

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo deste  
relatório pós-doc será  
disponibilizado somente a partir de  
10/01/2027.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL,  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA.  
ÁREA DE PESQUISA ECOLOGIA VEGETAL

RELATÓRIO FINAL DE PÓS-DOCTORADO

**Nectários extraflorais, defesas químicas e atributos morfofuncionais em espécies  
arbóreas do cerrado típico: uma abordagem em nível de comunidade**

Profa. Dra. Marina Neves Delgado  
Instituto Federal de Brasília – *Campus Planaltina*  
**Pós-Doutoranda**

Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto  
Departamento de Biologia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP  
**Supervisor Responsável**

**Jaboticabal – SP  
2025**

**MARINA NEVES DELGADO**

**NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS, DEFESAS QUÍMICAS E ATRIBUTOS MORFOFUNCIONAIS  
EM ESPÉCIES ARBÓREAS DO CERRADO TÍPICO: UMA ABORDAGEM EM NÍVEL DE  
COMUNIDADE**

Relatório de Pós-doutorado realizado na  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), –  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,  
Jaboticabal.

Supervisor: Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto

Nº do Processo: ID 4954

Jaboticabal - SP

2025

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS PROPOSTOS E REALIZADOS OU PARCIALMENTE REALIZADOS</b>	<b>8</b>
<b>JUSTIFICATIVA DO QUE NÃO FOI REALIZADO OU FOI RELAIZADO</b>	
<b>PARCIALMENTE</b>	<b>9</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>10</b>
<b>ARTIGO I</b>	<b>14</b>
<b>ARTIGO II</b>	<b>56</b>

## RESUMO

As defesas anti-herbivoria são importantes estratégias para a sobrevivência das plantas. Tais defesas podem ser diretas ou indiretas. Por exemplo, nectários extraflorais são considerados defesas indiretas enquanto que escleromorfismo assim como compostos fenólicos podem ser defesas diretas. As plantas do bioma Cerrado sofrem diferentes taxas de herbivoria dependendo da fitofisionomia analisada, sendo que a porcentagem de herbivoria é menor no cerrado típico. Muitas plantas do cerrado típico também apresentam nectários extraflorais, compostos fenólicos e são escleromórficas. Porém, será que as defesas descritas acima estão correlacionadas com alguns atributos morfofuncionais foliares e com a porcentagem de herbivoria nas plantas dos cerrado típico? Portanto, identificamos atributos morfofuncionais relacionados às defesas anti-herbivoria (NEFs, compostos fenólicos e escleromorfismo) e porcentagem de herbivoria entre espécies lenhosas do cerrado típico portadoras e não portadoras de NEFs foliares estruturados macroscopicamente. Para tanto, dados foram coletados em fragmentos do cerrado típico do DF. Nossos resultados demonstraram o quanto é rica, muito frequente e abundante a comunidade de espécies arbóreas portadoras de nectários extraflorais (NEFs) em um fragmento de cerrado típico e tais resultados também destacaram diferenças nas características foliares entre espécies portadoras e não portadoras de NEFs. Nosso primeiro trabalho comprovou como é rica, muito frequente e abundante a comunidade de espécies arbóreas portadoras de nectários extraflorais (NEFs) em um fragmento de cerrado típico e confirmou a função protetora dos NEFs encontrados nas folhas para espécies de cerrado típico, pois as espécies portadoras de NEFs foliares apresentaram menos danos causados por insetos herbívoros do que espécies sem NEFs foliares. Nós demonstramos também que apesar das plantas com NEFs foliares terem folhas com maior conteúdo de água, menor espessura e menor MFE, elas eram menos herbivoradas do que as plantas não portadoras de nectários foliares. Por fim, demonstramos que para produzir muitos NEFs na folha há necessidade de maior conteúdo de nitrogênio assim como demonstramos que as plantas com maior número de NEFs na folha tinham folhas menos escleromórficas. Nosso segundo trabalho demonstrou que, em nível de comunidade, NEFs foliares ativos são importantes ferramentas de defesa, assim como NEFs maiores e em maior número por folhas, porém sozinhos não são suficientes para uma maior redução de ataque de herbívoros. Ademais, defesas complementares são essenciais quando a defesa biótica não está mais ativa ou se o ataque por herbívoros for mais intenso assim como a presença de folhas menos palatáveis (pobres em proteínas, alta C:N e espessura foliar, e baixa conteúdo de água). Cabe destacar que as defesas adicionais podem ser: escleromorfismo, pilosidade, limbo recortado (folhas compostas) e compostos fenólicos, pois *C. brasiliensis* (apesar da ausência de NEFs foliares) e *H. byrsonimifolia* (apesar da presença de NEFs foliares ativos) foram equivalentemente as mais herbivoradas seguidas por *Q. parviflora* (NEFs com menor tempo de atividade secretora).

