



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PORTO NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE, ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

MARINNA MACIEL SANTANA

MORFOANATOMIA DOS ELAIÓFOROS E FOLHAS DE *BYRSONIMA*
***COCCLOBIFOLIA* KUNTH E *BYRSONIMA VERBASCIFOLIA* (L.) DC.**
(MALPIGHIACEAE), OCORRENTES EM TRÊS ÁREAS DE CERRADO *STRICTO*
SENSU

PORTO NACIONAL- TO

2018

MARINNA MACIEL SANTANA

**MORFOANATOMIA DOS ELAIÓFOROS E FOLHAS DE *BYRSONIMA*
COCCOLOBIFOLIA KUNTH E *BYRSONIMA VERBASCIFOLIA* (L.) DC.
(MALPIGHIACEAE), OCORRENTES EM TRÊS ÁREAS DE CERRADO *STRICTO*
*SENSU***

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Biodiversidade,
Ecologia e Conservação
da Universidade Federal do Tocantins,
como requisito parcial à obtenção do
grau de Mestre em Biodiversidade,
Ecologia e Conservação.

Orientadora: Dr^a Kellen Lagares Ferreira Silva

PORTO NACIONAL – TO

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S232m Santana, Marinna Maciel.

MORFOANATOMIA DOS ELAIÓFOROS E FOLHAS DE
BYRSONIMA COCCOLOBIFOLIA KUNTH E BYRSONIMA
VERBASCIFOLIA (L.) DC. (MALPIGHIACEAE), OCORRENTES EM
TRÊS ÁREAS DE CERRADO

STRICTO SENSU. / Marinna Maciel Santana. – Porto Nacional, TO, 2018.

35 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação
(Mestrado) em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, 2018.

Orientadora : Kellen Lagares Ferreira Silva

1. Morfoanatomia . 2. Micromorfometria. 3. Anatomia . 4. Microscopia.

I. Título

CDD 577

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

BANCA EXAMINADORA



Dr^a. Kellen Lagares Ferreira Silva
Universidade Federal do Tocantins - UFT (Presidente)



Dr^a. Letícia de Almeida Gonçalves
Universidade Federal de Goiás - UFG



Dr^o. Wagner Ferreira de Melo
Universidade Federal do Tocantins - UFT

Aprovada em: 12 de março de 2018
Local de defesa: Auditório do Neamb
Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Porto
Nacional - To

*Dedico este trabalho a minha mãe Humbilina Maciel,
minha fiel companheira.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sua bondade e generosidade em minha vida.

À minha família, tios, primos, meu namorado Lucas; por todo apoio, amizade, confiança e paciência. Minha mãe, meu exemplo de mulher, força e de perseverança.

À minha orientadora Prof. Dra. Kellen Lagares. Agradeço por confiar em mim desde o começo, por me fazer acreditar em mim mesma. Por me mostrar tantas possibilidades e oportunidades. Por ser um exemplo de profissional, que está sempre de portas abertas para conversar, aconselhar, não importa o quanto ocupada estivesse.

Aos meus amigos Esmeralda, Jaderson Roney, Laís e Ozana, fazem parte da minha vida; aprendi tanto! Esmeralda, uma amiga que ganhei nesse tempo, levarei sempre comigo. Jaderson que tantas vezes foi meu socorro diante de tanto sufoco e agonia, um amigo fiel. Laís, sempre companheira; uma amiga para vida. Cumadre Ozana, desde a graduação juntas, já vivemos algumas emoções, é um privilégio conviver com ela, que seja longa nossa amizade. No futuro, quando olhar para trás, lembrarei que tive a felicidade de encontrar pessoas tão generosas e solícitas, como cada um de vocês.

Aos professores do PPG-BEC, pelo dom de ensinar.

À secretária Ana Paula, uma amiga. sempre com palavras de força e incentivo.

Aos técnicos, Izabel, Alexandre e Assuério, como vocês foram importantes nessa jornada.

Aos motoristas Sr. Carlos, Euvaldo, e João, sempre me acompanhando e ajudando nas coletas.

Ao Instituto de Física (Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução-LabMic) – UFG, pelo apoio nas análises de MEV e MET.

À Juliana Paggiaro, sempre tão disposta a ajudar.

À UFT, por fazer parte da minha.

À Capes, pela bolsa concedida.

As pessoas que sempre me ajudaram, me dando carona, uma palavra amiga.

Gratidão à todos!

RESUMO

A família Malpighiaceae é típica no Cerrado brasileiro; a maioria de seus gêneros possuem elaióforos na base de suas sepálas que secretam óleo como recompensa aos seus polinizadores. Objetivou-se caracterizar os elaióforos e folhas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L) DC, em três áreas de cerrado *stricto sensu*, presentes nas fazendas Canaã, Providência e São Judas Tadeu. Neste estudo morfoanatômico, foram realizadas micromorfologia nos elaióforos, anatomia nos elaióforos e folhas, e micromorfometria nas folhas. As análises micromorfológicas dos elaióforos, nas diferentes áreas de Cerrado, demonstraram que esta estrutura mantém seu padrão oval e sésil, como um conservadorismo floral, o que garante o sucesso reprodutivo dessas espécies, o que foi observado nas três áreas estudadas Canaã, Providência e São Judas Tadeu. As folhas apresentaram diferenças anatômicas frente às diferentes áreas estudadas, para *B. coccolobifolia* a presença de bainha fenólica nas populações de Providência e São Judas Tadeu, e em *B. verbascifolia* a bainha esclerificada nas plantas de Canaã, Providência e São Judas Tadeu, ambas agem contra a perda de água em ambientes onde o solo possui pouca retenção de água, característica encontrada no solo de Providência. A análise micromorfométrica revelou diferenças no parênquima esponjoso de *B. coccolobifolia*, nas plantas de São Judas Tadeu, demonstrando que a maior espessura desse tecido facilita a difusão do CO₂, e a epiderme abaxial mais espessa em *B. verbascifolia*, típica de plantas que estão expostas à alta luminosidade. Nas plantas de *B. verbascifolia*, da população Providência, o parênquima paliçádico foi menor, devido sua distribuição em áreas mais sombreadas. Características xeromórficas como: cutícula espessa, tricomas e muitos estômatos, demonstram que estas espécies estão bem adaptadas ao Cerrado.

Palavras chave: glândulas, micromorfologia, micromorfometria.

ABSTRACT:

The Malpighiaceae family is typical in the Brazilian Cerrado; most of their genera have elaiophores in the basis of its sepals that secretion oil like reward to its pollinators. The objective was to characterize the elaiophores and leaves of *Byrsonima coccolobifolia* Kunth and *Byrsonima verbascifolia* (L) DC, in three areas of cerrado *stricto sensu*, present in the farms Canaã, Providência and São Judas Tadeu. In this morpho-anatomical study, micromorphology was performed on the elaiophores, anatomy on the elaiophores and leaves, and micromorphometry on the leaves. The micromorphological analysis of elaiophores in the different areas of Cerrado showed that this structure maintains its oval and sessile pattern, as a floral conservatism, which guarantees the reproductive success of these species, which was observed in the three studied areas Canaã, Providência and São Judas Tadeu. The leaves presented anatomical differences to the different areas studied, for *B. coccolobifolia* the presence of phenolic sheath in the populations of Providência and São Judas Tadeu, and in *B. verbascifolia* the sclerified sheath in the plants of Canaã, Providência and São Judas Tadeu, both act against loss of water in environments where the soil has little water retention, a characteristic found in the soil of Providência. The micromorphometric analysis revealed differences in the spongy parenchyma of *B. coccolobifolia* in the plants of São Judas Tadeu, demonstrating that the greater thickness of this tissue facilitates the diffusion of CO₂, and the thicker abaxial epidermis in *B. verbascifolia*, typical of plants that are exposed to high luminosity. In the *B. verbascifolia* plants of the Providência population, the palisade parenchyma was smaller, due to its distribution in more shaded areas. Xeromorphic features such as: thick cuticle, trichomes and many stomata, show that these species are well adapted to the Cerrado.

Key words: glands, micromorphology, micromorphometry.

*“A alegria não chega apenas no encontro do
achado, mas faz parte do processo de busca.”
(Paulo Freire)*

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Elaióforo de A: *Byrsonima coccolobifolia*, B): *Byrsonima verbascifolia*, ocorrentes em áreas de cerrado *stricto sensu* nos municípios de Porto Nacional e Brejinho de Nazaré, Tocantins. Barras: 1000µm..... 16
- Figura 2** Microscopia eletrônica de varredura (MEV) realizada nos elaióforos de *Byrsonima coccolobifolia* (A, C, D, E) e *Byrsonima verbascifolia* (B). A e B: par de elaióforo; C: evidenciando o poro; D: estrato cuticular; E: face onde o elaióforo se adere a sépala. *: poro. Barras: 20µm (D), 100µm (C) e 500µm (A, B e E)..... 16
- Figura 3** Anatomia dos elaióforos de *Byrsonima coccolobifolia* (A e D) e *Byrsonima verbascifolia* (B, C, E, F, G) A e B: elaióforo; C: parênquima subglandular com espaços intercelulares; D: feixe vascular, E: drusas e F: esclereídes no parênquima subglandular; G: esclereíde associado a drusa. Eps: epiderme secretora; Fva: feixe vascular; Psg: parênquima subglandular, *: estrato cuticular Seta: drusas. Barras: 10µm (F), 40µm (A, B, E, G), 100µm (C-D)..... 18
- Figura 4** Anatomia foliar de *Byrsonima coccolobifolia* (A, G, I, K, M, N, O) e *Byrsonima verbascifolia* (B, C, D, E, F, H, J, L, P). A e B: nervura mediana; C: epiderme abaxial; D: epiderme adaxial da nervura mediana; E: tricoma do tipo “T”; F: epiderme adaxial da nervura mediana com drusa, colênquima e parênquima; G: feixe vascular; H: corte longitudinal evidenciando o esclereíde; I e J: limbo foliar; K e L: epiderme abaxial e parênquima esponjoso; M: estômato; N: bainha fenólica; O: bainha fenólica na nervura de pequeno porte; P: bainha esclerificada. Bfe: bainha do feixe; Cut: cutícula; Col: colênquima; Dru: drusas; Ead: epiderme adaxial; Eab: epiderme abaxial; Flo: floema; Fpe: fibras pericíclicas; Ppa: parênquima paliçádico; Pes: parênquima esponjoso; Paq: parênquima; Tri: tricoma; Xil: xilema. *: epiderme biestratificada não continua; seta: estômato. Barras: 4µm (A-B), 40µm (C, D, E, F, G, I, J, K, L, M, N, P), 100µm (H, O)..... 21

