



JOSÉ CRISPIM REIS DE MORAIS

ANATOMIA FOLIAR E TROCAS GASOSAS DE *Miconia albicans* (SW) STEUD E *Miconia ferruginata* DC (Melastomataceae) EM AMBIENTES DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE NO PARQUE ECOLÓGICO QUEDAS DO RIO BONITO

LEAF ANATOMY AND GAS EXCHANGES OF *Miconia albicans* (SW) STEUD AND *Miconia ferruginata* DC (Melastomataceae) IN CERRADO AND RUPESTRAL ENVIRONMENTS IN THE BONITO RIVER FALL ECOLOGICAL PARK

LAVRAS – MG

2021

JOSÉ CRISPIM REIS DE MORAIS

**ANATOMIA FOLIAR E TROCAS GASOSAS DE *Miconia albicans* (SW) STEUD,
Miconia ferruginata DC (Melastomataceae) EM AMBIENTES DE CERRADO E
CAMPO RUPESTRE NO PARQUE ECOLÓGICO QUEDAS DO RIO BONITO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Botânica Aplicada, área de
concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção
do título de Doutor.

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro
Orientador

Prof. Dr. Nelson Delú Filho
Coorientador

LAVRAS-MG

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Morais, José Crispim Reis de.

Anatomia foliar e trocas gasosas de *Miconia albicans* (SW) Steud, *Miconia ferruginata* DC (Melastomataceae) em ambientes de cerrado e campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito / José Crispim Reis de Moraes. - 2020.

45 p.: il.

Orientador(a): Evaristo Mauro de Castro.

Coorientador(a): Nelson Delú Filho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. *Miconia albicans*. 2. *Miconia ferruginata*. 3. Xeromófica. 4. Plasticidade. 5. Melastomataceae. 6. Anatomia foliar Variação intraespecífica. I. Castro, Evaristo Mauro de. II. Filho, Nelson Delú. III. Título.

JOSÉ CRISPIM REIS DE MORAIS

**ANATOMIA FOLIAR E TROCAS GASOSAS DE *Miconia albicans* (SW) STEUD,
Miconia ferruginata DC (Melastomataceae) EM AMBIENTES DE CERRADO E
CAMPO RUPESTRE NO PARQUE ECOLÓGICO QUEDAS DO RIO BONITO**

**LEAF ANATOMY AND GAS EXCHANGES OF *Miconia albicans* (SW) STEUD AND
Miconia ferruginata DC (Melastomataceae) IN CERRADO AND RUPESTRAL
ENVIRONMENTS IN THE BONITO RIVER FALL ECOLOGICAL PARK**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Botânica Aplicada, área de
concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção
do título de Doutor.

APROVADA em 03 de abril de 2020.

Dr. Thiago Alves Magalhães UFLA

Dr. Felipe de Carvalho Araújo UFLA

Dr. Márcio Paulo Pereira UFLA

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro
Orientador

Prof. Dr. Nelson Delú Filho
Coorientador

LAVRAS-MG

2020

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro, primeiramente pela nossa amizade, assim como pela sua excelente orientação em todos os momentos do trabalho, com toda paciência, sabedoria e envolvimento.

Ao Prof. Dr. Nelson Delú Filho, pela nossa amizade, por seu auxílio no que se refere à Fisiologia Vegetal.

Ao Dr. Felipe Araújo pelas dicas e orientações, e pelo apoio e paciência nos momentos de desânimo e apatia.

Ao meu amigo, colega e mestre, Elias Roma, pela atenção e competência nos momentos de aflição, seu apoio e competência, vieram na hora certa, amigo, muito obrigado.

Aos Professores Drs. José Roberto Scolforo, Dr. Nazareno Mendes e Dra. Édila pela atenção e compreensão para realização deste tão sonhado título de doutor.

Aos alunos de iniciação científica João Lucas Martins Rodrigues, Paulo e Ana Luíza Maria Serpa Andrade, pela grade ajuda nos trabalhos de anatomia no laboratório.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, pelos ensinamentos.

À minha querida Lena, mãe dos meus filhos, pelo apoio e suas orações. E a vocês, meus filhos: Naiara, Matheus e Leandro, por serem meu maior orgulho, minha razão de viver e incentivadores para realização deste sonho.

Às minhas professoras do ensino infantil Nelza Marques, Dona Lurdinha e Maria Eunice de Melo Solto, minha eterna gratidão nos primeiros aprendizados do saber no início de minha trajetória escolar.

Ao meu amigo e companheiro de todas as horas, Claudinho, mesmo sem paciência, me ajudou muito, junto ao computador, na defesa e nos momentos de estresse e angústias, obrigado pela força.

Aos meus pais ausentes, principalmente minha querida mãe que sempre me dizia “Esse meu filho vai longe nos estudos”, sempre dizendo que “no dia da sua defesa do doutorado estarei na primeira fila para aplaudir essa bênção que Deus me deu”. Saudades minha mãe querida! A senhora sempre estará na primeira fila nas minhas conquistas, minha maior incentivadora.

À memória da minha vó Chiquita, que dizia “Esse meu neto vai ser muito letrado”.

“Nos fenômenos vitais mais comuns e, provavelmente os mais importantes, as partes constitutivas são tão interdependentes que perdem o seu caráter, o seu sentido e com certeza a sua existência própria, quando dissecadas do conjunto funcional.”

René Dubos (1965)

RESUMO GERAL

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de analisar e descrever as características da anatomia da folha e trocas gasosas de *Miconia albicans* (Sw) Steud e *Miconia ferruginata* DC no cerrado e campo rupestre, a fim de identificar traços de variabilidade, moduladores da anatomia foliar das trocas gasosas, em função das variações ambientais nessas fitofisionomias. Não houve diferenças significativas pela análise de variância na espécie *Miconia albicans*, no entanto a espécie *Miconia ferruginata* teve diferenças significativas principalmente em se tratando do campo rupestre. As espécies apresentaram traços xeromórficos em ambos os ambientes, como: espessamento mesófilo isobilaterais, cutícula espessa e epiderme unisserada mais espessa na face adaxial, tricomas dentritivos, estômatos anisocíticos e anomocíticos, parênquima paliçádico plicado, células com reentrâncias e criptas estomatais. No entanto, a espécie *Miconia ferruginata* do Campo rupestre apresenta variáveis significativas, por ter plasticidade. A alta radiação, tipo de solo e a baixa umidade relativa podem ser fatores modulantes ambientais da anatomia da folha e da troca de gás nesses ambientes. Com o resultado desta pesquisa, indica-se possível adaptação metabólica da planta estudada, podendo até afetarem significativamente a anatomia e as trocas gasosas.

Palavras-chave: *Miconia albicans*. *Miconia ferruginata*. Xeromórfica. Plasticidade. Melastomataceae. Anatomia foliar. Variação intraespecífica.

GENERAL ABSTRACT

This work was conducted with the aim of analyzing and describing the leaf anatomy and gas exchange characteristics of *Miconia albicans* (Sw) Steud and *Miconia ferruginata* DC in the cerrado and campo rupestre, in order to identify traits of variability, modulators of leaf anatomy gas exchange, depending on the environmental variations in these phytophysiognomies. There were no significant differences by analysis of variance in the species *Miconia albicans*, however the species *Miconia ferruginata* had significant differences mainly in the case of campo rupestre. The species showed xeromorphic traces in both environments, such as: isobilateral mesophilic thickening, thick cuticle and thicker uniseriate epidermis on the adaxial face, dentritic trichomes, anisocytic and anomocytic stomata, plated palisade parenchyma, cells with recesses and stomach crypts. However, the species *Miconia ferruginata* from campo rupestre presents significant variables, as they have plasticity. High radiation, soil type and low relative humidity can be environmental modulating factors of leaf anatomy and gas exchange in these environments. With the result of this research, a possible metabolic adaptation of the studied plant is indicated, which may even significantly affect the anatomy and gas exchange.