**Palavras-chave:** cerrado, nectários, ecologia funcional, herbivoria

## INTRODUÇÃO GERAL

As defesas anti-herbivoria são importantes mecanismos das plantas que foram selecionados ao longo do tempo evolutivo em resposta aos danos causados por herbívoros (Martin & Baltzinger, 2002). Tais defesas podem ser de dois tipos: de resistência ou de tolerância (Núñez-Farfán et al. 2007). A tolerância relaciona-se a resposta da planta induzida após o consumo por determinado herbívoro, que reduz os efeitos negativos da herbivoria (Núñez-Farfán et al. 2007), sendo exemplificada pelo crescimento compensatório após o dano, por exemplo (Ruiz et al. 2006). Já a resistência é constituída por mecanismos de defesa primária ou secundária que evitam ou reduzem a quantidade de herbivoria, podendo ser classificadas em defesas constitutivas ou induzidas (Núñez-Farfán et al. 2007), podendo também serem caracterizadas como diretas ou indiretas (Heil et al. 2000).

As defesas constitutivas são aquelas expressas naturalmente pela planta (Stamp, 2003), enquanto as defesas induzidas são as ativadas após o evento de herbivoria, conferindo assim algum grau de resistência a subsequentes ataques (Harvell, 1990). As defesas indiretas estão relacionadas a atributos que aumentam o desempenho de inimigos naturais dos herbívoros (patógenos, parasitoides e predadores), uma vez que o nível trófico superior pode diminuir a abundância e o impacto dos herbívoros nas plantas (Price et al. 1980). Uma das principais defesas indiretas são os nectários extraflorais (NEFs), que fornecem néctar, atraindo predadores, especialmente formigas. Por outro lado, as defesas diretas agem diretamente contra os herbívoros (Ness, 2003), como alguns metabólitos secundários e o escleromorfismo em folhas, que acabam por causar um efeito indesejado no herbívoro ao consumir a planta.

Nectários extraflorais (NEFs) são defesas constitutivas, algumas vezes induzidas e sempre indiretas (Delgado et al., 2017). Eles secretam néctar e estão presentes em órgãos aéreos e vegetativos das plantas (Fahn, 1979) ou em órgãos vegetativos e/ou florais, sem desempenhar a função de atração do polinizador (Elias & Gelband, 1976). A defesa mediada por nectários ocorre principalmente devido à presença de IN que forrageiam o néctar e atacam os herbívoros (Cuautle & Rico-Gray, 2003; Katayama & Suzuki, 2003).

Metabólitos secundários são defesas constitutivas e também induzidas e diretas, quando agem diretamente contra o herbívoro ou indireta quando atraem o IN (Howe & Jander, 2008). Por isso, estão relacionados à adaptação das plantas ao meio ambiente (Makkar et al. 2007; Howe & Jander, 2008). Por exemplo, os taninos diminuem a qualidade nutricional da folha (Marquis et al., 2002), os alcaloides são tóxicos aos herbívoros, principalmente mamíferos (Taiz & Zaiger, 2006), e os terpenos podem afugentar ou serem

tóxicos aos insetos herbívoros (Makkar et al. 2007) ou atraem IN , como alguns óleos essenciais (Taiz & Zaiger, 2006).

Escleromorfismo, que é um conjunto de atributos foliares específicos, já é considerado um tipo de defesa direta e constitutiva (Marquis et al., 2001; Delgado et al., 2024), sendo caracterizado pela presença de folhas grossas, duras e com muito tecido mecânico (Sarmiento & Monasterio, 1975; Sobrado & Medina, 1980), baixa quantidade de nitrogênio foliar e de conteúdo de água e alta quantidade de C estrutural e de taninos, resultando em menor dano por herbívoros (Marquis et al. 2002).

