

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 16/02/2018.



**unesp**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Campus Botucatu



# **Distribuição de espécies com folhas homobárnicas e heterobárnicas no Cerrado e na Floresta Estacional Semidecídua**

**KATIANE REIS MENDES**

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia 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**

**2016**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“Julio de Mesquita Filho”**  
**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU**

**Distribuição de espécies com folhas homobárnicas e heterobárnicas**  
**no Cerrado e na Floresta Estacional Semidecídua**

**KATIANE REIS MENDES**

**PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> TATIANE MARIA RODRIGUES**

**ORIENTADORA**

**PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CARMEN SÍLVIA FERNANDES BOARO**

**CO – ORIENTADORA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biotecnologia 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**

**2016**



unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Campus Botucatu



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Mendes, Katiane Reis.

Distribuição de espécies com folhas homobárnicas e heterobárnicas no Cerrado e na Floresta Estacional Semidecídua / Katiane Reis Mendes. - Botucatu, 2016

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

Orientador: Tatiane Maria Rodrigues

Coorientador: Carmen Silvia Fernandes Boaro

Capes: 20302037

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

Palavras-chave: Anatomia foliar; Cerradão; Cerrado stricto sensu; Extensão da bainha de feixe; Floresta estacional semidecídua; Porte.

## AGRADECIMENTOS

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** (CNPq) pela bolsa de estudos concedida durante o mestrado.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo** (Fapesp) pelo auxílio financeiro para execução desta pesquisa (Proc.2014/12482-2).

À **Profa. Dra. Tatiane Maria Rodrigues**, pela confiança, orientação e comprometimento.

À **Profa. Dra. Carmen Silvia Fernandes Boaro**, pela co-orientação e apoio.

À **Profa. Dra. Silvia Rodrigues Machado**, pelo auxílio nas coletas e condução ao campo.

Ao **Prof. Dr. Luciano Barbosa** e, especialmente, à **Profa. Dra. Martha Maria Mischan**, pela ajuda e suporte na realização das análises estatísticas deste trabalho.

À **Prof. Dra. Ana Paula Fortuna Perez**, ao **Prof. Dr. Prof. Rubens Teixeira de Queiroz**, da Universidade Federal da Paraíba, e ao amigo **Dr. Sérgio Adachi**, pela identificação das espécies coletadas.

À **Leonice Aparecida Garcia** (Nice) pela agilidade no registro das espécies armazenadas no Herbário BOTU.

À **Profa. Elza Guimarães**, pelo empréstimo de livro e dicas na coleta de dados climáticos.

Ao **Prof. Luís Fernando** e seus orientados **Angélica Lino**, **Roberto Portella** e **Luís Paulo**, por deixarem seus afazeres e me ajudar nos dados estatísticos e meteorológicos.

Aos amigos: **Valdemir Ferreira Jr**, pela amizade e pela ajuda, desde o início das atividades deste trabalho; **Stefany Cristina**, além da amizade, apareceu num momento importante na execução desta pesquisa. À **Heloiza Cassola**, pela identificação prévia do material botânico e pela paciência em campo; e à **Amanda Cristina Esteves Amaro**, pelo auxílio na estatística e na redação e por sempre estar disponível a me ajudar. Obrigada pela equipe formada para execução deste trabalho.

Às amigas: **Marília Quinalha**, **Fernanda Palermo**, **Camila Vaz**, **Ana Maria Ruocco**, **Eliza de Oliveira**, **Ana Liz Uchida**, **Valéria Daniela** e **Tanya Melissa** por fazerem da minha estadia em Botucatu, um lugar mais leve e divertido; à **Yve Canaveze**, pelos ensinamentos e auxílio no laboratório e por estar disponível a me ajudar sempre que preciso, te agradeço imensamente por tudo; ao **Ricardo Tozin**, pela ajuda e suporte antes mesmo de eu entrar na Pós, meu muito obrigada! Aos amigos de laboratório: **Ivanilde**, **Juan Nicolai**, **Patrícia França**, **Maela** e **Camila Zanetti**.

