

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/02/2020.



**ATRIBUTOS DE PROTEÇÃO ÀS GEMAS AXILARES
EM ESPÉCIES LENHOSAS DISTRIBUÍDAS NO
GRADIENTE LATITUDINAL DO CERRADO**

BRUNA HELENA DE CAMPOS

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia, Campus de Botucatu,
UNESP, para obtenção do título de
Mestre no Programa de Pós-Graduação
em Ciências Biológicas (Botânica),
Área de concentração: Morfologia e
Diversidade Vegetal

**BOTUCATU – SP
2018**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"Julio de Mesquita Filho"

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DE BOTUCATU

ATRIBUTOS DE PROTEÇÃO ÀS GEMAS AXILARES
EM ESPÉCIES LENHOSAS DISTRIBUÍDAS NO
GRADIENTE LATITUDINAL DO CERRADO

BRUNA HELENA DE CAMPOS

PROFA. DRA. ELZA MARIA GUIMARÃES SANTOS
ORIENTADORA

PROFA. DRA. SILVIA RODRIGUES MACHADO
COORIENTADORA

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia, Campus de Botucatu,
UNESP, para obtenção do título de
Mestre no Programa de Pós-Graduação
em Ciências Biológicas (Botânica),
Área de concentração: Morfologia e
Diversidade Vegetal

BOTUCATU – SP
2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Campos, Bruna Helena de.

Atributos de proteção às gemas axilares em espécies lenhosas distribuídas no gradiente latitudinal do Cerrado / Bruna Helena de Campos. - Botucatu, 2018

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

Orientador: Elza Guimarães

Coorientador: Silvia Rodrigues Machado

Capes: 20300000

1. Cerrados. 2. Botânica - Morfologia. 3. Biodiversidade.

Palavras-chave: cerrado; gemas; gradiente latitudinal.

*Dedico esse trabalho com todo amor e gratidão aos meus pais, **Benedito e Márcia**, por todo investimento e esforço para que eu seguisse meus sonhos.*

Agradecimentos

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela bolsa de estudos concedida.

Ao **Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Botânica)** pela oportunidade de realização do Mestrado.

À Profa. Dra. **Elza Maria Guimarães Santos**, pela orientação, confiança e paciência durante a realização dessa dissertação. Por me incentivar a crescer profissionalmente, por despertar em mim o interesse pelo Cerrado e por me dar a oportunidade de realizar o campo em lugares que não imaginei conhecer.

À Profa. Dra. **Silvia Rodrigues Machado**, pelo apoio a pesquisa, atenção e prontidão com os compromissos como coorientadora.

Ao **Laboratório de Pesquisas em Anatomia Vegetal (LPAV)**, coordenado pelas professoras **Silvia Rodrigues Machado** e **Tatiane Maria Rodrigues**, pelo suporte e espaço cedido durante o processamento e análise do material de anatomia. Aos amigos do laboratório, pelos momentos descontraídos durante a famosa pausa para o chá-mate, pelas conversas e pelo auxílio nas dúvidas corriqueiras: **Daiane Maia, Diana Seixas, Fernanda Palermo, Juan Nicolai, Ricardo Tozin, Stefany Cristina, Tayeme Piva, Sérgio Adachi** e **Wand Vargas**.

À Dra. **Yve Canaveze**, pelo demasiado auxílio com o processamento das amostras para anatomia, por todos os ensinamentos, pelo apoio, pela amizade, principalmente pela paciência e prontidão em me ajudar durante todas as etapas do trabalho.

Ao **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)**, principalmente ao **João Arthur Pompeu**, pela dedicação e paciência em me ensinar sobre análises espaciais e por me receber tão bem durante o período em que estive no INPE.

Ao **Departamento de Física e Biofísica**, em especial ao **Laboratório de Física Aplicada** e ao **Edson Bruder**, pelo auxílio no processamento das amostras para queima no calorímetro e pelas discussões construtivas sobre flamabilidade.

Ao professor **Marco Batalha**, pelas contribuições que acrescentaram muito ao trabalho.

À **Estação Ecológica do Panga, Estação Ecológica de Águas Emendadas, ao Parque Estadual do Cerrado e a todos os funcionários**, pela autorização concedida para realização desse trabalho.