Por fim, cabe destacar que em várias plantas do bioma Cerrado já foram feitos estudos da defesa e/ou dos atributos relacionados a: NEFs (Del-Claro et al., 1996; Oliveira, 1997; Oliveira & Freitas, 2004; Delgado et al. 2011, 2014, 2017), metabólitos secundários (Gonçalves-Alvim et al. 2006; Marquis et al. 2001; Silva & Batalha, 2011) e escleromorfismo (Goodland & Ferri 1979; Rossatto & Kolb, 2010; Delgado et al. 2013; Rossatto et al. 2015). Entretanto, uma abordagem em nível de comunidade, que objetive investigar (1) se existe uma relação entre características morfofuncionais das espécies com a presença de NEFs, (2) se há uma possível correlação entre o escleromorfismo e a presença de NEFs e (3) se há um padrão entre características funcionais das espécies com a presença de NEFs e dos metabólitos secundários não foram ainda realizadas

Por isso, este estudo de pós-doutoramento teve por objetivo geral identificar atributos morfofuncionais relacionados às defesas antiherbivoria de espécies lenhosas portadoras de NEFs estruturados do cerrado típico e de espécies não portadoras de NEFs. Pretendeu-se, por meio de estudos observacionais, anatômicos e nutricionais, em área de cerrado típico conservado do Distrito Federal, coletar dados a fim de compreender o papel dos atributos morfofuncionais para a defesa das plantas contra herbívoros. Portanto, o presente relatório está dividido em dois artigos científicos que serão submetidos para revistas especializadas em ecologia vegetal, com os respectivos objetivos específicos elencados abaixo:

## Conclusão

Concluimos que, em nível de comunidade, NEFs foliares ativos são importantes atributos de defesa, assim como NEFs maiores e em maior número por folhas, porém sozinhos não são suficientes para uma maior redução de ataque de herbívoros. Ademais, defesas complementares são essenciais quando a defesa biótica não está mais ativa ou se o ataque por herbívoros for mais intenso. Cabe destacar que as defesas adicionais podem ser: escleromorfismo, pilosidade, limbo recortado (folhas compostas) e compostos fenólicos, pois *C. brasiliensis* (apesar da ausência de NEFs foliares) e *H. byrsonimifolia* (apesar da presença de NEFs foliares ativos) foram equivalentemente as mais herbivoradas seguidas por *Q. parviflora* (NEFs com menor tempo de atividade secretora).

## Referências

Ab'Sáber, A. 2006. **Ecosystemas do Brasil**, Metalivros: São Paulo.

Agrawal, A.A., Fishbein, M. 2006. Plant defenses syndromes. **Ecology**, 87, 132-149.

Alencar, C.L.S., Nogueira, A., Vicente, R.E.; Coutinho, I.A.C. 2023. Plant species with larger extrafloral nectaries produce better quality nectar when needed and interact with the best ant partners. **Journal of Experimental Botany**, 74, 4613–4627.

Alves-Silva, E., Del-Claro, K., 2013. Effect of post-fire resprouting on leaf fluctuating asymmetric, extrafloral nectar quality, and ant plant–herbivore interactions. **Naturwissenschaften**, 100, 525–532.

APG IV - Angiosperm Phylogeny Website. 2017. **Version 14**. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

Araujo, J.S., Meira, R.M.S.A. 2016. Comparative anatomy of calyx and foliar glands of *Banisteriopsis* C. B. Rob. (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, 30, 112-123.