Em especial, agradeço a **Deus**, por permitir realizar este sonho profissional, proporcionando coragem e força para passar tanto tempo longe daqueles que mais amo. Obrigada à minha família: meus amados pais **Geraldo Mendes** e **Maria Joana Reis Mendes**, às minhas queridas irmãs **Diana Reis Mendes** e **Jeane Reis Mendes** e ao meu príncipe **Ricardo Tajra de Figueiredo**, um dos grandes responsáveis pela realização deste sonho, pelo apoio que me deram, desde o momento que decidi estudar em outro estado e pela força, conselhos e pensamentos positivos que mesmo de longe são muito bem-vindos.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste estudo, meus sinceros agradecimentos!

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este Mestrado aos meus pais, Geraldo e Maria Joana, às minhas irmãs Jeane e Diana e ao meu namorado Ricardo Tajra pelo amor, incentivo e apoio em todas as minhas escolhas e decisões.

Dedico, especialmente, ao meu avô materno Urbano Reis (*in memoriam*), pois todo meu mestrado fiquei imaginando o quanto feliz e orgulhoso ele estaria/está de mim.

A vitória desta conquista dedico, com todo meu amor, unicamente, a vocês!

Conforme estabelecido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica) do IBB, UNESP, os resultados obtidos durante a execução deste Projeto de Mestrado foram reunidos em um artigo científico para publicação, que é apresentado de acordo com as normas do periódico *Annals of Botany* (A1 – Comitê de Biodiversidade da Capes).

**Distribuição de espécies com folhas homobárnicas e heterobárnicas  
no Cerrado e na Floresta Estacional Semidecídua**

**SUMÁRIO**

RESUMO .....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
Área de estudo.....	11
Material Vegetal .....	12
Herborização.....	12
Microscopia de Luz.....	13
Classificação do tipo foliar.....	13
Análises estatísticas.....	15
RESULTADOS.....	15
DISCUSSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36



MENDES, K. R. **DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES COM FOLHAS HOMOBÁRICAS E HETEROBÁRICAS NO CERRADO E NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA.** 2016. 38p. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

**RESUMO** - Em folhas de diversas espécies vegetais, a bainha de células que envolve os feixes vasculares se estende em direção à epiderme em ambas as faces do limbo formando extensões da bainha do feixe (EBF), o que caracteriza folhas heterobáricas. Folhas que não apresentam EBF são chamadas homobáricas. Pesquisas demonstram que folhas homobáricas garantem maior difusão lateral de gases, enquanto as EBF podem atuar na condução de água e aumentar o desempenho fotossintético foliar garantindo a transferência de luz para as camadas mais internas do mesofilo. As diferenças morfofuncionais entre os dois tipos foliares parecem estar relacionadas ao ambiente onde as plantas ocorrem e à sua distribuição nos diferentes estratos vegetacionais. Entretanto, para formações vegetais no Brasil não foram encontrados estudos sobre a distribuição de espécies com folhas homobáricas e heterobáricas. Esse trabalho teve como objetivo estudar a anatomia foliar de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas na floresta estacional semidecídua, cerradão e cerrado *stricto sensu* a fim de identificar folhas homobáricas e heterobáricas, buscando associar a presença/ausência de EBF com o porte das plantas e com o ambiente. Quadrantes de 20mX20m foram demarcados nos fragmentos vegetacionais. Folhas completamente expandidas foram coletadas de 59 espécies no cerradão (32 arbóreas; 19 arbustos e 8 herbáceas); 68 espécies no cerrado *stricto sensu* (21 arbóreas; 30 arbustos e 17 herbáceas) e 51 espécies na floresta estacional semidecídua (23 arbóreas; 17 arbustos e 11 herbáceas). Amostras do limbo foliar foram processadas segundo técnicas usuais em anatomia vegetal. Nossos resultados sugerem que, embora espécies com folhas homobáricas sejam predominantes em todos os ambientes estudados, espécies com folhas heterobáricas são mais comuns no Cerrado, podendo as EBF estar associadas ao uso eficiente da água nesse ambiente. Embora não tenhamos encontrado uma relação direta entre porte das plantas e tipo foliar, parece existir uma tendência a maior abundância de espécies com folhas heterobáricas entre as de maior porte. Dentre as espécies com folhas heterobáricas, a maioria apresenta EBF constituídas por células de esclerênquima, principalmente no Cerrado, o que pode colaborar no suporte e proteção das folhas contra o colapso em condições de deficiência hídrica e mineral e alta radiação solar. Em consonância com nossos resultados, dados fisiológicos poderão auxiliar a interpretação do papel das EBF no desempenho fotossintético das espécies analisadas e sua relação com a distribuição das espécies nos diferentes ambientes.

