



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**O EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *PTERODON*  
*EMARGINATUS* VOGEL**

**Jackeline Lima de Arruda**

Brasília – DF, 29 de outubro de 2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**O EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *PTERODON  
EMARGINATUS* VOGEL**

**Jackeline Lima de Arruda**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Orientadora:** Rosana de Carvalho Cristo Martins

**Coorientadora:** Sarah Cristine Martins Neri

Brasília – DF, 29 de outubro de 2021

**O EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *PTERODON  
EMARGINATUS* VOGEL**

**BANCA EXAMINADORA**

Estudante: Jackeline Lima de Arruda

Matrícula: 14/0144781

---

Prof. Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martins  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Orientadora

---

Msc. Sarah Cristine Martins Neri  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Coorientadora

---

Prof. Dr. Ildeu Soares Martins  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Membro da Banca

Brasília – DF, 29 de outubro de 2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

LIMA DE ARRUDA, JACKELINE

O EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *PTERODON EMARGINATUS* VOGEL

32 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheira, Engenharia Florestal, 2021).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal

1. Sucupira-branca

2. Tecnologia de sementes

3. Quebra de dormência

4. Cerrado

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DE ARRUDA, J. L.- (2021). **O EFEITO DO FOGO SOBRE A GERMINAÇÃO DE *PTERODON EMARGINATUS* VOGEL.** Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 32 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Jackeline Lima de Arruda

TÍTULO: *O Efeito do Fogo sobre a Germinação de Sementes de Pterodon emarginatus Vogel.*

GRAU: Engenheira Florestal ANO: 2021.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Jackeline Lima de Arruda

jackearruda@gmail.com

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado ao longo de minha vida, me permitindo encontrar e conviver com pessoas incríveis.

Agradeço a minha família, especialmente aos meus pais que sempre me apoiaram nas minhas escolhas, me deram os melhores conselhos, além de se esforçarem ao máximo para me proporcionar oportunidades e bons estudos.

A todos os meus amigos e os da graduação, os que estão comigo até hoje e os outros que apesar da distância, sabem que os consideram muito e, sei que torcem muito por mim. Aprendi tanto com cada um, e cada um desperta um lado em mim, muito especial.

Aos professores que durante todo esse ciclo da UnB que me inspiram a ser uma profissional melhor e pelo conhecimento repassado, desde aos funcionários da Fazenda Água Limpa (FAL), ao diretor Reginaldo Sérgio Pereira, por estarem sempre dispostos e atenciosos a nos ajudar a qualquer momento para a execução do experimento.

Agradeço à minha orientadora, Prof. Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martin, pela orientação, pelo suporte e confiança durante a realização deste trabalho. A minha Coorientadora Sarah Cristine Martins Neri, pelo auxílio, supervisão e paciência durante a execução do trabalho. Ao Prof. Ildeu Soares Martins, pelas contribuições estatísticas e disponibilidade.

À Universidade de Brasília e ao Departamento da Engenharia Florestal pela infraestrutura e apoio durante o curso.

À DDS, pelo apoio financeiro concedido.

Por fim, gostaria de expressar meu sincero agradecimento a todos que participaram direta ou indiretamente de minha formação.

Muito obrigada a todos!

## RESUMO

O Brasil é um dos países que registram maiores índices de problemas com fogo, em destaque para o Bioma Cerrado. Todos os anos, nos meses de maio a setembro são relatadas queimadas durante a época seca resultando em mudanças na estrutura vegetacional. Nesse sentido, o estudo buscou avaliar o efeito do fogo na germinação de sementes de *Pterodon emarginatus* (sucupira-branca). Foram coletadas 10 matrizes na Fazenda Água Limpa-FAL, pertencente à Universidade de Brasília. As sementes foram submetidas aos tratamentos de: 0, 15, 30, 45 e 60 minutos com fogo em uma simulação de incêndio florestal. Em seguida, as sementes foram acondicionadas no substrato vermiculita, em caixa de gerbox, e colocadas em câmara de germinação tipo B.O.D., com temperatura variando entre 25°C e 26°C, fotoperíodo 12/12, e monitoramento a cada 3 dias, ao longo de 30 dias. Os resultados do teste da germinação mostraram que para as sementes de sucupira nas condições testadas o fogo não só não quebra a dormência das sementes como inviabilizou a germinação das mesmas.

**Palavras-chaves:** Sucupira-branca, quebra de dormência, tecnologia de sementes, Cerrado.

## ABSTRACT

Brazil is one of the countries with the highest rates of fire-related problems, especially in the Cerrado Biome. Every year, in the months of May to September, fires are reported during the dry season resulting in changes in vegetational structure. In this sense, the study aimed to evaluate the effect of fire on the germination of seeds of *Pterodon emarginatus* (sucupira-branca). Ten matrices were collected at Fazenda Água Limpa-FAL, which belongs to the University of Brasília. The seeds were submitted to treatments of: 0, 15, 30, 45 and 60 minutes with fire in a forest fire simulation. Then, the seeds were placed in vermiculite substrate, in a gerbox, and placed in a B.O.D. germination chamber, with temperature ranging between 25°C and 26°C, photoperiod 12/12, and monitoring every 3 days for 30 days. The results of the germination test showed that for sucupira seeds under the conditions tested, fire not only did not break seed dormancy, but also made germination unfeasible.

**Keywords:** Sucupira-branca, dormancy break, seed technology, Cerrado.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da Fazenda Água Limpa, 2021. Fonte: Google Earth Pro .....	17
Figura 2. Localização geográfica da Fazenda Água Limpa, área onde se encontram as matrizes de <i>Pterodon emarginatus</i> objetos deste trabalho, em 2021. Fonte: autoral .....	18
Figura 3. Fotos da espécie nativa do cerrado <i>Pterodon emarginatus</i> (sucupira-branca). Na sequência: a) fruto seco indeiscente alado; b) seleção dos frutos viáveis; c) matriz em fitofisionomia do tipo Cerradão; d) matriz em floração. Fonte: autoral .....	18
Figura 4. a) Sementes de sucupira-branca, b) Substrato vermiculita em caixa de gerbox, c) Câmara de germinação tipo B.O.D. Fonte: autoral.....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância da germinação de sementes de <i>Pterodon emarginatus</i> dos tratamentos com fogo mais testemunha .....	21
Tabela 2. Teste de Tukey para as variáveis IVG e GERT dos tratamentos com fogo mais a testemunha aplicada às sementes de <i>Pterodon emarginatus</i> .....	22

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVO.....	12
2.1 Objetivo Geral .....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
3.1 A Influência do Fogo .....	12
3.2 Germinação.....	14
3.3 Superação de Dormência.....	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
4.1 Área de Estudo.....	17
4.2 Coleta de Dados.....	19
4.3 Análise Estatística.....	20
5. RESULTADOS .....	21
6. DISCUSSÃO.....	22
7. CONCLUSÃO.....	25
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil existem grandes riquezas florísticas (FORZZA et al., 2012); e não é diferente no planalto central do Brasil, onde ocorre um complexo neotropical de savanas abertas e fechadas, predominando vegetação herbácea (gramíneas) e arbustivo-arbóreo (árvores) (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002). Conhecido como savana brasileira, o Cerrado, é considerado o segundo maior bioma do país, cobrindo cerca de 25% do território nacional (KLINK; MACHADO, 2005). Além disso, trata-se de um hotspot de biodiversidade, com um grande número de espécies endêmicas (MYERS et al., 2000). Grande parte do Cerrado brasileiro possui clima sazonal, classificado como tropical chuvoso no sistema de Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007), com duas estações bem definidas, uma é inverno frio e seco, começa no mês de abril a setembro, e a outra é um verão chuvoso e quente, que se inicia em outubro e estende-se até março (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002; RIBEIRO; WALTER, 2008).