- Assunção M.A., Torezan-Silingardi H.M., Del-Claro K. 2014. Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? **Flora**, 209, 244-249.
- Baba, R.K., Vaz, M.S.M.G., Costa, J. 2014. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 29, 515-526.
- Bächtold, A., Alves-Silva, E., Kaminski, L.A., Del-Claro, K. 2014. The role of tending ants in host plant selection and egg parasitism of two facultative myrmecophilous butterflies. **Naturwissenschaften**, 101, 913-919.
- Beattie, A.J. 1985. **The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Boege, K., Dirzo, R. 2004. Intraspecific variation in growth, defense and herbivory in *Dialium guianense* (Caesalpinaceae) mediated by edaphic heterogeneity. **Plant Ecology**, 175, 59-69.
- Calixto ES, Lange D, Del-Claro K (2015) Foliar anti-herbivore defenses in *Qualea multiflora* Mart. (Vochysiaceae): changing strategy according to leaf development. **Flora**, 212, 19–23.
- Cerdá X, Retana J, Cros S. 1998. Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. **Functional Ecology**, 12, 45–55.
- Cornelissen J.H.C., Lavorel S., Garniel E., Díaz S., Buchmann N., Gurvich D.E., Reich P.B., Ter Steege H., Morgan H.D., van der Heijden M.G.A., Pausas J.G., Poorter, H. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, 51, 335-380.
- Cuautle, M.; Rico-Gray, V. 2003. The effect of wasps and ants on the reproductive success of the extrafloral nectaried plant *Turnera ulmifolia* (Turneraceae). **Functional Ecology**, 17, 417-423.
- Del-Claro, K, Berto, V, Réu, W. 1996. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). **Journal of Tropical Ecology**, 12, 887 - 892.
- Delgado, M. N., Morais, H. C., Rossatto, D. R. 2022b. The role of leaf cutting and fire on extrafloral nectaries and nectar production in *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae, Mimosoideae)

plants. **Plant Species Biology**, 1-10, 2022. doi/10.1111/1442-1984.12373

Delgado, M.N., Amado, G.F., Silva, E.A., Abreu, V.E.S., Silva, J.O., 2022a. Incidência de guildas de insetos herbívoros em famílias de plantas fanerogâmicas de um cerrado sensu stricto. In: Oliveira-Júnior, J.M.B., Calvão, L.B. (Eds.), **Ecologia e conservação da biodiversidade 2**. pp. 90-101. Atena Editora, Ponta Grossa – Brazil.

Delgado, M.N., Bao, S.N., Amaral, L. I. V.; Rossatto, D.R., Morais, H.C. 2014. Extrafloral nectary morphology and the role of environmental constraints in shaping its traits in a common Cerrado shrub (*Maprounea brasiliensis* a. St.-hill: Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Botany**, 37, 495–504.

Delgado, M.N., Gomes, M.R.A., Bao, S.N., Rossatto, D.R. 2013. Fertilisation residues alter leaf scleromorphy in an evergreen savannah shrub (*Maprounea brasiliensis*, Euphorbiaceae). **Australian Journal of Botany**, 61, 266-273.

Delgado, M.N., Petracco, P., Oliveira, I.A.A., Bruziguessi, E., Cessa, R.M.A., Francoso, R. D. 2022c. Histórico do Parque Colégio Agrícola de Brasília. In: Petracco, P., Bruziguessi, E. P., Delgado, M. N. (Org.). **Parque Colégio Agrícola de Brasília: uma abordagem transdisciplinar para o ensino, pesquisa e extensão**. Editora IFB, Brasília – Brazil.

Delgado, M.N., Silva, J.O., Barnett, K., Marquis, R.J., Morais, H.C. 2024. Ontogeny has a greater effect on defense and leaf nutritional status than fertilization in *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae). **Flora**, 320, 152620.

Delgado, M.N., Silva, L.C., Bao, S.N., Morais, H.C., Azevedo, A.A. 2011. Distribution, structural and ecological aspects of the unusual leaf nectaries of *Calolisianthus* species (Gentianaceae). **Flora**, 206, 676-683.

Delgado, M.N., Somavilla, N.S., Bao, S.N., Rossatto, D.R. 2017. Testing the optimal defense hypothesis in *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae, Mimosoideae) leaves: The role of structure, number, position and nectar composition of extrafloral nectaries. **Plant Species Biology**, 1–7. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12164>.

Diaz-Castelazo, C., Rico-Gray, V., Ortega, F., Ángeles, G. 2005. Morphological and secretory characterization of extrafloral nectaries in plants of coastal Veracruz, Mexico. **Annals of Botany**,

Dickison, W.C., 2000. **Integrative plant anatomy**. Harcourt Academic Press, San Diego.

Diniz, I.R., Schmidt, K., Bernardo, C.T., Carregaro, J.S., Gonçalves, C.L., Mendonca, R.S., Oliveira, E., Peixoto, J.C.; Pianta, T.F., Reis, R.S., Tameirão, A., Morais, H.C. 2008. Insetos minadores em *Roupala montana*: comparação entre cerrado queimado e não queimado. **Heringeriana**, 2, 47–52.