Ao **ICMBIO** pela autorização concedida para entrada no Parque Nacional da Chapada das Mesas, em especial ao **Paulo**, funcionário que nos auxiliou na procura das espécies no Parque.

Aos **professores, servidores e amigos de pós graduação do departamento de Botânica**.

Aos meus queridos amigos, alunos do **Laboratório de Ecologia e Evolução das Interações Planta-Animal, Adriano Valentin, Camila Vaz, Marília Quinalha e Priscila Tunes**, por me acolherem tão bem quando me tornei aluna do Lab. Eco, pelas divertidas idas a campo, pelas conversas “terapêuticas”, pelo companheirismo, apoio e por todos os momentos vividos dentro e fora do laboratório.

Às minhas amigas de república, **Amanda Ungari, Bárbara Figueira, Bianca Guerra, Camila Pergentino, Gabriela Ribeiro, Isabela Poscidônio, Laís Augusti, Laís Momesso, Ligia Abe, Natália Carvalho, Rafaela Kimura e Thaís Blazissa**, por todos esses anos de companheirismo, pelos ensinamentos gerados pela convivência coletiva na **Lactá**, pelas experiências trocadas que me ajudaram a crescer e me tornar quem eu sou hoje. Sem vocês Botucatu não teria graça!

Aos meus colegas de sala e melhores amigos, **Felipe Yamashita, Lidiane Coffacci e Tamires Frazon**, pelos momentos divertidos que tivemos e pelo apoio durante os momentos tristes. Sem a amizade e companheirismo de vocês a graduação teria sido muito mais difícil.

Aos meus amigos de Botucatu e de Holambra, **André Sartori, Danilo Hohne, Laura den Hartog, Amanda Eburneo, Elisa Costa e Yasmim Campos**, que de alguma forma sempre me apoiaram e estiveram presentes nos momentos bons e ruins.

Ao querido e amado, **João de Deus**, por todo o carinho, auxílio, companheirismo, amor, apoio, além da paciência e compreensão incondicionais fornecidas desde sempre.

Aos meus pais, **Benedito e Márcia**, pela educação, pelo amor, pelo apoio e suporte em todos os momentos da minha vida. Por terem me incentivado a escolher um curso de que eu gostasse e terem aceitado seguir o sonho da Biologia comigo. Por serem pais presentes, exemplos de ética, confiança, dedicação e por nunca me deixarem desistir no meio do caminho. Vocês foram essenciais para a realização desse trabalho e também dos meus objetivos de vida alcançados até agora. Amo vocês!

SUMÁRIO

1. Resumo.....	7
Abstract.....	8
2. Introdução.....	9
3. Material e métodos.....	11
4. Resultados.....	20
5. Discussão.....	32
6. Referências bibliográficas.....	39
7. Apêndices.....	48

**Este trabalho foi redigido na forma de artigo científico a ser submetido ao
periódico *Austral Ecology***

Atributos de proteção às gemas axilares em espécies lenhosas distribuídas no gradiente latitudinal do cerrado

1. Resumo

A variação em atributos de proteção, principalmente os foliares, pode ter importante papel no desempenho das espécies ao longo de um gradiente de condições ambientais ou em habitats heterogêneos. O domínio Cerrado está inserido em um gradiente climático e suas formações savânicas estão submetidas a queimadas recorrentes. Neste trabalho nós caracterizamos atributos de proteção às gemas em três espécies lenhosas, coocorrentes em fitofisionomias savânicas ao longo do gradiente latitudinal N-S do Cerrado e investigamos a ocorrência de fogo em uma escala espaço-temporal. Caracterizamos a posição das gemas nas plantas, morfologia e anatomia e indicadores de flamabilidade das mesmas. De modo geral, as plantas de diferentes localidades apresentaram diferenças quanto a altura das gemas na planta em relação ao nível do solo, sendo que plantas mais altas foram observadas nas latitudes menores e as mais baixas nas latitudes maiores, provavelmente devido a maior produtividade associada à proximidade da linha do Equador. Primórdios com maior área ocupada por idioblastos fenólicos foram observados nas duas localidades mais próximas à linha do Equador, possivelmente devido a alta intensidade de radiação. Além disso, registramos distintos regimes de queimada nas cinco localidades nos últimos 15 anos. Considerando a ampla distribuição geográfica das três espécies deste estudo, podemos concluir que suas gemas axilares toleram certa variação nos fatores climáticos como a amplitude de temperatura, radiação solar e pluviosidade. Além disso, essas espécies são capazes de persistir em ambientes com distintas frequências de fogo, sendo que a altura das gemas em relação ao nível do solo parece ser a característica mais determinante na manutenção dos rametas nessas localidades. A utilização de abordagens complementares, incluindo a caracterização do clima, frequência de fogo, características morfológicas e anatômicas das plantas, permitiu um conhecimento mais profundo sobre fatores abióticos potencialmente associados aos atributos de proteção às gemas e permitiu-nos inferir sobre as respostas interativas entre clima-planta-fogo em ecossistemas savânicos.