Keywords: *Miconia albicans*. *Miconia ferruginata*. Xeromófica. Plasticity. Melastomataceae. Leaf anatomy. Intraspecific variation.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1 – Representação da área de estudo mostrando as fisionomias do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (Poço Bonito) (a) e sua representação de perfil, acrescentando propriedades do solo e um córrego que percorre a floresta densa (b)..... 21
- Figura 2 – Características anatômicas de cortes transversais da folha de *M. albicans* nos ambientes de Cerrado (A, E, G e I) e de Campo rupestre (B, F, H e J).. 26

ARTIGO 2

- Figura 1 – Representação da área de estudo mostrando as fisionomias do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (Poço Bonito) (a) e sua representação de perfil, acrescentando propriedades do solo e um córrego que percorre a floresta densa (b)..... 35
- Figura 2 – Representação da área de estudo mostrando as fisionomias do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (Poço Bonito) (a) e sua representação de perfil acrescentando propriedades do solo e um córrego que percorre a floresta densa (b) (Adaptado de Oliveira-Filho e Fluminham-Filho, 1999 e adaptado de Araújo et al., 2017). Fisionomias de acordo com as letras na figura 1; a – F : Floresta; C – Cerrado; CR – Campo rupestre; MC – Mata Ciliar..... 36
- Figura 3 – Características anatômicas de seções transversais da folha de *M. ferruginata* nos ambientes de Cerrado (A, C, E, G, I e K) e de Campo rupestre (B, D, F, H, J e L). Seções transversais mostrando visão geral do limbo foliar da cutícula até a camada de tricomas (A e B) A-limbo espesso no cerrado; espessura adaxial da cutícula, epiderme e parênquima palicádico é mais alongado e mais compacto. (C e D); Criptas estomáticas na face abaxial, A camada abaixo da epiderme é mais alongada e maior que no Campo rupestre. (E e F); Nervura central, mostrando invaginação em maior quantidade, com isso evita perda de água pelo processo de transpiração (G e H); Detalhe dos esclereídeos e colênquima na nervura central (I e J); Detalhe dos esclereídeos (K); Detalhe dos esclereídeos e cristais de oxalato na nervura central (L)..... 40

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 - Trocas gasosas foliares de <i>Miconia albicans</i> nas vegetações de cerrado e campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.....	24
Tabela 2 - Variáveis ambientais do cerrado e campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.....	24
Tabela 3 - Variáveis anatômicas das folhas de <i>M. albicans</i> no cerrado e campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.	25

ARTIGO 2

Tabela 1 - Trocas gasosas foliares de <i>Miconia ferruginata</i> nas vegetações de cerrado e campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.....	38
Tabela 2 - Variáveis ambientais do cerrado e campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.....	38
Tabela 3- Anatomia foliar de <i>Miconia ferruginata</i> nas vegetações de Cerrado e Campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.....	39

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE.....	13
1	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
	REFERENCIAS.....	15
	SEGUNDA PARTE: ARTIGOS.....	17
	ARTIGO 1 - ANOMIA FOLIARE TROCAS GASOSAS DE <i>Miconia albicans</i> (Sw) Steud., (Melastomataceae) EM AMBIENTES DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE NO PARQUE ECOLÓGICO QUEDAS DO RIO BONITO.....	17
1	INTRODUÇÃO.....	20
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2.1	Desenho experimental.....	22
2.2	Análise de trocas gasosas.....	22
2.3	Anatomia foliar.....	22
2.4	Análises estatísticas.....	23
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
3.1	Trocas gasosas.....	24
4	CONCLUSÃO.....	27
	REFERENCIAS.....	28
	ARTIGO 2 - ANOMIA FOLIAR E TROCAS GASOSAS DE <i>Miconia</i> <i>ferruginata</i> DC (Melastomataceae) EM AMBIENTES DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE NO PARQUE ECOLÓGICO QUEDAS DO RIO BONITO.....	29
1	INTRODUÇÃO.....	32
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1	Área de estudo.....	34
2.2	Materiais Botânicos.....	35
2.3	Análise de trocas gasosas.....	36
2.4	Análises estatísticas.....	37
3	RESULTADOS E DISCUSSAO.....	38
3.1	Trocas gasosas.....	38
3.2	Caracterização da anatomia foliar.....	39
4	CONCLUSÃO.....	44
	REFERENCIAS.....	45

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

Dentre os diversos tipos de biomas tropicais a savana brasileira, ou cerrado *stricto sensu*, conta com cerca de 800 espécies arbóreas-arbustivas (RATTER, et al., 1997). As mudanças climáticas são um dos fortes fatores que podem alterar ambientes naturais como a rica savana brasileira e projeções climáticas indicam aumento de temperatura e da extensão de períodos secos pela mudança do regime hídrico (CHADWICK, et al., 2016). Portanto, faz-se necessária a compreensão dos mecanismos de adaptação dessas espécies que permitem seu estabelecimento em condições semiáridas para a compreensão do seu comportamento em futuras mudanças.

A latitude, a frequência de fogo, a profundidade e fertilidade do solo e a disponibilidade de água são os principais fatores que condicionam a distribuição de biomas sazonalmente secos (RIBEIRO; WALTER, 1998). No Domínio Fitogeográfico do Cerrado, além da savana brasileira, campos rupestres são formações encontradas sobre topos de serras e de altitudes superiores a 900m com afloramentos rochosos e sua fisionomia é caracterizada por ervas, gramíneas e arbustos com grande representação em solos litóticos, nos estados de Minas Gerais e Bahia (GASTAUER; MESSIAS; MEIRA-NETO, 2012; RIBEIRO; WALTER, 1998). Os solos litóticos são, geralmente, rasos, pobres em nutrientes e com baixa retenção hídrica (CONCEIÇÃO; PIRANI, 2005; RIBEIRO; WALTER, 1998).

As plantas necessitam de uma série de adaptações fisiológicas e anatômicas para se estabelecerem em condições de estresse (MARTINS; BATALHA, 2011). A capacidade de um organismo adaptar-se em resposta às condições ambientais é chamada de plasticidade, o que permite a sobrevivência em condições adversas (BÄCHTOLD; MELO JÚNIOR, 2015; GRATANI, 2014; SCHLICHTING; SMITH, 2002; SULTAN, 2000; VALLADARES; SANCHEZ-GOMES; ZAVALA, 2006). Basicamente, a folha é um órgão importante por ser responsável pela maior porção de fotossíntese e transpiração da planta, pois a lâmina foliar é o local onde ocorrem as trocas gasosas. Em ambientes xéricos, como nas savanas brasileiras e campos rupestres, as folhas podem apresentar características morfológicas e anatômicas adaptadas ao déficit hídrico e de alta temperatura. Área foliar menor com folhas de formato esférico ou cilíndrico pode atenuar a intensidade de interceptação da radiação; epiderme espessa e presença de parênquima bilateral protegem e absorvem a alta radiação; folhas especializadas, como em plantas com metabolismo fotossintético CAM (metabolismo ácido das crassuláceas),

possuem grande quantidade de hipoderme para armazenamento de água; alta densidade de estômatos ou tricomas concentrados em criptas estomáticas atuam no maior controle de água e, por fim, folhas escleromorfas com tecido vascular denso com grande quantidade de esclerênquima para suporte mecânico (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Distribuída por toda a região tropical, a família Melastomataceae possui cerca de 4.200 a 5.000 espécies e 166 gêneros e, no Brasil, a família botânica compreende cerca de 1.334 espécies e 68 gêneros (RENNER, 1993; CARREIRA e ZAIDAN, 2003; ALLENSPACH, et al. 2013). No Neotrópico, a família é amplamente distribuída, desde o sul do México até o norte da Argentina e Uruguai. Melastomataceae possui 11 tribos, sendo Microlicieae uma das mais representativas e endêmica brasileira. A tribo Microlicieae possui cerca de 250 espécies distribuídas em 6 gêneros, incluindo *Miconia* SW/DC (ALMEDA; MARTINS, 2001). O gênero *Miconia* é um dos gêneros da tribo Microlicieae com 170 espécies correntes no Brasil (MARTINS; RODRIGUES; SILVA-GONÇALVES, 2015). As espécies *Miconia albicans* (Sw) Steud e a *Miconia ferruginata* DC são encontradas desde o estado do Acre até o Paraná, presente nos mais variados tipos de ambientes (MARTINS, et al., 1997). São espécies com características pioneiras, apomixia obrigatória e que formam grandes populações em áreas distintas (MEIRELLES et al., 2002). As espécies apresentam grande plasticidade, quando expostas a condições ambientais variadas (ALBUQUERQUE et al., 2013). Tamanha distribuição e ampla plasticidade, variando desde arbustos pequenos a grandes, podem fazer com que *M. albicans*/*M. ferruginata* seja objeto de estudo de muita importância nesse contexto de mudanças climáticas. Apesar disso, existem poucos estudos da anatomia foliar dessas espécies.

Com base nesse contexto, conduziu-se este trabalho com o objetivo de analisar e descrever as características anatômicas e de trocas gasosas da lâmina foliar de *M. albicans* e *M. ferruginata* em ambientes de cerrado e campo rupestre. Será avaliado se as condições de estresse do campo rupestre afetam as características anatômicas foliares de *M. albicans*/*M. ferruginata*, em relação ao cerrado brasileiro, onde os ambientes não apresentam amplas condições ambientais semelhantes, como disponibilidade de água. A hipótese seria que, em razão da plasticidade de *M. albicans*/*M. ferruginatas*, os ambientes alteram as características anatômicas de suas folhas. Espera-se que, em decorrência da sua alta plasticidade e grande distribuição, haverá diferença significativa da anatomia foliar entre os ambientes, operando condições microambientais.