Existem muitas discussões e divergências quanto à influência maléfica ou benéfica do fogo nos bancos de sementes do bioma Cerrado (SANTANA et al. 2019). Nesse contexto, cabe ressaltar que o regime de fogo, como o conjunto completo de variabilidade na atividade de queimadas dentro de determinado tipo de vegetação, tem excepcional importância ecológica; isto é, a frequência, intensidade, tamanho e tempo em que são realizados (WHITLOCK et al., 2010; COUTINHO, 1990). Para o ecossistema, queimar a vegetação a cada dois anos, a cada cinco ou a cada dez não é a mesma coisa. Além disso, dependendo do período, existem estruturas que diferem, conforme o estágio de desenvolvimento dos indivíduos (SANTANA, 2019).

A espécie *Pterodon emarginatus* Vogel, conhecida como sucupira-branca ou faveira está presente nas regiões de transição entre o Cerrado e a Floresta Estacional, sendo uma espécie arbórea nativa do cerrado brasileiro, de ampla ocorrência nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul, importante por seus usos medicinal e florestal (LORENZI, 2002). Seu corte em áreas urbanas é protegido por lei e, no Distrito Federal a sucupira-branca é tombada como patrimônio ecológico, pelo decreto nº: 14.738/93 (VIEIRA; CAMILO; CORADIN, 2016).

A árvore desta espécie é extremamente decorativa em floração, com altura de 8-16m, pode ser utilizada com sucesso em paisagismo (SANTOS; MENDONÇA, 2011), como na recomposição florestal, em áreas degradadas com conservação permanente, devido à alta

tolerância a solos de baixa fertilidade e luz solar (TAVARES et al., 2015). É uma planta pioneira e adaptada a solos secos e pobres, ajuda na melhoria da qualidade dos solos, devido ao processo de simbiose com bactérias que fixam o nitrogênio da atmosfera e, apresenta alta fixação de carbono, sendo, portanto, uma das maiores espécies deste ecossistema (SANTOS; MENDONÇA, 2011). Sua floração a floração de sucupira-branca pode se estender de julho a outubro (SILVA JÚNIOR, 2010), e a maturação dos frutos acontece de junho a julho, com a planta quase totalmente despida de folhagem (TAVARES et al., 2015).

A sucupira-branca é tolerante à luz direta e conservadora do solo (LORENZI, 2002). Sua madeira, além de ser pesada, possui excelente estabilidade dimensional, média e alta resistência mecânica, sendo utilizada para a construção de estruturas em geral, onde essas propriedades são requeridas (VALE et al., 2011), como: construção civil, construção naval e produção de carvão; além de apresentar características propícias ao seu uso na arborização urbana e natural, como na restauração florestal (LORENZI, 2002). Na maior parte do Cerrado, entretanto, a extração intensiva de madeira tem contribuído para o rápido desaparecimento da espécie *Pterodon emarginatus*, devido a seu imenso valor florestal (CORRÊA; BERTUCI JUNIOR, 2012).

O número de indivíduos de sucupira-branca tem reduzido cada vez mais em seu ambiente natural dada a exploração desordenada, assim como pela ocorrência de dormência exógena, causado por obstrução relacionada ao próprio embrião, o mecanismo que causa essa dormência está relacionado à impermeabilidade tegumentar à água, oxigênio e inibidores químicos, o que reduz significativamente a taxa de germinação; em função disso, apresentam baixo poder germinativo (REIS; RENA, 1987; COELHO et al., 2001).

A importância da sucupira-branca se deve primordialmente à medicina popular brasileira, com uso da casca e frutos de propriedades medicinais e comercializadas em mercados populares por suas propriedades farmacológicas, como, depurativa e tônica (ARRIAGA et al., 2000). Além disso, garrafadas e extratos alcoólicos dessa planta são amplamente utilizados como componentes energéticos, principalmente em decorrência da sua ação analgésica e anti-inflamatória (MACHADO et al., 2018). Segundo Albuquerque (2007), o óleo do fruto também é utilizado na medicina popular para prevenção contra infecção pelo cercária de *Schistosoma mansoni*, e no tratamento de infecções de garganta e reumáticas. As túberas radiculares são usadas para tratar diabetes e a casca para tratar reumatismo (LORENZI; MATOS, 2002).

Compreender a influência e a importância da sucupira-branca na dinâmica e estrutura da vegetação, serve como subsídio para auxiliar na elaboração e desenvolvimento de planos de

manejo de preservação da comunidade vegetal (ZIRONDI, 2015). Logo, é fundamental o estudo da tecnologia com as sementes da referida espécie, visando a produção de mudas em quantidade e qualidade para atender os diversos fins (comercial, recuperação de áreas degradadas, exploração para fins medicinais, entre outros).

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo Geral**

O presente estudo visa avaliar o efeito do fogo sobre a germinação das sementes *Pterodon emarginatus* (sucupira-branca), espécie nativa do cerrado.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Analisar a resistência das sementes após a passagem do fogo.
- Avaliar a viabilidade de germinação da semente antes e depois da passagem do fogo.
- Acompanhar a germinação e o desenvolvimento das plântulas.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. A Influência do Fogo**

O fogo é considerado um fator na distribuição e composição florística de diversos ecossistemas ao redor do mundo e de sua biodiversidade, como na coexistência de árvores e gramíneas (Bond et al., 2005; Pivello, 2011); além de frequentemente utilizado como técnicas de manejo na agricultura e áreas naturais (ALHO; MARTINS, 1995). Possui importante papel como agente evolucionário da flora (BOND et al, 2003; WHELAN, 1995). Seus efeitos diretos na vegetação dependem de sua intensidade, mas os seus efeitos de longo prazo dependem da frequência e do período de sua ocorrência (GILL, 1976).

Em um contexto histórico, recursos selecionados pelo fogo como características na biota e nos processos ecossistêmicos mostram os seus efeitos (BOWMAN et al., 2009). Ambientes selecionados pelo fogo têm e continuarão a ter mecanismos que promovem a ocorrência de queimadas (CHRISTENSEN, 1985). No Brasil, a maioria das características do Cerrado são consideradas ecossistemas dependentes do fogo (HARDESTY et al., 2005; Pivello 2011), pois evoluíram com suas intervenções e são dependentes dela para manter seus processos ecológicos (FIDELIS; PIVELLO, 2011).

A presença do fogo em seus ambientes não deve ser vista apenas como um evento de destruição de vários ecossistemas do planeta, como, por exemplo, as savanas africanas, o

cerrado brasileiro, as pradarias americanas, australianas, os páramos equatorianos e os ecossistemas mediterrâneos (TROLLOPE, 1982; WALTER; RIBEIRO, 2010; PIVELLO, 2011; MORGAN, 1999; HANES, 1971; NAVEH, 1975; RAMSAY; OXLEY, 1996; LLORET, 1998), para o manejo de certos tipos de vegetação que dependem de perturbações, o fogo é um fator que não deve ser ignorado, pois é mantenedor da própria biota, portanto, esses ecossistemas podem ser definidos como dependentes do fogo ou pirofíticos (HARDESTY et al., 2005). Simulações mostram que a eliminação de incêndios aumentará a cobertura florestal global de 26,9% para 56,4%, e mudará de áreas com gramíneas C4 para florestas mais florestas de angiospermas (BOND et al., 2005), modificando consideravelmente a paisagem, a diversidade e as funções desses ecossistemas.

Ademais, a influência do fogo na vegetação depende de muitos fatores, como: o clima, a intensidade, a temperatura e duração do fogo, bem como das transformações químicas proporcionadas ao solo (BOND; VAN WILGEN, 1996; WHELAN, 1995). Muitas plantas têm propriedades relacionadas ao fogo, como a proteção de meristemas, que geralmente estão localizados no nível do solo ou abaixo dele (GIGNOUX et al., 1997). Estas espécies possuem mecanismos reprodutivos relacionados e influenciados pelo fogo, como a floração (MUNHOZ; FELFILI, 2007). Após o fogo, os frutos se abrem para liberar as sementes, quebrando o estado de dormência das sementes (BOND; VAN WILGEN, 1996; KEELEY et al., 2011; WHELAN, 1995). Outro aspecto a ser considerado sobre o fogo é a sua efetividade para remoção de serapilheira e abrir novos espaços na vegetação, permitindo que as espécies se estabeleçam onde as espécies dominantes servem como barreiras (FIDELIS et al., 2012; HOFFMANN, 1996).

