

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 09/02/2026.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Instituto de Biociências – Câmpus de Botucatu/Rio Claro  
Seção Técnica de Pós-Graduação



---

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL (INTERUNIDADES)

---

### RESPOSTAS MORFOFUNCIONAIS DE *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae) AO FOGO COM ÊNFASE NO SISTEMA SECRETOR

**THALISSA CAGNIN PEREIRA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Interunidades entre o Instituto de Biociências do câmpus de Botucatu e Instituto de Biociências do câmpus de Rio Claro.

**BOTUCATU – SP  
2024**

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL  
(INTERUNIDADES)**

---

**RESPOSTAS MORFOFUNCIONAIS DE *Protium heptaphyllum* (Aubl.)  
Marchand (Burseraceae) AO FOGO COM ÊNFASE NO SISTEMA  
SECRETOR**

**THALISSA CAGNIN PEREIRA**

**Orientadora: Profa. Dra. TATIANE MARIA RODRIGUES**

**Coorientadora: Profa. Dra. ALINE REDONDO MARTINS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Interunidades entre o Instituto de Biociências do câmpus de Botucatu e Instituto de Biociências do câmpus de Rio Claro.

**BOTUCATU – SP  
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Pereira, Thalissa Cagnin.

Respostas morfofuncionais de *Protium heptaphyllum* (Aubl.)  
Marchand (*Burseraceae*) ao fogo com ênfase no sistema secretor  
/ Thalissa Cagnin Pereira. - Botucatu, 2024

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de  
Botucatu

Orientador: Tatiane Maria Rodrigues

Coorientador: Aline Redondo Martins

Capes: 20302037

1. Anatomia vegetal. 2. Plantas - Composição. 3. Fogo e  
ecologia. 4. *Burseraceae*. 5. Brotos (Plantas).

Palavras-chave: Órgãos vegetativos; Canais secretores;  
Composição química; Gemas; Rebrotamento.

Dedico essa dissertação à minha mãe,  
Viviane Cagnin, que sempre esteve ao  
meu lado, fazendo tudo por mim.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado (Processo nº 130698/2022-9) que possibilitou a realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro (Código de Financiamento 001).

Agradeço imensamente à Prof.<sup>a</sup> Dra. Tatiane Maria Rodrigues e à Prof.<sup>a</sup> Dra. Aline Redondo Martins por todo o carinho, ensinamento e incentivo ao longo desses dois anos. Suas contribuições foram essenciais para a minha formação, tanto profissional quanto pessoal. Sem vocês, esse mestrado não seria possível.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal, dos Institutos de Biociências de Botucatu (IBB) e de Rio Claro (IBRC) e ao departamento de Biologia e Zootecnia (DBZ) da UNESP de Ilha Solteira, local onde minha pesquisa foi desenvolvida. Ainda, a todo o corpo docente e técnico desta universidade, por toda a contribuição e excelência na pesquisa.

Ao Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em especial aos professores Adilson Sartoratto e Adriana da Silva Santos de Oliveira, por me auxiliarem com a realização de parte dessa pesquisa.

A minha família, em especial à minha mãe Viviane, meus avós Maria e Antônio, e minha tia Tais, por terem contribuído com a minha educação e formação, sempre com muito carinho, apoio e incentivo para que eu vivesse mais essa etapa da minha vida. Aos meus primos, Melissa e Felipe, que mesmo sem entender, foram e ainda são essenciais para mim, recarregando minhas energias com seus abraços e sorrisos toda vez que nos vemos. Ao meu namorado Rafael, que sempre esteve ao meu lado, e com muito carinho e amor me ajudou de todas as formas possíveis para que esse trabalho fosse realizado.

Aos meus colegas do Laboratório de Estudos em Morfologia e Anatomia Vegetal (LEMAV) e do Laboratório de Fisiologia do Metabolismo Vegetal (LFMV) por toda parceria, amizade, ajuda e colaboração desenvolvidas ao longo desses anos. Hoje em dia, somos uma família.

A comissão examinadora dessa dissertação, por aceitarem o convite e estarem presentes nesse momento tão especial, contribuindo para a melhoria deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação e me ajudaram a chegar até aqui. Muito obrigada!

## SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT .....	7
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	8
2. OBJETIVOS GERAIS.....	11
3. REFERÊNCIAS .....	11
CAPÍTULO I: Capacidade de rebrotamento e respostas morfofuncionais de <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand (Burseraceae) após a passagem do fogo .....	
RESUMO.....	14
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.1 Material vegetal.....	16
2.2 Desenho experimental.....	16
2.3 Análises morfológicas .....	18
2.4 Presença de gemas .....	19
3. RESULTADOS.....	19
3.1 Rebrotamento e análises morfológicas.....	19
3.2 Presença de gemas .....	24
4. DISCUSSÃO.....	24
5. REFERÊNCIAS .....	27
CAPÍTULO II: Efeitos do fogo no desenvolvimento e funcionamento dos canais secretores de resina em <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand (Burseraceae).....	
RESUMO.....	31
1. INTRODUÇÃO .....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.1 Material vegetal.....	33
2.2 Desenho experimental.....	33
2.3 Anatomia e morfometria dos canais secretores .....	34
2.4 Análises químicas .....	35
3. RESULTADOS.....	36
3.1 Anatomia e morfometria dos canais secretores .....	36
3.2 Análise química da secreção .....	39
4. DISCUSSÃO.....	40
5. REFERÊNCIAS .....	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46

## RESUMO

No Cerrado, o fogo é um fator determinante para a estrutura da vegetação, sendo a sobrevivência das espécies estabelecida por suas características anatômicas, fisiológicas e comportamentais. *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand é uma espécie de Burseraceae nativa do Brasil e que ocorre em diversos tipos de vegetação, incluindo o Cerrado. Canais secretores associados ao floema ocorrem por todo o eixo vegetativo e produzem resina aromática com valor ecológico, econômico e medicinal. O objetivo deste trabalho foi identificar as respostas morfofuncionais e as estratégias envolvidas na sobrevivência de *P. heptaphyllum* após a passagem de fogo, além de investigar a influência desse elemento no sistema secretor da espécie. Indivíduos com cerca de nove meses de idade foram submetidos a um experimento de fogo controlado e posteriormente acompanhados em casa de vegetação por seis meses, onde também estavam indivíduos controle. Análises morfológicas quantitativas foram realizadas todo mês e ao final do período de acompanhamento. Amostras de folhas, caule aéreo e colo foram processadas para estudos anatômicos. A composição química da secreção produzida pelas folhas foi analisada através de extrato com acetato de etila, por meio de cromatografia gasosa acoplada com espectômetro de massas. Todos os indivíduos submetidos ao fogo apresentaram rebrotamento, além de uma maior taxa de crescimento em comparação com plantas do grupo controle. Gemas foram observadas no colo dos indivíduos controle e daqueles submetidos ao fogo. Nas folhas dos indivíduos que passaram pelo fogo foi registrada maior relação entre a área ocupada pelos canais secretores e a área da nervura principal. Na porção jovem do caule, a densidade de canais secretores foi maior nos indivíduos submetidos ao fogo, enquanto que no caule em crescimento secundário, a densidade de canais secretores foi maior no grupo controle. Nas análises químicas, os principais constituintes identificados nas folhas de *P. heptaphyllum* foram vitamina E, sitosterol,  $\alpha$ -amirina, esqualeno e  $\beta$ -amirina. A vitamina E foi o único composto que diminuiu após experimento do fogo. Os resultados aqui apresentados colaboram para o entendimento das respostas de plantas nativas que ocorrem naturalmente em áreas sujeitas ao fogo, especialmente no que se refere ao desenvolvimento e funcionamento do sistema secretor.