Palavras-chave: gemas; cerrado; gradiente latitudinal.

Abstract

The variation in protection traits, especially the foliar ones, can play an important role in species performance along a gradient of environmental conditions or in heterogeneous habitats. The Cerrado domain is inserted in a climatic gradient and its savannah formations are under recurrent burning. In this study, we characterized bud protection traits of three woody species that co-occur in savannah phytophysiognomys along the Cerrado latitudinal gradient and we investigated fire occurrence in a spatio-temporal scale. We characterized bud position in each plant species, its morphology, anatomy and flammability indicators. In general, plants of different locations showed differences in bud height in relation to soil level. Taller plants were observed at lower latitudes and the smallest ones at higher latitudes, probably due to the higher productivity associated to the proximity to Equator line. Primordia with a larger area occupied by phenolic idioblasts were observed in the two locations nearest to the Equator line, possibly due to high radiation intensity. Besides that, we registered different fire regimes at the five locations in the last 15 years. Considering the wide distribution of the three species of this study, we can conclude that their axillary buds tolerate some variation in climatic factors like temperature, solar radiation and pluviosity amplitude. Besides that, this species are capable of persisting in environments under different fire frequency. Additionally, bud height in relation to the soil level seems to be the most determinant factor related to ramet maintenance in these locations. The use of complementary approaches, including climate and fire frequency, plants morphologic and anatomic characteristics, provided us with a deeper knowledge about potentially abiotic factor associated to bud protection traits and allowed us to infer about the interactive climate-plants-fire responses in savannah ecosystems.

Keywords: buds; Cerrado; latitudinal gradient.

5.5. Conclusões

Considerando a ampla distribuição geográfica das três espécies deste estudo, podemos concluir que suas gemas axilares toleram certa variação nos fatores climáticos como a amplitude da temperatura variando de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ nas maiores latitudes, com geadas de baixa intensidade, até $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ nas localidades mais próximas à linha do Equador. Além disso, as três espécies ocorrem tanto em ambientes com elevada radiação solar e períodos prolongados de seca (até cinco meses), quanto em ambientes com ocorrência regulares de chuva. A elevada radiação solar parece estar associada ao aumento espessura da camada limite e/ou a presença de fenólicos nos primórdios foliares das gemas axilares. Além disso, essas espécies são capazes de persistir em ambientes com distintas frequências de fogo, sendo que a altura das gemas em relação ao nível do solo parece ser a característica mais determinante na manutenção dos rametas nessas localidades. Assim, neste estudo utilizamos abordagens complementares, incluindo a caracterização do clima, da frequência de fogo, características morfológicas, anatômicas e indicadores de flamabilidade das plantas, e isto permitiu um conhecimento mais profundo sobre os atributos de proteção às gemas relacionados às condições abióticas do gradiente latitudinal e à frequência de fogo; conseqüentemente, permitiu-nos inferir sobre as respostas interativas entre clima-planta-fogo em ecossistemas savânicos.