LISTA DE TABELA

Tabela 1	Análises micromorfológicas realizadas nas folhas de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth e <i>Byrsonima verbascifolia</i> (L) DC., nas populações de Canaã, Providência e São Judas Tadeu. As médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Legenda: Ead: epiderme adaxial, Eab: epiderme abaxial, Ppa: parênquima paliçádico, Pes: parênquima esponjoso.....	24
-----------------	--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E METÓDOS.....	14
2.1 Material vegetal.....	14
2.2 Estudo micromorfológico dos elaióforos (MEV).....	14
2.3 Análises anatômicas dos elaióforos e folhas	15
2.4 Análise micromorfométrica das folhas.....	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 Morfologia e micromorfologia dos elaióforos.....	15
3.2 Anatomia dos elaióforos	17
3.3 Anatomia das folhas.....	20
3.4 Análises micromorfométricas das folhas.....	24
4 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é a maior área de savana da América do Sul (ANACHE et al., 2018) e, de acordo com Lehmann et al. (2014), essa formação vegetacional está entre as áreas com maior riqueza de espécies do mundo, os *hotspots*. Segundo Mendonça et al. (2008), o Cerrado possui cerca de 11 mil espécies de plantas vasculares; o que compreende cerca de 30% da biodiversidade brasileira. Para Machado et al. (2004), essa riqueza de espécies está ligada aos diversos tipos de vegetação presentes nesse complexo vegetacional os quais, de acordo com Ribeiro e Walter (2008) dividem-se em gradientes fisionômicos que variam de formações campestres (compreendendo as espécies herbáceas), formações florestais (componente arbóreo bem desenvolvido) e formações savânicas (estrato herbáceo-arbustivo abundante e estrato arbóreo esparso).

Dentre as formações savânicas, destaca-se o cerrado *stricto sensu*, com uma vegetação caracterizada pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, casca espessa e folhas coriáceas, com evidências de queimadas; o solo com pH ácido, baixo teor de nutrientes como nitrogênio e fósforo, altas taxas de alumínio e pouca matéria orgânica (RIBEIRO; WALTER 2008). Assim, o cerrado *stricto sensu* possui uma vegetação xeromórfica, com plantas que resistem bem ao estresse hídrico (CONCEIÇÃO et al., 2007; RAPINI et al., 2008); uma vez que o clima sazonal bem definido é típico dessa região, onde a distribuição de chuvas é dividida em duas estações: a seca de abril a setembro e a chuvosa de outubro a março (FRANCO 2005).

Nas últimas décadas o Cerrado, considerado uma fronteira agrícola nacional, vem sofrendo com a perda de sua vegetação natural, que é convertida em pastagens e áreas cultivadas (HUGHES 2017; LAPOLA et al., 2013). Dentre as diversas fisionomias presentes nesse domínio, o cerrado *stricto sensu* é um dos mais representativos e, está entre os que são mais degradados pelo homem, pois está associado geralmente a terrenos planos e solos profundos, o que propicia a agropecuária (FELFILI et al., 2002). Segundo Soares-Filho et al. (2014) o Cerrado possui apenas 41% de sua vegetação original; com uma pequena porcentagem, cerca de 7% de sua cobertura está sob proteção legal. Alguns cenários preveem que o Cerrado perderá toda sua vegetação original até 2030 (MALHADO et al., 2010). A degradação dessa formação vegetacional coloca em risco sistemas naturais e humanos, pois compromete as funções ecossistêmicas que promovem o bem-estar e a manutenção da vida (COSTANZA et al., 1997). Severamente ameaçado, o Cerrado é uma das áreas prioritárias para a conservação (MYERS et al., 2000).

Com extensa diversidade de espécies a família Malpighiaceae Juss., destaca-se no Cerrado, com cerca de 77 gêneros e aproximadamente 1150 espécies (DAVIS; ANDERSON 2010). Os indivíduos dessa família incluem árvores, arbustos, lianas ou ervas perenes (SOUZA; LORENZI 2012) e possuem uma característica marcante, a presença de elaióforos na maioria das espécies (ANDERSON 1990). Elaióforos (do grego *elaion*= óleo, azeite; *phoros*= que porta) são glândulas que secretam e acumulam óleos, estão presentes nas flores ou inflorescências e atraem polinizadores específicos (GONÇALVES; LORENZI 2007) como as abelhas da tribo Centridini, que utilizam o lipídio juntamente com o pólen como fonte de alimentação e desenvolvimento de suas larvas, e o óleo puro para construção de seus ninhos (VOGEL 1990). Essas abelhas são conhecidas como “abelhas coletoras de óleo”, e, destacando-se as do gênero *Centris*, consideradas polinizadores chave na manutenção de várias espécies de plantas nos ecossistemas tropicais, como as espécies do gênero *Byrsonima* (VINSON et al., 1997; RAMALHO; SILVA 2002; REGO et al., 2006). Neste gênero, os elaióforos estão dispostos na base das flores, dois em cada uma das cinco sépalas, totalizando dez glândulas (ANDERSON 1990).

O gênero *Byrsonima* Rich. ex Kunth é bastante comum no Cerrado, sendo conhecido popularmente como murici (BENEZAR; PESSONI 2006). É um dos mais representativos da família Malpighiaceae (DAVIS; ANDERSON 2010) com cerca de 130 espécies (MAMEDE; FRANCENER 2015). Dentre as espécies do gênero *Byrsonima*, destacam-se *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, conhecida como murici-rosa, e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC., popularmente conhecida como murici-cascudo (MORAIS et al., 2013), muricizinho e baga-de-tucano (MENDANHA et al., 2010).

B. coccolobifolia Kunth, espécie objeto do presente estudo, é uma árvore de médio porte e pode atingir 5 metros de altura (SILVA et al., 2006; MAMEDE; FRANCENER 2015). Suas folhas são glabras e de filotaxia cruzada; possui flores rosadas e os frutos são drupáceos (BENEZAR; PESSONI 2006).

B. verbascifolia (L.) DC. é uma espécie arbórea que pode atingir de 4 a 6 metros de altura (LORENZI 2002; MAMEDE; FRANCENER 2015), com caule tortuoso formando uma copa aberta (STEHMANN 2012). Suas folhas são grandes, opostas, simples e obovadas (ALMEIDA et al., 1998), com pelos nas faces adaxial e abaxial (ANDRADE et al., 1995).

Diante da intensa perda de vegetação nativa do Cerrado, bem como as alterações ambientais a qual os indivíduos presentes nessa formação vegetacional estão submetidos, e diante da importância ecológica das espécies estudadas para manutenção do equilíbrio dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas mesmas, este trabalho teve como objetivo estudar os elaióforos

de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, presentes em três áreas de cerrado *stricto sensu*, com o intuito de descrevê-los sob o ponto de vista morfológico, micromorfológico e anatômico. Além disso, realizar-se as análises anatômicas e micromorfométricas nas folhas das duas espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal

O estudo foi realizado utilizando-se material vegetal coletado de indivíduos de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* ocorrentes em áreas de cerrado *stricto sensu* nas Fazendas São Judas Tadeu (S10°48'05.4" e W048°25'40.4"), município de Brejinho de Nazaré, Canaã (S10°40'14.6" e W048°20'55.7") e Providência (S10°33'48.5" e W048°24'34.9"), localizadas no município de Porto Nacional– TO. Ambas áreas, possuem remanescentes de cerrado *stricto sensu*.

Foram selecionados 60 indivíduos, georeferenciados com o auxílio de um Sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS), sendo 10 para cada espécie, nas três áreas de estudo.

Nos meses de outubro e novembro de 2016 ocorreu a coleta de três folhas totalmente expandidas, presentes no terceiro nó em cada indivíduo de ambas espécies. Os elaióforos das flores em antese, foram coletados nos meses de outubro a dezembro de 2016 e 2017, foram selecionadas cinco flores, em cinco inflorescências, nas duas espécies. Além disso, foram coletados materiais para exsicatas depositadas no Herbário do Tocantins (HTO) da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Porto Nacional, com os seguintes tombos 1712 para *B. coccolobifolia* e para 10608 *B. verbascifolia*.

2.2 Estudo micromorfológico dos elaióforos

Para o estudo de microscopia eletrônica de varredura (MEV) os elaióforos de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* foram coletados e fixados em glutaraldeído e formaldeído (Karnovsky 1965) durante 24 horas sob vácuo. Após a fixação, foram lavados duas vezes de 30 minutos em solução tampão fosfato, em seguida desidratados em série etílica e estocados em álcool 70%. A análise da MEV foi realizada na Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Samambaia, no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução (LabMic) do Instituto de Física. No laboratório os elaióforos foram desidratados em série etílica, até o álcool absoluto. Após desidratados os elaióforos foram submetidos ao ponto crítico com CO₂ líquido e depois metalizados com ouro 10nm (nanômetros). Os elaióforos foram analisados em microscópio Jeol, JSM-6610, equipado com EDS, Thermo Scientific NSS Spectral Imaging.