**Palavras-chave:** anatomia foliar, cerradão, cerrado *stricto sensu*, floresta estacional semidecídua, extensão da bainha de feixe, porte

MENDES, K. R. **DISTRIBUTION OF SPECIES WITH HOMOBARICS AND HETEROBARICS LEAVES IN BRAZILIAN CERRADO AND SEMIDECIDUOUS SEASONAL FOREST.** 2016. 38p. M.SC THESIS – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

**ABSTRACT** – In leaves of several plants species, the vascular bundle sheath extends toward the epidermis on both sides of the blade forming bundle sheath extensions (BSE), characterizing heterobarics leaves. Leaves lacking BSE are called homobarics. Research shows that homobaric leaves provide greater lateral movements of gases, while the BSE can act conducting water and increasing the leaf photosynthetic performance, what ensures the transference of light to the inner layers of the mesophyll. The morphological and functional differences between the two leaf types seem to be related to the environment where the plants occur and their distribution in the different vegetation strata. However, there are no studies on the distribution of species with homobarics and heterobarics leaves for vegetation formations in Brazil. This work aimed to study the leaf anatomy of herbs, shrubs and trees in semideciduous seasonal forest, cerradão and cerrado *stricto sensu* to identify homobarics and heterobarics leaves, searching to associate the presence / absence of BSE to the plant strata and environmental characteristics. Quadrants of 20mX20m were marked in vegetation fragments. Fully expanded leaves were collected from 59 species in the cerradão (32 tree, 19 shrubs and 8 herbs); 68 species in the cerrado *stricto sensu* (21 tree, 30 shrubs and 17 herbs) and 51 species in the semideciduous seasonal forest (23 tree, 17 shrubs and 11 herbs). Samples of the leaf blade were processed according to standard techniques in plant anatomy. Our results suggest that, while species with homobarics leaves predominate in all the studied environments, species with heterobarics leaves are more common in the Cerrado, and the BSE may be associated with the efficient use of water in this environment. Although we have not found a direct relationship between the plant habit and the leaf type, there seems to be a tendency to greater abundance of species with heterobarics leaves among the higher strata. Among the species with heterobarics leaves, the most of them presents EBF composed of sclerenchyma cells, especially in the Cerrado, which can assist in the support and protection of leaves against the collapse in conditions of water and mineral deficiency and high sun radiation. In consonance with our results, physiological data can help the interpretation of the role of EBF in the photosynthetic performance of the analyzed species and its relation to the distribution of species in different environments.

**Keywords:** bundle sheath extension, cerradão, cerrado *stricto sensu*, habit, leaf anatomy, semideciduous seasonal forest.

## INTRODUÇÃO

As características morfológicas dos órgãos vegetais estão relacionadas ao seu sucesso na colonização de determinado ambiente, pois estão diretamente envolvidas em processos vitais como fotossíntese, movimento de água, absorção de água e nutrientes, dentre outros (Esau, 1960; Larcher, 2003; Kenzo *et al.*, 2007; Lehmann *et al.*, 2014). Nesse sentido, as folhas são consideradas órgãos de grande plasticidade fenotípica (Dickison, 2000), uma vez que suas características morfológicas podem variar grandemente entre as espécies vegetais (Gifford & Foster, 1989; Kenzo *et al.*, 2007) e em resposta às condições do ambiente (Dickison, 2000; Liakoura *et al.*, 2009).

Em determinadas espécies vegetais, células de parênquima ou esclerênquima que compõem a bainha que envolve os feixes vasculares, se estendem em direção à epiderme de ambas as faces do limbo foliar formando extensões da bainha do feixe (EBF) (Wylie, 1952; Fahn, 1990; Kenzo *et al.*, 2007; Liakoura *et al.*, 2009). As EBF formam divisórias verticais que constituem uma série de compartimentos na lâmina foliar onde as células fotossinteticamente ativas estão situadas (Terashima, 1992); tais compartimentos são denominados aréolas ou compartimentos das EBF (Terashima, 1992; Liakoura *et al.*, 2009). De acordo com a presença ou ausência das EBF, as espécies vegetais podem ser classificadas em dois grandes grupos - espécies com folhas heterobáricas e espécies com folhas homobáricas, respectivamente (Neger, 1918; Wylie, 1943, 1951, 1952; Terashima, 1992; Kenzo *et al.*, 2007).