6. Referências bibliográficas

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1997) NBR 8693, Rio de Janeiro.
- Agati G., Tattini M. (2010) Multiple functional roles of flavonoids in photoprotection. *New Phytol.* **186**, 786–793.
- Alessio G., Penuelas J., De Lillis M., & Llusia J. (2008) Implications of foliar terpene content and hydration on leaf flammability of *Quercus ilex* and *Pinus halepensis*. *Plant Biol.* **10**(1), 123-128.
- Amada G., Onoda Y., Ichie T. & Kitayama K. (2017) Influence of leaf trichomes on boundary layer conductance and gas-exchange characteristics in *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae). *Biotropica* **49**, 482–492.
- Anderson M. J. (2001) A new method for non parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* **26**, 32–46.
- Anselin L. (1995) Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geogr. Anal.* **27**, 93–115.
- Anselin L., Sridharan S. & Gholston S. (2007) Using exploratory spatial data analysis to leverage social indicator databases: The discovery of interesting patterns. *Soc. Indic. Res.* **82**, 287–309.
- Araújo G. M., Barbosa A., Arantes A. A., & Amaral A. F. (2002) Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Rev. Bras. Bot.* **25**(4), 475-493.
- Archibold, O. W. (2012) *Ecology of world vegetation*, Springer Science & Business Media, p.80.
- Aroni, A. S. (2005) Avaliação comparativa de biomassa híbrido *Pinus tecunumanni* x *Pinus caribea* var. *hondurensis* com espécie pura do *Pinus caribea* var. *hondurensis*. 2005. 148f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Batalha M. A. (2011) O cerrado não é um bioma. *Biota Neotrop.* **11**, 21–24.
- Bedetti C. S., Aguiar D. B., Jannuzzi M. C., Moura M. Z. D. & Silveira F. A. O. (2011) Abiotic factors modulate phenotypic plasticity in an apomictic shrub [*Miconia*

- albicans* (SW.) Triana] along a soil fertility gradient in a Neotropical savanna. *Aust. J. Bot.* **59**, 274–282.
- Bell, A. D. (2008) *Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology*, Timber Press.
- Bittencourt Jr N., & Semir J. (2004) Pollination biology and breeding system of *Zeyheria montana* (Bignoniaceae). *Plant Sys. Evol.* **247**(3), 241-254.
- Blumthaler M., Ambach W. & Ellinger R. (1997) Increase in solar UV radiation with altitude. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **39**, 130–134.
- Bond W. J. (2008) What Limits Trees in C 4 Grasslands and Savannas? *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **39**, 641–659.
- Bradshaw S. D., Dixon K. W., Hopper S. D., Lambers H., & Turner, S. R. (2011) Little evidence for fire-adapted plant traits in Mediterranean climate regions. *Trends in Plant Sci.* **16**(2), 69-76.
- Bradstock R. A. (2010) A biogeographic model of fire regimes in Australia: Current and future implications. *Glob. Ecol. Biogeogr.* **19**, 145–158.
- Brito J. O. (2008) Agricultura tropical: quatro décadas de inovação tecnológica, institucionais e políticas: Poder calorífico de madeira usadas em reflorestamento no Brasil. In: Albuquerque A. C. S., Silva A. G. (Ed.) Agricultura tropical: quatro décadas de inovação tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. v. 1, p. 748.
- Burchard P., Bilger W. & Weissenböck G. (2000) Contribution of hydroxycinnamates and flavonoids to, epidermal shielding of UV-A and UV-B radiation in developing rye primary leaves as assessed by ultraviolet-induced chlorophyll fluorescence measurements. *Plant, Cell Environ.* **23**, 1373–1380.
- Bussotti F., Ferrini F., Pollastrini M. & Fini A. (2013) The challenge of Mediterranean sclerophyllous vegetation under climate change: From acclimation to adaptation. *Environ. Exp. Bot.* **103**, 80-98.
- Campos J. (1994) O eterno plantio: um reencontro com a natureza. São Paulo: *Pensamento*, 250.