**Palavras-chave:** canais secretores, composição química, gemas, rebrotamento, órgãos vegetativos.



## ABSTRACT

In the Cerrado, fire is a determining factor for the structure of the vegetation, with the survival of species determined by their anatomical, physiological and behavioral characteristics. *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand is a species of Burseraceae native to Brazil and occurs in different types of vegetation, including the Cerrado. Secretory canals associated with the phloem occur throughout the vegetative axis of *P. heptaphyllum* and produce aromatic resin with ecological, economic and medicinal value. The objective of this work was to identify the morphofunctional responses and strategies involved in the survival of *P. heptaphyllum* after the passage of fire, in addition to investigating the influence of this element on the species' secretory system. Individuals around nine months old were subjected to a burning experiment and subsequently monitored in a greenhouse for six months, where control individuals were also present. Quantitative morphological analyzes were performed every month and at the end of the follow-up period. Samples of leaves, stem and root crown were processed for anatomical studies. The chemical composition of the secretion produced by the leaves was analyzed using ethyl acetate extract, using gas chromatography coupled with a mass spectrometer. The results show that all individuals subjected to fire showed the formation of regrowth, in addition to a higher growth rate than the control plants. Buds were observed in the root crown of control individuals and those subjected to fire. In the leaves from individuals that submitted to fire a higher relation between the area occupied by the secretory canals and the midrib area was registered. In the young portion of the stem, the density of secretory canals was greater in individuals subjected to fire, while in the stem under secondary growth the density of secretory canals was higher in the plants from the control group. In chemical analyses, the main constituents identified in *P. heptaphyllum* leaves were vitamin E, sitosterol,  $\alpha$ -amyrin, squalene and  $\beta$ -amyrin, with vitamin E being the only compound that decreased under fire conditions. The results presented here contribute to the understanding of the responses of native plants to fire occurring naturally in areas subject to fire, especially with regard to the development and functioning of the secretory system.

**Keywords:** secretory canals, chemical composition, buds, regrowth, vegetative organs.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O fogo é um distúrbio com uma longa história evolutiva, que está presente influenciando a vegetação desde o surgimento das plantas terrestres, há cerca de 540 milhões de anos (Pausas & Keeley, 2009). Um fato marcante é a relação do fogo com a propagação das gramíneas C4 no período Terciário, visto que os incêndios da época abriram grandes clareiras em regiões florestais, permitindo maior incidência de luz, e conseqüentemente um favorecimento das plantas C4 em relação às C3 (Keeley & Rundel, 2005).

A relação entre fogo e vegetação é dinâmica em ecossistemas inflamáveis, estando relacionada com a disponibilidade de material combustível e inflamabilidade (Whelan, 1995). A composição e estrutura das comunidades vegetais estão relacionadas ao regime de fogo, ou seja, sua frequência, duração, intensidade e severidade (Bond & Wilgen, 1996; Whelan, 1995). A ocorrência do fogo pode se dar de maneira natural ou antrópica, mas apesar de todas as formações vegetais estarem sujeitas a queimadas, os ecossistemas apresentam respostas diferentes a estes distúrbios (Whelan, 1995). Em ambientes savânicos, o fogo é necessário para manter as populações vegetais de gramíneas e lenhosas em equilíbrio (Sankaran et al., 2005), impedindo a invasão florestal (Hoffmann et al., 2012).

O bioma Cerrado, conhecido como savana brasileira, ocupa aproximadamente 23% de todo território do país (Ribeiro & Walter, 2008). É o único bioma que faz divisa com os outros cinco biomas brasileiros, e conta com um clima sazonal, caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos (Ribeiro & Walter, 2008). Esse clima, além de ter sido um fator essencial para sua origem, é um fator desencadeante dos solos distróficos e do distúrbio de fogo, que são agentes de seleção fundamentais para manutenção do bioma (Pinheiro & Monteiro, 2010). O Cerrado contém a maior biodiversidade do continente em termos de espécies endêmicas, e por ser um bioma extenso, apresenta a formação de diversas fitofisionomias, que vão desde regiões de campo (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) e savana (Cerrado Sentido Restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) até regiões de formação florestal (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão) (Ribeiro & Walter, 2008).

A presença recorrente do fogo é um elemento determinante para a vegetação do Cerrado, especialmente em fitofisionomias abertas (Miranda et al., 2002). A maior parte da flora do bioma é de espécies adaptadas ao fogo, envolvendo não apenas tolerância a ele, mas também dependência desse elemento (Coutinho, 1990). Muitas espécies vegetais, inclusive, parecem depender do fogo para a reprodução sexual, com floração intensa observada após eventos de

fogo (Miranda et al., 2002). Segundo Oliveira-Filho & Ratter (2002), a flora lenhosa do Cerrado tem características típicas de vegetação adaptada à periodicidade do fogo, tais como troncos e ramos tortuosos, súber espesso, macrofilia, esclerofilia, árvores com ramificações escassas, folhas concentradas nas pontas dos ramos, e grande investimento em estruturas de reservas de carboidratos e nutrientes (Hoffmann & Moreira, 2002). Há ainda um número considerável de espécies que apresentam sistema subterrâneo espessado, como xilopódios, raízes tuberosas, sóboles e rizóforos, além de raízes gemíferas (Pausas et al., 2018).