Além disso, podem ocorrer outra estratégia favorável para plantas nos ambientes com queimadas frequentes, como no Cerrado: é o maior acúmulo de biomassa na parte subterrânea, que pode ser 2 a 3 vezes maior do que a biomassa aérea, acima do solo (CASTRO; KAUFFMAN 1998, DELITTI et al., 2001). Desse modo, muitas espécies herbáceas e subarborescentes investem uma grande parte de sua energia na distribuição de nutrientes para as partes subterrâneas, protegidas em caso de incêndios e por longos períodos de seca (FIDELIS; PIVELLO 2011). Dessa forma, as espécies lenhosas usam essa energia para produzir ramos e caules mais suberosos e estáveis que protegem os tecidos internos quando queimados (COUTINHO, 1990; GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006).

O fogo pode, ainda, promover a germinação das sementes, pois as cascas (tegumentos) das sementes de algumas espécies são impermeáveis à água. O rápido aumento da temperatura

em uma queimada causa rachaduras nas cascas das sementes, tornando-as permeáveis; o que favorece sua germinação (SANTANA et al., 2019).

### **3.2. Germinação**

A germinação é o processo de retomada do crescimento ativo do eixo embrionário, que consiste da sequência estruturada de atividades metabólicas, que inicia com a embebição das sementes, ativação de enzimas, iniciação do crescimento do embrião, rompimento do tegumento, emergência da plântula, estabelecendo o desenvolvimento do embrião até a formação de uma plântula normal, que depende de umidade, temperatura e oxigênio (RODRIGUES, 1988). Conforme o autor acima, algumas sementes conseguem germinar logo após a fertilização e algum tempo antes do período normal de colheita; enquanto outras podem estar dormentes e exigirem um longo período de repouso ou de desenvolvimento adicional antes que a germinação possa ocorrer.

Muitos fatores externos e internos induzem a germinação das sementes (SANTOS; ZANI, 2019). Fatores externos são a umidade, temperatura, oxigênio e luz, já os fatores internos são os inibidores e promotores da germinação. Com isso, esses fatores podem agir sozinhos ou interagir com os demais (BORGES; RENA, 1993).

A germinação é uma etapa do ciclo de vida que tem impacto diretamente a distribuição e sobrevivência das espécies vegetais, e alguns fatores são essenciais, para que a germinação ocorra, entre eles a presença de água (CARDOSO, 2008), responsável por reidratar o tecido e restaurar as atividades metabólicas do embrião, além de ocasionar um rompimento na casca da semente e ajudar na protrusão da radícula (SANTOS; ZANI, 2019).

Porém, pouco se sabe sobre as condições de germinação da maioria das sementes de espécies silvestres, e muitas sementes que apresentam algum tipo de dormência, sua viabilidade pode ser subestimada quando a porcentagem de germinação é muito baixa (SANTOS; MENDONÇA, 2011). Estudos a respeito da germinação de sementes são de grande importância para o entendimento dos estágios de estabelecimento da comunidade vegetal, sua sobrevivência e regeneração natural (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO- SEGOVIA, 1993). Silveira et al. (2012) propuseram que durante o período de transição entre a estação seca e chuvosa existe um momento crítico para o estabelecimento de espécies no Cerrado, visto que a dormência encontrada em algumas espécies pode ser uma estratégia importante para evitar a germinação em épocas desfavoráveis, ou não propício ao estabelecimento e sobrevivência das plântulas (ZIRONDI, 2015).

Desse modo, sazonalidade e distúrbios como o fogo desempenham um papel importante, pesquisas com espécies de diferentes tipos de dormência e fatores de superação da dormência para estimular a germinação são necessárias para entender melhor a dinâmica da comunidade vegetal (ZIRONDI, 2015).

A necessidade da recuperação de áreas degradadas é essencial, dentre os vários fatores a serem estudados, um deles se destaca, o processo de dormência das sementes, que afeta diretamente a produção de mudas (SOUSA et al., 2018). Este fenômeno é frequente na natureza, fazendo com que as sementes não germinem imediatamente após a colheita por conta dos mecanismos internos, físicos ou fisiológicos, que são determinados geneticamente e ocorrem durante a formação e a maturação da semente; de forma que, a semente ainda não está pronta para germinar logo após se dispersar (SOUSA et al., 2018).

Para estabelecer o nível de qualidade das sementes, são utilizados testes de germinação em condições de substrato e temperaturas ideais para cada espécie, fornece condições favoráveis para a germinação das sementes e o subsequente desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993; TONIN; PEREZ, 2006). A temperatura se destaca pela grande atuação no processo germinativo, não só na velocidade, mas também na porcentagem de germinação das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O livro, Regras para Análise de Sementes (RAS) fornece informações sobre como conduzir estes testes para as sementes da maioria das espécies (BRASIL, 2009).

### **3.3. Superação de Dormência**

A dormência trata-se de um mecanismo de defesa das sementes contra as mudanças ambientais que dificultam ou impossibilitam suas atividades metabólicas normais; ou seja, sementes viáveis não germinam mesmo quando são dadas condições favoráveis para a germinação (MARCOS-FILHO, 2005).

Carvalho; Nakagawa (2000) referem-se aos mecanismos de dormência caracterizando-os como: imaturidade do embrião, impermeabilidade do tegumento à água e oxigênio, restrições mecânicas que afetam o crescimento do embrião, exigências especiais de temperatura ou luz, presença de substâncias que inibem a germinação, embrião rudimentar e uma combinação de várias razões. Existe o controle genético dessas causas de dormência e a interação com o ambiente.

Na natureza, a dormência é um recurso que as plantas produtoras de sementes usam para darem continuidade a sua espécie, pois a dormência que impede que todas as sementes

germinem simultaneamente, aumentando oportunidades de sobrevivência e reduzindo o risco de extinção da espécie (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; COSTA et al., 2010).

Esse fenômeno é um dos problemas mais sérios na conservação de germoplasma de espécies silvestres, pois suas sementes costumam apresentar dormência (SANTOS; MENDONÇA, 2011). A consequência disso é a emergência desigual das plântulas, levando à deriva genética na reprodução e regeneração de muitas sementes heterogêneas (SMIRDELE; SOUSA, 2003).

Existe a dormência física em pelo menos 15 famílias botânicas e em 13 das quais são causadas pela impermeabilidade do tegumento (BASKIN et al., 2000); no caso das leguminosas, atinge cerca de 85% das espécies examinadas (ROLSTON, 1978). Normalmente, essa impermeabilidade ocorre pelo arranjo de células paliçádicas no tegumento, impedindo a passagem da água (BASKIN et al., 2000); até que fatores como: exposição à altas temperaturas, flutuações de temperaturas, seca, ou mesmo através da passagem pelo trato animal, provoca alguma fissura neste tecido, fazendo com que a água flua até o embrião (BASKIN; BASKIN, 1998).

Com o intuito de superar a dormência das espécies, vários métodos foram criados e testados. Os mais comuns são: embebição em água, retirada do tegumento, desponete (corte do tegumento), furo do tegumento, escarificação mecânica, imersão em água quente ou fria, água oxigenada, escarificação química com: ácido sulfúrico, ácido clorídrico, soda, acetona e álcool (SANTARÉM; ÁQUILA, 1995).