- Castro M. M. & Machado S. R. (2003) Células e tecidos secretores. *In: Appezato- Da- Glória, B. & Carmello-Guerreiro, S. M. (Ed.). Anatomia vegetal. Viçosa, MG: UFV, 2003. p. 186.*
- Chapin, F.S., Matson, P.A. and Mooney, H.A. (2002) *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York: Springer.
- Charles-Dominique T., Beckett H., Midgley G. F. & Bond W. J. (2015) Bud protection: A key trait for species sorting in a forest-savanna mosaic. *New Phytol.* **207**, 1052–1060.
- Clarke P. J., Lawes M. J., Midgley J. J. *et al.* (2013) Resprouting as a key functional trait: How buds, protection and resources drive persistence after fire. *New Phytol.* **197**, 19–35.
- Coutinho L. M. (2000) O bioma do cerrado. *Eugene Warming e o cerrado brasileiro* (AL Klein, ed.), 77-92.
- Crosby K. & Latta R. G. (2013) A test of the reproductive economy hypothesis in plants: More offspring per capita come from large (not small) parents in *Avena barbata*. *Evol. Ecol.* **27**, 193–203.
- David R., & Carde J. (1964) Histochemie-coloration differentielle des inclusions lipidiques et terpeniques des pseudophylles du pin maritime au moyen du reactif nadi. *comptes rendus hebdomadaires des seances de l academie des sciences*, **258**(4), 1338-1340.
- Dodonov P., Xavier R. de O., Tiberio F. C. dos S., Lucena I. C. de, Zanelli C. B. & Silva Matos D. M. da (2014) Driving factors of small-scale variability in a savanna plant population after a fire. *Acta Oecol.* **56**, 47-55.
- Durigan G., Ratter J. A., Bridgewater S., Siqueira M. F. & Corrêa Franco G. A. D. (2003) Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. *Hoehnea.* **30**, 39–51.
- Eiten G. (1972) The cerrado vegetation of Brazil. *Bot. Rev.* **38**(2), 201-341.

- Elias S. R. M., Assis R. M., Stacciarini-Seraphin E. & Rezende M. H. (2003) Anatomia foliar em plantas jovens de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae). *Rev. Bras. Botânica*. **26**, 169–174.
- Felfili J. M., da Silva Júnior M. C., Mendonça R. C., Fagg C. W., Filgueiras T., & Mecnas V. (2015) Composição florística da estação ecológica de Águas Emendadas no Distrito Federal. *Heringeriana*, **1**(2), 25-85.
- Fiedler N. C., Nuno I., Azevedo C. De, Medeiros M. B. De & Venturoil F. (2002) Effect of Fire Onthe Structure and Floristic Composition of a Cerrado Sensu Stricto Area in Fazenda Água Limpa-Df. *Rev. Árvore*. **28**, 129–138.
- Franceschi V. R. & Nakata P. A. (2005) Calcium oxalate in plants: Formation and Function. *Annu. Rev. Plant Biol.* **56**, 41–71.
- Gentry A. H. (1992) Bignoniaceae: Part II (Tribe Tecomeae). *Flora Neotrop.* 1-370
- Giglio L., Loboda T., Roy D. P., Quayle B. & Justice C. O. (2009) An active-fire based burned area mapping algorithm for the MODIS sensor. *Remote Sens. Environ.* **113**, 408–420.
- Goldenberg R. (2004) O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Bot. Brasilica*. **18**, 927–947.
- Grady J. M. & Hoffmann W. A. (2012) Caught in a fire trap: Recurring fire creates stable size equilibria in woody resprouters. *Ecology*. **93**, 2052–2060.
- Guimarães, E., 2008, Biologia reprodutiva de *Jacaranda oxyphylla* Cham. e *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, SP, Brasil. Tese de doutorado.
- Gurevitch J., Scheiner S.M. & Fox G.A. (2009) *Ecologia Vegetal* (2ª Ed.), Artmed, ISBN 978- 853-6319-18-6, Porto Alegre, Brazil.
- Hara T., Kobayashi E., Ohtsubo K. et al. (2015) Organ-level analysis of idioblast patterning in egeria densa planch. Leaves. *PLoS One* **10**, 1–18.
- Higgins S. I., Bond W. J. & Trollope W. S. W. (2000) Fire, resprouting and variability: A recipe for grass-tree coexistence in savanna. *J. Ecol.* **88**, 213–229.