A família Burseraceae, embora apresente grande diversidade e abundância nas florestas úmidas da Amazônia, também está presente no Cerrado (Daly et al., 2022). Provavelmente originada no período do Eoceno, na América do Norte, Burseraceae possui atualmente cerca de 750 espécies, distribuídas em 18 gêneros (Weeks et al., 2005). Com distribuição Pantropical, a família é dividida em três tribos: Canarieae, Protieae e Bursereae, sendo Protieae a de maior representação nos neotrópicos (Swart, 1942). No Brasil, são cinco gêneros e 118 espécies (Flora e Funga do Brasil, 2023), a maioria nativa da região amazônica (Souza & Lorenzi, 2005), embora seus representantes estejam presentes também na Mata Atlântica (exceto na Região Sul do Brasil), Caatinga e Cerrado (Flora e Funga do Brasil, 2023). Inclusive, registros recentes mostram a descoberta de *Bursera pereirae* Daly, o primeiro registro de *Bursera* para a região do Cerrado e a única espécie da tribo Bursereae endêmica do Brasil (Daly et al., 2022).

Burseraceae é uma das principais famílias de angiospermas produtoras de resina com propriedade altamente aromática (Daly et al., 2022). Sua importância é histórica, uma vez que abriga as espécies produtoras de mirra e olíbano (frankincense), produtos comerciais dos mais importantes do mundo antigo e medieval (Langenheim, 2003). O óleo de mirra (*Commiphora myrrha*), por exemplo, é utilizado desde a época do Egito faraônico (3000 a.C), para o embalsamento dos mortos (Langenheim, 2003). Atualmente, além da importância cultural, a resina produzida por espécies de Burseraceae é bastante utilizada na produção de cosméticos, repelentes, inseticidas, medicamentos e na calafetagem de embarcações, dentre outros (Langenheim, 2003; Lima & Pirani, 2005).

O gênero *Protium* Burm. f. é o mais representativo de Burseraceae em número de espécies, contando com cerca de 200 espécies, sendo 68 delas registradas no Brasil (Hiura & Watanabe, 2017). O principal centro de diversidade do gênero está na Amazônia, onde ocorrem 42 espécies endêmicas (Lima & Pirani, 2005), porém existe grande presença do gênero em áreas de Cerrado, principalmente de *Protium heptaphyllum* (Daly et al., 2022). A presença de canais secretores de resina é considerada uma característica do gênero (Reis Souza, 2016).

*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand é encontrada na Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Flora e Funga do Brasil, 2023). Trata-se de uma espécie nativa popularmente conhecida pelos nomes de almecega, améscla ou breu-branco (Corrêa, 1984). Os indivíduos de *P. heptaphyllum* podem apresentar de 5 a 15 metros de altura, possuem folhas compostas pinadas e glabras, com 3-7 folíolos subcoriáceos a cartáceos, e ramos glabros, com poucas lenticelas. Suas flores são pequenas, unissexuais, e estão dispostas em inflorescências, podendo apresentar coloração vermelha a vinácea ou amarelada a esverdeada, dependendo da área geográfica. A floração pode ocorrer entre os meses de junho a outubro, e a frutificação de junho a fevereiro (Lima & Pirani, 2005). A espécie é considerada perenifólia e heliófita (Lorenzi, 1992), e pela sua ocorrência em diferentes ecossistemas, apresenta plasticidade de caracteres morfológicos e/ou fisiológicos. Dessa forma, possui potencial ecológico e ornamental, sendo bastante explorada na arborização urbana e rural e também no reflorestamento de áreas degradadas, visto que seus frutos são muito atrativos para pássaros, devido a presença de um arilo adocicado envolvendo as sementes (Lorenzi, 1992).

As árvores de *P. heptaphyllum* produzem uma resina característica por todo seu eixo vegetativo, sendo fortemente aromática e que endurece em contato com o ar (Susunaga, 1996). Além de ser muito utilizada na medicina popular e servir como fonte de recursos para a indústria farmacêutica, a resina de *P. heptaphyllum* também é fonte de matéria-prima utilizada na fabricação de vernizes, incensos e velas (Corrêa, 1984; Bandeira et al., 2001). Muitos estudos vêm comprovando as propriedades medicinais dessa resina, inclusive sua atividade antimutagênica (Lima et al., 2016).

