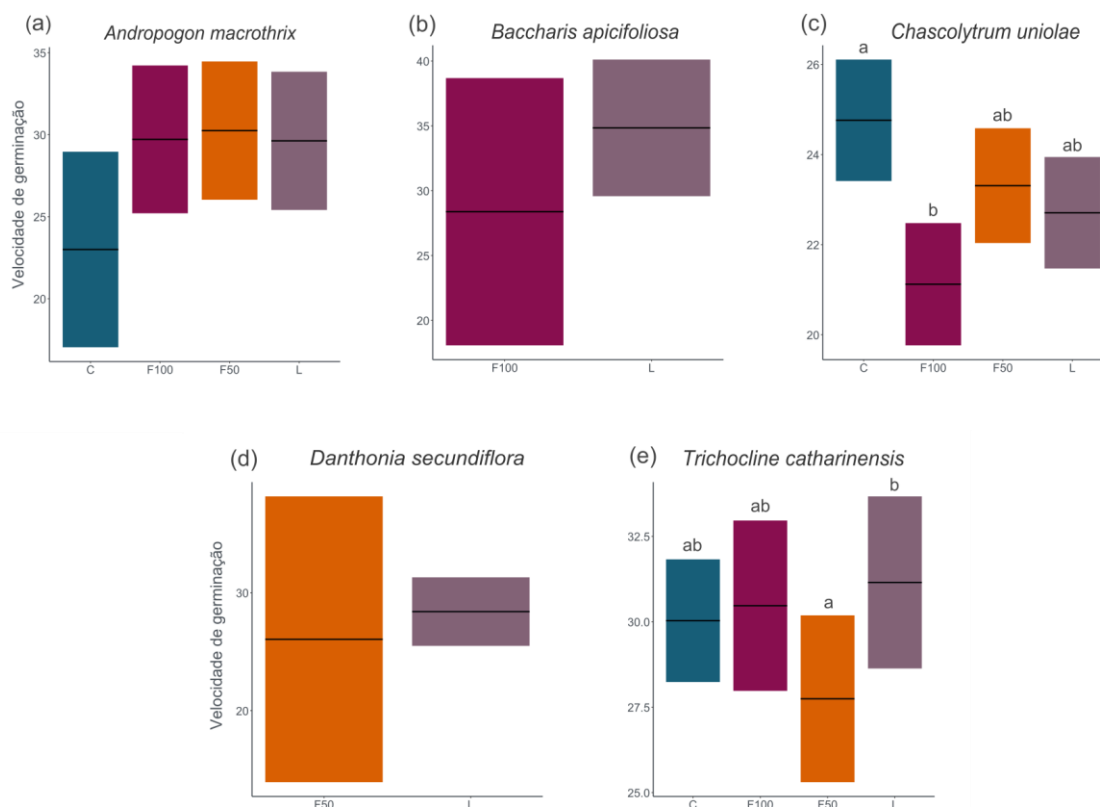
Espécie	Tratamentos	Estimativa	Erro	Z	P
<i>C. uniolae</i>	C – F100	0,13	0,49	0,27	0,99
	C – F50	-0,51	0,55	-0,92	0,79
	C – L	-1,26	0,68	-1,83	0,26
	F100 – F50	-0,64	0,54	-1,18	0,64
	F100 – L	-1,39	0,68	-2,05	0,17
	F50 - L	-0,75	0,72	-1,04	0,73
	<i>D. secundiflora</i>	F50 - L	-1,14	1,18	-3,51

Fonte: Elaborado pela autora.

3.4 EFEITO DOS TRATAMENTOS NA VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

Os resultados também evidenciaram variações na velocidade de germinação, expressa em dias. No entanto, diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos foram observadas apenas para as espécies *C. uniolae* e *T. catharinensis* (Figura 8c e 8e; Tabela 3). Em *C. uniolae*, a germinação foi mais rápida no tratamento F100 (≈ 21 dias) do que no controle (C) (≈ 25 dias) ($p = 0,001$, $R^2 = 0.4\%$) (Tabela 3). Para *T. catharinensis*, a germinação foi mais rápida no tratamento F50 (≈ 28 dias) em comparação à L (≈ 31 dias) ($p = 0,01$, $R^2 = 0.6\%$).