- Hoffmann W. A. (1996) The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *J. Ecol.* 383-393.
- Hoffmann W. (2000) Post-Establishment Seedling Success in the Brazilian Cerrado: A Comparison of Savanna and Forest Species. *Biotropica*. **32** , 62–69.
- Hoffmann W. A. & Solbrig O. T. (2003) The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. *For. Ecol. Manage.* **180**, 273–286.
- Jacomine P. K. T. (1972) Levantamento exploratório – reconhecimento do solo do estado do Maranhão. Embrapa Solos-Séries anteriores (INFOTECA-E).
- Johansen D. A. (1940) *Plant microtechnique: McGraw-Hill Book Company, Inc:* London; 530p.
- Krawchuk M. A. & Moritz M. A. (2011) Constraints on global fire activity vary across a resource gradient. *Ecology*. **92** , 121–132.
- Lacerda M. P. C. & Barbosa I. O. (2012) Relações Pedomorfogeológicas e Distribuição de Pedoformas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal. *Rev. Bras. Cienc. do Solo* **36**, 709–721.
- Lambers H, Chapin F, Pons T (2008) *Plant physiological ecology*. Springer, New York.
- Larcher, W. (2000). *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos–SP RiMa.
- Linsingen L. Von, Sonehara J. d. S., Uhlmann A. & Cervi A. (2006) Composição florística do parque estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. *Acta Biol. Par.* **35** (3-4): 197-232.
- Martins C. R., Hay J., Valls J. F., Leite L. L., & Henriques R. P. B. (2007) Levantamento das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, Brasil. *Natureza & Conservação* **5**(2), 23-30.
- Mazza C. A., Boccalandro H. E., Giordano C. V., Battista D., Scopel A. L. & Ballaré C. L. (2000) Functional Significance and Induction by Solar Radiation of Ultraviolet-Absorbing Sunscreens in Field-Grown Soybean Crops. *Plant Physiol.* **122**, 117–126.

- Medeiros T. C. C. (2013) Padrões de Campo Sujo Seco na paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Taquaruçu Grande no município de Palmas-TO. Universidade de São Paulo.
- Medeiros M. B. & Miranda H. S. (2008) Post-fire resprouting and mortality in Cerrado woody plant species over a three-year period. *Edinburgh J. Bot.* **65**, 53–68.
- Mendonça F., & Danni-Oliveira I. M. (2007). *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. Oficina de textos. São Paulo.
- Middleton E. M. & Teramura a. H. (1993) The Role of Flavonol Glycosides and Carotenoids in Protecting Soybean from Ultraviolet-B Damage. *Plant Physiol.* **103**, 741–752.
- Miranda A. C., Miranda H. S., De Fátima Oliveira Dias I. & De Souza Dias B. F. (1993) Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. *J. Trop. Ecol.* **9**, 313–320.
- Mittler R. (2006) Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends Plant Sci.* **11**, 15–19.
- Miyanishi K. & Kellman M. (1986) The role of root nutrient reserves in regrowth of two savanna shrubs. *Can. J. Bot.* **64**, 1244–1248.
- Moles A. T., Warton D. I., Warman L. et al. (2009) Global patterns in plant height. *J. Ecol.* **97**, 923–932.
- Nogueira J., Rambal S., Barbosa J. & Mouillot F. (2017) Spatial Pattern of the Seasonal Drought/Burned Area Relationship across Brazilian Biomes: Sensitivity to Drought Metrics and Global Remote-Sensing Fire Products. *Climate* **5**, 42.
- O'brien T., Feder N., & McCully M. E. (1964). Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma*, **59**(2), 368-373.
- Oliveira S. D. S. (2009) Porto Nacional: De Porto Real a Espaço Periférico de Palmas (TO). Universidade Federal de Goiás.