De modo geral, a presença de óleos, resinas e gomas vegetais podem estar relacionados à inflamabilidade de espécies de áreas suscetíveis ao fogo (Batista et al., 2012). Os compostos encontrados nos canais resiníferos das folhas e cascas de algumas espécies de coníferas e alguns gêneros de Anacardiaceae, por exemplo, faz com que essas plantas tenham uma maior capacidade de inflamabilidade (Küçük & Aktepe, 2017). Entretanto, mesmo contando com a secreção de resina, um estudo indica que *P. heptaphyllum* é uma espécie considerada pouco inflamável (Oliveira et al., 2020).

Apesar da ampla ocorrência de *P. heptaphyllum* nos diversos biomas e sua abundância no Cerrado e da importância do fogo para essa vegetação, não foram encontradas informações sobre as estratégias envolvidas na sobrevivência dessa espécie ao fogo, tampouco dados sobre possíveis influências desse elemento no sistema secretor da espécie.

## 2. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho foi identificar as respostas morfofuncionais e as estratégias envolvidas na sobrevivência de *P. heptaphyllum* ao fogo, além de investigar a influência desse distúrbio no desenvolvimento e funcionamento do sistema secretor e na composição química da secreção produzida.

## 3. REFERÊNCIAS

- Batista, A. C.; Biondi, D.; Tetto, A. F.; De Assunção, R. *et al.* Evaluación de la Inflamabilidad de Árboles y Arbustos Utilizados en la Implementación de Barreras Verdes en el Sur del Brasil. In: **Proceedings of the Fourth International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Climate Change and Wildfires**. Albany, CA: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. p. 256-264, 2012.
- Bandeira, P.N.; Lemos, T.L.G.; Santos, H.S. Atividade antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de *Protium heptaphyllum*. In: **46º Congresso Brasileiro de Química**, Resumos, Salvador-BA: ABQ, 2006.
- Bond, W. J.; Van Wilgen, B. W. **Fire and plants**. Springer Science & Business Media, 1996.
- Corrêa, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. **Imprensa Nacional**, Rio de Janeiro, p. 687, 1984.
- Coutinho, L. M. **Fire in the ecology of the Brazilian cerrado**. In J. G. Goldammer, ed., *Fire in Tropical Biota*, pp. 82–105. Berlin: Springer-Verlag, 1990.
- Daly, D. C.; Perdiz, R. O.; Fine, P. V.; Damasco, G. *et al.* A review of Neotropical Burseraceae. **Brazilian Journal of Botany**, 45, n. 1, p. 103-137, 2022.
- Flora e Funga Do Brasil. *Burseraceae in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB68>>. Acesso em: 05 jan. 2023.
- Hiura, A. L.; Watanabe, M. T. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Burseraceae. **Rodriguésia**, 68, p. 921-923, 2017.
- Hoffmann, W. A., Moreira A. G. **The role of fire in population dynamics of woody plants**. The Cerrados of Brazil. *Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*, 159-177, 2002.
- Hoffmann, W. A.; Geiger, E. L.; Gotsch, S. G.; Rossatto, D. R. *et al.* Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. **Ecology letters**, 15, n. 7, p. 759-768, 2012.
- Keeley, J. E.; Rundel, P. W. Fire and the Miocene expansion of C4 grasslands. **Ecology Letters**, 8, n. 7, p. 683-690, 2005.
- Küçük, Ö.; Aktepe, N. Effect of phenolic compounds on the flammability in forest fires. **International Journal of Engineering Sciences & Research Technology**, 6, n. 4, p. 320-327, 2017.
- Langenheim, J. H. **Plant resins: chemistry, evolution, ecology and ethnobotany**. Timber Press, Portland, Cambridge, 2003.