Folhas heterobáricas e homobáricas diferem entre si não somente em traços estruturais, mas também em características mecânicas e funcionais (Kenzo *et al.*, 2007). Estudos demonstram que as EBF desempenham papel importante na condução de água e luminosidade e na sustentação do limbo de folhas heterobáricas (Wylie, 1943; Karabourniotis *et al.*, 2000; Liakoura *et al.*, 2009), podendo ser responsáveis pela rápida resposta dos estômatos à baixa umidade, pelo suporte e proteção contra colapso foliar após estresse hídrico, pela proteção contra evaporação e pela transferência de luz visível para as camadas internas do mesófilo (Siebke & Weis, 1995; Mott & Buckley, 2000; West *et al.*, 2005; Kenzo *et al.*, 2007). Por outro lado, a ausência de compartimentos no limbo de folhas homobáricas também pode ser vantajosa, possibilitando o maior movimento lateral de gases (Parkhurst, 1994; Rhizopoulou & Psaras, 2003; Pieruschka *et al.*, 2005, 2006). Além disso, as células que compõem as EBF são livres de espaços intercelulares e de pigmentos fotossintetizantes (Wylie, 1952; Terashima, 1992; Liakoura *et al.*, 2009), fazendo com que as folhas

heterobáricas apresentem área fotossinteticamente ativa menor que as espécies com folhas homobáricas (Terashima, 1992; Inoue *et al.*, 2015).

A predominância de espécies com folhas homobáricas ou heterobáricas parece estar relacionada ao ambiente onde as plantas ocorrem e à sua distribuição nos diferentes estratos vegetacionais (Kenzo *et al.*, 2007). Estudos sugerem que espécies com folhas heterobáricas ocorrem preferencialmente em florestas decíduas caracterizadas por estação seca e/ou fria definida (Terashima, 1992), enquanto espécies com folhas homobáricas são dominantes em florestas sempre-verdes de regiões quentes e úmidas (Boeger *et al.*, 2004; Kenzo *et al.*, 2007). Entretanto, até mesmo num mesmo bioma, fatores microambientais como intensidade luminosa, temperatura e umidade parecem influenciar significativamente na distribuição espacial de espécies com diferentes tipos foliares. Nesse sentido, Kenzo *et al.* (2007) mostraram que, numa floresta tropical da Malásia, a maioria das espécies do sub-bosque apresenta folhas homobáricas, enquanto que as espécies de dossel, emergentes ou em clareiras possuem folhas heterobáricas. Ainda, a ocorrência de EBF em folhas heterobáricas de espécies arbóreas e arbustivas também parece ser mais freqüente que em espécies herbáceas em ambientes xeromórficos (Liakoura *et al.*, 2009).

No Brasil, a Floresta e o Cerrado são domínios contrastantes, principalmente quanto à luminosidade à qual as plantas estão sujeitas (Hoffman & Franco, 2003). As florestas estacionais semidecíduas estão condicionadas à ocorrência de clima estacional que determina a semideciduidade da folhagem da cobertura florestal. Na zona tropical, associa-se à região marcada por acentuada seca hiberna e por intensas chuvas de verão (IBGE, 2012). São caracterizadas pela vegetação densa, com dossel mais fechado e pela estrutura em camadas, com um estrato arbóreo formado por árvores que podem atingir até 30 metros de altura (Joner *et al.*, 2012). O Cerrado é um mosaico vegetacional composto por várias fisionomias que variam entre formações florestais (cerradão), savânicas (cerrado *stricto sensu*) e campestres (campo cerrado) (Coutinho, 1978, 2006; Ishara, 2010), sendo bastante diversificado quanto às espécies vegetais (Myers, 1990; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006). O clima típico da região dos cerrados é quente, semi-úmido e notadamente sazonal, com verão chuvoso e inverno seco (Alves & Rosa, 2008). O gradiente fisionômico típico do Cerrado é gerado pelas diferentes proporções de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas. Assim, no cerradão, onde predominam espécies lenhosas, a vegetação arbórea é contínua e densa cobrindo entre 50% e 90% da superfície do solo; nessa fisionomia, são comumente encontradas árvores que apresentam de 8 a 15 metros de altura (Durigan *et al.*, 2004; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Ishara, 2010). O cerrado *stricto sensu* é caracterizado pela presença de vegetação arbustivo-arbórea não contínua que cobre entre 20% e 50% da superfície; as

árvores e arbustos apresentam de 3 a 8 metros de altura e espécies herbáceas são abundantes (Durigan *et al.*, 2004; Ishara, 2010).