Figura 8 - Velocidade de germinação (em dias) das sementes das espécies (a). *Andropogon macrothrix*, (b). *Baccharis apicifoliosa*, (c). *Chascolytrum uniolae*, (d). *Danthonia secundiflora* e (e). *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC), submetidas aos tratamentos Controle (C), temperatura a 100 °C (F100), temperatura a 50 °C (F50) e exposição à luz (L). O eixo X representa os tratamentos e o eixo Y a velocidade de germinação.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 - Estimativa da diferença na proporção de germinação entre os tratamentos das espécies *Andropogon macrothrix*, *Baccharis apicifoliosa*, *Chascolytrum uniolae*, *Danthonia secundiflora* e *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC). (Continua)

Espécie	Tratamentos	Estimativa	Erro	Z	P
<i>A. macrothrix</i>	C - F100	-6,14	3,81	-1,76	0,32
	C - F50	-7,25	3,72	-1,95	0,24
	C - L	-6,62	3,72	-1,78	0,31
	F100 - F50	-0,53	3,15	-0,17	1,00
	F100 - L	0,09	3,15	0,03	1,00
	F50 - L	0,62	3,04	0,21	1,00
<i>B. apicifoliosa</i>	F100 - L	-6,47	5,01	-1,29	0,24

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 - Estimativa da diferença na proporção de germinação entre os tratamentos das espécies *Andropogon macrothrix*, *Baccharis apicifoliosa*, *Chascolytrum uniolae*, *Danthonia secundiflora* e *Trichocline catharinensis*, coletadas no Parque Nacional de São Joaquim (SC). (Conclusão)

Espécie	Tratamentos	Estimativa	Erro	Z	P
<i>C. uniolae</i>	C - F100	3,64	0,98	3,73	0,001
	C - F50	1,45	0,95	1,53	0,42
	C - L	2,05	0,93	2,20	0,13
	F100 - F50	-2,19	0,95	-2,30	0,10
	F100 - L	-1,59	0,94	-1,69	0,33
	F50 - L	0,60	0,91	0,66	0,91
<i>D. secundiflora</i>	F50 - L	-2,35	6,25	-0,37	0,71
<i>T. catharinensis</i>	C - F100	-0,43	1,15	-0,38	0,98
	C - F50	2,29	1,12	2,04	0,17
	C - L	-1,12	1,16	-0,97	0,77
	F100 - F50	2,72	1,16	2,35	0,09
	F100 - L	-0,68	1,19	-0,57	0,94
	F50 - L	-3,40	1,16	-2,92	0,02

Fonte: Elaborado pela autora.

4 DISCUSSÃO

O nosso estudo demonstra que, apesar do calor como um efeito do fogo não ter atuado como um fator determinante para a quebra da dormência fisiológica, todas as espécies campestres estudadas demonstraram alta resistência ao calor, mantendo, no geral, uma elevada germinação mesmo após exposição a 100°C. Esses resultados corroboram parcialmente nossa hipótese inicial, que previa que o calor atuaria na quebra da dormência fisiológica e que as sementes seriam resistentes a altas temperaturas; a resistência foi confirmada para parte das espécies, mas o papel do calor como estímulo para a quebra da dormência não foi corroborado.

A resposta das espécies aos tratamentos térmicos, apesar de contrariar parcialmente nossa hipótese, alinha-se a um corpo crescente de evidências encontradas em outros ecossistemas semelhantes. Por exemplo, a temperatura de 100°C não foi suficiente para quebrar a dormência em certas espécies do Cerrado, embora as sementes demonstraram resistência a essa temperatura (Daibes et al. 2018). Em contraste, temperaturas mais elevadas, como 200°C, levaram à superação da dormência fisiológica por algumas espécies, em um estudo com gramíneas do Cerrado (Dairel e Fidelis 2020). Essas comparações sugerem que o limiar térmico necessário para a quebra da dormência em *A. macrothrix* e *B. apicifoliosa* poderia ser superior aos valores testados no nosso estudo. Alternativamente, a quebra de dormência é um processo espécie-específico e frequentemente dependente de múltiplos fatores (Fichino et al., 2016). É

possível que o tratamento térmico aplicado em laboratório, embora baseado em temperaturas observadas em campo (Miranda et al., 1993; Dairel & Fidelis, 2020), não replique com precisão a duração ou as flutuações térmicas experimentadas pelas sementes durante um evento de fogo real.