No caso da semente de sucupira, há evidências de que os inibidores químicos não estejam envolvidos no processo de germinação, pois um simples corte do tegumento leva ao um aumento imediato da embebição (REIS; RENA, 1987). Seu óleo de sucupira está concentrado apenas nas sementes e tem a função de inibir sua germinação até os períodos de fortes chuvas e protegê-las de insetos, as sementes são protegidas por uma casca dura e pela alta concentração de óleo e resina em seu interior para evitar a desidratação e a morte sob o sol intenso no bioma do cerrado (TAVARES et al., 2015).

A quebra de dormência das sementes auxilia na produção de mudas para reflorestamento em áreas onde ocorreu desmatamentos, incêndios, ou em áreas que são exploradas pelo homem (SOUSA et al., 2018). As sementes de algumas espécies florestais apresentam embrião imaturo, que não germina em condições ambientais favoráveis, necessitando de estratificação para completar seu desenvolvimento (FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

A realização do teste de germinação é essencial para o monitoramento da viabilidade das sementes em bancos de germoplasma, antes e durante o armazenamento (TÃO, 1992). Smirdele; Sousa (2003) estudaram métodos de rompimento da dormência de sementes de sucupira e concluíram que o tratamento com ácido sulfúrico foi o mais eficiente para a germinação dessa espécie.

Portanto, a dormência está relacionada às propriedades da semente (MERRIT et al., 2007). A germinação é determinada por alterações no ambiente que atendem suas exigências (THOMPSON et al., 2010); e pode ser influenciada pela fumaça, nitratos e luz (MERRIT et al., 2007).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

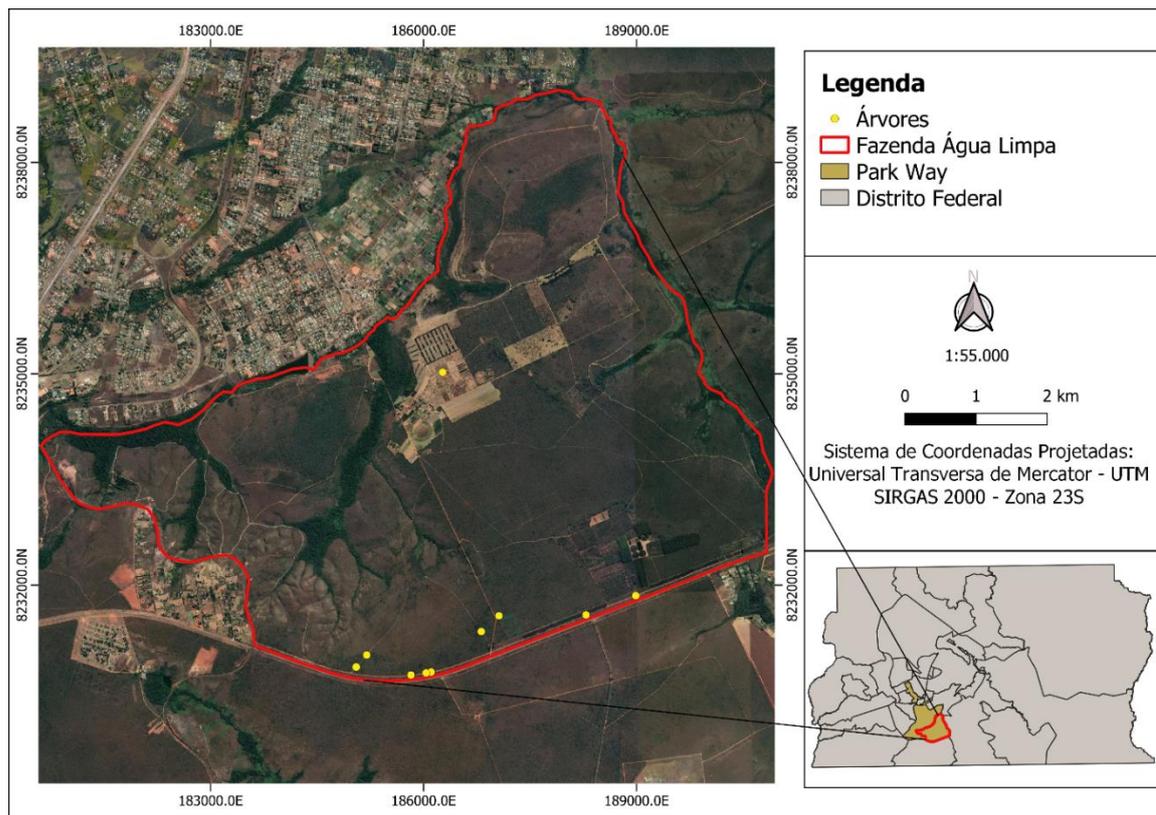
### 4.1. Área de Estudo

O trabalho foi realizado nos meses de julho a agosto no cerrado sentido restrito e no cerradão, localizados na Fazenda Água Limpa – FAL, pertencente à Universidade Brasília, sob as coordenadas 15°56' a 15°59'S e 47°55' a 47°58' W, no Distrito Federal (Figura 1) (LIBANO; FELFILI, 2006).

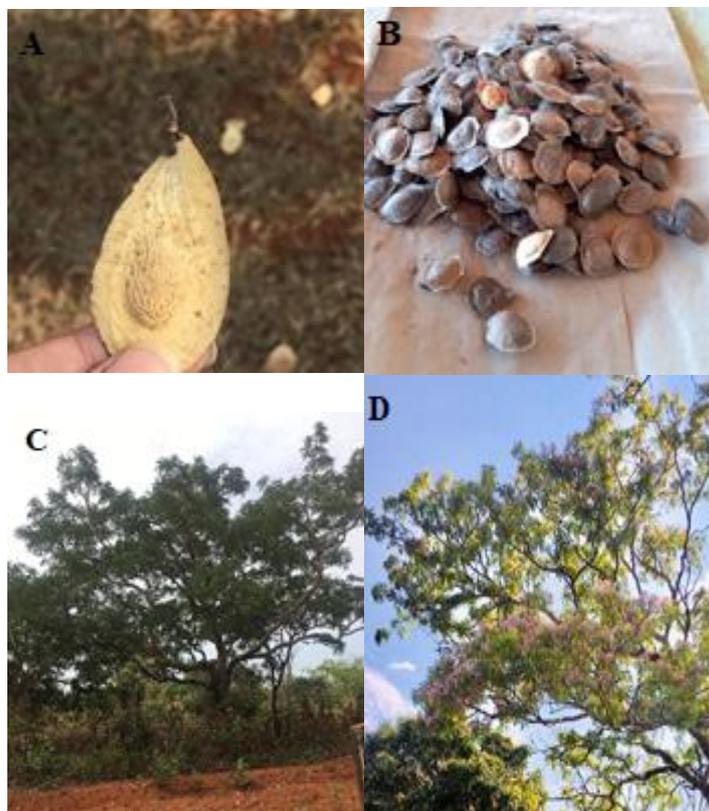


**Figura 1.** Mapa da Fazenda Água Limpa, 2021. Fonte: Google Earth Pro.

Os frutos foram coletados diretamente das copas das árvores - matrizes, com auxílio de podão. A coleta foi realizada em 10 matrizes de espécie *Pterodon emarginatus* (sucupira-branca), georreferenciadas com auxílio de GPS (Figura 2). Em seguida, procedeu-se ao beneficiamento manual das sementes, descartando as que apresentavam injúrias ou deformações (Figura 3).



**Figura 2.** Localização geográfica da Fazenda Água Limpa (FAL), área onde se encontram as matrizes de *Pterodon emarginatus* objetos deste trabalho, em 2021. Fonte: autoral.



**Figura 3.** Fotos da espécie nativa do cerrado *Pterodon emarginatus* (sucupira-branca). Na sequência: a) fruto seco indeiscente alado; b) seleção dos frutos viáveis; c) matriz em fitofisionomia do tipo Cerradão; d) matriz em floração. Fonte: autoral.