REFERENCIAS

- ALBUQUERQUE, L.B et al. **Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica de Mata Ripária no Cerrado**. Polibotânica 35: 1-19, 2013.
- ALMEDA, F.; MARTINS, A.B. **New combinations and new names in some Brazilian Microlicieae (Melastomataceae), with notes on the delimitation of Lavoisiera, Microlicia, and Trembleya**. Novon, p. 1-7, 2001.
- ALLENSPACH, N.; DIAS, M. **Frugivory by birds on Miconia albicans (MELASTOMATACEAE), in a fragment of cerrado in São Carlos, southeastern Brazil**. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 2, p. 407–413, 2013.
- BÄCHTOLD, B. & MELO JÚNIOR, J.C.F. **Plasticidade morfológica de Calophyllum brasiliense Camb. (Calophyllaceae) em duas formações de restinga no sul do Brasil**. Acta Biológica Catarinense 2: 21-32, 2015.
- CARREIRA, R.; ZAIDAN, L. **Estabelecimento e crescimento inicial de Miconia albicans (Sw.) Triana e Schizocentron elegans Meissn., sob fotoperíodos controlados** Hoehnea, 2003. Disponível em: <http://www.ibot.sp.gov.br/publicações/hoehnea/vol30/30_2/30_2t7.pdf>.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: Editora UFLA, 2009.
- CHADWICK, R., GOOD, P., MARTIN, G., & ROWELL, D. P. **Large rainfall changes consistently projected over substantial areas of tropical**, 2016.
- CONCEIÇÃO, A.A. & J.R. PIRANI. **Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina**, Bahia: Substrato, composição florística e aspectos estruturais. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 23: 85-111, 2005.
- GASTAUER M, MESSIAS MCTB, MEIRA-NETO JAA. **Floristic Composition, Species Richness and Diversity of Campo rupestre. Vegetation from the Itacolomi State Park, Minas Gerais, Brazil**. Environment and Natural Resources Research 2: 115-128, 2012,
- GRATANI, L. **Plant phenotypic plasticity in response to environmental factors**. Adv. Bot., 17, 2014.
- MARTINS, F. R.; BATALHA, M. A. **Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação**. In: FELFILI, J. M. et al. Fitossociologia. Brasil: métodos e estudos de casos. Viçosa, MG: UFV. v. 1, p. 44-85, 2011.
- MARTINS, A.B.; RODRIGUES, K.F.; SILVA-GONÇALVES, K.C. **Trembleya in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015 Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9979>>. Acessado em 19 de novembro de 2019.

MARTINS, E. et al. **Revisão taxonômica do gênero Trembleya DC. (Melastomataceae)**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

MEIRELLES, M.L. et al. **Espécies do estrato herbáceo e a altura do lençol freático em áreas úmidas do Cerrado** (Planaltina, DF). Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002.

RATTER JA, RIBEIRO JF, BRIDGEWATER S (1997) **The Brazilian Cerrado. Vegetation and Threats to its Biodiversity**. Annals of Botany 80, 223–230. doi:10.1006/anbo.1997.

RENNER, S. S. **Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae**. Nordic Journal of Botany, 13(5), 519-540, 1993.

RIBEIRO, R. M.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. p. 89-168, 1998.

SULTAN SE. **Phenotypic plasticity for plant development**, function and life history. Trends in Plant Science.5:537-542, 2000.

VALLADARES F, SANCHEZ-GOMES D, ZAVALA MA. **Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications**. Journal of Ecology.94:1103-1116, 2006.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

ANOMIA FOLIAR E TROCAS GASOSAS DE *Miconia albicans* (Sw) Steud., (Melastomataceae) EM AMBIENTES DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE NO PARQUE ECOLÓGICO QUEDAS DO RIO BONITO



Miconia albicans (canela-de-velho).

Fonte: <https://www.pensenatural.com.br/canela-de-velho/>

RESUMO

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de analisar e descrever as características da anatomia da folha e trocas gasosas de *Miconia albicans* (Sw) Steud. no cerrado e campo rupestre, a fim de identificar traços de variabilidade que modulam anatomia das folhas e as trocas gasosas, em função das variações ambientais nessas fitofisionomias. Não houve diferenças significativas pela análise de variância. A espécie *Miconia albicans* mostrou epiderme unisseriada, mesófilo dorsiventral, o parênquima paliçádico alongado e compacto com células com reentrâncias e parênquima esponjoso com poucos espaços intercelulares. Em relação às variáveis de espeçamento da anatomia foliar da *Miconia albicans*, assim como nas trocas gasosas, não houve diferença significativa pela análise de variância, mostrando que a espécie *Miconia albicans* não teve modificações na estrutura interna e nas trocas gasosas para seu habitat tanto no Cerrado quanto para Campo rupestre.

Palavras-chave: *Miconia albicans*. Xeromófica. Plasticidade.

ABSTRACT

This work was carried out, with the objective of analyzing and describing the characteristics of the leaf anatomy and gas exchange of *Miconia albicans* (Sw) Steud., In the Cerrado and Campo rupestre, in order to identify traits of variability that modulate the anatomy of the leaves and gas exchanges, due to environmental variations in these phytophysiognomies. There were no significant differences by analysis of variance. The species *Miconia albicans* showed uniseriate epidermis, dorsiventral mesophyll, elongated and compact palisade parenchyma with recessed cells and spongy parenchyma with little intercellular space. Regarding the spacing variables of the leaf anatomy of *Miconia albicans*, as well as in gas exchange, there was no significant difference by analysis of variance showing that the species *Miconia albicans* had no changes in internal structure and in gas exchange for its habitat both in the Cerrado and in the savannah. for rupetre field.

Keywords: *Miconia albicans*. Xeromófica. Plasticity.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Miconia albicans* (SW.) é uma planta medicinal, usada na recuperação de áreas degradadas e fonte de alimento para ave-fauna. O gênero *Miconia* é um gênero com aproximadamente 1000 espécies que pertencem à família Melastomataceae. Espécies do gênero *Miconia* representam um quarto da família Melastomataceae, ocorrendo do sul do México para o norte da Argentina e Uruguai. Esta família é uma das mais importantes da flora neotropical, com 4200 a 5000 espécies pertencentes a aproximadamente 11 tribos, dentre as muitas espécies conhecidas desta família. Algumas apresentam potencial econômico e outras estão sendo utilizadas em projetos de recuperação de áreas degradadas, principalmente por sua rusticidade. Aproximadamente 1000 espécies pertencem ao gênero, das quais cerca de 250 são encontradas no Brasil (CARREIRA, 2003; ALLENSPACH et al., 2013). De acordo com Gorla e colaboradores (1977), *Miconia albicans* (SW.) é uma espécie arbórea, pertencente à família Melastomaceae, distribuída principalmente nas regiões tropicais do mundo. Abundante na nossa flora, muito comum no cerrado, com reprodução feita por sementes é uma árvore que atinge até 3m de altura, que ocorre em vegetação secundária, como afloramentos rochosos e formações costeiras. Seus frutos são pequenos rosados que se tornam verdes durante o amadurecimento, com altos níveis de água e carboidratos, mas baixo teor de proteínas. Neri e colaboradores (2005) observaram alta densidade de *Miconia albicans* em regiões de regeneração do cerrado (ALLENSPACH et al., 2013). Estudos da espécie *Miconia* são escassos e seus compostos isolados têm demonstrado atividade biológica como antimalárica, antitumoral, analgésica e antifúngica (CELOTTO, 2003). Pieroni et al. (2011), em seu estudo, determinaram fenóis totais, além de observarem atividade antioxidante em extrato metanólico e clorofórmico das folhas de *Miconia albicans* (SW.).

A espécie *Miconia albicans* (SW.) é encontrada nos mais variados tipos de ambientes (MARTINS et al., 1997). É uma espécie com características de pioneira, amixia obrigatória e que forma grandes populações em áreas distintas (MEIRELLES et al., 2002).

A espécie apresenta grande plasticidade quando exposta a condições ambientais variadas (ALBUQUERQUE et al., 2013). Tamanha distribuição e ampla plasticidade, o que pode variar desde arbustos pequenos a grandes árvores, pode fazer com que *M. albicans* seja um objeto de estudo de muita importância neste contexto de mudanças climáticas.

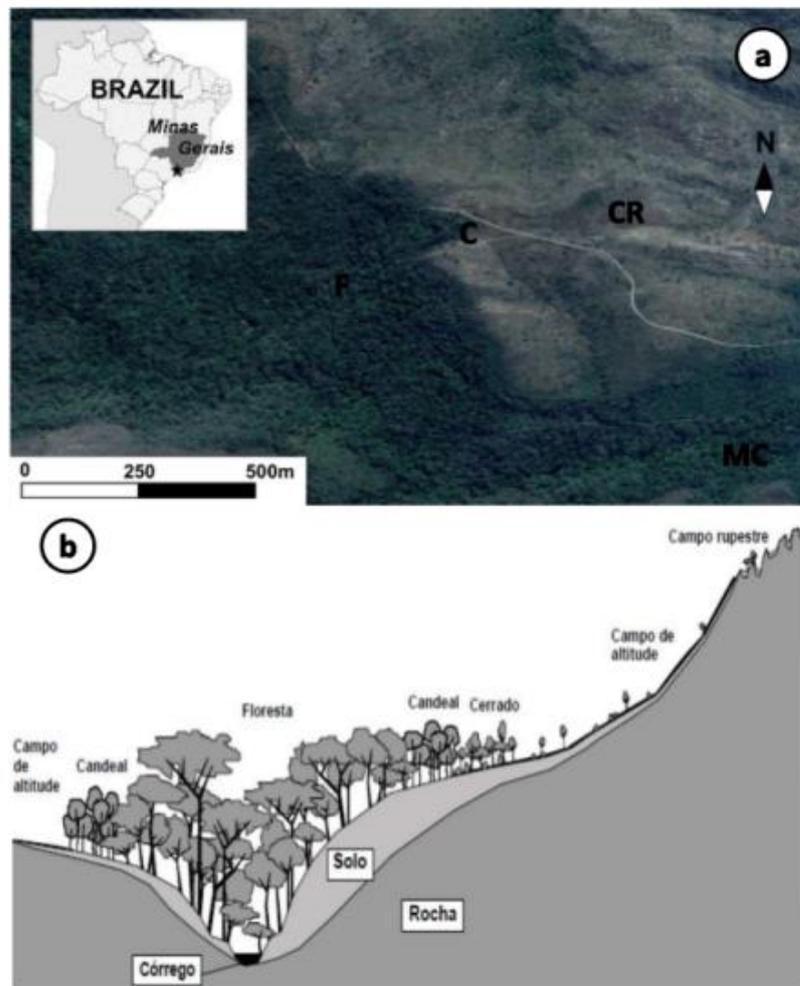
Diante do exposto, o objetivo é verificar no campo rupestre e no cerrado que as variações podem ou não ocorrer na estrutura interna e nas trocas gasosas das folhas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A *Miconia albicans* é uma espécie pioneira e de apomixia obrigatória, com folhas esbranquiçadas pequenas, sem cheiro, flores não visíveis por abelhas e produzem pólen com variabilidade nula.