2.3 Análises anatômicas dos elaióforos e folhas

Para a microscopia de luz, os elaióforos e as amostras foliares (fragmentos da nervura mediana do limbo foliar) foram fixadas em solução FAA 50 (formaldeído, ácido acético glacial e álcool etílico 50%) (JOHANSEN 1940), e armazenadas em etanol 70%. As amostras foram desidratadas em série etílica butílica e inclusas em parafina. Em seguida as amostras de folhas e elaióforos foram emblocados em parafina mais cera de abelha (8%) e orientados seguindo o plano de corte. Cortes longitudinais e transversais foram feitos a 12µm (micrômetros) de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (HAUPT 1930). Os cortes foram obtidos em micrótomo Leica RM2245. Posteriormente os cortes foram desparafinizados em série xilólica, hidratados em série etílica, corados em safranina e azul de astra (GERLACH 1984). Posteriormente as lâminas foram montadas em balsamo do Canadá. As observações foram realizadas em microscópio óptico Leica DM500, e documentação fotográfica obtida com câmera digital ICC50 HD acoplada.

2.4 Análise micromorfométrica das folhas

Para as análises micromorfométricas foram selecionados três cortes, em três lâmina, para cada indivíduo, de ambas espécies nas três áreas estudadas, e para as duas coletas. Foram realizadas 10 medidas na epiderme adaxial e abaxial, parênquimas paliçádico e esponjoso. Para realizar as medidas, utilizou-se o software Anati Quanti 2.0 (AGUIAR et al., 2007). Os resultados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância (Anova), seguida do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) para comparar as médias utilizando-se o software Past 3.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Morfologia e micromorfologia dos elaióforos

O período de floração em *B. coccolobifolia* ocorre de novembro a dezembro, e *B. verbascifolia* do mês de outubro a novembro, conforme observado durante as visitas à campo nas três áreas estudadas. Resultado semelhante foi encontrado para *B. coccolobifolia* numa área de Cerrado em Roraima (BARBOSA et al., 2012); e por Meireles (2015) na fazenda São Judas Tadeu para *B. verbascifolia*; e Araújo et al. (2014), para esta mesma espécie em uma área de Tabuleiro no Nordeste brasileiro. Entretanto, alguns autores descreveram que ambas espécies podem florescer em outros períodos do ano (SILVÉRIO et al., 2010), o que pode estar associada a períodos onde a precipitação pluvial é baixa (BARBOSA et al., 2005).

Os elaióforos de ambas espécies estão dispostos em pares (Fig. 1A-B), na base das sépalas, totalizando dez glândulas por flor. Neste estudo, o resultado foi semelhante para *B.*

coccolobifolia e *B. verbascifolia* nas três populações observadas. As análises micromorfológicas revelaram que em *B. coccolobifolia* (Fig. 2A) e *B. verbascifolia* (Fig. 2B) os elaióforos são sésseis e possuem forma oval. No ápice se localiza o poro (Fig. 2A, B- C). Foi possível visualizar o estrato cuticular, em toda sua extensão, pelo elaióforo, evidenciando o contorno das células (Fig. 2D). Em *B. coccolobifolia* foi possível visualizar a face onde o elaióforo se adere à sépala (Fig. 2E).

Fig. 1: Elaióforo de A) *Byrsonima coccolobifolia* e B) *Byrsonima verbascifolia* ocorrentes em áreas de cerrado *stricto sensu* municípios de Porto Nacional e Brejinho de Nazaré, TO. Barras: 1000 μ m.

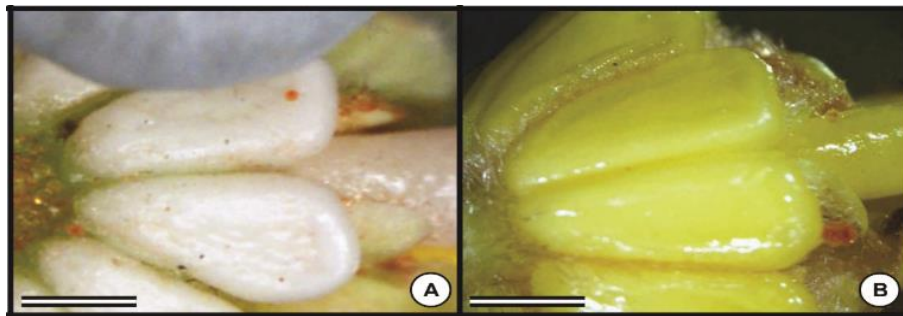
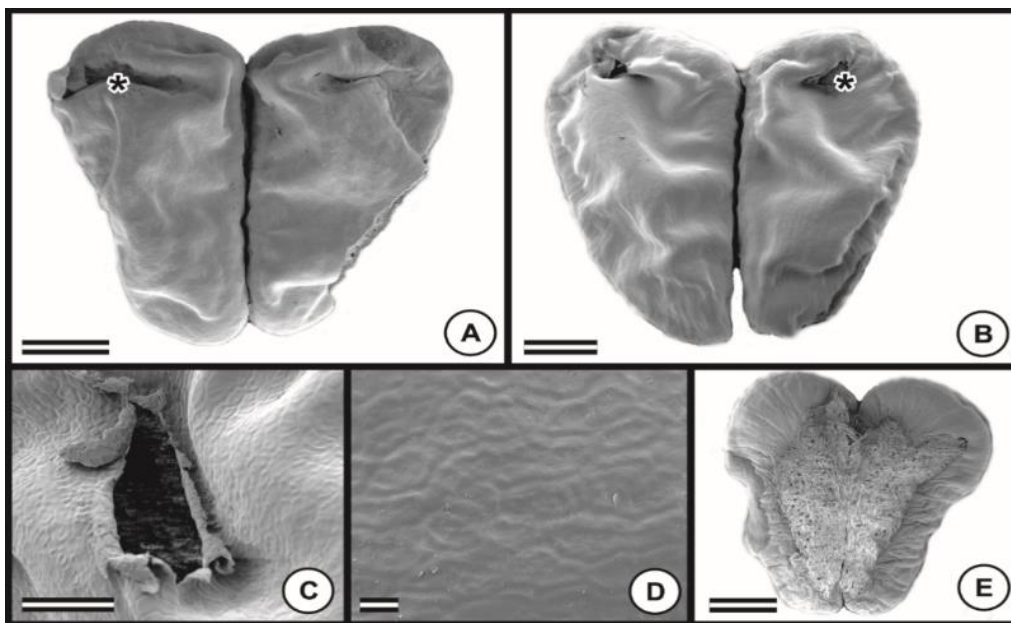


Fig. 2: Microscopia eletrônica de varredura (MEV) realizada nos elaióforos de *Byrsonima coccolobifolia* (A, C, D, E) e *Byrsonima verbascifolia*. (B). A e B: par de elaióforo; C: evidenciando o poro; D: estrato cuticular; E: face onde o elaióforo se adere a sépala. *: poro. Barras: 20 μ m (D), 100 μ m (C) e 500 μ m (A, B e E).



No gênero *Byrsonima*, a maioria dos indivíduos possuem dez elaióforos na base de suas sepálas (ANDERSON 1981; 2001) entretanto, segundo Possobom e Machado (2017), a presença e número de elaióforos podem variar entre gêneros, espécies, populações, indivíduos ou mesmo entre as flores. Algumas espécies podem apresentar-se totalmente sem glândulas; com flores glandulares como observado no presente estudo, ou ainda existem casos onde as

espécies podem apresentar indivíduos sem glândulas, por exemplo em *Byrsonima sericeae* DC, onde os elaióforos podem estar ausentes em determinados indivíduos na mesma população (TEIXEIRA; MACHADO 2000). Em outros gêneros da família Malpighiaceae como *Banisteriopsis* C. B. Rob. ex Small (GATES 1982) e *Peixotoa* A. Juss (ANDERSON 1982), as espécies possuem oito glândulas por flor. Segundo Carvalho et al. (2005) o número de elaióforos não interfere na quantidade de óleo produzido, pois as glândulas aumentam a produção de óleo, o que compensa a produção total de óleo por flor.

Em relação a forma dos elaióforos de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, nas plantas das três populações avaliadas, possuem morfologia semelhante à maioria das espécies de Malpighiaceae estudadas (CASTRO et al., 2001; POSSOBOM et al., 2015; ARAÚJO; MEIRA 2016). Alguns autores como Anderson (1979) e Davis et al. (2014), descrevem essa semelhança como um conservadorismo floral de Malpighiaceae, que auxilia na manutenção da interação com as abelhas coletoras de óleo que são polinizadoras chave dessa família. Resultados semelhantes foram encontrados para as espécies *B. sericeae* (TEIXEIRA & MACHADO 2000); *Malpighia glabra* L. (VOGEL 1974) e em espécies do gênero *Banisteriopsis* (ARAÚJO; MEIRA 2016).

No ápice do elaióforo encontra-se o poro, que é formado pela ruptura da cutícula, devido ao acúmulo de óleo dentro do espaço subcuticular (VOGEL 1974; CASTRO 2001; POSSOBOM et al., 2015). Acredita-se que o poro é a via pela qual o óleo é eliminado. Porém, em algumas espécies, essa eliminação se dá pela ação do visitante ao tocar a superfície do elaióforo, como encontrado por Possobom e Machado (2017).