Nas extensões de cerrado sentido restrito, o tipo de solo predominante nesse local é Latossolo Vermelho-Amarelo, ácido a muito ácido, com alto teor de alumínio e baixos teores de cálcio e magnésio (LIBANO; FELFILI, 2006). O clima local, conforme a classificação Aw de Koeppen, é caracterizado por dois períodos: quente e chuvoso (outubro a abril) e outro frio e seco (maio a setembro) (NIMER, 1989). A altitude média é de 1100 m, com temperatura média de 22 °C com precipitação média anual de 1468,6 mm registrados desde 1980, segundo a base de dados da estação meteorológica da Reserva Ecológica do IBGE (Recor-IBGE) na Fazenda Água Limpa, em Vargem Bonita, DF.

A vegetação estudada está ligada à extensão do Cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa, DF, ocupando uma faixa de 100 m, dividida duas classes: a inferior composto por camada descontínua de gramíneas de até 50 cm de altura, e o superior composto por camada lenhosa com árvores de 3 e 5 metros, sendo que algumas chegam a atingir 12 metros; e o diâmetro máximo para muitas espécies é 10 cm. No entanto, poucos indivíduos de algumas espécies chegam a atingir até 50 cm de diâmetro (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 1988).

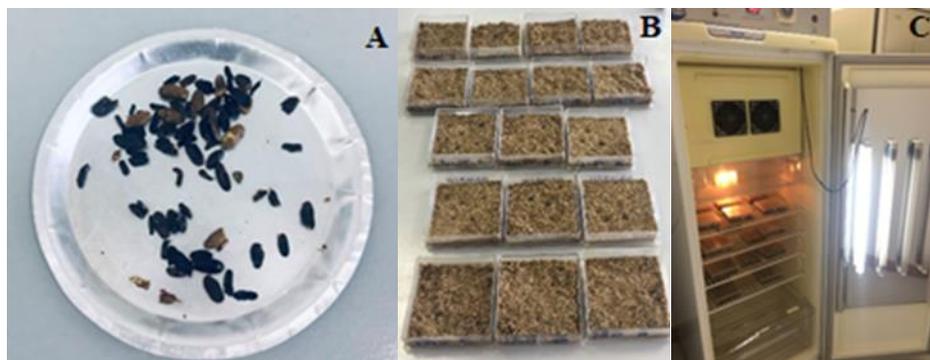
#### **4.2. Coleta de Dados**

Os frutos de *Pterodon emarginatus* (sucupira-branca) foram submetidos aos tratamentos de: 0 (T0), 15 (T1), 30 (T2), 45 (T3) e 60 (T4) minutos com fogo. Efetuou-se a simulação de incêndio florestal, utilizando-se o instrumento pinga-fogo para provocar uma propagação uniforme ao longo de parcelas experimentais de 1 x 1 m, nos tempos testados, em área previamente preparada e sem vegetação que pudesse servir de combustível e ameaçar a segurança dos trabalhos. Após os tempos estabelecidos de passagem do fogo, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Sementes Florestais, do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade de Brasília, para a realização do teste de germinação.

Para a realização do teste de germinação foi necessária a extração das sementes do interior dos frutos. À princípio, cada tratamento contemplava 110 frutos. Empregou-se alicate de corte e tesoura de poda para a retirada das sementes. Nesta etapa, foi realizada uma avaliação do aspecto físico e do número de sementes infestadas por insetos.

Os tratamentos de fogo tiveram número de repetições e de sementes por repetição distintos: Tratamento T0 (testemunha) com três repetições de 6 sementes; Tratamento T1 (15 minutos com fogo) com três repetições de 5 sementes; Tratamento T2 (30 minutos com fogo) com três repetições de 5 sementes; Tratamento T3 (45 minutos com fogo) com quatro repetições com 5 sementes; e Tratamento T4 (60 minutos sob a influência do fogo) com 4 repetições de 6 sementes. Após a realização dos tratamentos com fogo, as sementes foram colocadas em câmara

de germinação do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D), na temperatura com variação entre 25°C e 26°C, com fotoperíodo de 12 em 12h, em substrato vermiculita com caixa de gerbox (Figura 4).



**Figura 4.** a) Sementes de sucupira-branca, b) Substrato vermiculita em caixa de gerbox, c) Câmara de germinação tipo B.O.D. Fonte: autoral.

O teste de germinação foi monitorado a cada 3 dias, ao longo de 30 dias. O critério adotado para a germinação foi o tecnológico, sendo necessária a emergência da parte aérea e radicular da plântula para se constatar a germinação (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; BRASIL, 2009). Ao final do teste de germinação, foram avaliados: porcentagem de plântulas normais, de plântulas anormais, porcentagem de sementes mortas ou deterioradas, porcentagem de sementes duras; e o IVG (índice de velocidade de germinação), calculado de acordo com Maguire (1967).

$$IVG = N1/DQ + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$$

Onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

N = número de plântulas verificadas no dia de contagem;

D = número de dias após a semente em que foi realizada a contagem.

### 4.3. Análises Estatísticas

Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, sendo empregados 05 tratamentos (0, 15, 30, 45, 60 minutos de exposição ao fogo), com diferentes números de sementes por repetição e número de repetições diferentes por tratamento. As variáveis medidas fora: % germinação (arcsen da germinação), IVG (índice de velocidade de germinação), número de sementes viáveis LVIV – logaritmo do número de sementes viáveis) e número de sementes inviáveis (LINV – logaritmo do número de sementes inviáveis). Os dados de porcentagem de germinação foram transformados em  $\text{arc sen } (x/100)^{1/2}$ . Foi realizada análise estatística e as

médias do efeito do fogo foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, através do programa estatístico GENES (CRUZ, 2014).

## 5. RESULTADOS

No trabalho realizado observou-se que ocorreu germinação apenas nas sementes da testemunha, que não foram expostas ao fogo. Como isso, evidencia-se que o fogo é prejudicial à germinação das sementes da espécie *Pterodon emarginatus*. As sementes da testemunha começaram a germinar a partir do terceiro dia após a semeadura.

Embora houvesse germinação apenas nas sementes de sucupira-branca da testemunha, efetuou-se a análise de variância da germinação de sementes de *Pterodon emarginatus*, como se verifica na (tabela 1) que mostram os tratamentos com fogo mais testemunha influenciaram significativamente apenas duas das 4 variáveis analisadas, sendo elas índice de velocidade de germinação (IVG) e a porcentagem de germinação (GERT).

**Tabela 1.** Análise de variância da germinação de sementes de *Pterodon emarginatus* dos tratamentos com fogo mais testemunha.

Valores de Quadrados Médios					
FV	GL	IVG	GERT	LVI AV	LIN V G
Tratamento	4	686,1372*	0,0118*	0,0724 <sup>ns</sup>	0,1171 <sup>ns</sup>
Resíduos	12	46,3148	0,00023	0,0932	0,1261
Total	16	-	-	-	-
Média	-	5,8817	0,0244	0,3415	0,3523

IVG= índice de velocidade de germinação; GERT= arcsen da porcentagem de germinação; LVI AV= logaritmo do número de sementes viáveis + 1; LIN V= logaritmo do número de sementes inviáveis + 1; \*=significativo ao nível de 5%; “ns”=não significativo.

Observa-se, através da Tabela 1, que as variáveis IVG (índice velocidade de germinação) e GERT (arcsen da porcentagem de germinação) foram significativas ao nível de 5% de probabilidade. Nos casos de LVIA (logaritmo do número de sementes viáveis) e LIN V (logaritmo do número de sementes inviáveis), os tratamentos não diferem entre si, estatisticamente, ao nível de 5%.

De acordo com a Tabela 2, a média das variáveis pelo teste de Tukey, a 5%, demonstrou que as duas primeiras variáveis foram as que tiveram diferença significativa, o melhor tratamento é o primeiro, ou seja, a testemunha, que é o tratamento onde não houve uso do fogo na germinação das sementes.

**Tabela 2.** Teste de Tukey para as variáveis IVG e GERT dos tratamentos com fogo mais a testemunha aplicada às sementes de *Pterodon emarginatus*.