Em contraste às espécies que apresentaram dormência, *C. uniolae* e *T. catharinensis* demonstraram uma estratégia de tolerância ao fogo, indicando que sua viabilidade não é comprometida por temperaturas elevadas. Estas espécies apresentaram altas taxas de germinação em todos os tratamentos, sugerindo que estão aptas a germinar assim que são dispersadas. Essa resistência térmica poderia ser interpretada como uma adaptação fundamental em ambientes propensos ao fogo (Bond e Van Wilgen, 1996). A capacidade de sobreviver à passagem do fogo e manter a viabilidade do banco de sementes do solo garante a resiliência populacional e uma rápida colonização de novos ambientes recém-queimados (Lopez-Marsico et al., 2019).

Complementarmente, a velocidade em que uma semente germina também pode exercer um papel essencial para as espécies campestres. Entre os resultados obtidos, destacamos o efeito do calor sobre a velocidade de germinação de *C. uniolae*. Embora o tratamento a 100 °C não tenha alterado a porcentagem final de germinação, o calor acelerou a germinação da espécie. Emergir e estabelecer-se mais rapidamente do que as espécies vizinhas é um fator determinante para a sobrevivência e o crescimento da plântula (Moles & Westoby, 2004). Podemos entender essa aceleração como uma resposta adaptativa que otimiza o momento do estabelecimento e maximiza a captura de recursos. O pulso térmico pode induzir alterações fisiológicas nas sementes, acelerando processos metabólicos iniciais e permitindo que a radícula emerja mais rapidamente (Tomaškinová et al., 2025). Essa estratégia é particularmente vantajosa em ecossistemas onde a janela de oportunidade para o estabelecimento é curta e a competição se restabelece rapidamente, seja por outras plântulas ou pelo rebrote vigoroso da vegetação preexistente (Fidelis et al., 2012).

Enquanto algumas espécies demonstraram resistência direta ao calor, outras parecem depender de sinais indiretos do fogo para iniciar a germinação. O comportamento germinativo de *D. secundiflora* no tratamento de luz indica uma possível estratégia adaptativa, centrada nos efeitos indiretos do fogo. Nos tratamentos Controle e F100, a germinação foi muito baixa, possivelmente em decorrência do reduzido número de sementes viáveis, o que levou à exclusão desses tratamentos do modelo estatístico. Quando comparamos os tratamentos incluídos no modelo, luz e F50, a germinação foi significativamente maior sob luz, o que sugere que a exposição luminosa atuou como o principal fator germinativo para essa espécie. Esse

comportamento pode refletir uma estratégia clássica de germinação estimulada pela luz proveniente de aberturas na vegetação (López Mársico et al., 2019), na qual a luz funciona como o principal sinal para a germinação, em vez do calor direto. O fogo, neste cenário, desempenha um papel ecológico importante ao remover a cobertura vegetal, tanto viva quanto morta, que pode bloquear a passagem da luz solar, expondo o solo e as sementes (Bewley et al., 2013). A sensibilidade à luz é uma adaptação comum para espécies com sementes pequenas, as quais possuem reservas limitadas e necessitam iniciar a fotossíntese rapidamente após a germinação para o estabelecimento (Thomas; Overbeck; Müller, 2019).

A baixa viabilidade e a ausência total de germinação em *S. pellitum*, juntamente com os altos números de propágulos vazios (Apêndice A), sugerem que a regeneração via sementes pode não ser a principal estratégia de persistência para todas as espécies analisadas. Entre as gramíneas C4, especialmente em campos e savanas, a rebrota a partir de estruturas subterrâneas protegidas, como rizomas e gemas basais, constitui a estratégia predominante e mais eficaz de recuperação pós-fogo (Pausas et al., 2018; Le Stradic et al., 2021; Zupo et al., 2021). Para algumas espécies a alocação de recursos pode ser direcionada prioritariamente para a manutenção e a expansão mediante órgãos subterrâneos, em detrimento da produção de sementes viáveis em grande quantidade. A reprodução sexuada, neste contexto, pode desempenhar um papel secundário, sendo mais importante para a colonização de novas áreas a longa distância e para a manutenção da diversidade genética do que para a recuperação da população local após um distúrbio recorrente como o fogo (Bond; Van Wilgen, 1996; Simpson et al., 2020).