Durigan, G. 2004. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: Culler-Jr, L., Rudran, R., Valladares-Padua, C. (Eds.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Editora UFPR, Curitiba.

Edwards, C., Read, J., Sanson, G. 2000. Characterising sclerophylly: some mechanical properties of leaves from heath and forest. **Oecologia**, 123, 158-167.

Elias, T.S. 1983. Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In: Bentley B.L., Elias T.S. (Eds.). **The Biology of Nectaries**. Columbia University Press, New York, p. 174- 203.

Elias, T.S., Gelband, H. 1976. Morphology and anatomy of floral and extrafloral nectaries in *Campsis* (Bignoniaceae). **American Journal of Botany**, 63, 1349-1353.

EMBRAPA, 1999. **Manual De Análises Químicas De Solos, Plantas e Fertilizantes**. Embrapa Editora, Brasília.

Fagundes R, Dáttilo W, Ribeiro SP, et al. 2017. Differences among ant species in plant protection are related to production of extrafloral nectar and degree of leaf herbivory. **Biology Journal of Linnean Society**, 122, 71–83.

Fahn, A. 1979. **Secretory Tissues in Plants**. Academic Press. London.

Flora e Funga 2020. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 20 Ago. 2023.

Franco, A. C., Lüttge U. 2002. Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical, efficiency, photorespiration, CO<sub>2</sub> assimilation and water use efficiency. **Oecologia**, 131, 356-365.

Franco, A.C. 2002. Ecophysiology of cerrado woody plants. In: Oliveira P. S. and Marquis R.J. (Eds.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York, p. 178-198.

Furley, P. A., Ratter, J. A. 1988. Soil resources and plant communities of the Central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeographic**, 15, 97-108.

Gentry, G. 2003. Multiple parasitoid visitors to the extrafloral nectarines of *Solanum adherens*. Is *S. adherens* an insectary plant? **Basic and Applied Ecology**, 4, 405-411.

Gonçalves-Alvim, S. J., Collevatti, R. G., Fernandes, G. W. 2004. Effects of genetic variability and habitat of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) on herbivory by free-feeding and gall-forming insects. **Annals of Botany**, 94, 259-268,

Gonçalves-Alvim, S. J., Lana, T., Ranieri, B. D., Wilson, G. F. 2011. Test of hypotheses about herbivory and chemical defences of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 34, 223-230.

Gonçalves-Alvim, S. J.; Korndorf, G.; Wilson, G.F. 2006. Sclerophlly in *Qualea parviflora* (Vochysiaceae): influence of herbivory, mineral nutrients, and water status. **Plant Ecology**, 187,153-162.

Goodland, R., Ferri, M. G. 1979. **Ecologia do cerrado**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Gurevitch, J., Scheiner, S.N., Foz, G.A. 2009. Herbivoria e Interações e Patógenos. In: Gurevitch, J.; Scheiner, S.N.; Foz, G.A. (Ed.). **Ecologia Vegetal**. 2ª edição. Artmed, Porto Alegre.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeo Electronica**, 4, 1-9.

Haridasan, M. 2000. Nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 12, 54-64.

Heil, M., Staehelin, C., Doyle, M., Doyle, McKey. 2000. Low chitinase activity in *Acacia*