Tratamentos	IVG	GERT
1	33,33 a	0,1387 a
2	0 b	0 b
3	0 b	0 b
4	0 b	0 b
5	0 b	0 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 6. DISCUSSÃO

Os valores mostrados neste estudo indicam que o tratamento que foi mais eficiente para iniciar a germinação das sementes de sucupira-branca foi a testemunha. A testemunha começou a germinar no terceiro dia após a semeadura. Provavelmente a alta temperatura e o longo tempo de queima, prejudicaram a germinação das sementes de sucupira-branca por promoverem a desnaturação de proteínas e morte do embrião.

É necessário entender a influência do fogo e sua importância na dinâmica e estrutura da vegetação e usar as respostas para desenvolver planos de manejo mais eficazes para a preservação e a recomposição da comunidade vegetal (ZIRONDI, 2015). Além disso, é fundamental aprofundar o estudo do efeito do fogo na germinação da espécie *Pterodon emarginatus*, visto que tem sido observado que não há muitos estudos sobre esta espécie e sua relação com o fogo para sua germinação.

O Cerrado possui uma vegetação similar a outros biomas savânico, com vegetação propícia a queimadas (MIRANDA et al., 2002), com troncos e galhos retorcidos e complexa diversidade fisionômica, dividida entre formações florestais (cerradão) e campestres, campo limpo, além de formações savânicas como campo sujo, campo cerrado e cerrado sensu stricto (RIBEIRO; WALTER, 2008). Trata-se de ambiente com inúmeras interferências existentes, na maioria das vezes decorrentes de fatores antrópicos, como queimadas para limpeza de áreas com fins agropecuárias, e alterações naturais, do tipo elevadas temperaturas, descargas elétricas, atritos entre as rochas, acarretando queimadas de valores incalculáveis, além de ser uma área com solos extremamente pobres, com alto teor de alumínio, acidez e reduzidas quantidades de nutrientes (SILVA-NETO et al., 2014; GUIMARÃES et al., 2015).

Ressalta-se que as fitofisionomias do Cerrado podem variar conforme as características específicas de cada região, apresentando diferenças na composição física e química dos combustíveis, criando uma diferença e uma influência no desenvolvimento e propagação do fogo (SANTANA et al., 2019). Entretanto, é importante destacar que, no processo de adaptação e evolução do Cerrado, a influência direta do fogo conferiu, para algumas espécies, resiliência ao fogo, bem como recuperação com rebrotas em um curto período; lembrando que algumas fisionomias não se enquadram na informação, como por exemplo, o Cerradão (COUTINHO, 2000).

Dessa forma, o fogo é um processo natural que ocorre em vários ecossistemas, podendo ser benéfico ou maléfico dependendo das mudanças que ele causa no ambiente após a sua passagem, ocorrendo anualmente há milhões de anos, sendo um dos principais responsáveis por mudanças dinâmicas e permanentes das características da flora, alterando sua composição florística (SIMON et al., 2009). O fogo se propaga com maior rapidez no período seco, quando a umidade e o vigor da cobertura vegetal reduzem (COUTO, 2006). Condições climáticas, como baixa umidade relativa, baixa precipitação, alta temperatura e presença de vento, são exemplos de condições favoráveis para maximização da amplitude espacial do fogo e seus impactos negativos (FREITAS; SANT'ANNA, 2004).

Em ecossistemas onde ocorrem frequentemente incêndios, ocorrem alterações na dinâmica, estrutura e composição da vegetação (HOFFMANN et al., 2012), influenciando os bancos de sementes, promovendo a germinação (NEWTON et al., 2006), ou trazendo consequências negativas às composições florísticas do cerrado (IVANAUSKAS et al., 2003; MEDEIROS; MIRANDA, 2005). O fogo também pode atuar como um importante filtro ambiental, excluindo sementes, plântulas ou indivíduos sensíveis à altas temperaturas (BOND et al. 2005), que podem ocorrer desde a superfície do solo até altitudes expressivas (MIRANDA et al. 1993). Presume-se que sementes de populações queimadas são mais resistentes ao estresse hídrico e ao aumento de temperatura do que sementes de populações não queimadas (CRISTIELE, 2019).

Alguns exemplos que podem ser citados sobre a passagem do fogo em três espécies do cerrado, são das espécies *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morog e *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg., não representando benefícios para germinação das sementes dessas (SANTANA et al., 2019). Os resultados mostraram baixa germinação das sementes, visto que o grau significativo de germinação não foi observado nas sementes submetidas ao fogo quando comparado às suas respectivas testemunhas. Também foi

notado que o fogo causou severa deterioração nas sementes testadas. Provavelmente, o fogo causaria uma destruição considerável do banco de sementes de uma área de cerrado após um incêndio.

Estudos realizados com germinação de sementes permitem levantar a hipótese de que as sementes de *Pterodon emarginatus*, apesar de sua importância econômica e florestal, apresentam limitações quanto ao processo de germinação devido à ocorrência da dormência tegumentar causada pela impermeabilidade do tegumento ao oxigênio e à água. Por isso, ela apresenta baixas taxas de germinação em condições naturais (VIEIRA, CAMILO; CORADIN, 2016).

Além disso, a propagação das sementes de sucupira-branca coloca sérios obstáculos aos métodos utilizados, pois a semente é recoberta por um envoltório lenhoso do fruto e por ser também essa camada pontuada de glândulas oleosas que impedem a entrada de água (TAVARES et al., 2015). Sua germinação se estende no tempo e pode levar de trinta a cinquenta dias. Em condições naturais, a semente pode levar cerca de quatro anos para produzir plântulas, quando plantada com o endocarpo (HERINGER, 1971). Nesse caso, se faz necessário a aplicação de tratamentos que superam a dormência e facilitam a germinação, como escarificações mecânicas, físicas ou químicas (BEWLEY; BLACK, 1994; BARBOSA, 2003; MEIADO et al., 2012). A aplicação e a eficiência desses tratamentos dependem da intensidade da dormência, que varia muito entre as espécies, procedências e anos de coleta (ALBUQUERQUE et al., 2007).

Analisando de forma geral a germinação, verifica-se que o tratamento 0, a testemunha, foi o melhor em termos de IVG e porcentagem de germinação, considerando-se que foi o único tratamento em que se observou a germinação das sementes de *Pterodon emarginatus*. Já os demais tratamentos com fogo mantiveram-se constantes, sem germinar. Segundo as informações da RAS, a germinação das sementes da família Fabaceae ocorre entre 4 e 16 dias. Após esse período, as sementes perdem seu poder germinativo (BRASIL, 2009).

Melo (1979), analisou a germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado (pau santo, sucupira-branca, angico, paineira, aroeira), e concluiu que a maior parte das sementes que podem germinar emite radículas em 14 dias.

Após a implantação do experimento, as sementes de *Pterodon emarginatus* da testemunha germinaram no 3º, 5º, 6º e 8º dias, ao longo de 30 dias, e só 6 sementes germinaram de 12 no total.

Observou-se, ainda, que as sementes de *Pterodon emarginatus* nos tratamentos com fogo apresentaram elevado grau de deterioração, enquanto que as sementes da testemunha se deterioraram principalmente por causa de ataque de fungos.

## 7. CONCLUSÃO

O estudo revelou que o tratamento de quebra de dormência empregando o fogo não foi eficiente para as sementes de *Pterodon emarginatus*; assim como inviabilizou a germinação delas.

Sugere-se que sejam exploradas outras metodologias para a superação da dormência física das sementes de *Pterodon emarginatus* que não envolvam aplicação de fogo ou de altas temperaturas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES R. M.; ALMEIDA F. I.; CLEMENTE, A. C. S. **Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira preta.** (*Bowdichia virgilioides* KUNTH). Ciênc. agrotec., v. 31, n. 6, p. 1716-1721, 2007.