4.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A condução em laboratório, embora nos permita controlar as variáveis, simplifica a complexidade de um evento de queima real, deixando de considerar fatores como duração e variabilidade do pulso térmico, umidade do solo, liberação de nutrientes e sinais químicos da fumaça. Outro ponto é o tempo de armazenamento das sementes, que pode ter afetado a viabilidade e a germinação, especialmente em *A. macrothrix*, *B. apicifolia* e *S. pellitum*. Espécies como *C. uniolae* e *T. catharinensis*, germinadas apenas três meses após a coleta, apresentaram alta viabilidade, enquanto as sementes das outras espécies, armazenadas por cerca de cinco meses, podem ter sofrido perda intrínseca de viabilidade, independentemente do tratamento térmico. A literatura sugere que a longevidade das sementes de muitas gramíneas é intrinsecamente baixa, com uma diminuição gradual na viabilidade em um período de um ano

(DAIREL; FIDELIS, 2020). Embora essa observação não invalide os resultados sobre a dormência, ela sugere que a baixa germinação pode resultar tanto da dormência não quebrada quanto de uma perda intrínseca de viabilidade. Esta última é, por si só, uma característica adaptativa de espécies com banco de sementes transitório, comum em ecossistemas propensos ao fogo, onde a germinação deve ocorrer logo após a dispersão para assegurar o recrutamento. Finalmente, este experimento foi relevante no contexto do PELD-BISC, tendo em vista que estudos com relação à quebra de dormência de sementes não haviam sido realizados antes da semeadura de sementes no experimento de efeito de prioridade.

4.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nas lacunas metodológicas que identificamos, sugerimos algumas direções para pesquisas futuras, visando aprimorar a metodologia utilizada. É essencial que os experimentos de germinação sejam realizados com todas as espécies simultaneamente e o mais próximo possível da coleta, preferencialmente em até três meses, a fim de reduzir uma possível redução da viabilidade das sementes. Além disso, recomendamos a replicação dos experimentos, incluindo tratamentos de choque térmico com temperaturas mais elevadas, como 200°C, e variações no tempo de exposição, para melhor compreender a resposta das sementes ao calor.

5 CONCLUSÃO

Verificamos que o calor, como um efeito direto do fogo, não atuou como um fator determinante para a superação da dormência fisiológica das espécies que a apresentaram. Esse resultado contraria parcialmente nossa hipótese inicial, que previa o choque térmico como um mecanismo impulsionador da quebra da dormência. No entanto, identificamos que o fogo poderia gerar diferentes estratégias ecológicas associadas às espécies. No nosso estudo evidenciamos o papel de fatores indiretos (luz), e outros efeitos do calor (como a aceleração da velocidade de germinação), destacando o potencial adaptativo dessas espécies em ambientes pós-fogo. Ao preencher a lacuna de conhecimento existente sobre a germinação de espécies dos campos de altitude do sul do Brasil, esperamos que nosso estudo contribua para o aprimoramento do planejamento de ações de manejo e restauração ecológica, possibilitando uma gestão que considere o papel do fogo nas diferentes estratégias de regeneração das espécies nativas.

REFERÊNCIAS

BEHLING, H.; PILLAR, V. D. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 243-251, 19 dez. 2006. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2006.1984>.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H.W.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. Nova York: Springer, 2013. 392 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>.

BOND, W; KEELEY, J. Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems. **Trends In Ecology & Evolution**, [s. l.], v. 20, n. 7, p. 387-394, jul. 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.025>.

BOND, W. J.; VAN WILGEN, B. W. Fire and plants. London: Chapman & Hall, 1996. 275 p.

CASALI, S.; SÜHS, R. B.; JONER, F.; PINTO, G. L.; NECKEL-OLIVEIRA, S.; GIEHL, E. L. H. Fire regime and local biotic and abiotic factors as drivers of diversity patterns in highland grasslands in southern Brazil. **Plant Ecology**, [s. l.], v. 226, n. 5, p. 539–552, maio 2025. DOI: 10.1007/s11258-025-01512-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11258-025-01512-2>.

DAIREL, M.; FIDELIS, A. How does fire affect germination of grasses in the Cerrado? **Seed Science Research**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 275–283, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258520000094>.

DAIBES, L. F.; GORGONE-BARBOSA, E.; SILVEIRA, F. A.; FIDELIS, A. Gaps critical for the survival of exposed seeds during Cerrado fires. **Australian Journal Of Botany**, v. 66, n. 2, p. 116-123, 22 fev. 2018. <http://doi.org/10.1071/BT17098>.