- Lima, L.R., Pirani, J.R. Burseraceae. In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S., Martins, S.E., Kirizawa, M., Giulietti, A.M. (Eds.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. **FAPESP/RiMa**, São Paulo, pp. 163–168, 2005.
- Lima, E. M.; Cazelli, D. S. P.; Pinto, F. E.; Mazuco, R. A. *et al.* Essential oil from the resin of *Protium heptaphyllum*: chemical composition, cytotoxicity, antimicrobial activity, and antimutagenicity. **Pharmacognosy Magazine**, 12, n. Suppl 1, p. S42, 2016.
- Lorenzi, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1. 373p, 1992.
- Miranda, H. S., Bustamante M. M., Miranda A. C., Oliveira P. & Marquis R. **The fire factor**. The Cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna, 51-68, 2002.
- Oliveira Filho, A. T., Ratter J. A. **Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome**. The Cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna, 91-120, 2002.
- Oliveira, M. D. De; Junior, J. L. M.; Stival, A. H. S. M.; Ferreira, B. G. *et al.* Avaliação da inflamabilidade de espécies nativas do cerrado. **Biotemas**, 33, n. 4, p. 2, 2020.
- Pausas, J. G.; Keeley, J. E. A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life. **BioScience**, 59, n. 7, p. 593-601, 2009.
- Pausas, J.G.; Lamont, B. B., Paula, S.; Appezzato-Da-Glória, B.; Fidelis, A. **Unearthing belowground bud banks in fire prone ecosystems**. *New Phytologist*, 217: 1435-1448, 2018.
- Pinheiro, M.; Monteiro, R. Contribution to the discussions on the origin of the Cerrado biome: Brazilian savanna. **Brazilian Journal of Biology**, 70, p. 95-102, 2010.
- Reis Souza, L.; Gomes Trindade, F.; Aparecida De Oliveira, R.; Costa, L. C. D. B. *et al.* Histochemical characterization of secretory ducts and essential oil analysis of *Protium* species (Burseraceae). **Journal of Essential Oil Research**, 28, n. 2, p. 166-171, 2016.
- Ribeiro, J. F; Walter, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. de; Ribeiro, J. F. (Ed.). **Cerrado: Ecologia e Flora**, v.2. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, 876 p, 2008.
- Sankaran, M., Hanan, N. P., Scholes, R. J., Ratnam, J., Augustine, D. J., Cade, B. S., et al. Determinants of woody cover in African savannas. **Nature**, 438(7069), 846-849, 2005.
- Souza, V.C., Lorenzi, H. Botânica Sistemática: Guia Ilustrado Para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, Baseado em APG II. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda**, Nova Odessa, pp. 435–436, 2005.
- Susunaga, G.S. Estudo químico e biológico da resina produzida pela espécie *Protium heptaphyllum* March. (Burseraceae). **Dissertação** (Mestrado em Química) – Universidade do Amazonas – Química de produtos naturais, Manaus, AM, 1996.
- Swart, J. J. A monograph of the genus *Protium* and some allied genera (Burseraceae). **Recueil des travaux botaniques néerlandais**, 39, n. 1, p. 211-446, 1942.
- Weeks, A.; Daly, D. C.; Simpson, B. B. The phylogenetic history and biogeography of the frankincense and myrrh family (Burseraceae) based on nuclear and chloroplast sequence data. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 35, n. 1, p. 85-101, 2005.
- Whelan, R. J. **The ecology of fire**. Cambridge University Press, 1995.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos dados mostraram que *P. heptaphyllum* sobrevive ao fogo através de rebrotamentos basais, aéreos e subterrâneos, tendo seu crescimento em altura, diâmetro e número de folhas estimulados a partir deste distúrbio. No que diz respeito à anatomia do colo, foi verificada a presença de gemas tanto em indivíduos do grupo controle quanto naqueles submetidos ao fogo. Ainda, nossos dados mostraram alterações no desenvolvimento e funcionamento do sistema secretor de *P. heptaphyllum* em resposta ao fogo, confirmando a plasticidade do sistema secretor dessa espécie em resposta a fatores externos.

Considerando o aumento de incêndios em ambientes tropicais nos últimos anos, entender as respostas das plantas e suas estratégias de sobrevivência ao fogo faz-se cada vez mais importante para a compreensão dos efeitos desses episódios sobre a vegetação. Ainda, quando falamos de espécies com importante papel ecológico, econômico e medicinal do sistema secretor, a forma como esse sistema reage à diferentes condições gera informações úteis para a compreensão do processo de interação da espécie com o meio, além de fornecer dados para o estabelecimento de técnicas sustentáveis de exploração dos produtos da secreção.