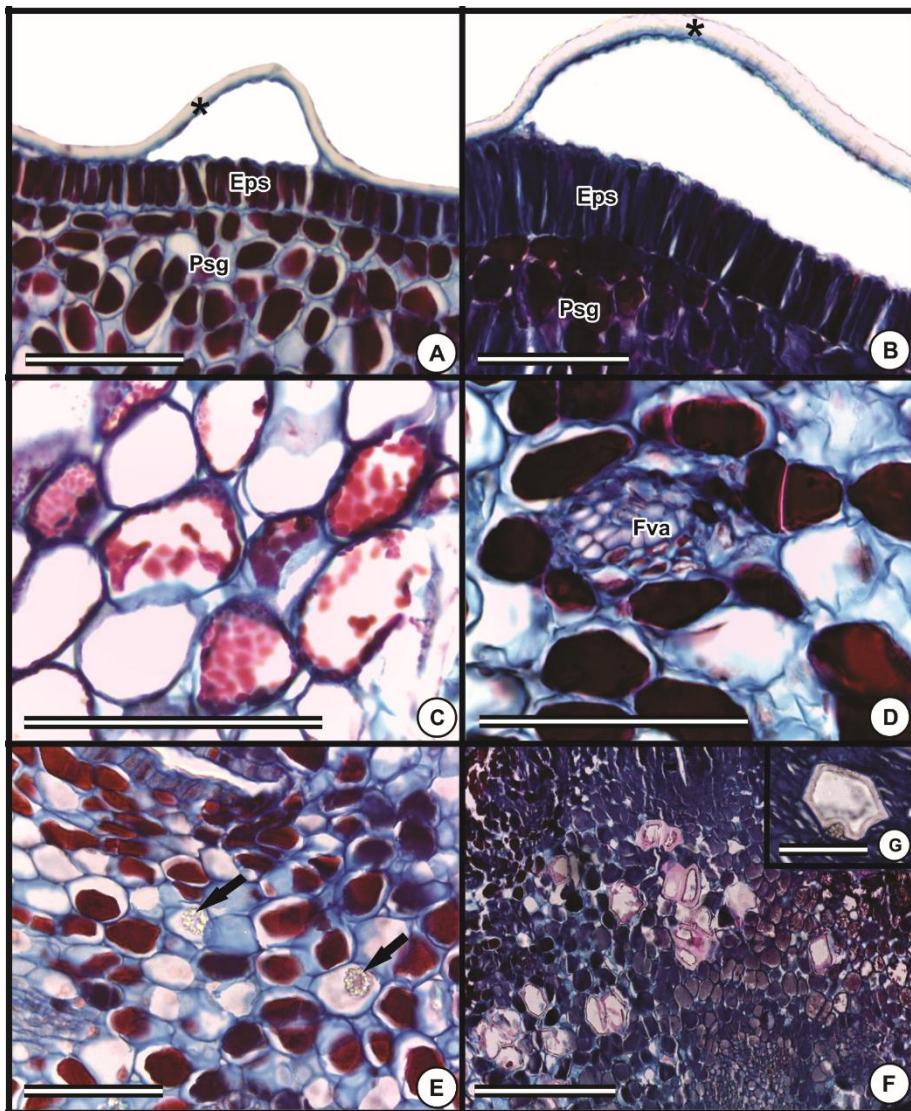
3.2 Anatomia dos elaióforos

As análises anatômicas realizadas nas três populações demonstraram que os elaióforos de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, possuem estrato cuticular, epiderme secretora e parênquima subglandular (Fig. 3A-B). O estrato cuticular, se distende do elaióforo (Fig. 3A-B). A epiderme secretora adjacente ao estrato cuticular possui células alongadas, estreitas em paliçada, com paredes anticlinalis e periclinal internas delgadas. A parede periclinal que se adere ao estrato cuticular é espessa (Fig. 3A-B). A membrana plasmática das células apresenta-se deslocada, formando o espaço periplasmático. Adjacente à epiderme secretora encontra-se o parênquima subglandular, que é composto por células de formato isodiamétrico com espaços intercelulares (Fig. 3C), e quando submetidas a safranina, adquirem um vermelho intenso (Fig. 3A-E).

Os feixes vasculares compostos por xilema e floema (Fig. 3D). Foram observados idioblastos com drusas de oxalato de cálcio (Fig. 3E). Esses resultados são iguais nos indivíduos de ambas espécies e nas três populações.

Em *B. verbascifolia* foi possível visualizar esclereídes no parênquima subglandular, nas plantas das três populações (Fig. 3F), às vezes associados às drusas (Fig. 3G) o que não foi observado em *B. coccolobifolia*.

Fig. 3: Anatomia dos elaióforos de *Byrsonima coccolobifolia* (A e D) e *Byrsonima verbascifolia* (B, C, E, F, G) A e B: elaióforo; C: parênquima subglandular, com espaços intercelulares; D: feixe vascular; E: parênquima subglandular com drusas; F: esclereídes no parênquima subglandular; G: esclereíde associado a drusa. Eps: epiderme secretora; Fva: feixe vascular; Psg: parênquima subglandular. Setas: drusas. *: estrato cuticular Barras: 10 μ m (F), 40 μ m (A, B, E, G), 100 μ m (C-D).



Anatomicamente, nas espécies *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, essas glândulas são do tipo epitelial. Elaióforos epiteliais possuem uma camada de células secretoras em paliçada, uma cutícula que é formada por porções da parede periclinal externa das células da epiderme secretora e pelo óleo secretado. Essa camada, denominada de estrato cuticular, se distende por toda a superfície do elaióforo (VOGEL 1974), e subjacente à ela, há um parênquima subglandular, composto por feixes vasculares. Elaióforos epiteliais também foram encontrados

por Castro et al. (2001) em *Galphimia brasiliensis* (L.) Adr. Juss; por Possobom et al. (2015) em *Diplopterys pubipetala* (A. Juss), ambas pertencentes a família Malpighiaceae. Nos elaióforos epiteliais, a secreção lipídica se acumula entre a epiderme secretora e o estrato cuticular, e posteriormente é liberada com a ruptura da cutícula, ou pela ação exercida pelas abelhas visitantes, que formam um “poro” (SEIPOLD et al., 2004; CARVALHO et al., 2005; POSSOBOM et al., 2015; POSSOBOM; MACHADO 2017).

O estudo do parênquima subglandular revelou características estruturais como células em formato isodiamétrico e com espaços intercelulares; que corroboram com os resultados encontrados por Castro et al. (2001) para a espécie *G. brasiliensis* e Araújo e Meira (2016) para 35 espécies do gênero *Banisteriopsis* C. B. Rob. Nas três populações aqui estudadas, nas duas espécies, esse parênquima subglandular possui duas regiões distintas, uma abaixo da epiderme secretora com células menores, e a outra formada por células maiores e irregulares. O parênquima subglandular dos elaióforos é um tecido bastante vascularizado e os feixes vasculares presentes nessa região, para ambas espécies e populações, são compostos por xilema e floema; conforme Araújo e Meira (2016), para as espécies do gênero *Banisteriopsis*.

Nas espécies estudadas, as células com conteúdo vermelho, podem estar associadas a presença de compostos fenólicos; análises histoquímicas realizadas por Santana (2015) para *B. coccolobifolia* e por Silva (2013) para *B. verbascifolia*, nos elaióforos das plantas da população São Judas Tadeu revelaram a grande quantidade dessas substâncias no parênquima subglandular de ambas espécies. Essas autoras descrevem este composto fenólico como tanino, que é um composto do metabolismo secundário dos vegetais, e inibem o forrageio dos animais herbívoros, uma vez que este composto possui alto nível de adstringência que as tornam menos palatáveis, evitando assim a herbívoros (TAIZ; ZAIGER 2009). Os taninos são comuns nas células de estruturas secretoras, como no presente estudo.

As drusas com oxalato de cálcio presentes no parênquima subglandular de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* também foram descritas por Araújo e Meira (2016) para as espécies do gênero *Banisteriopsis*. O oxalato de cálcio é um biomineral (WEINER; DOVE 2003) que atua na defesa do vegetal contra herbívoros (RUPALI et al., 2012). As drusas podem ser encontradas em vários locais na planta, incluindo os tecidos secretores (KONYAR et al., 2014), conforme observado nas três populações de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*. Em *B. verbascifolia* as drusas podem vir associadas a esclereídes. Nas angiospermas é comum ocorrer depósito de oxalato de cálcio na parede de células especializadas, como astroesclereídes (FRANCESCHI; HORNER 1980).

3.3 Anatomia das folhas

Nas três populações, as folhas de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* possuem nervura mediana (Fig. 4. A-B) com as faces adaxial (Fig. 4C) e abaxial (Fig. 4D) da epiderme uniestratificadas e cutícula espessa (Fig. 4C-D). Os tricomas estão presentes na epiderme da nervura mediana e em todo o limbo foliar de *B. verbascifolia*. São tricomas tectores unicelulares (Fig. 4D), ou ramificados em forma de “T” (Fig. 4E). Na região da nervura mediana observou-se, em ambas as espécies nas três populações, a presença de drusas nas células de colênquima e parênquima (Fig. 4F). O sistema vascular encontra-se organizado em feixes vasculares colaterais, na forma de arcos abertos com extremidades convolutas em *B. coccolobifolia* (Fig. 4A). Em *B. verbascifolia* foi possível observar arcos invaginantes com vários feixes (Fig. 4B). Nas duas espécies, as fibras pericíclicas encontram-se adjacentes ao feixe vascular (Fig. 4A-B, G). Foi possível visualizar esclereídes na nervura mediana das plantas de *B. verbascifolia* ocorrentes nas três populações (Fig. 4F).

O limbo foliar das plantas de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, nas três populações, apresentaram a face adaxial da epiderme biestratificada não contínua (Fig. 4I-J); face abaxial da epiderme uniestratificada (Fig. 4K-L).