Objetivou-se neste trabalho comparar anatomia foliar e trocas gasosas de *Miconia albicans* presente em áreas de cerrado e de campo rupestre no município de Lavras, Minas Gerais, visando reconhecer as características morfológicas desta espécie a esses ambientes.

Figura 1 – Representação da área de estudo mostrando as fisionomias do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (Poço Bonito) (a) e sua representação de perfil, acrescentando propriedades do solo e um córrego que percorre a floresta densa (b).



Legenda: (a) Fisionomias de acordo com as letras F- Floresta; C- Cerrado; CR- campo rupestre; MC- Mata Ciliar.

Fonte: Adaptado de Oliveira-Filho e Fluminham-Filho (1999).

2.1 Desenho experimental

Para a realização das coletas foram feitas duas parcelas de 500 m² em cada ambiente estudado. Os ambientes estudados foram o Cerrado *stricto sensu* (savana brasileira) e Campo rupestre, sendo coletados 08 indivíduos por parcela, 16 indivíduos por ambiente e 32 indivíduos somando os dois ambientes. Foram coletadas duas folhas por indivíduo, realizando 16 repetições (n=32), isso para cada ambiente.

2.2 Análise de trocas gasosas

Foram avaliadas folhas completamente expandidas e livres de herbívora, seguindo a amostragem descrita anteriormente. Para a análise foi utilizado o analisador de trocas gasosas por infravermelho (IRGA) modelo LI6400XT (LI-COR), no período de 8h às 11h da manhã. Foi utilizada uma câmara de 6 cm² e a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos foi fixada para 1000 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Foram avaliadas as variáveis: condutância estomática (gs), a taxa transpiratória (E), a taxa fotossintética (A), a concentração de carbono interno (Ci) e a relação entre carbono interno e externo (Ci/Ca). As variáveis ambientais: déficit de pressão de vapor (VPD), temperatura do ar na célula de referência do IRGA (T), umidade relativa do ar na célula de referência (RHR), radiação fotossinteticamente ativa no sensor de luz externo do IRGA (PAROut) também foram avaliadas em cada ambiente.

2.3 Anatomia foliar

As folhas coletadas foram fixadas em F.A.A.70% (formaldeído, ácido acético e etanol 70%) (JOHANSEN, 1940) por 72h, transferidas para etanol a 70% (v.v⁻¹), posteriormente armazenadas. Todas as análises anatômicas das folhas foram realizadas, no Laboratório de Anatomia Vegetal no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os cortes transversais foram obtidos a partir de fragmentos com cerca de 2cm², da porção mediana das folhas com nervura central. Esses cortes foram submetidos a um processo de desidratação em série etanólica crescente (70, 80, 90 e 100%), segundo Johansen (1940). O material foi colocado por cerca de 24 h em solução de pré-infiltração, constituído de etanol 100% e resina base (1:1), seguindo as instruções do fabricante (Kit Historesina Leica). Os cortes foram colocados em resina base (100%), por mais 24 horas a 4°C. As secções transversais foram

realizadas com o auxílio do micrótomo rotativo semiautomático e coradas com Azul de Toluidina 1%, pH 6,7 (FEDER; O'BRIEN, 1968).

Para a extração das variáveis, as lâminas foram fotografadas em microscópio óptico, com câmera digital acoplada e as medições foram feitas por meio do *software Image Processing and Analysis in Java* (ImageJ) versão 1.51j8. Nos cortes transversais foram analisados o limbo foliar e a região da nervura central. Na nervura obtiveram-se dados relacionados à área do xilema e do feixe vascular. No limbo analisaram-se a espessura da epiderme adaxial e a espessura da epiderme abaxial, espessura do mesófilo, espessura da cutícula e de todo o limbo foliar.

2.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2011) e, posteriormente, submetidos a análise de variância, onde as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

De acordo com os resultados da ANAVA, não foram obtidas diferenças significativas para as características de trocas gasosas avaliadas em plantas de *M. albicans* (TABELA 1). No entanto, a análise das variáveis ambientais (TABELA 2) indica a existência de diferenças significativas para temperatura, déficit de pressão de vapor e umidade relativa, o que faz desses ambientes diferentes nessas condições ambientais.

Tabela 1 - Trocas gasosas foliares de *Miconia albicans* nas vegetações de Cerrado e Campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.

Variáveis trocas gasosas	Cerrado	Campo rupestre
A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	10.925 a	11.016 a
g_{sw} ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0.227 a	0.227 a
C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$)	139.088 a	139.490 a
E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	5.662 a	6.006 a
C_i/C_a	0.601 a	0.601 a

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. A = taxa fotossintética, g_{sw} = Condutância estomática, C_i = CO_2 intercelular, E = Taxa transpiratória, C_i/C_a = Razão de CO_2 intercelular/ CO_2 ambiente.

Fonte: Do autor.

Tabela 2 - Variáveis ambientais do Cerrado e Campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.

Variáveis ambientais	Cerrado	Campo rupestre
VPD ar (kPa)	2.371 a	2.496 b
TAIR ($^{\circ}\text{C}$)	30.009 a	30.509 b
RHR (%)	29.382 a	30.810 b
PAROut ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	593.327 a	631.996 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. VPDair = Déficit de pressão de vapor, Tair = Temperatura do ar na célula de referência do IRGA; RHR = Umidade relativa do ar na célula de referência, PAROut = Radiação fotossinteticamente ativa no sensor de luz externo do IRGA.

Fonte: Do autor.

Nesse caso, se observam diferenças significativas para as características ambientais avaliadas, com exceção da radiação fotossinteticamente ativa (PARout). Essas observações evidenciam que, no momento das avaliações, os ambientes estudados apresentavam diferenças significativas, o que não refletiu em termos de possíveis alterações nas trocas gasosas das plantas estudadas.

Em adição, as avaliações foram realizadas em outubro de 2019 já tendo iniciado o período de chuvas na região, o que contribuiu para que as condições ambientais, sobretudo a disponibilidade hídrica do solo, fossem aumentadas reduzindo a possibilidade de que fossem encontradas possíveis diferenças significativas nas trocas gasosas entre as plantas dos dois ambientes, pela maior oferta de água para essas plantas.

A análise desses resultados indica uma possível adaptação metabólica das plantas estudadas para cada ambiente, uma vez que, mesmo na presença de diferenças significativas de características atmosféricas que afetam as trocas gasosas, essas apresentaram valores estatisticamente iguais neste estudo. A ausência de modificações na estrutura interna e nas trocas gasosas mesmo na presença de diferenças significativas de características atmosféricas não foi apresentada pela espécie *Miconia albicans* ocorrendo em ambiente de cerrado e campo rupestre (TABELA 1 e FIGURA 2). Pode-se cogitar também que as diferenças significativas obtidas para as variáveis ambientais não tiveram magnitude suficiente para provocar alterações também significativas nas trocas gasosas das plantas.