DAIBES, L. F.; ZUPO, T.; SILVEIRA, A. O.; FIDELIS, A. A field perspective on effects of fire and temperature fluctuation on Cerrado legume seeds. **Seed Science Research**, [s. l.], v. 27, p. 74–83, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/S096025851700006X>.

DALMOLIM, E. B. **Poaceae dos campos de altitude do parque nacional de São Joaquim**, Santa Catarina, Brasil. 2013. 1 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

DAYRELL, R. L. C.; GARCIA, Q. S.; NEGREIROS, D.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; SILVEIRA, F. A. O. Phylogeny strongly drives seed dormancy and quality in a climatically buffered hotspot for plant endemism. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 119, n. 2, p. 267–277, jan. 2016. <https://doi.org/10.1093/aob/mcw163>.

FICHINO, B. S.; DOMBROSKI, J. R. G.; PIVELLO, V. R.; FIDELIS, A. Does Fire Trigger Seed Germination in the Neotropical Savannas? Experimental Tests with Six Cerrado

Species. **Biotropica**, v. 48, n. 2, p. 181-187, 8 jan. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/btp.12276>.

FIDELIS, A.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; PILLAR, V. D.; PFADENHAUER, J. Does disturbance affect bud bank size and belowground structures diversity in Brazilian subtropical grasslands? **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, [s. l.], v. 209, n. 2, p. 110–116, 1 fev. 2014. DOI 10.1016/j.flora.2014.12.003.

FIDELIS, A.; BLANCO, C. C.; MÜLLER, S. C.; PILLAR, V. D.; PFADENHAUER, J. Short-term changes caused by fire and mowing in Brazilian Campos grasslands with different long-term fire histories. **Journal Of Vegetation Science**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 552-562, 18 nov. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01364.x>.

GRIME, J. P. **Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties**. Chichester. John Wiley & Sons, 1979.

IBGE (ED.). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo do Parque Nacional de São Joaquim**. Brasília, DF: ICMBio, set. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomass/mata-atlantica/lista-de-ucs/parna-de-sao-joaquim>.

KEELEY, J. E.; PAUSAS, J. G.; RUNDEL, P. W.; BOND, W. J.; BRADSTOCK, R. A. Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. **Trends in Plant Science**, [s. l.], v. 16, n. 8, p. 406–411, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.04.002>.

LAKON, G. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. **Plant Physiology**, v. 24, n. 3, p. 389-394, 1 jul. 1949. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.24.3.389>.

LE STRADIC, S.; ROUMET, C.; DURIGAN, G.; CANCIAN, L.; FIDELIS, A. Variation in biomass allocation and root functional parameters in response to fire history in Brazilian savannas. **Journal of Ecology**, [s. l.], v. 109, n. 12, p. 4143–4157, 2021. DOI 10.1111/1365-2745.13786. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2745.13786>.

LÓPEZ MÁRSICO, L.; FARÍAS MOREIRA, L.; LEZAMA, F.; ALTESOR, A.; RODRÍGUEZ, C. Light intensity triggers different germination responses to fire-related cues in temperate grassland species. **Folia geobotánica: A journal of plant ecology and systematics**, v. 54, n. 1, seq. Folia geobotánica: A journal of plant ecology and systematics, p. 53–63, 2019.

MIRANDA, A.C.; MIRANDA, H. S.; DIAS, I. F. O.; DIAS, B. F. de S. Soil and air temperatures during prescribed cerated fires in Central Brazil. **Journal Of Tropical Ecology**, v. 9, n. 3, p. 313-320, ago. 1993. <http://dx.doi.org/10.1017/s0266467400007367>.

MOLES, A. T.; WESTOBY, M. What do seedlings die from and what are the implications for evolution of seed size? *Oikos*, [S.L.], v. 106, n. 1, p. 193-199, 17 mai. 2004. [Http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.13101.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.13101.x).

MORAES, M. G.; CHATTERTON, N. J.; HARRISON, P. A.; FILGUEIRAS, T. S.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Diversity of non-structural carbohydrates in grasses (Poaceae) from Brazil. *Grass and Forage Science*, [s. l.], v. 68, p. 165–177, 2013.

OVERBECK, G.; MÜLLER, S.; PILLAR, V.; PFADENHAUER, J. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. *Journal of Vegetation Science*, [s. l.], v. 16, p. 655–664, 1 dez. 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02408.x>.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; PILLAR, V. D.; PFADENHAUER, J. No heat-stimulated germination found in herbaceous species from burned subtropical grassland. *Plant Ecology*, v. 184, n. 2, p. 237-243, 23 nov. 2006. <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-005-9068-1>.