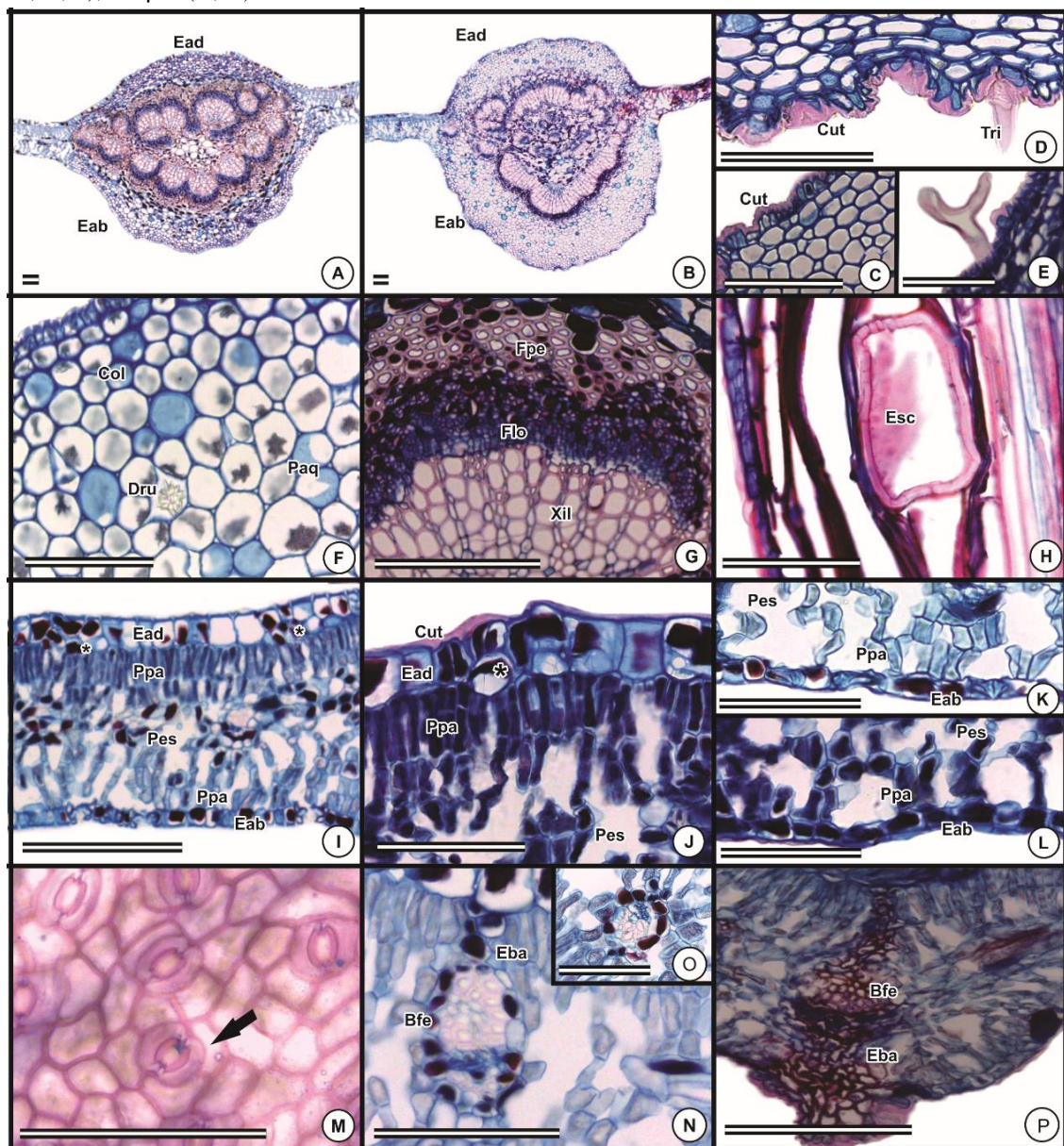
O mesofilo é isobilateral nas plantas de ambas espécies e nas três populações, composto por camadas de parênquima paliçádico e parênquima esponjoso (Fig. 4I-J). Foi possível observar estômatos de variados tipos, e se encontram organizados na face abaxial da epiderme de ambas espécies (Fig. 4M). Em *B. coccolobifolia* nas folhas das plantas das populações de Providência e São Judas Tadeu há uma extensão de bainha (Fig. 4N), e os feixes de pequeno porte (Fig. 4O) são envoltos por células com compostos fenólicos visualizados pela coloração avermelhada das células; o mesmo ocorre em *B. verbascifolia* nas três populações, onde essa bainha é esclerificada (Fig. 4P).

As características presentes nas folhas de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* são comuns em plantas que vivem em ambientes xerófilos, sujeitos às mudanças de temperatura, luminosidade e baixa umidade do ar, características encontradas no Cerrado (FERREIRA et al., 2015).

As espécies objeto desse estudo, nas três populações, apresentaram anatomia semelhante para a nervura mediana. Em ambas espécies, o padrão anatômico observado na nervura mediana é coberta por epiderme da face adaxial e abaxial uniestratificadas, também foram verificadas para as espécies de *Stigmaphyllon* (GUIMARÃES et al., 2016). A epiderme que recobre a nervura mediana possui cutícula espessa, conforme descrito por Ferreira et al. (2015). Segundo

estes autores, a cutícula age contra a perda de água, reduzindo a transpiração, o que aumenta a eficiência no uso da água nas plantas presentes no Cerrado.

Fig.4: Anatomia foliar de *Byrsonima coccolobifolia* (A, G, I, K, M, N, O) e *Byrsonima verbascifolia* (B, C, D, E, F, H, J, L, P). A e B: nervura mediana; C: epiderme abaxial; D: epiderme adaxial da nervura mediana; E: tricoma do tipo “T”; F: epiderme adaxial da nervura mediana com drusa, colênquima e parênquima; G: feixe vascular; H: corte longitudinal evidenciando o esclereíde; I e J: limbo foliar; K e L: epiderme abaxial e parênquima esponjoso; M: estômato; N: bainha fenólica; O: bainha fenólica na nervura de pequeno porte; P: bainha esclerificada. Bfe: bainha do feixe; Cut: cutícula; Col: colênquima; Dru: drusas; Ead: epiderme adaxial; Eab: epiderme abaxial; Flo: floema; Fpe: fibras pericíclicas; Ppa: parênquima paliádico; Pes: parênquima esponjoso; Paq: parênquima; Tri: tricoma; Xil: xilema. *: epiderme biestratificada não continua; seta: estômato. Barras: 4µm (A-B), 40µm (C, D, E, F, G, I, J, K, L, M, N, P), 100µm (H, O).



Em *B. verbascifolia*, nas plantas das três populações, os tricomas conferem um denso revestimento na nervura mediana e limbo foliar, o que é uma adaptação à ambientes xéricos. Nas plantas xerófitas, a presença de suberina na parede desses tricomas, previne que a folha

perca água através da parede celular por via apoplástica (CUTLER 2011). Os tricomas são apêndices epidérmicos, e diminuem a taxa de transpiração pelo aumento da reflexão da radiação solar reduzindo a temperatura e restringindo a perda de vapor de água dos estômatos para a atmosfera, pois aumentam o ar parado na superfície da folha (FAHN; CLUTER 1992; SANDQUIST; EHLERINGER 1997); esses apêndices também podem proteger os tecidos da folha contra danos causados pelos raios UV-B (MANETAS 2003). Essas características também são comuns nas espécies *Byrsonima intermedia* A. Juss. (BIERAS; SAJO 2009; FERREIRA et al., 2015) e *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (GUIMARÃES et al., 2016). A ausência de tricomas *B. coccolobifolia* nas plantas das três populações deve ser considerada com cautela, pois essa estrutura às vezes pode ser decídua, como descrito por Beiguelman (1962a).

As espécies em estudo, assim como em outras espécies do gênero *Byrsonima*, apresentam seus feixes vasculares organizados em arcos abertos e invaginantes, padrão que se repetiu em todas as populações objeto desse estudo. Próximo aos feixes vasculares, a presença de idioblastos com compostos fenólicos e cristais é comum nas espécies e populações estudadas, e estão presentes na nervura mediana e no limbo foliar conforme relatado por Guimarães et al. (2016) nas espécies do gênero *Stigmaphyllon*.

Os cristais de oxalato de cálcio são como depósitos de cálcio para a planta, uma vez que este mineral é encontrado em pequena quantidade nos solos do Cerrado (VARANDA et al., 1998; VOLK et al., 2002; BIERAS; SAJO 2009). A cristalização auxilia a planta a neutralizar o excesso de cálcio transportado pelo fluxo hídrico, uma vez que este íon se acumula nas folhas quando ocorre a perda de água pelo xilema através da transpiração (LERSTEN; HORNER 2008). Esse resultado corrobora com o encontrado por Araújo et al. (2010) para as espécies do gênero *Byrsonima* e *Banisteriopsis*. Por sua vez, os compostos fenólicos, que estão presentes em diversas regiões da planta, proporcionam proteção para o vegetal contra danos dos tecidos por intensidade de radiação solar, pois reduzem a passagem de luz através das células epidérmicas, além disso protegem a planta contra herbívoros (WATERMAN et al., 1994; ALENIUS et al., 1995; GRACE et al., 2000; IZAGUIRRE et al., 2007). Os esclereídes presentes na nervura mediana para as três populações de *B. verbascifolia* estão de acordo com os dados encontrados por Araújo et al. (2010) e, segundo Menezes et al. (2006) é comum a presença de esclereídes na nervura mediana de plantas xerófitas, como nas espécies aqui estudadas.

O limbo foliar apresenta a face adaxial da epiderme biestratificada não contínua e a face abaxial uniestratificada, assim como os resultados de Araújo et al. (2010) e Ferreira et al. (2015)

para as espécies *B. crassifolia* e *B. lancifolia*, respectivamente. A epiderme foliar é um tecido, onde sua estrutura e função influenciam nas relações hídricas e trocas gasosas (FERREIRA et al., 2015), além de estarem adaptadas à tolerar estresses ambientais (CUTLER et al., 2011).