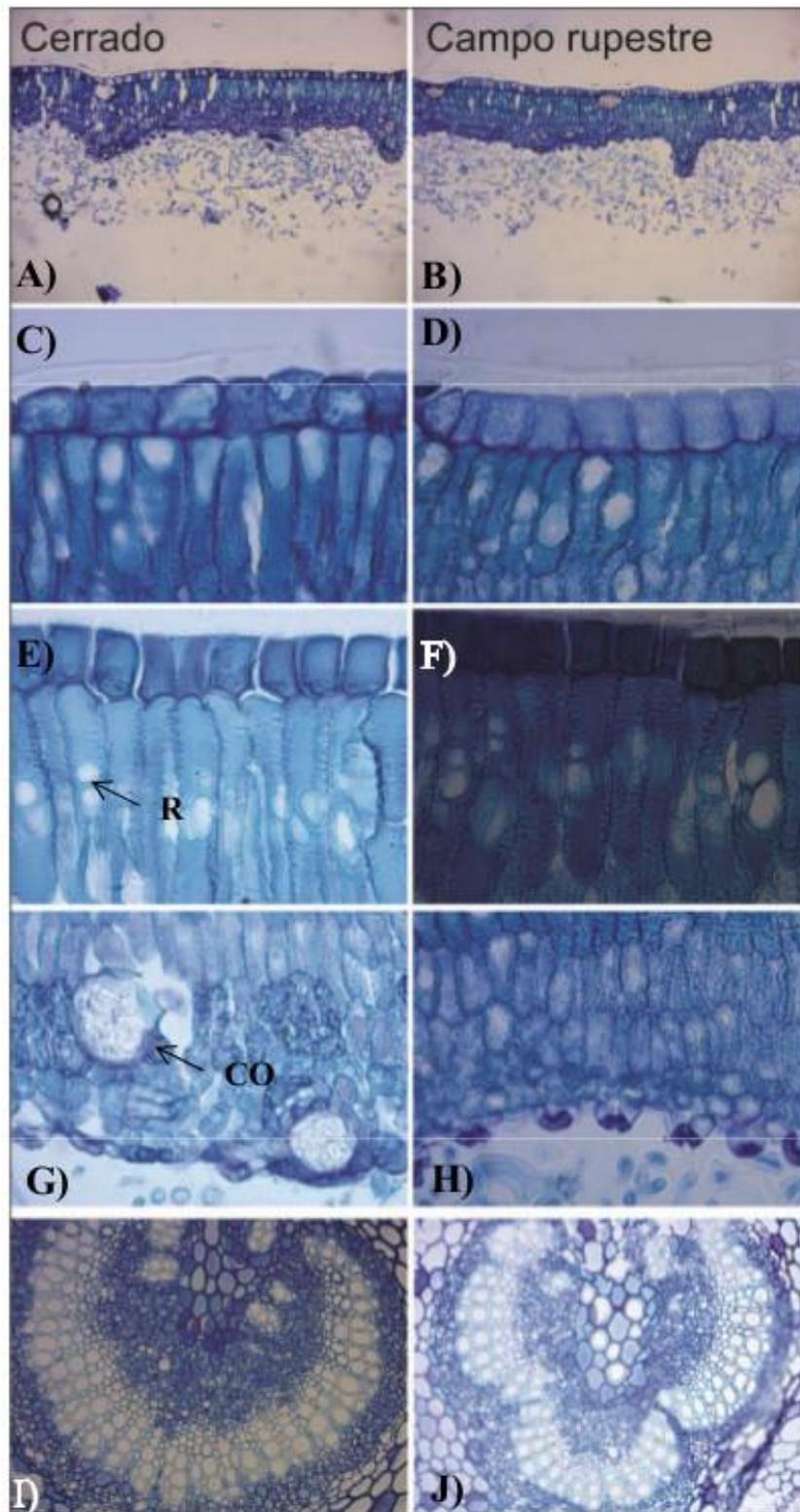
Tabela 3 - Variáveis anatômicas das folhas de *M. albicans* no Cerrado e Campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.

Variáveis (μm)	Cerrado	Campo rupestre
Área do xilema	87520.484 a	74411.110 a
Diâmetro do feixe	176793.738 a	152376.594 a
Espessura cutícula	12.293 a	13.374 a
Espessamento mesofilo	138.879 a	124.375 a
Espessura epiderme adaxial	27.078 a	25.286 a
Espessura epiderme abaxial	8.024 a	9.317 a
Espessura limbo	480.195 a	524.151 a
Espessamento tricoma	299.228 a	356.408 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor.

Figura 2 – Características anatômicas de cortes transversais da folha de *M. albicans* nos ambientes de Cerrado (A, E, G e I) e de Campo rupestre (B, F, H e J).



Legenda: Sessão transversal, mostrando todo limbo foliar da cutícula até a camada de tricomas (A e B); espessura adaxial da cutícula, epiderme e parênquima paliçádico plicado (C e D); reentrâncias (R) encontradas no parênquima paliçádico (E e F); presença de cristais de oxalato de cálcio (CO) (G), criptas estomáticas na face abaxial (H) e feixe vasculares (I e J).

Fonte: Do autor.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a espécie *Miconia albicans*, mesmo ocorrendo em ambientes diferentes, não apresenta alterações anatômicas em nível de folha que poderia explicar sua adaptação aos ambientes estudados. Provavelmente, essa espécie depende de outros ajustes, seja fisiológico ou estrutural, em outros órgãos que não foram estudados.

REFERENCIAS

- ALLENSPACH, N.; DIAS, M. Frugivory by birds on *Miconia albicans* (MELASTOMATACEAE), in a fragment of cerrado in São Carlos, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 2, p. 407–413, 2013.
- ALBUQUERQUE, L.B et al. **Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica de Mata Ripária no Cerrado**. Polibotânica 35: 1-19, 2013.
- CARREIRA, R.; ZAIDAN, L. **Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodos controlados Hoehnea**, 2003. Disponível em: <http://www.ibot.sp.gov.br/publicações/hoehnea/vol30/30_2/302t7.pdf>.
- CELOTTO, A. C. et al. Evaluation of the in Vitro Antimicrobial Activity of Crude Extracts of Three *Miconia* Species. **Crops**, p. 339–340, 2003.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. *American Journal of Botany*, **Columbus**, v. 55, n. 1, p. 123-142, Jan. 1968.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analyze sistem**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Nov./dez. 2011.
- GORLA, C.M; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p. 261- 266. 1997.
- JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 523 p., 1940.
- MARTINS, E. et al. **Revisão taxonômica do gênero *Trembleya* DC. (Melastomataceae)**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.
- MEIRELLES, M.L. et al. **Espécies do estrato herbáceo e a altura do lençol freático em áreas úmidas do Cerrado** (Planaltina, DF). Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002.
- NERI, A. V. et al. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.2, p.369-376, 2005.
- PIERONI, L. G. et al. **Antioxidant activity and total phenols from the methanolic extract of *miconia albicans* (Sw.) triana leaves**. *Molecules*, v. 16, n. 11, p. 9439–9450, 2011.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. e FLUMINHAN FILHO, M. **Ecologia da vegetação do parque florestal quedas do Rio Bonito**. *Cerne*, v.5, n.2, p.051-064, 1999.

ARTIGO 2

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

ANOMIA FOLIAR E TROCAS GASOSAS DE *Miconia ferruginata* DC (Melastomataceae) EM AMBIENTES DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE NO PARQUE ECOLÓGICO QUEDAS DO RIO BONITO



Miconia ferruginata

Fonte: Árvores do Bioma – Cerrado Brasileiro

RESUMO

A família Melastomataceae ocorre no cerrado, Amazônia e Mata Atlântica no Brasil, a espécie *Miconia ferruginata*, conhecida popularmente como Pixirica, ocorre no cerrado sensu stricto, campos e cerradão no Brasil e Bolívia; é comum em vegetação secundária, constituindo uma fonte de alimento para a fauna e tem utilização medicinal.

O estudo da anatomia foliar e troca gasosa é de suma importância para compreensão do processo de plasticidade adaptativa de uma espécie sob diferentes condições ambientais. Diante disso, o objetivo deste estudo foi caracterizar a modificação no funcionamento e na anatomia foliar de *Miconia ferruginata*, em ambientes de cerrado e campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito em Lavras – MG. Os resultados demonstraram uma variação nas trocas gasosas; os indivíduos do Campo rupestre apresentaram menor condutância estomática e taxa de transpiração do que os indivíduos de cerrados. Houve também diferenças na estrutura interna, o mesofilo do campo rupestre foi maior que do cerrado. A espessura da cutícula variou, sendo maior no campo rupestre. As modificações nas trocas gasosas e na estrutura interna indicam uma possível plasticidade de *Miconia ferruginata* desenvolvida no cerrado e no campo rupestre.

Palavras-chave: *Miconia*. Melastomataceae. Cerrado. Pixirica.

ABSTRACT

The family Melastomataceae occurs in the cerrado, Amazon and Atlantic Forest in Brazil, the species *Miconia ferruginata*, popularly known as Pixirica, occurs in the cerrado sensu stricto, fields and cerradão in Brazil and Bolivia; it is common in secondary vegetation, constituting a source of food for the fauna and has medicinal use.

The study of leaf anatomy and gas exchange is extremely important for understanding the adaptive plasticity process of a species under different environmental conditions. In view of this, the objective of this study was to characterize the change in the functioning and leaf anatomy of *Miconia ferruginata*, in cerrado and rupestrian field environments at the Ecological Park Quedas do Rio Bonito in Lavras - MG. The results showed a variation in gas exchange; individuals from Campo rupestre had lower stomatal conductance and sweating rate than individuals from savannahs. There were also differences in the internal structure, the mesophyll of the rupestrian field was greater than that of the cerrado. The cuticle thickness varied, being greater in the rupestrian field. Changes in gas exchange and internal structure indicate a possible plasticity of *Miconia ferruginata* developed in the cerrado and in the rupestrian field.

Keywords: *Miconia*. Melastomataceae. Thick. Pixirica.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Miconia ferruginata* DC. é uma planta que possui ampla dispersão no Cerrado. Ocorre, muitas vezes, em áreas com impedimentos para prática de atividades agrícolas ou ocupação humana, sendo usada na recuperação de áreas degradadas e como fonte de alimento para ave-fauna. É uma planta acumuladora de alumínio (HARIDASSAN 1982, 1988 apud SCHERRER et al. 2010) e alimento para larvas de borboletas no Cerrado (SCHERRER et al. 2010).