ALHO, C. J. R.; MARTNS, E. S. **De grão em grão, o cerrado perde espaço.** Documento para discussão. Brasil. WWF/ PRO-CER. 1995.

ARRIAGA, A. M. C.; CASTRO, M. A. B.; SILVEIRA, E. R.; BRAZ-FILHO, R. **Further diterpenoids isolated from *Pterodon polygalaeiflorus*.** Journal of the Brazilian Chemistry Society, v. 1, p. 187-190, 2000.

BARBOSA, D. C. A. **Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da Caatinga com germinação rápida.** In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 625-656. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/203/\\_arquivos/5\\_livro\\_ecologia\\_e\\_conservao\\_da\\_caatinga\\_203.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/5_livro_ecologia_e_conservao_da_caatinga_203.pdf). Acesso em 06 ago. 2021.

BASKIN, J.; BASKIN, C. **Seeds ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination.** San Diego: Academic Press, 1998.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; LI, X. **Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds.** *Plant Species Biology* 15: 139-152. 2000.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum Press, 1994. 445p. Disponível em: <<https://www.amazon.com/Seeds-Physiology-Development-Germination-Language/dp/0306447487>>. Acesso em: 06 ago. 2021.

BOND, W. J.; VAN WILGEN, B. W. **Fire and plants: Population and community biology series.** Chapman & Hall, London.1996.

BOND, W. J.; MIDGLEY, G. F. & WOODWARD, F. I. **The importance of low atmospheric CO<sub>2</sub> and fire in promoting the spread of grasslands and savannas.** *Global Change Biology*, 9(7): 973-982. 2003.

BOND, W. J.; WOODWARD, F. I.; Midgley, G. F. **The Global Distribution of Ecosystems in a World without Fire.** *New Phytologist*. 165(2): 525-538. 2005.

BOWMAN, D. M. J. S.; BALCH, J. K.; ARTAXO, P.; BOND, W. J.; CARLSON, J. M.; COCHRANE, M. A.; D'ANTONIO, C. M.; DeFRIES, R. S.; DOYLE, J. C.; HARRISON, S. P.; JOHNSTON, F. H.; KEELEY, J. E.; KRAWCHUK, M. A.; KULL, C. A.; MARSTON, J. B.; MORITZ, M. A.; PRENTICE, I. C.; ROOS, C. I.; SCOTT, A. C.; SWETNAM, T. W.; van der WERF, G. R.; PYNE, S. J. **Fire in the earth system.** *Science*, 324: 481-484. 2009.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. **Germinação de sementes.** In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (ed.) *Sementes florestais tropicais.* Brasília: ABRATES, 1993, p.3.83-3.135.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF: MAPA/ ACS, 2009.

CARDOSO, V. J. M. **Germinação.** In: KERBAUY, G. B. (Ed.). *Fisiologia vegetal.* 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 386-408.

CASTRO, E.A. & KAUFFMAN, J.B. 1998. **Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire.** *Journal of Tropical Ecology*, 14: 263 - 283.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 588p. 2000.

CORRÊA, T. C. S. BERTUCI-JUNIOR, L. **Avaliação de quebra de dormência tegumentar em sementes de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vog.) submetidas a diferentes tratamentos**. Cadernos de Agroecologia, [S.l.], v.7 n.2, p. 01-05, 2012.

COSTA; P. A.; LIMA, A. L. S.; ZENELLA, F.; FREITAS, H. **Quebra de dormência em sementes de *Adenantha pavonina* L.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 83-88, jan./mar. 2010.

COUTINHO, L. M. **Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado**. In: Goldamer, J.G. (ed.). Fire in the tropical biota – ecosystem process and global challenges, p 82-105. Springer-Verlag, Berlin. 1990.

COUTINHO, L. M. **Aspectos do Cerrado**. Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 2000. Disponível em: <[http://eco.ib.usp.br/cerrado/fogo\\_itens.htm](http://eco.ib.usp.br/cerrado/fogo_itens.htm)>. Acessado em 21 de outubro de 2021.

COUTO, E. G., CHIG, L. A., CUNHA, C. D., & LOUREIRO, M. D. F (2006). **Estudo sobre o impacto do fogo na disponibilidade de nutrientes, no banco de sementes e na biota de solos da RPPN SESC Pantanal**.

CHRISTENSEN, N. L. **Shrubland fire regimes and their evolutionary consequences**, p. 85-100. In: Pickett, S. T.; White, P.S. (eds.) The ecology of natural disturbance and patch dynamics, Academic Press. 1985.

CRUZ, C. D. GENES. **A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D. **Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen**. Acta Scientiarum. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

DELITTI, W. B. C.; PAUSAS, J. G.; BURGER, D. M. 2001. **Belowground biomass seasonal variation in two Neotropical savannahs (Brazilian Cerrados) with different fire histories**. Annals of Forest Science, 58: 713-721.

- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Distribuição dos diâmetros numa faixa de Cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF.** Acta Botanica Brasilica 2:85-104. 1988.
- FIDELIS, PIVELLO, 2011. **Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no cerrado e campos sulinos?** Biodiversidade Brasileira, v1, n.2, 12-25.
- FIDELIS A.; BLANCO, C. C.; MULLER, 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, 23: 552-562. 2012.
- FIGLIOLA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Análise de sementes.** In: AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. (Coord.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.
- FORZZA, R. C. et al. **New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges.** BioScience, Uberlândia, v. 62, n. 1, p. 39–45, 2012.
- FOWLER, BIANCHETTI. **Dormência em sementes florestais,** 2000. p.6
- GIGNOUX, J.; CLOBERT, J.; MENAUT, J. C. **Alternative fire resistance strategies in savanna trees.** Oecologia, 110: 576 - 583. 1997.
- GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Life in the cerrado: a south American tropical seasonal ecosystem.** Reta Verlag. 2006.
- GUIMARÃES, L. E.; CHAVES. J. T.; SILVA-NETO, C. M.; OLIVEIRA, F. D. **Estresse hídrico na germinação e desenvolvimento inicial de *Handroanthus avellanadae* (Lorentz ex Griseb.) Mattos em ambiente protegido.** Enciclopédia Biosfera, v. 11, n. 21 p. 997- 1005, 2015.
- HANES, T. L. **Succession after fire in the chaparral of Southern California.** Ecological monographs, 41: 27-52. 1971.
- HARDESTY, J.; MYERS, R.; FULKS, W. **Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue.** The George Wright Forum, 22: 78-87. 2005.
- HERINGER, E. P. **Flora micológica do Cerrado e suas implicações no ecossistema dessa Flora.** Revista Cerrado, Brasília, n. 12, 1971.

- HOFFMANN, W. A. **The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna.** Journal of Ecology, 84: 383-393. 1996.
- HOFFMANN, W. A.; JACONIS, A. Y.; MCKINLEY, K. L.; GEIGER, E. L.; GOTSCH, S. G.; FRANCO, A. C. **Fuels or microclimate? Understanding the drivers of fire feedbacks at savanna-forest boundaries.** Austral Ecology, 37(6): 634-643. 2012.
- IVANAUSKAS, N. M., MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R.R. **Alterations Following a Fire in a Forest Community of Alto Rio Xingu.** Forest Ecology and Management, 184: 239-250. 2003.
- 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, 16. 2011.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A Conservação do Cerrado Brasileiro.** Megadiversidade, 1(1): 147-155. 2005.
- LIBANO, A. M.; FELFILI, J. M. **Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado sensu stricto do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003).** Acta Botanica Brasilica 20:927-936. 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 4. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. 384 p.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 544p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras, manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Vol. 1, 4 ed, São Paulo, 242 p. 2002.
- LLORET, F. **Fire, canopy cover and seedling dynamics in Mediterranean shrubland of northeastern Spain.** Journal of Vegetation Science, 9: 417-430. 1998.
- MACHADO, M. S. L.; BRUNO, K. A.; MELO, M. O.; KOIKE, M. K. **Fitoterapia brasileira: análise dos efeitos biológicos da sucupira (*Bowdichia virgilioides* e *Pterodon emarginatus*).** Brazilian Journal of Natural Sciences, São Paulo, v. 2, n. 1, 2018.