- myrmecophytes: a potential trade-off between biotic and chemical defences? **Naturwissenschaften**, 87, 555–558
- Howe, G.A., Jander, G. 2008. Plant immunity to insect herbivores. **Annual Review of Plant Biology**, 59, 41-66.
- Johansen D.A. 1940. **Plant Microtechnique**. McGraw Hill Book Co, New York.
- Katayama, N., Suzuki, N. 2003. Changes in the use of extrafloral nectaries of *Vicia faba* (Leguminosae) and honeydew of aphids by ants with increasing aphid density. **Annals of Entomological Society of America**, 96, 579-584
- Lange, D., Del-Claro, K. 2014. Ant-plant interaction in a tropical savanna: may the network structure vary over time and influence on the outcomes of associations? **Plos One**, 9, e105574.
- Lewinsohn, T., Vaconcellos-Neto, J. 2000. Como insetos sabotam defesas de plantas: o caso do látex. In. Martin, R.P., Lewinsohn, T., Barbeitos, M.S. (Eds.). **Ecologia e comportamento de insetos**. Série Oecologia Brasiliensis, vol. III, PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Lopes, C.; Vasconcelos, H. L. 2011. Fire increases herbivory in a Neotropical savanna. **Biotropica**, 43, 612-618.
- Lustosa-Júnior, I. M., Evangelista, V., Bruziguessi, E., Cessa, R. M. A., Oliveira, I. A. A. 2022. Fitofisionomias do Parque Colégio Agrícola de Brasília. In. Petracco, P., Bruziguessi, E. P., Delgado, M. N. (Org.). **Parque Colégio Agrícola de Brasília: uma abordagem transdisciplinar para o ensino, pesquisa e extensão**. Editora IFB, Brasília, p. 76-97.
- Machado, S.R.; Morellato, L. P. C.; Sajo, M. G.; Oliveira, P. S. 2008. Morphological patterns of extrafloral nectaries in woody plant species of the brazilian cerrado. **Plant Biology**, 1-14.
- Makkar, H. P. S.; Siddhuraju, P.; Becker, K. 2007. **Plant Secondary Metabolites**. Humana Press, Totowa, New Jersey.
- Mantovani, W. 2003. A degradação dos biomas brasileiros. In. Ribeiro, W.C. (Ed.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. Edusp: São Paulo.

- Marquis, R. J., Whelan, C. 1996. Plant morphology and recruitment of the third trophic level: subtle and little-recognized defenses? **Oikos**, 75, 330-334.
- Marquis, R.J., Diniz, I.R., Morais, H.C. 2001. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. **Journal of Tropical Ecology**, 17, 127-148.
- Marquis, R.J., Morais, H.C., Diniz, I.R. 2002. Interactions among Cerrado plants and their herbivores: unique or typical? In: Oliveira, P.S., Marquis, R.J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. Columbia University Press, New York, p. 306-328.
- Martin, J. L., Baltzinger, C. 2002. Interaction among deer browsing, hunting, and tree regeneration. **Canadian Journal of Forest Research**, 32, 1254-1264.
- Mattson, W.J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review Of Ecology and Systematics**, 11, 119–61.
- McDade, L.A., Turner, M.D. 1997. Structure and development of bracteal nectary glands in *Aphelandra* (Acanthaceae). **American Journal of Botany**, 84, 1-15.
- McKey, D. 1974. Adaptive patterns in alkaloid physiology. **American Naturalist.**, 108, 305-320.
- Medeiros, J.D., Morretes, B.L. 1995. Dimensões da folha e herbivoria em *Miconia cabucu* Hoehne (Melastomataceae). **Biotemas**, 8, 97-112.
- Melo, Y, Machado, S.R., Alves, M. 2010. Anatomy of extrafloral nectaries in Fabaceae from dry-seasonal forest in Brazil. **Botanical Journal of Linnean Society**, 163, 87-98.
- Miranda, V.S., Rodrigues, L.G., Dutra, S.C., Sobrinho, T.G., Alves-Araujo, A. 2022. Extrafloral nectaries of an Atlantic Forest conservation area in Southeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, 36, e2021abb0187.
- Mole, S. 1994. Trade-offs and constraints in plant-herbivore defence theory: a life-history perspective. **Oikos**, 71, 3-12.