Em Melastomataceae, alguns trabalhos ressaltam a importância de características anatômicas foliares usadas para identificar e diferenciar gêneros e espécies, tais como a diversidade de tricomas (WURDACK 1986; MENTINK e BAAS 1992; GUIMARÃES e MARTINS 1997; MILANEZ 2007), de cristais e de estômatos (BAAS 1981) e de esclereídes (RAO et al. 1980). Além disso, estudos relacionados à plasticidade anatômica mostram que espécies desta família possuem capacidade de adaptação a alterações nas condições ambientais (GARDONI et al. 2007; BOEGER et al. 2008; RIBEIRO et al. 2010). Os trabalhos que descrevem a anatomia foliar de Melastomataceae, no cerrado e campo rupestre, são mais restritos a espécies que ocorrem em solos drenados ou em áreas úmidas de margem de mata de galeria (REIS et al. 2004; REIS et al. 2005; MILANEZ 2007).

As plantas necessitam de uma série de adaptações fisiológicas e anatômicas para se estabelecerem em condições de estresse (MARTINS; BATALHA, 2011). A capacidade de um organismo adaptar-se em resposta às condições ambientais é chamada de plasticidade, o que permite a sobrevivência em condições adversas (BÄCHTOLD; MELO JÚNIOR, 2015; GRATANI, 2014; SCHLICHTING; SMITH, 2002; SULTAN, 2000; VALLADARES; SANCHEZ-GOMES; ZAVALA, 2006).

Distribuída por toda região tropical, a família Melastomataceae possui cerca de 4.200 a 5.000 espécies e 166 gêneros, e no Brasil a família botânica compreende cerca de 1.334 espécies e 68 gêneros (RENNER, 1993; CARREIRA, 2003; ALLENSPACER, 2013). No Neotrópico, a família é amplamente distribuída desde o sul do México para o norte da Argentina e Uruguai (CARREIRA, 2003; ALLENSPACER, 2013). Melastomataceae possui 11 tribos, sendo Microlicieae uma das mais representativas e endêmicas brasileira (MARTINS, 1997). A tribo Microlicieae possui cerca de 250 espécies distribuídas em 6 gêneros, incluindo *Miconia* Sw (ALMEDA; MARTINS, 2001). O gênero *Miconia* é um dos gêneros da tribo Microlicieae com 170 espécies correntes no Brasil (MARTINS; RODRIGUES; SILVA-GONÇALVES, 2015). A espécie *Miconia ferruginata* DC. é encontrada desde o estado do Acre até o Paraná,

presente nos mais variados tipos de ambientes (MARTINS et al., 1997). É uma espécie com características pioneiras, que forma grandes populações em áreas distintas (MEIRELLES et al., 2002). A espécie apresenta grande plasticidade quando exposta a condições ambientais variadas (ALBUQUERQUE et al., 2013). Tamanha distribuição e ampla plasticidade, o que pode variar desde arbustos pequenos a grandes árvores, pode fazer com que *M. ferruginata* seja um objeto de estudo de muita importância neste contexto de mudanças climáticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB), importante por sua grande diversidade de espécies contidas em uma pequena área (aproximadamente 235 ha) com remanescentes da mata atlântica das Serras da Bocaina. O PEQRB é considerado a maior área verde do município de Lavras, Minas Gerais. O parque está localizado ao sul do município (entre 21°19'45" - 21°20'48"S e 44°58'18" - 44°59'24"W), na região da Serra do Carrapato, pertencente ao complexo de serras da Bocaina. Com altitudes variando de 1000 a 1300m, o parque está a cerca de 13 km do centro da cidade de Lavras, pela rodovia Lavras-Luminárias e faz divisa com o município de Ingaí (OLIVEIRA-FILHO; FLUMINHAM-FILHO, 1999; ALVARES et al., 2013).

O parque está inserido na região do alto do Rio Grande, que primitivamente correspondia a um complexo mosaico vegetacional formado por manchas de floresta, Cerrado, Campo rupestre e campo de altitude (FIGURA 1). Estas fisionomias abrangem uma zona de transição entre os Domínios Atlântico e Cerrado, dois domínios considerados como hotspot de biodiversidade (MYERS et al., 2000; DOMINGUES et al., 2012). A frequência de fogo, fertilidade dos solos e disponibilidade de água são alguns dos fatores que condicionam a distribuição das vegetações no Cerrado (BUENO et al., 2018). O Campo rupestre é considerado uma fisionomia campestre pertencente ao Domínio Cerrado situada em solos litóticos (RIBEIRO e WALTER, 2008). No parque, as fisionomias abertas (campo rupestre e de altitude) localizam-se principalmente em altitudes elevadas e com solos rasos; o cerrado e as florestas ocorrem em locais mais baixos e com solos mais profundos (FIGURA 1). Assim como típico na savana brasileira, a fertilidade do solo e o regime hídrico são fatores discriminantes em campos rupestres, além da ocorrência de incêndios, ocasionalmente (OLIVEIRA-FILHO; FLUMINHAM-FILHO, 1999).

O clima da região do PEQRB, segundo a classificação de Köppen, encaixa-se no tipo Cwb, com verões chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual é de 19,3 °C e a precipitação média anual é de 1.493mm, com chuvas concentradas nos meses de verão (ALVARES et al., 2013).

2.2 Materiais Botânicos

A espécie *Miconia ferruginata* foi identificada em campo de acordo com a descrição morfológica feita por Renner (1993). Foram coletadas as folhas da espécie e submetidas ao processo de herborização, para posterior incorporação ao acervo do herbário da Universidade Federal de Lavras. A comparação do material coletado com exsicatas depositadas no herbário confirmou a identificação correta da espécie de estudo. A espécie é conhecida como Pixirica-do-campo, folha-branca e quaresma branca.

Figura 1 – Representação da área de estudo mostrando as fisionomias do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (Poço Bonito) (a) e sua representação de perfil, acrescentando propriedades do solo e um córrego que percorre a floresta densa (b).



Figura 2 – Representação da área de estudo mostrando as fisionomias do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (Poço Bonito) (a) e sua representação de perfil acrescentando propriedades do solo e um córrego que percorre a floresta densa (b) (Adaptado de Oliveira-Filho e Fluminham-Filho, 1999 e adaptado de Araújo et al., 2017). Fisionomias de acordo com as letras na figura 1; a – F : Floresta; C – Cerrado; CR – Campo rupestre; MC – Mata Ciliar.



Para a realização das coletas foram feitas duas parcelas de 980 m² em cada ambiente estudado. Os ambientes estudados foram o Cerrado *stricto sensu* (savana brasileira) e Campo rupestre, sendo 08 indivíduos por parcela, 16 indivíduos por ambiente e 32 indivíduos somando os dois ambientes. Foram coletadas duas folhas por indivíduo realizando 16 repetições (n=32), isto para cada ambiente.

2.3 Análise de trocas gasosas

Foram avaliadas folhas, completamente expandidas e livres de herbivoria, seguindo a amostragem descrita anteriormente. Para a análise foi utilizado o analisador de trocas gasosas por infravermelho (IRGA) modelo LI6400XT (LI-COR), no período de 8:00 às 11:00 da manhã. Foi utilizada uma câmara de 6 cm² e a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos foi fixada para 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Foram avaliadas as variáveis: condutância estomática (gs), a taxa transpiratória (E), a taxa fotossintética (A), a concentração de carbono interno (Ci) e a relação entre carbono interno e externo (Ci/Ca). As variáveis ambientais déficit de pressão de vapor (VPD), temperatura do ar na célula de referência do IRGA (T), umidade relativa do ar na célula de referência (RHR), radiação fotossinteticamente ativa no sensor de luz externo do IRGA (PAROut) também foram avaliadas em cada ambiente.

2.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2011) e, posteriormente, submetidos a uma análise de variância, onde as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

De acordo com os resultados da Tabela 1 se verifica a existência de diferenças significativas para as características avaliadas em plantas de *M. ferruginata*, sendo que no caso das plantas no ambiente Cerrado a taxa fotossintética, a condutância estomática e a transpiração apresentaram valores superiores quando comparadas às plantas do ambiente Campo rupestre. É sabido que essas variáveis de trocas gasosas são fortemente afetadas por condições ambientais, sobretudo o déficit de pressão de vapor (VPD). Normalmente, o aumento do VPD leva a um consequente aumento na transpiração estomática, embora nesse estudo tenha se verificado o oposto.

Tabela 1 - Trocas gasosas foliares de *Miconia ferruginata* nas vegetações de Cerrado e Campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.

Variáveis	Cerrado	Campo rupestre
A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	19,367 a	0,987 b
g_{sw} ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,289 a	0,025 b
C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$)	245,738 b	316,260 a
E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	3,1278 a	0,456 b
C_i/C_a	0,661 b	0,800 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. A = taxa fotossintética, g_{sw} = Condutância estomática, C_i = CO_2 intercelular, E = Taxa transpiratória, C_i/C_a = Razão de CO_2 intercelular/ CO_2 ambiente.

Fonte: Do autor.

Tabela 2 - Variáveis ambientais do Cerrado e Campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.

