

Anatomia foliar comparada de *Palicourea rigida* e *Palicourea coriacea* (Rubiaceae) ocorrentes no município de Diorama, Goiás, Brasil

Mayara Stefany da Silva Mariano¹  & Thainara Policarpo Mendes^{2,*} 

¹Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Depto. de Bioestatística, Biologia Vegetal, Parasitologia e Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 18618-970, Botucatu, SP, Brasil.

*Autor para correspondência: thainara.mendes@unesp.br

Recebido em 15.IV.2020

Aceito em 23.IV.2022

DOI 10.21826/2446-82312022v77e2022024

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo anatômico comparativo entre *Palicourea coriacea* e *Palicourea rigida* (Rubiaceae), visando correlacionar possíveis alterações anatômicas com variações dos fatores climáticos encontradas no bioma, e contribuir com delimitação taxonômica do gênero. O material foi coletado de acordo com as recomendações usuais em anatomia vegetal em uma área de Cerrado *sensu stricto*, localizado no município de Diorama, Goiás. Observamos que as espécies estudadas compartilham características diagnósticas morfoanatômicas para a família Rubiaceae. No entanto, algumas variações foram encontradas como por exemplo cristais estilóides, que só foram encontrados para espécies do gênero *Psychotria*, e que foram considerados uma característica distintiva do gênero *Psychotria*. Como os cristais estilóides foram encontrados tanto em *P. coriacea* quanto em *P. rigida*, sugerimos que ela seja usada como característica distintiva da tribo.

Palavras-chave: diferenças foliares, novidades taxonômicas, plasticidade morfológica.

ABSTRACT – Comparative leaf anatomy of *Palicourea rigida* and *Palicourea coriacea* (Rubiaceae) occurring in the municipality of Diorama, Goiás, Brazil. This study aimed to perform a comparative anatomical study between *Palicourea coriacea* and *Palicourea rigida* (Rubiaceae), aiming to correlate possible anatomical changes to the variations of climatic factors found in the biome, and contribute to the taxonomic delimitation of the genus. The material was collected according to the usual recommendations in plant anatomy in an area of Cerrado *sensu stricto*, located in the municipality of Diorama – Goiás. We observed that the studied species share morphoanatomical diagnostic characteristics for the Rubiaceae family. However, some variations were found, such as styloid crystals, which were only found for species of the *Psychotria* genus, and which were considered a distinctive feature of the *Psychotria* genus. As styloid crystals were found in both *P. coriacea* and *P. rigida*, we suggest that it be used as a distinguishing feature of the tribe.

Keywords: Leaf differences, morphological plasticity, taxonomic novelties.

INTRODUÇÃO

Com distribuição cosmopolita, Rubiaceae Juss. compreende cerca de 13.600 espécies alocadas em 620 gêneros (Robbrecht 1988) sendo mais diversa na região tropical (Andersson 1993, Maldonado 2005, Delprete & Jardim 2012), onde são citadas mais de 5.000 espécies circunscritas em 217 gêneros para o neotrópico (Delprete *et al.* 2004). No Brasil, foram catalogadas cerca de 1.400 espécies distribuídas em 120 gêneros, colocando a família Rubiaceae entre as cinco maiores em número de espécies entre as famílias de angiospermas encontradas no país (BFG 2015, Souza & Lorenzi 2012, Sousa *et al.* 2013). No Cerrado a família apresenta cerca de 380 espécies distribuídas em todas as fitofisionomias, sendo a sétima mais rica do bioma (BFG 2015, Souza & Lorenzi 2012, Mendonça *et al.* 2008).

Além da sua grande representatividade, a família Rubiaceae possui espécies de grande importância socioeconômica, como por exemplo o café (*Coffea arabica* L.), que é cultivado em vários países por ser o elemento principal de uma bebida amplamente consumida. Além disso, outras espécies são economicamente importantes por serem empregadas na ornamentação e na medicina, por possuir compostos como alcalóides, iridóides, antraquinonas, flavonóides, terpenos e cumarinas (Cardoso *et al.* 2005, Vencato *et al.* 2005, Nascimento *et al.* 2006, Rosa *et al.* 2010).

A família apresenta espécies de hábito bastante variado, desde ervas, subarbustos, arbustos, lianas e raramente árvores (Taylor 1997). Os membros de Rubiaceae são facilmente reconhecidos por possuírem caules com indumentos de pelos septados, folhas opostas com estípulas intra e interpeciolares e presença de ráfides. As flores

contam com ovário ínfero, com muitos óvulos por lócus e os frutos podem ser carnosos ou secos (Robbrecht 1988, Mendonça *et al.* 2013).