Embora exista um número expressivo de estudos sobre anatomia foliar de espécies da floresta estacional e do Cerrado no Brasil (Graçano *et al.*, 2001; Cardoso & Sajo, 2006; Esposito-Polesi *et al.*, 2011; Bieiras & Sajo 2009; Proença & Sajo, 2007; Rio *et al.*, 2005; e Reis *et al.*, 2005), a relação entre traços estruturais e ecofisiológicos tem sido pouco explorada (Tjoelker *et al.*, 2005; Rossatto *et al.*, 2015). Dessa forma, a identificação dos padrões de distribuição de espécies com folhas homobárnicas e heterobárnicas nesses ambientes pode sugerir se os processos ecofisiológicos característicos de cada ambiente estão relacionados aos padrões estruturais observados.

Assim, considerando que diferentes características foliares são expressas sob diferentes condições ambientais e que certos grupos de traços morfológicos ou funcionais tendem a prevalecer em um determinado ambiente (Evans, 1999; Boeger *et al.*, 2004; Vieira *et al.*, 2014), esse trabalho teve como objetivo estudar a anatomia foliar de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas na floresta estacional semidecídua, cerradão e cerrado *stricto sensu* a fim de identificar folhas homobárnicas e heterobárnicas, buscando associar a presença/ausência de EBF com o porte das plantas e as características do ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, K.A. & ROSA, R. Espacialização de dados climáticos do cerrado mineiro. *Revista Horizonte Científico* v.2, pp. 1-28.2008.
- ALVES, T.R. *Diversidade de mamíferos de médio e grande porte e sua relação com o mosaico vegetacional na fazenda experimental EDGÁRDIA, UNESP, BOTUCATU/SP.* Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu 2009
- AOKI M. YABUKI K. KOYAMA H. Micrometeorology of Pasoh forest. *Malayan Nature Journal* v.30, pp. 149-159. 1978
- BIERAS, A. C & SAJO, M das G. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. *Trees*.v.23, n.3, pp.451-471.2009
- BOEGER, M.R.T.; ALVES, L.C.; NEGRELLE, R.R.B. Leaf morphology of 89 tree species from a lowland tropical rain forest (Atlantic forest) in south Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v. 47; pp. 933-943. 2004.
- Bukatsch, F. 1972. Bemerkungen zur Doppelfärbung: Astrablau-Safranin. *Mikrokosmos* 61: 255. Chaubal, R. ; Wilmot, V.A. & Wynn, W.K. 1991. Visualization, adhesiveness, and cytochemistry of the extracellular matrix produced by urediniospore germ tubes of *Puccinia sorghi*. *Cano J. Bot.* 69: 2044-2054.
- CARDOSO, C.M.V & SAJO, M das G.. Leaf venation in Brazilian species of Myrtaceae *Adans. Acta Bot. Bras.* v.20, n.3, pp. 657-669. 2006.