- Mondor, E.B., Tremblay, M.N., Messing, R.H. 2006. Extrafloral nectary phenotypic plasticity is damage-and resource-dependent in *Vicia faba*. **Biology Letters**, 2, 583-585.
- Myers, N., Mittermeier, R.A, Mittermeier, C.G, Fonseca, G.A.B, Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, 853-858.
- Nogueira, A., Guimarães, E., Machado, S.R., Lohman, L.G. 2012. Do extrafloral nectaries present a defensive role against herbivores in two species of the family Bignoniaceae in a Neotropical savannas? **Plant Ecology**, 213, 289-301.
- O'Brien, T.P., Feder, N., McCully M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, 59, 368-373.
- Oliveira, K.N., Espírito-Santo, M.M., Silva, J.O., Melo, G.A. 2012. Ontogenetic and temporal variations in herbivory and defense of *Handroanthus spongiosus* (Bignoniaceae) in a Brazilian tropical dry forest. **Environmental Entomology**, 41, 541-550.
- Oliveira, P.S., Freitas, A.V.L. 2004. Ant-plant-herbivore interactions in the neotropical Cerrado savanna. **Naturwissenschaften**, 91, 557-570.
- Oliveira, P.S., Leitão-Filho, H, 1987. Extrafloral nectaries: their taxonomic distribution and abundance in the woody flora of Cerrado vegetation in southeast Brazil. **Biotropica**, 19, 140-148.
- Oliveira, P.S., Oliveira-Filho, A.T. 1991. Distribution of extrafloral nectaries in the woody flora of tropical communities in Western Brazil. In: Price P. W., Lewinsohn T. M., Fernandes G. W. and Benson W. W. (Eds.). **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in Tropical and Temperate Regions**. John Wiley and Sons, New York, p. 163-175.
- Pereira, C. C., Boaventura, M. G., Castro, G. C., Cornelissen, T. 2020. Are extrafloral nectaries efficient against herbivores? Herbivory and plant defenses in contrasting tropical species. **Journal of Plant Ecology**, 13, 423–430.
- Pires, M.S. 2015. **The community extrafloral nectaries bearing plants in a Brazilian savanna: morphology, phenology and associated fauna**. MSc Thesis. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Pullice, C.E., Packer, A.A. 2008. Simulated herbivory induces extrafloral nectary production in *Prunus avium*. **Functional Ecology**, 22, 801-807.

Rasband, W. 1997. **ImageJ**. US National Institutes of Health, Maryland.

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. 1998. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In, Sano, S. M., Almeida, S.P., Ribeiro, J. F. (Org.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.

Rico-Gray, V., Oliveira, P.S. 2007. **The ecology and evolution of ant-plant interactions**. University of Chicago Press, Chicago.

Rossatto, D.R., Hoffmann W.A., Franco, A.C. 2009. Differences in growth patterns between co-occurring forest and savanna trees affect the forest-savanna boundary. **Functional Ecology**, 23, 689-698.

Sarmiento, G., Monasterio, M. 1975. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical American. In: Golley, F.B., Medina, E. (Eds.). **Tropical Ecological Systems**. Springer-Verlag, Berlin, p. 223-250.

Schoereder, J. H., Sobrinho, T. G., Madureira, M. S., Ribas, C. R., Oliveira, P. S. 2010. The arboreal ant community visiting extrafloral nectaries in the Neotropical cerrado savanna. **Terrestrial Arthropod Reviews**, 3, 3-27.

Sendoya, S.F., Freitas, A.V.L., Oliveira, P.S. 2009. Egg-laying butterflies distinguish predaceous ants by sight. **American Naturalist**, 174, 134-140.

Silva, D.M.; Batalha, M.A. 2011. Defense syndromes against herbivory in a cerrado plant community. **Plant Ecology**, 212, 181-193.

Silva, J.O. 2023, Leaf herbivory and physical defensive leaf traits in two contrasting cerrado habitats. In: Frederico Celestino Barbosa. (Org.). **Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável**. Piracanjuba, Editora Conhecimento Livre, p. 26-38.

Silva, J.O., Espírito-Santo, M.M, Morais, H.C. 2015. Leaf traits and herbivory on deciduous and evergreen trees in a tropical dry forest. **Basic and Applied Ecology**, 16, p. 210-219.

Silva, J.O., Jesus, F.M., Fagundes, M., Fernandes, G.W. 2009. Esclerofilia, taninos e insetos herbívoros associados a *Copaifera lagsdorffii* Desf. (Fabaceae: Caesalpinioideae) em área de transição Cerrado - Caatinga no Brasil. **Ecologia Austral**, 19, 197-206.

Silva, J.O., Souza-Silva, H., Rodrigues, P.M.S., Cuevas-Reyes, P., Espírito-Santo, M.M. 2021. Soil resource availability, plant defense, and herbivory along a successional gradient in a tropical dry forest. **Plant Ecology**, 222, 625–637.

Silva-Júnior, M.C. **100 Árvores do Cerrado: guia de campo**. 2005. Brasília, Editora Reede de Sementes do Cerrado.

Sobrado, M.A., Medina, E. 1980. General morphology, anatomical structure, and nutrient concentration of sclerophyllous leaves of the “bana” vegetation of Amazonas. **Oecologia**, 45, 341-345.

Taiz, L., Zeiger, E. 2006. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, Artmed.