- MAGUIRE, J. D. **Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and 101 vigor.** CropSci., Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Dormência de sementes. In: Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, p. 253-289, 2005.
- MEDEIROS, M. B.; MIRANDA, H. S. **Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais.** Acta Botanica Brasilica, 19(3): 493-500. 2005.
- MEIADO, M. V.; SILVA, F. F. S.; BARBOSA, D. C. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. **Diásporos da Caatinga: uma revisão.** In: SIQUEIRA FILHO, J. A. de (Org.). Flora das Caatingas do rio São Francisco: história natural e conservação. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2012. p. 306-365.
- MELO, J. T. de; RIBEIRO, J. F.; VERA LÚCIA G. DE FREITAS LIMA, V. L. G. F. **Germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 01, no 2, p.8-12, 1979.
- MERRIT, D. J.; TURNER, S. R.; CLARK, S.; DIXON, K. W. **Seed dormancy and germination stimulation syndromes for Australian temperate species.** Australian Journal of Botany, 55: 336-344. 2007.
- MIRANDA, A. C.; MIRANDA, H. S.; DIAS, I. F. O.; DIAS, B. F. S. D. 1993. **Soil and Air Temperaturas During Prescribed Cerrado Fires in Central Brazil.** Journal of Tropical Ecology, 9(3): 313-320.
- MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M. C.; MIRANDA, A. C. **The Fire Factor.** In: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (eds.). The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press. pp. 51-68. 2002.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature, v.403, fev. 2000.
- MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. **Reproductive phenology of an herbaceous subshrub layer of a Savanna (Campo Sujo) in the Cerrado biosphere reserve, Brazil.** Brazilian Journal of Botany, 67: 631-637, 2007.

- MORGAN, J. W. **Defining grassland fire events and the response of perennial plants to annual fire in temperate grasslands of south-eastern Australia.** *Plant Ecology*, 144: 127-144. 1999.
- NAVEH, Z. **The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region.** *Vegetation*, 29: 199-208. 1975.
- NEWTON, R. J.; Bond, W. J.; Farrant, J. M. **Effects of Seed Storage and Fire on Germination in the Nut-fruited Restionaceae Species, *Cannomois virgate*.** *South African Journal of Botany*, 72(1): 177-180. 2006.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 422p. 1989.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. **Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome.** In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (eds.). *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna.* New York: Columbia University Press. pp. 121-140. 2002.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMHON, T. A. **Updated World Map of Köppen-Geiger Climate Classification.** *Hydrology and Earth System Science*, 11(5): 1633-1644. 2007.
- PIVELLO, V. R. **The use of fire in Brazil: past and present.** *Fire Ecology*, 7: 24-39. 2011.
- RAMSAY, P. M. & Oxley, E. R. B. **Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass páramo.** *Vegetatio*, 124: 129-144. 1996.
- REIS, G. G.; RENA, A. B. **Estudos sobre a dormência de sementes de sucupira (*Pterodon pubescens Benth*): Viabilidade, perda e absorção de água, respiração e presença de inibidores.** *Revista Árvore*, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 105-118, 1987.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora.* Brasília: Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica. 151-199 p. 2008.
- RODRIGUES, F. C. M. P. **Manual de Análise de Sementes Florestais.** Campinas: Fundação Cargill, 1988. 100p.

ROLSTON, M. P. **Water impermeable seed dormancy**. The Botanical Review, New York, v.44., n.3., p.365-396, 1978.

SANTANA, FERNANDES, GIONGO, MOURA, CABRAL; SOUZA. **Influência do fogo na germinação de três espécies do bioma cerrado**. Biodiversidade, v.18, n 1, p.20-21. 2019.

SANTARÉM, E. R.; AQUILA, M. E. **Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Collodon) Irwin & Barneby (Leguminosae)**. Revista Brasileira de Sementes. Brasília: ABRATES, v.17. n.2., 1995, p.205-209.

SANTOS, MENDONÇA. **Quebra de dormência de sementes de sucupira branca**, Aquidauana, 2010.

SANTOS, ZANI. **Métodos para a superação da dormência de sementes de *Pterodon emarginatus* Vog**, 2019.

SILVA-NETO, C. D. M.; CARNEIRO, V. A.; PEREIRA, L. S.; GONÇALVES, B. B. **Floração de comunidade pirofítica no entorno do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros - Estado de Goiás, Brasil**. Geoambiente On-line, n. 23, p.33-45, 2014.

SILVEIRA, F. A. O.; RIBEIRO, R. C.; OLIVEIRA, D. M. T.; FERNANDES, G. W.; LEMOS-FILHO, J. P. **Evolution of physiological dormancy multiple times in Melastomataceae from Neotropical montane vegetation**. Seed Science Research, 22: 37-44. 2011.

SIMON, M. F.; Grether, R.; Queiroz, L. P.; Skema, C.; Pennington, T. R.; Hughes, C. E. 2009. **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 of the United States of America, 106(48): 20359-20364.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. **Dormência em sementes de *Paricarana* (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae)**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 25, n. 2, p.48-52, 2003.

SOUSA, CARDOSO, JÚNIOR, REGO, MOURA, 2018. **Quebra de dormência em espécies arbóreas do cerrado**. *Jornal de Iniciação Científica e Extensão*, Tocantins, v4, p.1, 2018.

SOUZA, 2019. **O Microclima da campus secos e campos úmidos e seus impactos na capacidade germinativa de sementes de gramíneas nativas do cerrado.**PPGBOT, Brasília,v 1.p.3-4.

TAO, K. L. **Genetic alteration and germplasm conservation.** In: FU, J.; KHAN, A.A. (Eds.). *Advances in the Science and Technology of Seeds.* Beijing: Science Press, p.137-149, 1992.

TAVARES, MARTINS; BARROS E SOUZA, 2015.**Metologia de quebra de dormência em sementes de sucupira-branca.** Rev. Conexão Eletrônica,Três Lagoas,v.12, n 1,p.1-2,2015.

THOMPSON, K; OOI, M K J. **To germinate or not to germinate: more than just a question of dormancy.** *Seed Science and Research*, 20: 209-211. 2010.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. **Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura.** *Revista Brasileira de Sementes, Pelotas*, v.28, n.2, p.26-33, 2006.

TROLLOPE, W. S. W. **Ecological effects of fire in South African savannas.** In eds. B. J. HUNTLEY; B. H. WALKER. *Ecology of tropical savannas.* Springer-Verlag. Pp.293-306. 1982.

VALE, A. T.; PIMENTEL, J. W.; DEL MENEZZI, C. H. S.; DANTAS, V. F. S. **Propriedades físicas e mecânicas da madeira de sucupira branca [*Pterodon pubescens* (Benth.) Benth.].** *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, v. 18, n.1, p. 118-125, 2011.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. **Patterns of seed longevity and germination in tropical rain forest.** *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24: 69-87.1993.

VIEIRA, R.F., CAMILO, J.; CORADIN, L. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o futuro – Região Centro Oeste.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016. 874p.

WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J. F. **Diversidade fitofisionômica e o papel do fogo no bioma Cerrado**, p. 59-76. In: MIRANDA, H.S. (org.) *Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: resultados do Projeto Fogo.* IBAMA. 2010.

WHELAN, R. J. **The ecology of fire.** New York: Cambridge University Press, 1ªed., 1995.

WHITLOCK, C; HIGUERA, P.; MCWETHY, D.; BRILES, C. **Paleoecological perspectives on fire ecology: Revisiting the fire-regime concept.** Open Ecology Journal 3:6–23. 2010.

ZIRONDI, 2015. **O fogo quebra a dormência e aumenta a germinação de espécies de cerrado?**Unesp, Rio Claro,p.1-8.