- CARVALHO, W; PANOSO, L.A.; MORAES, M.H. Levantamento semi-detalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia, Município de Botucatu - SP. *Boletim científico. FEPAF*, v.1/2, n.2, pp.1-467, 1991
- CEPAGRI, Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. 2010. Clima dos Municípios Paulistas. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>> Acesso em 17 maio 2014
- COUTINHO, L.M. O conceito de bioma . *Acta bot. bras.* v.20, n.1, pp. 1-11. 2006.
- COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* v.1: 17-23. 1978.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climáticapara os municípios de Botucatu e São Manoel, SP. **IRRIGA, BOTUCATU**, v. 14, n. 1, pp.1-11, 2009.
- DICKISON, W.C. *Integrative Plant Anatomy*. Massachusetts: Harcourt/Academic Press. 2000.
- DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C; SIQUEIRA, M.F. Plantas do Cerrado Paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo. 2004.
- ESAU, K. Anatomia das plantas com sementes, São Paulo: Edgard Blücher. 1960
- ESPOSITO-POLESI, N.P; RODRIGUES, R.R. & ALMEIDA, M. ANATOMIA ECOLÓGICA DA FOLHA DE *Eugenia glazioviana* KIAERSK (MYRTACEAE). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.2, pp.255-263. 2011.
- EVANS J. R. Leaf anatomy enables more equal access to light and CO<sub>2</sub>between chloroplasts. *New Phytologist* v.143, pp: 93–104. 1999.
- FAHN, A. Plant Anatomy.Pergamon Press. Oxford. 1990.
- GERRITS, P.O. The application of glycol methacrylate in histotechnology: some fundamental principles. Netherlands, Departament os Anatomy and Embyology State University Groningen. 1991.
- Gifford, E.M. & Foster, A.S. Morphology and evolution of vascular plants. 3rd. ed. New York, W. H. Freeman and Company. 1989
- GOTTSBERGER, G., SILBERBAUER - GOTTSBERGER, I. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. v 1. Origin, structure, dynamics and plant use. *Reta Verlag, Ulm*, pp. 277. 2006.
- GRAÇANO, D; AZEVEDO, A.A & PRADO, J. Anatomia foliar das espécies de Pteridaceae do Parque Estadual do Rio Doce (PERD)- MG. *Revista Brasileira de Botânica* v. 23. pp..333-347. 2001.

- HOFFMAN, W.A & FRANCO, A.C. Comparative growth analysis of tropical Forest and savanna plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology* v. 91, n. 3, pp. 475–484. 2003.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, pp.92. 1992.
- INOUE, Y *et al.*, Leaf water use in heterobaric and homobaric leafed canopy tree species in a Malaysian tropical rain forest. *Photosynthetica*, v 53, n.2, pp. 177-186. 2015.
- ISHARA, K.L. Aspectos fisiológicos e estruturais de três fisionomias de Cerrado no Município de Pratânia, São Paulo. 156p. Tese (Doutorado) (Ciências Biológicas – Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2010.
- JOHANSEN, W.A. *Planta microtechnique*. New York: McGraw Hill Book. pp.523. 1940.
- JONER, D.C; RIBEIRO, L.F.; SANTOS, P.S. Caracterização espaço temporal de duas florestas estacionais do oeste baiano, Barreira-BA. v.32, n.1, pp.135-150. 2012.
- KAMAKURA, M *et al.*, Patchy stomatal behavior during midday depression of leaf CO<sub>2</sub> exchange in tropical trees. *Tree Physiology* v.00, pp. 1–9. 2011.
- KARABOURNIOTIS G.; BORNMAN J. F.; NIKOLOPOULOS, D. A possible optical role of the bundle sheath extensions of some heterobaric leaves. *Plant, Cell & Environment* v.23, pp. 423–430. 2000.
- KARABOURNIOTIS, G.; BORNMAN, J.F.; NIKOLOPOULOS, D. A possible optical role of the bundle sheath extensions of the heterobaric leaves of *Vitis vinifera* and *Quercus coccifera*. Athens. *Plant, Cell and Environment* v.23, pp. 423-430. 2000.
- KASHIMURA, S., T. HIROMI, & I. NINOMIYA. The leaf anatomical structure of broadleaf plant. Homobaric leaf and heterobaric leaf. *Bulletin of the Ehime University Forest* v.38, pp. 23–36 (in Japanese with English abstract). 2000.
- KENZO, T.; ICHIE, T; WATANABE, Y; HIROMI, T. Ecological distribution of homobaric and heterobaric leaves in tree species of Malaysian lowland tropical rainforest. *American Journal of Botany* v.94, pp. 764-755. 2007.
- LARCHER, W. *Physiological Plant Ecology* (Foyrth edition), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003.
- LEHMANN, C.R., ANDERSON, T.M, SANKARAN, M., HIGGINS, S.I., ARCHIBALD, S., HOFFMANN, W.A., HANAN, N.P., WILLIAMS, R.J., FEN SHAM, R.J., FELFILI, J., HUTLEY, L.P., RATNAM, J., JOSE, J.S., MONTES, R., FRANKLIN, D., RUSSELLSMITH, J., RYAN, C.M., DURIGAN, G., HIERNAUX, P., HAIDAR, R., BOWMAN, D.J.S. & BOND, W.J. Savanna Vegetation-Fire-Climate Relationships Differ Among Continents. *Science* 343: 548-552. 2014.