As espécies objeto desse estudo possuem folhas hipoestomáticas, pois os estômatos estão localizados na face abaxial da epiderme foliar (BIERAS; SAJO 2009). Em *B. verbascifolia*, os estômatos encontrados foram do tipo paracítico, em *B. coccolobifolia* observou-se três tipos de estômatos, o paracítico com duas células subsidiárias paralelas às células guarda, anomocíticos envolvidos por um número variável de células, tetracíticos, que são estômatos envolvidos com quatro células subsidiárias (ALQUINI et al., 2006); ambos estômatos possuem cristas estomáticas desenvolvidas; que são características típicas de folhas do Cerrado (BIERAS; SAJO 2009). Os estômatos regulam a perda de água durante períodos longos de seca; além disso, estômatos bem desenvolvidos, assim como nos encontrados nas plantas das espécies em estudo, possuem uma cavidade supraestomática, que atuam reduzindo a pressão acima do estômato, auxiliando na transpiração sob condições adequadas (CUTLER 2011). Esses resultados são semelhantes aqueles observados por Ferreira et al. (2015) em *B. coccolobifolia*, ocorrente no cerrado de Roraima; e por Araújo e colaboradores (2010) para *B. verbascifolia* em um estudo realizado nas espécies de Malpighiaceae.

As características do mesofilo nas plantas de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, classifica esse tecido como isobilateral, que em sua maior parte é composto por parênquima paliçádico, seguido de parênquima esponjoso com espaços intercelulares, esses resultados são semelhantes ao observado nos indivíduos das três populações; e em ambas as espécies, o mesmo foi encontrado por Araújo et al. (2010) para o gênero *Byrsonima*. Beiguelman (1962b) relatou para *B. coccolobifolia* o mesofilo dorsiventral; o que pode ser uma dificuldade na interpretação, pois essa espécie possui muitos estômatos e a grande quantidade de câmaras subestomáticas na face abaxial interrompem o parênquima paliçádico, o que dificulta a localização do mesofilo isobilateral. A maior quantidade de parênquima paliçádico mostra que espécies expostas a grande intensidade luminosa investem em tecido fotossintético (METCALFE 1983; FAHN; CUTLER 1992; FERREIRA et al., 2015), como nas espécies em estudo, onde as camadas de parênquima paliçádico ocupam grande parte do mesofilo.

Nas plantas de ambas espécies ocorre a extensão de bainha do feixe do limbo foliar, que, segundo Esau (1965), é uma extensão da endoderme, relacionada à proteção contra a perda de água nas plantas que estão expostas a ambientes mais ensolarados. Em *B. coccolobifolia* a bainha do feixe é composta por células com compostos fenólicos; em *B. verbascifolia*, essa bainha é esclerificada. Os compostos fenólicos assim como os esclereídes agem evitando o

colapso das células sob estresse hídrico (CASTRO; MACHADO 2006; SCATENA; DIAS 2006) e, de acordo com Fahn e Cutler (1992), são comuns em plantas xerófitas. O acúmulo de compostos fenólicos está relacionado com o estresse oxidativo causado pelo fechamento dos estômatos e redução da fotossíntese em plantas submetidas ao estresse hídrico (CLOSE; MCARTUR 2002).

A presença de bainha esclerificada foi observada nas plantas de *B. verbascifolia* da população Providência e São Judas Tadeu. Um estudo realizado nessa área classificou estes solos como arenosos, devido à alta porcentagem de areia encontrada nos solos de Providência (72,10%) e São Judas Tadeu (72,50%) (PINHEIRO et al., *in press*). Solos arenosos possuem alta drenagem e pouca retenção de água, apresentando baixa quantidade de água disponível para as plantas (ANDRADE; STONE 2011). Na população de Canaã, onde as espécies não apresentaram extensão de bainha; a porcentagem de areia encontrada no solo foi menor (52,00%); assim é possível que a retenção de água seja maior, e conseqüentemente aumenta a disponibilidade de água para estas plantas (ANDRADE; STONE 2011; KHATAAR et al., 2018).

3.4 Análises micromorfométricas das folhas

Os dados obtidos através das medidas dos tecidos das lâminas foliares, nas três populações de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, estão descritos na tabela 1.

Tabela 1: Análises micromorfométricas realizadas nas folhas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L) DC., nas populações de Canaã, Providência e São Judas Tadeu. As médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Legenda: Ead: epiderme adaxial, Eab: epiderme abaxial, Ppa: parênquima paliçádico, Pes: parênquima esponjoso.

Espécie	População	Ead (μm)	Eab (μm)	Ppa (μm)	Pes (μm)
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Canaã	14.245 a	9.198 a	21.814 a	39.341 a
	Providência	12.823 a	9.195 a	20.422 a	45.821 ab
	São Judas	14.647 a	8.881 a	21.380 a	47.924 b
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Canaã	9.895 a	6.528 a	23.572 a	44.365 a
	Providência	11.508 a	6.946 ab	18.358 b	45.488 a
	São Judas	11.995 a	7.847 b	23.457 a	54.888 a

As medidas demonstraram que as folhas das plantas de *B. coccolobifolia* na população São Judas Tadeu, apresentaram parênquima esponjoso ($p < 0,05$) mais espesso quando comparadas com as plantas da população Canaã.

As plantas de *B. verbascifolia*, presentes na população São Judas Tadeu, apresentaram epiderme abaxial mais espessa. Quanto as plantas dessa mesma espécie na população Providência, o parênquima paliçádico observado foi delgado quando comparado com as demais populações.

Na maioria das espécies do Cerrado as folhas apresentam características que auxiliam na adaptação a ambientes variados (ESAU 1976; FAHN 1982; HICKEY; KING 2000); sendo este o órgão com maior plasticidade na planta (SOMAVILLA; GRACIANO-RIBEIRO 2011).

Em *B. coccolobifolia* a diferença na espessura do parênquima esponjoso nas plantas da população São Judas Tadeu demonstra que os indivíduos dessa espécie investem nesse tecido, devido a sua ampla distribuição em áreas abertas de cerrado *stricto sensu* nessa população, o que propicia a esses indivíduos maior exposição solar. Assim o aumento na espessura do parênquima esponjoso, possibilita o espalhamento da radiação luminosa, facilitando a difusão do CO₂ a partir das câmeras subestomáticas (TERASHIMA et al., 2011); além disso, a grande quantidade de espaços intercelulares presentes nesse tecido auxilia na dissipação da luz aumentando a absorção desta pelos cloroplastos (SMITH et al., 1997, VALLADARES et al., 2012).

Em *B. verbascifolia* à epiderme abaxial mais espessa nas plantas da população São Judas Tadeu pode estar relacionado ao fato de que esta espécie, nessa população, também apresenta-se amplamente distribuída em locais onde a exposição solar é maior, que conforme descrito por Chiamorela (2011) plantas expostas a áreas abertas de Cerrado, possuem uma epiderme abaxial mais espessa, quando comparadas a espécies que são distribuídas em locais mais sombreados.

Nas plantas de *B. verbascifolia* presentes na população Providência, o parênquima paliçádico com menor espessura, revela a distribuição dos indivíduos em áreas sombreadas como nessa população, o que contribui para a menor espessura desse tecido que, delgado confere uma estratégia anatômica, que auxilia na concentração de energia luminosa nas células mesofílicas de plantas que se desenvolvem em ambiente com baixa luminosidade, o que também propicia o aumento da assimilação fotossintética (PAIVA et al., 2009). As folhas presentes em ambientes onde ocorre baixa luminosidade tendem a ser mais finas, como descrito por Silva et al. (2010), para *B. sericea*. Contudo, as plantas submetidas a alta luminosidade tendem a ter um parênquima paliçádico mais espesso, pois conseqüentemente aumenta o número de camadas desse tecido (GRATANI et al., 2006); como ocorreu nas plantas das populações Canaã e São Judas Tadeu, expostas a maior luminosidade; uma vez que o cerrado *stricto sensu* nessas duas populações possuem uma distribuição de vegetação mais esparsa, o que proporciona maior exposição à luz solar nas plantas de *B. verbascifolia*.

Silva e colaboradores (2010), realizaram um estudo em *B. sericeae* em uma área de Mata Atlântica, para analisar parâmetros micromorfométricos em folhas de sol e sombra. Eles revelaram que as plantas submetidas a uma intensa luminosidade, possuem a lâmina foliar mais espessa do que aquelas encontradas em pouca luminosidade. Em uma análise para as espécies *Tabebuia aurea* Benth. e Hook. F. ex S. Moore e *T. impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl, ocorrentes em formações savânicas e florestais, respectivamente (CAPUZZO et al., 2012), revelaram diferenças quanto a espessura foliar dessas espécies nas diferentes formações; neste estudo, as plantas presentes no cerrado *stricto sensu* apresentaram espessura foliar maior, em relação as plantas presentes nas formações florestais. Esses resultados são semelhantes aos encontrados nesse trabalho para *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*.

4 CONCLUSÃO

As análises morfoanatômicas demonstraram que os elaióforos de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, mantêm seu padrão nas populações de Canaã, Providência e São Judas Tadeu; não diferindo das características apresentadas por outras espécies da família Malpighiaceae. Essa manutenção de característica, está relacionado ao sucesso reprodutivo dessas espécies.

A anatomia das folhas de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* revelaram características de plantas xeromórficas tais como cutícula espessa, tricomas e estômatos com cristas estomáticas. Essas características são típicas de folhas do Cerrado, o que demonstra que essas plantas estão bem adaptadas a esse ambiente.

B. coccolobifolia e *B. verbascifolia* apresentam extensão de bainha com compostos fenólicos e esclerificada nas plantas das populações Providência e São Judas Tadeu. É possível que essa extensão de bainha auxilie em evitar o colapso das células submetidas a estresse hídrico.