OVERBECK, G. E *et al.* Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. *Perspectives In Plant Ecology, Evolution And Systematics*, v. 56, p. 125687, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2022.125687>.

PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, v. 59, n. 7, p. 593–601, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.7.10>.

PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems. *New Phytologist*, [s. l.], v. 204, n. 1, p. 55–65, 2014. DOI 10.1111/nph.12921. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nph.12921>.

PAUSAS, J. G.; LAMONT, B. B.; PAULA, S.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; FIDELIS, A. Unearthing belowground bud banks in fire-prone ecosystems. *New Phytologist*, v. 217, n. 4, p. 1435-1448, 15 jan. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.14982>.

PILLAR, V. D. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. 403 p.

R Core Team (2025). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>>

SIMON, M. F.; GREYER, R.; QUEIROZ, L. P. de; SKEMA, C.; PENNINGTON, R. T.; HUGHES, C. E.. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, v. 106, n. 48, p. 20359-20364, dez. 2009. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0903410106>.

SIMPSON, K. J.; JARDINE, E. C.; ARCHIBALD, S.; FORRESTEL, E. J.; LEHMANN, C. E. R.; THOMAS, G. H.; OSBORNE, C. P. The structural and functional convergence of C₄ grasses along a fire–rainfall gradient. *New Phytologist*, [s. l.], v. 230, n. 2, p. 832–844, abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.17069>. Epub 6 dez. 2020. PMID: 33155275; PMCID: PMC8048952.

SÜHS, R. B.; GIEHL, E. L. H.; PERONI, N. Preventing traditional management can cause grassland loss within 30 years in southern Brazil. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 783, 21 jan. 2020. DOI 10.1038/s41598-020-57564-z. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-57564-z>.

THOMAS, P. A.; OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C. Restoration of abandoned subtropical highland grasslands in Brazil: mowing produces fast effects, but hay transfer does not. **Acta Botanica Brasilica**, v. 33, n. 3, p. 405-411, set. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-33062018abb0377>.

TOMAŠKINOVÁ, J.; DRIMAL, M.; BELLIDO, J.; TOMAŠKIN, J. Strategies and Adaptations of Permanent Grasslands in Different Environments. **Polish Journal of Environmental Studies**, [s. l.], v. 34, n. 4, p. 4513–4526, 6 jun. 2025. DOI 10.15244/pjoes/190324. Disponível em: <https://www.pjoes.com/Strategies-and-Adaptations-of-Permanent-nGrasslands-in-Different-Environments,190324,0,2.html>. Acesso em: 24 ago. 2025.

ZUPO, T.; DAIBES, L. F.; PAUSAS, J. G.; FIDELIS, A. Post-fire regeneration strategies in a frequently burned Cerrado community. **Journal of Vegetation Science**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. e12968, 2021. DOI 10.1111/jvs.12968.

APÊNDICE A – TABELA COM OS PRINCIPAIS RESULTADOS

Espécie	Tratamento	Sementes germinadas	Positivas para tetrazólio	Sementes viáveis	Sementes inviáveis	Sementes vazias	Sementes totais
A. macrothrix	C	4	23	27	98	25	150
	F100	7	38	45	78	27	150
	F50	8	37	45	79	26	150
	L	8	64	72	75	3	150
B. apicifoliosa	C	0	9	9	86	55	150
	F100	5	31	36	51	63	150
	F50	0	22	22	54	74	150
	L	6	17	23	72	55	150
C. uniolae	C	76	9	85	65	0	150
	F100	74	10	84	66	0	150
	F50	84	6	90	60	0	150
	L	90	3	93	57	0	150
D. secundiflora	C	0	4	4	145	1	150
	F100	0	2	2	144	4	150
	F50	1	13	14	129	7	150
	L	25	4	29	114	7	150
S. pellitum	C	0	0	0	17	133	150
	F100	0	2	2	21	127	150
	F50	0	3	3	21	126	150
	L	0	1	1	23	126	150
T. catharinensis	C	76	1	77	73	0	150
	F100	59	0	59	91	0	150
	F50	70	0	70	80	0	150
	L	59	2	61	89	0	150

Fonte: Elaborado pela autora.