- LIAKOURA, V; FOTELLI, M.N; RENNENBERG, H; KARABOURNIOTIS, G. Should structure – function relations be considered separately for homobaric vs. heterobaric leaves? *American Journal of Botany* v. 96, n.3, pp. 612–619. 2009.
- MACHADO, S.R.; BARBOSA, S.B. & CAMPOS, J.C. *Cerrado Palmeira da Serra: guia ilustrado*. RiMa, São Carlos. 2005.
- Mauseth JD (1988) *Plant Anatomy*. The Benjamin/Cummings Publication Company, Menlo Park, CA
- MCCLENDON, J.H. Photographic survey of the occurrence of bundlesheath extensions in deciduous dicots. *Plant Physiology* v.99, pp. 1677– 1679. 1992.
- MEDINA, E., GARCIA, V. & CUEVAS, E. 1990. Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf, structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forest of the upper Rio Negro region. *Biotropica* 22:51-64.
- MOTT, K.A & BUCKLEY, T.N, Patchy stomatal conductance: emergent collective behaviour of stomata. *Trends in Plant Science* , v.5 , n.6 , pp. 258 – 262.2000.
- Myers, R. H. (1990). *Classical and Modern Regression with Applications*. PWS-Kent Publishing Company.
- NEGER, F. W. Die Wegsamkeit der Laubblätter für Gase. *Flora* .v.11, pp. 152-161. 1918.
- NIKOLOPOULOS, D.; LIAKOPOULOS, G.; DROSSOPOULOS, I & KARABOURNIOTIS, G.. The relationship between anatomy and photosynthetic performance of heterobaric leaves. *Plant Physiology* v.129, pp. 235–243. 2002.
- O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* v.59, pp. 368-373. 1964.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo. EMBRAPA – Solos, Rio de Janeiro e IAC, Campinas. 1999.
- ORTEGA, V.R.; ENGEL, V.L. Conservação da Biodiversidade de remanescentes de Mata Atlântica na região de Botucatu, SP. *Revista do Instituto Florestal* v.4, pp. 839-852.1992.
- PARKHURST, D.F. Tansley Review No. 65. Diffusion of CO<sub>2</sub> and Other Gases Inside Leaves. *New Phytologist* .v. 126, n. 3, pp. 449-479. 1994.
- PIERUSCHKA, R.,; SCHURR, U; JAHNKE, S. Lateral gas diffusion inside leaves. *Journal of Experimental Botany* v.56, pp. 857-867. 2005.

- PIERUSCHKA, R.; SCHURR, U; JENSEN, M; WOLFF, W.F; JAHNKE, S.. Lateral diffusion of CO<sub>2</sub> from shaded to illuminated leaf parts affects photosynthesis inside homobaric leaves. *New Phytologist* v.169, pp. 779-787. 2006.
- PROENÇA, S. L & SAJO, M das G. Anatomia foliar de bromélias ocorrentes em áreas de cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. *Acta bot. bras.* v.21, n.3, pp. 657-673. 2007
- REIS, C.dos; BIERAS, A.C & SAJO, M. das G. Anatomia foliar de Melastomataceae do Cerrado do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira Botânica*, v.28, n.3, pp.451-466, jul.-set. 2005.
- RHIZOPOULOU, S. & PSARAS, G. K. Development and Structure of Drought-tolerant Leaves of the Mediterranean Shrub *Capparis spinosa* L. *Ann Bot.* 9, n.3, pp. 377-38. 2003.
- RIO, M.C. S; KINOSHITA L. S & CASTRO, M. M. Anatomia foliar como subsídio para a taxonomia de espécies de *Forsteronia* G. Mey. (Apocynaceae) dos cerrados paulistas. *Revista Brasil. Bot.*, v.28, n.4, pp.713-726, out.-dez. 2005.
- ROSSATTO, D R; KOLB, R.M. & FRANCO, A.C. Leaf anatomy is associated with the type of growth form in Neotropical savanna plants. *Botany*, 2015, v.93, n.8, pp. 507-518. 2015.
- SIEBKE, K.; WEIS, E. Assimilation images of leaves of *Glechoma hederacea*: analysis of non-synchronous stomata related oscillations. *Planta* v.196, pp. 155-165. 1995.
- SMA, Secretaria do meio Ambiente. 2010. Quantificação vegetal natural remanescente para os municípios do Estado de São Paulo. Disponível em <[http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/inventarioFlorestal/municipio\\_maior\\_porc.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/inventarioFlorestal/municipio_maior_porc.pdf)> Acesso 13 de abril de 2010.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. *Statistical methods*. Ames: Iowa State College,. 593p, 1974.
- SOBRADO, M.A. & MEDINA, E. 1980. General morphology, anatomical structure, and nutrient content of sclerophyllous leaves of the "bana" vegetation of Amazonas. *Oecologia* 45:341-345.
- TERASHIMA, I. Anatomy of non-uniform leaf photosynthesis. *Photosynthesis Research* v.31, pp. 195-212. 1992.
- Tjoelker MG, Craine JM, Wedin D, Reich PB, Tilman D. 2005. Linking leaf and root trait syndromes among 39 grassland and savannah species. *New Phytologist* 167: 493–508.
- TURNER, I.M. Sclerophylly: Primarily Protective? *Functional Ecology*. v. 8, n., pp. 669-675. 1994.