Em *B. coccolobifolia* o parênquima esponjoso, nas folhas das plantas da população São Judas Tadeu apresentou maior espessura, o que auxilia na dissipação da radiação luminosa. Em *B. verbascifolia* a diferença na epiderme da face abaxial na população São Judas Tadeu retrata plantas que sobrevivem em ambientes alta luminosidade; e a menor espessura do parênquima paliçádico dessa espécie nas plantas da população Providência revela plantas que se desenvolvem sob baixa luminosidade. Portanto, as diferenças na espessura foliar de ambas espécies, foram influenciadas provavelmente pelas diferentes características presentes em cada ambiente.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, T.V.; SANT'ANNA-SANTOS, B.F.; AZEVEDO, A.A.; FERREIRA, R.S. Anati quanti: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. *Planta Daninha*, v.25, n.4, p. 649-659, 2007.
- ALENIUS, C. M.; VOGELMANN, T. C.; BORNMAN, J. F. A three- dimensional representation of the relationship between penetration of UV-B radiation and UV-screening pigments in leaves of *Brassica napus*. *New Phytologist*, v. 131, p. 297-302, 1995.
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. Cerrado: espécies vegetais úteis. EMBRAPA-CPAC, 1998, p. 85-88.
- ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER, M.R.T.; COSTA, C.G.; BARRA, C.F. Epiderme. In: GLÓRIA, B.A.; GUERREIRO, S.M.C. (eds). *Anatomia vegetal*. Universidade Federal de Viçosa, 2ª ed, 2006, p. 87-108.
- ANACHE, J.A.A.; FLANAGAN, D.C.; SRIVASTAVA, A.; WENDLAND. Land use and climate change impacts on runoff and soil erosion at the hillslope scale in the Brazilian Cerrado. *Science of the Total Environment*, v. 623, p. 140-151, 2018.
- ANDERSON, C. A monograph of the genus *Peixotoa* (Malpighiaceae). *Contributions from the University of Michigan Herbarium*, v.15, p.1-92, 1982.
- ANDERSON, W.R. Malpighiaceae. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, v. 32, p. 21-305, 1981.
- ANDERSON, W.R. The origin of the Malpighiaceae – The evidence from morphology. *Memoirs. Botanical. Gardem*, v.64, p. 210-224, 1990.
- ANDERSON, W.R. Malpighiaceae. In: BERRY, P.E.; YATSKIEVYCH, K.; HOLST, B.K. (eds.). *Flora of the Venezuelan Guyana*. Missouri Botanical Garden Press, 6ªed., 2001, p. 82-185.
- ANDRADE, I.; DINIZ, I.R.; MORAIS, H.C. A lagarta de *Cerconota achatina* (Zeller) (Lepidoptera, Oecophoridae, Stenomatinae): biologia e ocorrência em plantas hospedeiras do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 12, n.4, p.735-741, 1995.
- ANDRADE, R.S.; STONE, L.F. Estimativa da umidade na capacidade de campo sob solos do Cerrado. *R. Bras. Eng. Agríc. e Ambiental*, v.15, n.2, p. 111-116, 2011.
- ARAÚJO, J.S.; AZEVEDO, A.A.; SILVA, L.C.; MEIRA, R.M.S.A. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil). *Plant Systematics and Evolution*, v. 286, n. 1, p. 117-131, 2010.
- ARAÚJO, J.S.; MEIRA, R.M.S.A. Comparative anatomy of calyx and foliar glands of *Banisteriopsis* C. B. Rob. (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, v.30, n. 1, p. 112-123, 2016.

ARAÚJO, R.R.; SANTOS, E.D.; LEMOS, E.E.P. Fenologia do muricizeiro *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich em zona de Tabuleiro Costeiro do Nordeste brasileiro. *Ciência Agrícola*, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2014.

BARBOSA, R.I.; JUNIOR, M.M.; CASADIO, G.M.L.; SILVA, S.J.R. Reproductive phenology of the main tree species in the Roraima savana, Brazilian Amazon. *Ecotropica*, v. 18, n. 2, p. 81-92, 2012.

BARBOSA, R.I.; JUNIOR, M.M.; CASADIO, G.M.L.; SILVA, S.J.R. DA. Fenologia do Mirixi-caju [*Byrsonimia coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae)] em áreas de savana aberta do Estado de Roraima. *Comunicado Técnico 13*. Embrapa. Boa Vista, RR. Dezembro, 2005.

BEIGUELMAN, B. Considerações sobre a morfologia dos estômatos de *Annona coriaceae* Mart., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Erythroxylum suberosum* St. Hil. e *Ouratea spectabilis* (Mart.). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 22, p.115-124, 1962a.

BEIGUELMAN, B. Contribuição para o estudo anatômico das plantas do cerrado, II: anatomia da folha e do caule de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. *Rev. Biol.*, v. 3, p. 111–123, 1962b.

BENEZAR, R.M.C.; PESSONI, L.A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 2, p. 159-168, 2006.

BIERAS, A.C.; SAJO, M.G. Leaf structure of the Cerrado (Brazilian savanna) woody plants. *Trees*, v. 23, p. 451-471, 2009.

CAPUZZO, J.P.; ROSSATO, D.R.; FRANCO, A.C. Differences in morphological and physiological leaf characteristics between *Tabebuia aurea* and *T. impetiginosa* is related to their typical habitats of occurrence. *Acta Bot. Bras.*, v. 26, n. 3, p. 519-526, 2012.

CARVALHO, P.D.; BORBA, E.L.; LUCCHESI, A.M. Variação no número de glândulas e produção de óleo em flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 19, n. 2, p. 209-214, 2005.

CASTRO, M.A.; VEJA, A.S.; MÚLGURA, M.E. Structure and ultrastructure of leaf and calyx glands in *Galphimia brasiliensis* (Malpighiaceae). *American Journal of Botany*, v. 88, p. 1935-1944, 2001.

CASTRO, M.M.; MACHADO, S.R. Células e tecidos secretores. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. A.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M.C. (eds). *Anatomia vegetal*. Universidade Federal de Viçosa, 2ª ed, UFV, 2006, 438p. 179-188.

CHIAMOLERA, L. B.; ÂNGELO A.C.; BOEGER, M. R. Aspectos anatômicos e fisiológicos de folhas de *Mimosa scabrella* de áreas com diferentes graus de sucessão. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 435-450. 2011.

CLOSE, D. C.; MCARTHUR, C. Rethinking the role of many plants phenolics - protection of photodamage not herbivores?. *Oikos*, v. 99, n. 1, p. 166-172, 2002.

CONCEIÇÃO, A.A.; PIRANI, J.R.; MEIRELLES, S.T. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of “Chapada Diamantina”, Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n.4, p. 641-656, 2007.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. V. D. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997.

CUTLER, D. F.; BOTHA, T.; STEVENSON, D.W. *Anatomia Vegetal. Uma abordagem aplicada*. Porto Alegre: Artmed, p148-153. 2011.

DAVIS, C.C.; ANDERSON, W.R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. *American Journal of Botany*, v. 97, p. 2031-2048, 2010.

DAVIS, C.C.; SCHAEFER, H. X.I.Z.; BAUM, D.A.; DONOGHUE, M.J.; HARMONE, L.J. Long-term morphological stasis maintained by a plant– pollinator mutualism. *Proc Natl Acad Sci USA*, v. 111, p. 5914-5919, 2014.

ESAU, K. *Plant anatomy*. 2. ed. J. Wiley. 1965, 767p.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. Edgard- Blucher. 1976, 293p.

FAHN, A. *Plant anatomy*. Pergamon Press. 1982, 544p.

FAHN, A.; CUTLER, D.F. *Xerophytes*. Gebrüder Borntraeger, 1992, 176p.

FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MARIMON, B.S. DELITTI, W.B.C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa, MT. *Acta Botanica Brasilica*, v. 16, p. 103-112. 2002.

FERREIRA, C.S.; CARMO, W.S.; GRACIANO-RIBEIRO, D.; OLIVEIRA, J.M.F.; MELO, R.B.; FRANCO, A.C. Anatomia da lâmina foliar de onze espécies lenhosas dominantes nas savanas de Roraima. *Acta Amazônica*, v. 45, n.4, p. 337-346, 2015.

FRANCESCHI, V.R.; HORNER, H.T. Calcium oxalate crystals in plants. *The Botanical Review*, v. 46, p. 361-427, 1980.

FRANCO, A.C. 2005. Biodiversidade de forma e função: implicações ecofisiológicas de utilização de água e luz em plantas lenhosas do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (eds). *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Cap.10. Ministério do Meio Ambiente, 2005, p. 181-196.

GATES, B. 1982. *Banisteriopsis* and *Diplopterys* (Malpighiaceae). *Flora Neotropica Monograph*, v. 30, p. 1-237, 1982.

GERLACH, D. *Botanische Mikrotechnik: Eine Einführung*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1984. 311p.

- GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. Morfologia Vegetal Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia de Plantas Vasculares. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007, 226p.
- GRACE, S. C.; LOGAN, B. A. Energy dissipation and radical scavenging by the plant phenylpropanoid pathway. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, v. 355, p. 1499, 2000.
- GRATANI, L.; COVONE, F.; LARCHER, W. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the Mediterranean maquis. *Trees*, v. 20, p. 549-558, 2006.
- GUIMARÃES, A.L.A.; COSTA, R.P.C.; CABRAL, L.M.; VIEIRA, A.C.M. Comparative anatomy and chemical analysis of the vegetative organs of three species of *Stigmaphyllon* (Malpighiaceae). *Flora*, v. 224, p. 30-41, 2016.
- HAUPT, A. W. A gelatin fixative for paraffin sections. *Stain Technology*, v. 5, p.97-98, 1930.
- HICKEY, M.; KING, C. The Cambridge illustrated glossary of botanical terms. University Press. 2000, 222p.
- HUGHES, C.E. Are there many different routes to becoming a global biodiversity hotspot? *Proc. Natl. Acad. Sci.* v. 114, p. 4275-4277, 2017.
- IZAGUIRRE, M. M.; MAZZA, C.A.; SVATOS, A.; BALDWIN, I.T.; BALLARE, C.L. Solar ultraviolet-B radiation and insect herbivory trigger partially overlapping phenolic responses in *Nicotiana attenuata* and *Nicotiana longiflora*. *Annals of Botany*, v. 99, n. 1, p. 103-109, 2007.
- JOHANSEN, D.A. Plant microtechnique. New York: McGraw- Hill, 1940, 523p.
- KARNOVSKY, M.J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of light osmolality for use in electron microscopy. *Journal of Cell Biology*, v. 27, p. 137-138, 1965.
- KHATAAR, M.; MOHHAMADI, M.H.; SHABANI, F. Soil salinity and matric potential interaction on water use, water use efficiency yield response factor of bean and wheat. *Scientific Reports*, v. 8, n. 2679, 2018.
- KONYAR, S.T.; ÖZTÜRK, N.; DANE, F. Occurrence, types and distribution of calcium oxalate crystals in leaves and stems of some species of poisonous plants. *Botanical Studies*, v. 55, p. 2-9, 2014.
- LAPOLA, D.M., MARTINELLI, L.A., PERES, C.A., OMETTO, J.P.H.B., FERREIRA, M.E., NOBRE, C.A. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nat. Clim. Chang*, v. 4, p. 27-35, 2013.
- LEHMANN, C.E.R.; ANDERSON, M.T.; SANKARAM, M.; HIGGINS, S.I. Savanna vegetation-fire-climate relationships differ among continents. *Science*, v. 343, n. 6170, p. 548-552, 2014.

LERSTEN, N. R.; HONER, H. T. Crystals macropatterns in leaves of Fagaceae and Nothofagaceae: a comparative study. *Plant Systematic Evolution*, v. 271, n. 3-4, p. 239-253, 2008.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2 ed, 2002. 368p.

MACHADO, R.B.; RAMOSNETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, 2004, 25p.

MAMEDE, M.C.H.; FRANCENER, A. 2015. *Byrsonima* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB8831>>, acesso em 16 de novembro de 2017.

MANETAS, Y. The importance of being hairy: the adverse effects of hair removal on stem photosynthesis of *Verbascum speciosum* are due to solar UV-B radiation. *New Phytologist*, v. 158, p. 503-508, 2003.

MENDANHA, D.M.; FERREIRA, H.D.; FELÍCIO, L.P.; SILVA E.M.; PEREIRA, D.G.; NUNES, W.B.; CARVALHO, S. Modulatory effect of *Byrsonima verbascifolia* (Malpighiaceae) against damage induced by doxorubicin in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. *Genetics and Molecular Research*, v. 9, n. 1, p. 69-77, 2010.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA-JUNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.E.; FAGG, C.W. Flora Vascular do Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: ALMEIDA, S. M.; SANO, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds). Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 422-442.

MENEZES, N.L.; SILVA, D.C.; PINNA, G.F.A.M. Folha. In: GLÓRIA, B.A.; GUERREIRO, S.M.C. (eds). Anatomia vegetal. Universidade Federal de Viçosa, 2ª ed, 2006, p. 303-326.

METCALFE, C.R. Secreted mineral substances. In: METCALFE, C.R.; CHALK, L. (ed.). Anatomy of the dicotyledons. Wood structure and conclusion of the general introduction. Clarendon Press, Oxford, 1983, p.82-97.

MORAIS, M.L.; SILVA, A.C.R.; ARAÚJO, C.R.R.; ESTEVES, E.A.; DESSIMONI-PINTO, N.A.V. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 2, p. 355-360, 2013.

MYERS, N.; MITTERMEIR, R.A.; MITTERMEIR, C.G.; FONESCA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-858, 2000.

PAIVA, L.B.; OLIVEIRA, J.G.; AZEVEDO, R.A.; RIBEIRO, D.R.; SILVA, M.G.; VITÓRIA, A.P. Ecophysiological responses of water hyacinth exposed to Cr³⁺ and Cr⁶⁺. *Environ. Exp. Bot.*, v. 65, p. 403-409, 2009.

PINHEIRO, E.A; COIMBRA, R.R.; SILVA, K.L.F.; FERREIRA, W.M. (*in press*). Characterization and phenotypic variability of natural populations of mangabeira in the state of Tocantins. *Revista Caatinga*.

POSSOBOM, C.C.F.; GUIMARÃES, E.; MACHADO, S.R. Structure and secretion mechanisms of floral glands in *Diplopterys pubipetala* (Malpighiaceae), a neotropical species. *Flora*, v. 211, p. 26-39, 2015.

POSSOBOM, C.C.F.; MACHADO, S.R. Elaiophores: their taxonomic distribution, morphology and functions. *Acta Botanica Brasilica*, v. 31, n. 3, p. 503-524, 2017.

RAMALHO, M.; SILVA, M. Flora Oleífera e sua Guilda de Abelhas em uma Comunidade de Restinga Tropical. *Sitientibus Série: Ciências Biológicas*, v. 2, p. 34-43, 2002.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P.L.; LAMBERT, S. PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade*, v. 4, n. 12, p.16-24, 2008.

REGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RAMOS, M.C.; CARREIRA, L.M. Aspectos da Biologia de Nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera, Apidae, Centridini), um dos Principais Polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 5, p. 579-587, 2006.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (eds). *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Cerrado/Embrapa Informação Tecnológica, 2ª ed, 2008, p.151-212.

RUPALI, T.; CHAVAN, S.; PANDHURE, N. Occurrence of chloride enriched calcium oxalate crystal in *Cissus quadrangularis* linn. *Int J Pharm*, v. 2, n. 2, p.337-340, 2012.

SANDQUIST, D. R.; EHLERINGER, J. R. Intraspecific variation of leaf pubescence and drought response in *Encelia farinosa* associated with contrasting desert environments. *New Phytologist*, v. 135, p. 635-644, 1997.

SANTANA, M.M. Morfoanatomia de folhas e elaióforos de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) ocorrente no Cerrado. (Monografia). Universidade Federal do Tocantins- UFT, 2015, 21p.

SCATENA, V.L.; DIAS, E. S. Parênquima, colênquima e esclerênquima. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (eds). *Anatomia vegetal*. 2ª ed, UFV, 2006, 438p.

SEIPOLD, L.; GERLACH, G.; WESSJOHANN, L. A new type of floral oil from *Malpighia coccigera* (Malpighiaceae) and chemical considerations on the evolution of oil flowers. *Chemistry & Biodiversity*, v.1, p.1519-1528, 2004.

SILVA, A.S.; OLIVEIRA, J.G.; CUNHA, M.; VITÓRIA, A.P. Photosynthetic performance and anatomical adaptations in *Byrsonima sericea* DC. under contrasting light conditions in a remnant of the Atlantic forest. *Braz. J. Plant Physiol.*, v. 22, n. 4, p. 245-254, 2010.

SILVA, D. S. Anatomia da folha e dos elaióforos de três espécies de *Byrsonima* (Malpighiaceae) ocorrentes no Cerrado (Dissertação), Universidade federal do Tocantins- UFT, 2013, 77p.

SILVA, J.F.; FARIÑAS, M.R.; FELFILI, J.M.; KLINK, C.A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 33, p. 336-354, 2006.

SILVÉRIO, D.V.; LENZA, E. Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotrop*, v. 10, n. 3, p. 205-216, 2010.

SMITH, W. K.; VOGELMANN, T. C.; DELUCIA, E. H.; BELL, D. T.; SHEPHERD, K. A. Leaf form and photosynthesis: do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? *Bioscience*, Washington, v. 47, n. 11, p. 785 - 793, 1997.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's forest code. *Science*, v. 344, n. 80, p. 363-364, 2014.

SOMAVILLA, N.S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado *sensu stricto*. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 4, p.764-775, 2011.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. Botânica e Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 3ª ed. 2012, 374p.

STEHMANN, J.R. Guia ilustrado do arboreto do Cerrado da Companhia Brasileira de Metalúrgica e Mineração- Editora UFMG. 2012, 154 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre, 4 ed. Artmed, 2009, 848p.

TEIXEIRA, L.A.G.; MACHADO, I.C. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 14, p.347-357, 2000.

TERASHIMA, I.; HANBA, Y.T.; THOLEN, D.; NIINEMETS, U. Leaf functional anatomy in relation to photosynthesis. *Plant Physiology*, Waterburg, v. 155, n. 1, p. 108-116, 2011.

VALLADARES, F.; GARCÍA-PLAZAOLA, J.I.; MORALES, F.; NIINEMETS, U. Photosynthetic responses to radiation. In: FLEXAS, J.; LORETO, F.; MEDRANO, H. Terrestrial photosynthesis in a changing environment: a molecular, physiological and ecological approach. United Kingdom: Cambridge University, 2012, p.241-260.

VARANDA, E.M.; RICCI, C.V.; BRASIL, I.M. Espécies congêneras da mata e do Cerrado: teor de proteínas e compostos fenólicos. *Boletim de Botânica USP*, v. 17, p. 25-30, 1998.

VINSON, S.B.; WILLIAMS, H.J.; FRANKIE, G.W.; SHRUM, G. Floral Lipid Chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a Use of Floral Lipids by Centris Bees (Hymenoptera: Apidae). *Biotropica*, v. 29, p. 76-83, 1997.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und subtropische Pflanzenwelt*, v. 7, p. 283-547, 1974.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, v. 55, p. 130-142, 1990.

VOLK, G.M.; LYNCH-HOLM, V.J.; KOSTMAN, T.A.; GOSS, L.J.; FRANCESCHI, V.R. The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. *Plant Biology*, v. 4, p. 34-45, 2002.