Tizo-Pedroso, E., Del-Claro, K. 2007. Cooperation in the neotropical pseudoscorpion, *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888): feeding and dispersal behavior. **Insectes Sociaux**, 54, 124-131.

Tuller, J., Marquis, R.J., Andrade, S.M.M., Monteiro, A.B., Faria, L.D.B., 2018. Trade-offs between growth, reproduction and defense in response to resource availability and manipulations. **Plos One**, 13, e0201873.

Turner, I.M. 1994. Sclerophylly: primarily protective? **Functional Ecology**, 8, 669-675.

Vilela, A.A., Torezan-Silingardi, H.M., Del-Claro, K. 2014. Conditional outcomes in ant plant-herbivore interactions influenced by sequential flowering. **Flora**, 209, 359-366. doi: 10.1016/j.flora.2014.04004

Yamamoto, M., Del-Claro, K. 2008. Natural history and foraging behavior of the carpenter ant *Camponotus sericeiventris* Guérin, 1838 (Formicinae, Camponotini) in the Brazilian tropical savanna. **Acta Ethologica**, 11, 55–65.

Yamawo, A., Katayama, N., Suzuki, N., Hada, Y., 2012. Plasticity in the expression of direct and indirect defence traits of young plants of *Mallotus japonicus* in relation to soil nutritional conditions.

**Plant Ecology**, 213, 127–132.

Zatorre, N.P., Silva, I.V., Silva, L.W.S., Araújo, E.R. 2002. Estudar para preservar o solo e a vida no Parque Colégio Agrícola de Brasília. In. Petracco, P., Bruziguessi, E.P., Delgado, M.N. (Org.). **Parque Colégio Agrícola de Brasília: uma abordagem transdisciplinar para o ensino, pesquisa e extensão**. Editora IFB, Brasília. p. 54-75.

Zimmermann, J.G. 1932. Über die extraflorale Nectarien der Angiospermen. **Beihefte zum Botanisches Centralblatt**, 49, 99–196.

Jaboticabal, 10 de Janeiro de 2025

### **Avaliação do Pós-doutoramento registrado sob número 4954**

A Dra. Marina N. Delgado apresentou um relatório muito robusto, com uma grande quantidade de dados coletados que gerou um resumo em congresso nacional, e certamente irão gerar pelo menos duas publicações. Teve uma atuação excelente no que diz respeito a interação com o supervisor, sendo capaz de cumprir o cronograma de maneira adequada.

O objetivo principal do pós-doutoramento foi entrar em contato com métodos utilizados por mim em meu Laboratório de Ecologia Vegetal, fato que foi comprovado por ter realizado levantamentos fitossociológicos, e análises de comunidades vegetais. Adicionalmente, a Dra. Marina entrou em contato com a literatura a respeito de Atributos Funcionais, e foi treinada por mim para realização de projetos associando ecologia clássica com ecologia funcional. A Dra. Marina usou de sua formação em estudos com nectários extraflorais, realizada durante seu doutoramento, para realizar uma pesquisa voltado no entendimento de características funcionais a nível de comunidade.

O projeto de pós-doutoramento passou por alguns contratemplos, como falta de alguns reagentes e análises anatômicas que não puderam ser cumpridas. Além disso, devido ao baixo número de espécies com nectários não foi possível utilizar o número amostral inicialmente proposto.

Apesar desses empecilhos, a Dra. Marina produziu um relatório já com o rascunho de como serão apresentados os artigos para as revistas científicas. Após análise do relatório, considero que o mesmo possa ser aprovado, e que com

discussões futuras, chegaremos a um consenso de que talvez devido a grande quantidade de dados gerados, mais do que 2 publicações poderão ser geradas.

Um dos objetivos era realizar uma parceria entre o IF do Distrito Federal e a UNESP. Esse feito não foi possível de ser realizado tendo em vista sistema burocrático do IF e a falta de editais direcionados para tais parcerias no ano de 2024. Apesar disso, Dra. Marina e eu continuamos em contato para a produção dos artigos e formalização de parcerias futuras.

Sem mais para o presente,

Documento assinado digitalmente  
**DAVI RODRIGO ROSSATTO**  
Data: 10/01/2025 18:15:44-0300  
Verifique em <https://validar.ti.gov.br>

**Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto**

**Depto. Biologia**

**Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias**

**FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal**

**Tel (16) 3209-7190**