- WEST, J. D.; PEAK, D.; PETERSON, J.Q.; MOTT, K.A.. Dynamics of stomatal patches for a single surface of *Xanthium strumarium* L. leaves observed with fluorescence and thermal image. *Plant, Cell & Environment* v.28, pp. 633-641. 2005.
- WYLIE, R.B. Principales os foliar organization shown by sun-shade leaves from ten species of deciduous dicotyledonous trees. *American Journal of Botany* v.38, pp.355-361. 1951.
- WYLIE, R.B. The budle sheath extension in leaves of dicotyledons. *American Journal of Botany* v.39, pp. 645-651. 1952.
- WYLIE, R.B. The role of the epidermis in foliar organization and its ralations to the minor venation. *American Journal of Botany* v. 30, pp. 273-280. 1943.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho é parte de um projeto de pesquisa financiado pela FAPESP através de Auxílio Regular à Pesquisa, intitulado “Folhas homobárnicas e heterobárnicas em diferentes fisionomias do Cerrado e relações entre anatomia foliar e trocas gasosas”, Processo 2014/12482-2. Apresenta caráter inédito, não tendo sido encontrados em literatura trabalhos sobre a distribuição de espécies com folhas homobárnicas e heterobárnicas em nenhuma formação vegetacional do Brasil.

Por si só, a utilização dos termos homobárnica e heterobárnica é um aspecto que chama atenção. Vale ressaltar que se trata do resgate de uma nomenclatura bastante utilizada desde meados do século passado, como se pode encontrar, por exemplo, nas obras de Wylie (1943, 1951 e 1952).

Os resultados obtidos nesse trabalho foram interessantes, pois mostram a distribuição de espécies com folhas homobárnicas e heterobárnicas em duas fisionomias de Cerrado e na Floresta Estacional Semidecídica. Observamos que, embora espécies com folhas homobárnicas sejam predominantes em todos os ambientes estudados, espécies com folhas heterobárnicas são abundantes no Cerrado, o que pode estar relacionado com as características ambientais como intensidade luminosa, temperatura e disponibilidade hídrica. Além disso, a abundância de EBF constituídas por células esclerenquimáticas no Cerrado também pode ter relação com as características do ambiente.

Ainda, tivemos refutada a hipótese de associação entre a distribuição de espécies com folhas homobárnicas ou heterobárnicas e os diferentes estratos vegetacionais. Para as formações vegetacionais estudadas, não encontramos relação entre o tipo foliar e o porte das plantas. Se isso se repete para outras formações vegetacionais do Brasil, não podemos afirmar.

Se a formação de compartimentos verdadeiros em folhas heterobárnicas apresenta efetivamente papel fisiológico de importância para as espécies vegetais poderá ser confirmado em estudos futuros que avaliarão as taxas de trocas gasosas das espécies estudadas. Tais avaliações de índices fisiológicos poderão contribuir para o entendimento do papel das EBF no desempenho fotossintético foliar das espécies estudadas.