- Oliveira-Filho A. D., & Oliveira L. D. A. (1988). Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil.(Solanaceae) em Lavras, MG. *Rev. Bras. Bot.* **11**(1), 23-32.
- Oliveira Junior E. N. de, Santos C. D. dos, Abreu C. M. P. de, Corrêa A. D. & Santos J. Z. L. (2003) Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento. *Ciênc. Agrotec.* **27** , 846–851.
- Orlowsky B. (2014). iki.dataclim: Consistency, Homogeneity and Summary Statistics of Climatological Data. R package version 1.0. In.
- Pausas J. G., Bradstock R. A., Keith D. A. *et al.* (2004) Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems. *Ecology* **85**, 1085–1100.
- Pausas J. G., Keeley J. E. & Schwilk D. W. (2017) Flammability as an ecological and evolutionary driver. *J. Ecol.* **105**, 289–297.
- Pearse A. G. E. (1972). *Histochemistry: theoretical and applied*. Vol. 2' 4^a ed. Churchill Livingston, Edinburgh.
- Pérez-Harguindeguy N., Diaz S., Garnier E. *et al.* (2013) New Handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Aust. J. Bot.* **61**, 167–234.
- Pilon N. A. L. & Durigan G. (2017) Growing faster and colonizing first: Evolutionary and ecological advantages of the tallest individuals within a cohort. *Austral Ecol.* **42**, 611–616.
- R Core Team (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Ratter J. A., Bridgewater S., & Ribeiro J. F. (2003) Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edin. J. Bot.* **60**(1), 57-109.
- Reboita M. S., Krusche N., Ambrizzi T., & Rocha R. P. d. (2012) Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. *Terrae Didat.* **8**, 34-50.
- Ricklefs R. E. (2014). *A economia da natureza*. Guanabara Koogan.

- Salazar A. & Goldstein G. (2014) Effects of fire on seedling diversity and plant reproduction (sexual vs. vegetative) in neotropical savannas differing in tree density. *Biotropica*. **46**, 139–147.
- Sandquist D. R. & Ehleringer J. R. (1997) Intraspecific variation of leaf pubescence and drought response in *Encelia farinosa* associated with contrasting desert environments. *New Phytol.* **135**, 635–644.
- Searles P. S., Flint S. D. & Caldwell M. M. (2001) A meta-analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. *Oecologia* **127**, 1–10.
- Selmar D. & Kleinwächter M. (2013) Stress enhances the synthesis of secondary plant products: The impact of stress-related over-reduction on the accumulation of natural products. *Plant Cell Physiol.* **54**, 817–826.
- Silva L. L. H., Oliveira E., Calegari L., Pimenta M. C., Kevia M. & Dantas L. (2017) Características dendrométricas, físicas e químicas da *Myracrodruon urundeuva* e da *Leucaena leucocephala*. *Flor. Ambient.*, **24**, 1-8.
- Strasburguer E., Noll F., Schenck H., Schimper A. F. W. (1983) Tratado de Botânica. Stuttgart, Nueva York.
- Suchar V. A., Robberecht R. (2017) Integration and scaling of UV-B radiation effects on plants: the relative sensitivity of growth forms and interspecies interactions. *J. Plant Ecol.* 1-15.
- Uhlmann A., Curcio G., Galvao F., & Silva S. (1997) Relationships between distribution of vegetation physiognomic types and geomorphic and pedological patterns in a savanna area (Cerrado) in southern Brazil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*.
- Vale A. T., Moreira A. C. O., Martins I. S. (2017) Avaliação do potencial energético de *Bambusa vulgaris* em função da idade. *Flor. Ambient.* **24**, 1-9.
- Valladares F., Gianoli E. & Gómez J. M. (2007) Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New Phytol.* **176**, 749–763.

- Valladares F., Sanchez-Gomez D. & Zavala M. A. (2006) Quantitative estimation of phenotypic plasticity: Bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. *J. Ecol.* **94**, 1103–1116.
- Varner J. M., Kane J. M., Kreye J. K. & Engber E. (2015) The Flammability of Forest and Woodland Litter: a Synthesis. *Curr. For. Reports* **1**, 91–99.
- Vasconcelos H. L., Araújo G. M. & Gonzaga E. A. R. (2014) Plano de Manejo: RPPN Reserva Ecológica do Panga.
- Verdaguer D., Díaz-Guerra L., Font J., González J. A. & Llorens L. (2018) Contrasting seasonal morphological and physio-biochemical responses to UV radiation and reduced rainfall of two mature naturally growing Mediterranean shrubs in the context of climate change. *Environ. Exp. Bot.* **147**, 189–201.
- Wagner G. J., Wang E. & Shepherd R. W. (2004) New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Ann. Bot.* **93**, 3–11.
- Walter H., Harnickell E., & Mueller-Dombois D. (1975) *Climate diagram maps. Supplement to Vegetation Monographs*. Springer-Verlag, New York, 36.
- Weiner J. (2004) Allocation, plasticity and allometry in plants. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* **6**, 207–215.
- Zar J.H. (2010) *Biostatistical analysis*. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, p. 239-241.