Variáveis ambientais	Cerrado	Campo rupestre
VPD ar (kPa)	1,041 b	1,572 a
TAIR ($^{\circ}\text{C}$)	26,944 b	28,332 a
RHR (%)	62,632 a	60,416 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. VPDair = Deficit de pressão de vapor, Tair = Temperatura do ar na célula de referência do IRGA; RHR = Umidade relativa do ar na célula de referência, PAROut = Radiação fotossinteticamente ativa no sensor de luz externo do IRGA.

Fonte: Do autor.

3.2 Caracterização da anatomia foliar

A espessura do mesofilo do Campo rupestre foi maior que do cerrado (TABELA 3) e ambos os parênquimas, tanto paliçádico e o lacunoso, foram maiores no campo rupestre (TABELA 3).

Tabela 3- Anatomia foliar de *Miconia ferruginata* nas vegetações de Cerrado e Campo rupestre no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Minas Gerais, Brasil.

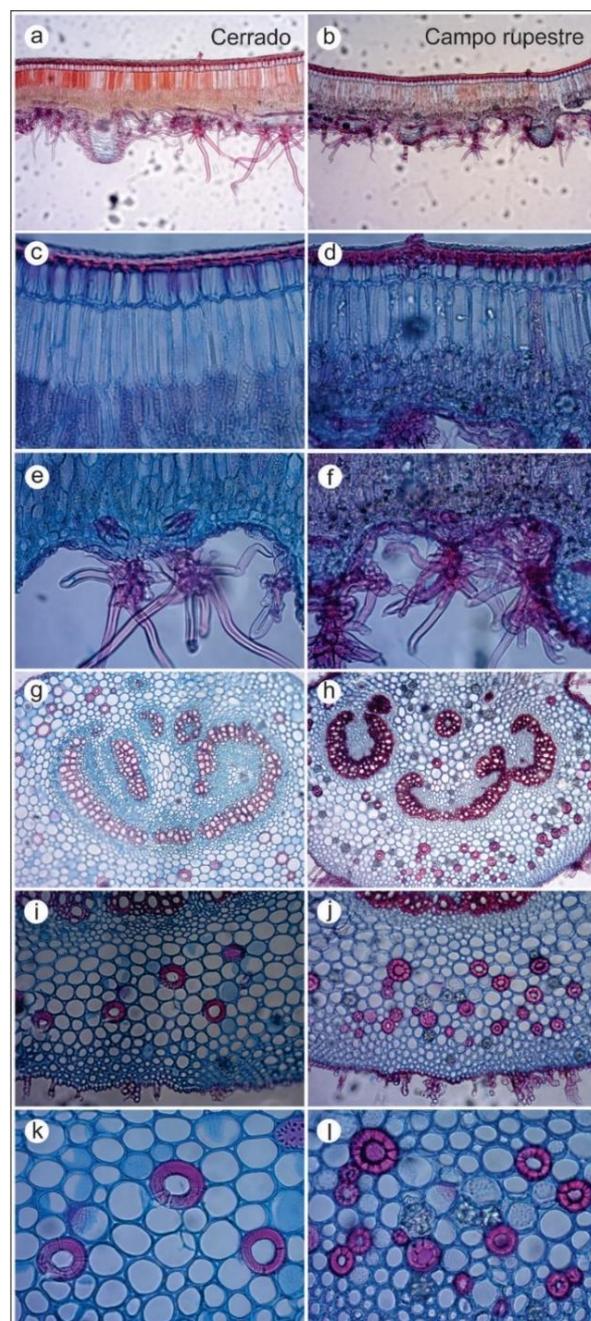
Variáveis trocas gasosas	Cerrado	Campo rupestre
Espessura da cutícula	6,85 b	13,40 a
Espessura da epiderme adaxial	19,91 a	18,33 a
Espessura do parênquima paliçádico	86,03 b	102,57 a
Espessura do parênquima esponjoso	28,42 b	41,34 a
Espessura da epiderme abaxial	5,73 b	8,22 a
Espessura do mesofilo	112,42 b	170,83 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor.

O parênquima lacunoso apresenta arranjo compacto com poucos espaços interculares, conforme a Figura 3, com células desenvolvidas, conferindo ao mesofilo um aspecto semelhante ao isobiteral conforme descrito em *Miconia Sellowiana*.

Figura 3 – Características anatômicas de seções transversais da folha de *M. ferruginata* nos ambientes de Cerrado (A, C, E, G, I e K) e de Campo rupestre (B, D, F, H, J e L). Seções transversais mostrando visão geral do limbo foliar da cutícula até a camada de tricomas (A e B) A-limbo espesso no cerrado; espessura adaxial da cutícula, epiderme e parênquima palicádico é mais alongado e mais compacto. (C e D); Criptas estomáticas na face abaxial, A camada abaixo da epiderme é mais alongada e maior que no Campo rupestre. (E e F); Nervura central, mostrando invaginação em maior quantidade, com isso evita perda de água pelo processo de transpiração (G e H); Detalhe dos esclereídeos e colênquima na nervura central (I e J); Detalhe dos esclereídeos (K); Detalhe dos esclereídeos e cristais de oxalato na nervura central (L).



Fonte: Do autor.

O parênquima paliçádico é alongado e compacto, apresenta células com reentrâncias, ou seja, com saliências. Estas saliências são encontradas em folhas aciculadas de *Pinus* sp. com a função de aumento de superfície de absorção, o que não está em concordância com as descrições para os representantes da família Melastomataceae.

Em Melastomataceae, as lâminas foliares são predominantemente dorsiventrais, como descrito para *Miconia* por Costa (1977).

A nervura central das folhas de *M. ferruginata* (FIGURA 3G e H), coletadas em Campo rupestre e Cerrado, apresentou muitas células esclerificadas que distribuem aleatoriamente, observa-se na Figura 3 que há um número maior de células esclerificadas nas plantas de campo rupestre.

Ainda na nervura central (FIGURA 3G e H) observa-se que o xilema do campo rupestre apresenta o diâmetro menor e as paredes mais espessas em relação ao cerrado.

Os valores das médias da espessura dos tecidos foliares foram maiores no campo rupestre do que no cerrado (TABELA 3 e FIGURA 3). Esse aumento dos tecidos foliares no campo rupestre pode estar relacionado em consequências aos indivíduos do campo rupestre estarem mais expostos a intensa radiação solar, em maiores altitudes, que modificam as estruturas internas e fisiológicas da folha.

Analisando a espessura da cutícula neste trabalho, as folhas de *Miconia ferruginata* coletadas em Campo rupestre apresentaram cutícula mais espessa do que as plantas coletadas no Cerrado (TABELA 3), que permite à planta dificultar a transpiração diretamente através das células epidérmicas (CASTRO, 2009).

O aumento da espessura da cutícula é uma resposta adaptativa comum às espécies que crescem em ambientes com aumento de níveis de radiação e elevadas altitudes (SHEPHERD; GRIFFITHS, 2006). Considerando-se que os indivíduos do Campo rupestre têm maior exposição à radiação solar e maior altitude, as folhas de *Miconia ferruginata* apresentam maior espessura na superfície adaxial em relação às plantas do cerrado, o que pode explicar o resultado deste trabalho. A maior espessura da cutícula nas folhas de *Miconia ferruginata* em ambiente de campo rupestre pode evitar o aumento da temperatura na lâmina foliar e diminuir a transpiração, conforme observado na Tabela 1 deste trabalho. A transpiração foi estatisticamente menor no campo rupestre.

Em relação à espessura da epiderme adaxial, não houve diferença significativa e a epiderme abaxial foi maior no campo rupestre. Esse aumento pode estar relacionado a radiação solar. Essa maior espessura da cutícula encontrada neste trabalho pode ter uma função importante na reflexão da radiação incidente, evitando o superaquecimento e regulando a

intensidade luminosa para o interior da folha (CASTRO, 2009), com isso diminuindo a taxa de transpiração, conforme resultado encontrado neste trabalho.

Os valores da espessura dos parênquimas paliçádico e esponjoso diferem entre si no cerrado e campo rupestre, sendo os maiores valores encontrados no campo rupestre (TABELA 3).

As modificações observadas entre as folhas de *Miconia ferruginata* expostas a maior nível de radiação no Campo rupestre podem ser atribuídas a diferentes concentrações de fito hormônios, especialmente auxinas (MORAIS et al. 2004).

Dentre suas funções, as auxinas exercem a promoção do crescimento e da distinção celular e, como uma das suas características é a fotosensibilidade, as moléculas de auxina se concentram nas regiões menos iluminadas da folha.

Então observa-se que as folhas com mais radiação apresentam maiores teores desse fitohormônio no mesofilo, enquanto em folhas menos iluminadas as auxinas são encontradas em toda a folha, inclusive na epiderme (MEDRI, LLERAS, 1980). Esta distribuição diferencial de auxinas pode ser uma das causas prováveis, em grande parte, pelas diferenças estruturais observadas entre as folhas de cerrado e campo rupestre no qual estão mais expostas a intensa radiação solar. Esses resultados corroboram com os de Voltran et al. (1992) e Moraes et al. (2004), os quais verificaram que as folhas de cafeeiro expostas a maiores níveis de radiação apresentam maior espessura dos tecidos foliares.

Do ponto de vista fisiológico, a parte mais importante da epiderme é a sua parede celular externa, a qual produz um revestimento denominado cutícula.

Outra função importante é a realização de trocas gasosas, que acontecem nos estômatos e são de fundamental importância para a liberação de O₂ e a captação de CO₂ nas folhas, ou mesmo em outras partes do vegetal. É uma atividade altamente especializada, podendo exibir grande plasticidade e evitar a perda de água pelas plantas, que acontece por meio de diferentes mecanismos, sendo eles: impermeabilização da epiderme pela cutícula, a ausência de apoplasto entre as células epidérmicas e a restrição à transpiração, que ocorre apenas nos estômatos. Outra importante função pode ser a reserva de metabólitos e água para a planta. São características observadas neste experimento nos cortes anatômicos nos ambientes de cerrado e campo rupestre.

A análise dos resultados de trocas gasosas indica uma plasticidade das plantas estudadas em cada ambiente; portanto, os indivíduos do cerrado e do campo rupestre apresentam variações intraespecíficas, que podem ser observadas no resultado de trocas gasosas (Tabela 1). Os indivíduos do campo rupestre apresentaram menor condutância estomática e,

consecutivamente, menor taxa de transpiração do que os indivíduos do cerrado. Este resultado é esperado, devido às características ambientais que apresenta o campo rupestre, como solo raso com baixa retenção hídrica e maior exposição à radiação solar e, com isso, o ambiente apresenta maior temperatura (Tabela 2). Estes fatores modulam a fisiologia das plantas, pois devido a menor disponibilidade de água no solo e uma maior temperatura do ar, as plantas do Campo rupestre tiveram que regular as trocas gasosas na folha para evitar a perda excessiva de água pelo processo de transpiração. Ao contrário dos indivíduos do campo rupestre, as plantas do cerrado, apresentaram maior taxa transpiratória e maior condutância estomática; isso devido a fatores edáficos, como a profundidade do solo, por exemplo; há uma maior disponibilidade hídrica para as plantas, proporcionando um ambiente mais favorável para estes indivíduos, por isso, as plantas do cerrado apresentaram taxa fotossintética bem maior do que os indivíduos do campo rupestre.

4 CONCLUSÃO

As modificações estruturais e de trocas gasosas ocorrem em ambientes de cerrado e campo rupestre, indicando uma possível adaptação das plantas estudadas para cada ambiente.

As adaptações estruturais ocorreram, principalmente, na espessura dos tecidos foliares e na quantidade, principalmente, dos tecidos de sustentação e condução sobre as trocas gasosas, apresentando maior fotossíntese no ambiente de cerrado.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L.B et al. **Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica de Mata Ripária no Cerrado**. Polibotânica 35: 1-19, 2013.
- ALLENSPACH, N.; DIAS, M. Frugivory by birds on *Miconia albicans* (MELASTOMATACEAE), in a fragment of cerrado in São Carlos, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 2, p. 407–413, 2013.
- ALMEDA, F.; MARTINS, A.B. **New combinations and new names in some Brazilian Microlicieae (Melastomataceae), with notes on the delimitation of Lavoisiera, Microlicia, and Trembleya**. Novon, p. 1-7, 2001.
- ALVARES, C.A., J.L. et al. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. – Theor. Appl. **Climatol.** 113, 407–427. 2014.
- BÄCHTOLD, B. e MELO JÚNIOR, J.C.F. **Plasticidade morfológica de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Calophyllaceae) em duas formações de restinga no sul do Brasil**. Acta Biológica Catarinense 2: 21-32, 2015.
- BAAS, P. A note on stomatal types and crystals in the leaves of Melastomataceae. **Blumea** 27: 475-479. 1981.
- BOERGER, M.R.T, et al. Leaf morphology variation of *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) in distinct vegetation types at the state of Paraná. *Revista Brasileira de Botânica* 31, 443 – 452. 2008. doi: 10.1590/S0100-84042008000300008
- BUENO, ML, et al. **The environmental triangle of the Cerrado. Domain: Ecological factors driving shifts in tree species composition between forests and savannas**. *Journal of Ecology*, DOI: 10.1111/1365-2745.12969, 2018.
- CARREIRA, R.; ZAIDAN, L. **Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn, sob fotoperíodos controlados *Hoehnea***, 2003. Disponível em: <http://www.ibot.sp.gov.br/publicações/hoehnea/vol30/30_2/302t7.pdf>.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: Editora UFLA, 2009.
- COSTA, C.G. *Miconiatheaezans*(Bomp.) Cogn. (Melastomataceae) considerações anatômicas. **Rodriguesia** 29:7-92. 1977.
- DOMINGUES SA, et al. Economic environmental management tools in the Espinhaço Range Biosphere Reserve. **Journal of Sustainable Development**, 5:180-191, 2012.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analyze sistem**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Nov./dez. 2011.

GARDONI, L.C.; ISAIAS, R.M.S.; VALE, F.H.A. Morfologia e anatomia foliar de três morfotipos de *Marcetia taxifolia* (A. St. Hil.) DC. (Melastomataceae) na Serra do Cipó, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, 30(3): 487-500. 2007.

GUIMARÃES, P.J.F.; MARTINS, A.B. *Tibouchina* sect. *Pleroma* (D. Don) Cogn. (Melastomataceae) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 20(1): 11-33. 1997.

GRATANI, L. **Plant phenotypic plasticity in response to environmental factors**. Adv. Bot., 17, 2014.

MARTINS, F. R.; BATALHA, M. A. **Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação**. In: FELFILI, J. M. et al. Fitossociologiano. Brasil: métodos e estudos de casos. Viçosa, MG: UFV. v. 1, p. 44-85, 2011.

MARTINS, A.B.; RODRIGUES, K.F.; SILVA-GONÇALVES, K.C. **Trembleya in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015 Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9979>>. Acessado em 19 de novembro de 2019.

MARTINS, E. et al. **Revisão taxonômica do gênero Trembleya DC. (Melastomataceae)**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

MEDRI, M.E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. **Arg. Acta Amazonica**, 10, p.463-493, 1980.

MEIRELLES, M.L. et al. **Espécies do estrato herbáceo e a altura do lençol freático em áreas úmidas do Cerrado** (Planaltina, DF). Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002.

MENTINK, H. e BAAS, P. Leaf anatomy of the Melastomataceae, Memecylaceae and Crypteroniaceae. **Blumea** 37(1): 189-225. 1992.

MILANEZ, C.R.D. **Estudos anatômicos e ultra-estruturais em Melastomataceae de Cerrado**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2007.

MYERS N, et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, 403:853-858, 2000.

MORAIS, H. et al. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of *Pigeonpea* (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.6, p.863-871, 2004.

OLIVEIRA FILHO, A. T. e FLUMINHAN FILHO, M. **Ecologia da vegetação do parque florestal quedas do Rio Bonito**. Cerne, v.5, n.2, p.051-064, 1999.

RAO, T.A.; BREMER, K.; CHAKRABORTI, S. Foliar sclereids in Sri Lanka (Ceylonese) species of *Memecylon* (Melastomataceae). **Botaniska Notiser** 133(3): 397-401. 1980.

REIS, C.; PROENÇA, S.L.; SAJO, M.G. Vascularização foliar e anatomia do pecíolo de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 18(4): 987-999. 2004.

REIS, C.; BIERAS, A.C; SAJO, M.G. Leaf anatomy of Melastomataceae from the cerrado of São Paulo State. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 28, 451 – 466. 2005. doi: [10.1590/S0100-84042005000300004](https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000300004)

RENNER, S. S. **Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae**. Nordic Journal of Botany, 13(5), 519-540, 1993.

RIBEIRO, J. F., e WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. 2008.

RIBEIRO, S.P.; CORRÊA, T.L.; SOUSA, H.C. Microscopic variability in mechanical defence and herbivory response in microphyllous leaves of tropical herb species from Serra do Cipó, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 33(2): 237-246. 2010.

SCHERRER, S.; DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Climate and host plant characteristics effects on lepidopteran caterpillar abundance on *Miconia ferruginata* DC. and *Miconia pohliana* Cogn (Melastomataceae). **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 70, n. 1, p. 103-109, Feb.2010.

SCHLICHTING CD, SMITH H. **Phenotypic plasticity: linking molecular mechanisms with evolutionary outcomes**. *Evolutionary Ecology*.16:189-211, 2002.

SHEPHERD, T. GRIFFITHS, D.W. The effects of stress on plant cuticular waxes. **New Phytologist**, Cambridge, v.171, n.3, p. 469-499, 2006.

SULTAN SE. **Phenotypic plasticity for plant development**, function and life history. *Trends in Plant Science*.5:537-542., 2000.

VALLADARES F, SANCHEZ-GOMES D, ZAVALA MA. **Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications**. *Journal of Ecology*.94:1103-1116, 2006.

VOLTAN, R.B.Q. et al. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.4, n.2, p.99-105, 1992.

WURDACK, J.J. Atlas of hair for neotropical Melastomataceae. **Smithsonian Contributions to Botany**, 63:1-80. 1986.

Sites consultados:

<http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/07/03/miconia-ferruginatai-dc/>

<https://www.pensenatural.com.br/canela-de-velho/>