Em sua circunscrição, Rubiaceae conta com a tribo Psychotrieae que compreende dois grandes clados: o “Complexo Psychotria” e o “Complexo Palicourea”, suportados por análises nas variações das sequências de DNA (Andersson 2001).

O “Complexo Palicourea” compreende *Carapichea* Aubl., *Chassalia* Comm. ex Juss. *Margaritopsis* Sauv. (*s. lat.*, incluindo *Chazaliella* E.M.A. Petit & Verdc., *Chytropsia* Bremek. e *Readea* Gillespie), *Geophila* Don, *Notopleura* (Benth.) Bremek., *Palicourea* Aubl. (*s. lat.*, incluindo mais de *Psychotria* subgen. *Heteropsychotria* Steyerl.) e *Rudgea* Salisb, embora algumas espécies não tenham sido sequenciadas (Andersson 2002). Estima-se que o gênero *Palicourea* possua mais de 200 espécies de arbustos e pequenas árvores distribuídas nos trópicos do Novo Mundo (Taylor 1997). No Brasil, as espécies do gênero são encontradas na Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e no Cerrado, onde encontramos 11% das espécies descritas (BFG 2015).

Dentre as espécies de *Palicourea*, *Palicourea rigida* (Cham.) K. Schum., é uma espécie facilmente encontrada em várias fitofisionomias, ocorrendo em mais de 37% das áreas de cerrado brasileiro estudadas até o momento (Ratter *et al.* 2000, Ribeiro & Walter 2008). Sua distribuição vai do México até a Argentina, e é conhecida popularmente como gritadeira, chapéu-de-couro ou douradão, sendo que suas partes aéreas são frequentemente empregadas na medicina popular no tratamento de inflamações do trato urinário (Bolzani *et al.* 1992). Além disso, *Palicourea coriacea* (Cham.) K. Schum., também amplamente encontrada no Cerrado, subsistema de campo sujo, é popularmente conhecida como douradinha.

A maioria dos estudos realizados com espécies do Cerrado, incluindo espécies do gênero *Palicourea*, são de natureza florística e fitossociológica (Bieras & Sajo 2009). Metcalfe & Chalk (1985) mencionam a importância do estudo anatômico como fonte de dados para a identificação e a classificação das plantas. No Brasil ainda existem poucos estudos anatômicos realizados com o gênero *Palicourea*, onde podemos citar os trabalhos de Gavilanes *et al.* (2016), que estudaram a micromorfometria foliar de *P. rigida* considerando dois ambientes distintos de cerrado e o de Pereira *et al.* (2003), que estudaram a estrutura anatômica foliar de *Palicourea longipedunculata* Gardiner, espécie ocorrente em ambiente de mata.

Considerando a escassez de estudos morfoanatômicos para as espécies do Cerrado, bem como do gênero *Palicourea*, o presente trabalho objetiva comparar dados anatômicos foliares de *P. rigida* e *P. coriacea* visando correlacionar possíveis alterações anatômicas às variações dos fatores climáticos encontradas no bioma, além disso contribuir com delimitação taxonômica do gênero.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados no presente estudo, são provenientes de coletas realizadas no Centro de Tecnologia Agroecológica de Pequenos Agricultores (AGROTEC), uma unidade agroextrativista, localizada no município de Diorama (16°14'S, 51°16'W), na micro-região Oeste do estado de Goiás, distando 250 km da capital Goiânia. AAGROTEC possui uma área de 125 hectares, constituído de variadas fitofisionomias como campo sujo, cerrado *sensu strictu*, mata galeria, veredas e porções de capoeiras (AGROTEC 2008). As coletas foram realizadas durante o período de dezembro de 2013 e junho de 2014, segundo as recomendações usuais em Anatomia Vegetal (autor destas recomendações).

Para tanto foram coletadas folhas completamente desenvolvidas de 10 indivíduos de *P. coriacea* (Fig. 1 A) e 10 de *P. rigida* (Fig. 1 B), seccionadas a partir do 3° nó, as quais foram fixadas em FAA₇₀ (5:5:90) por um período de 72 horas (Jonhasen 1940) e posteriormente transferida e armazenadas em álcool 70% (Jensen 1962).

Os cortes histológicos foram obtidos a mão livre, com auxílio de lâmina de aço e isopor, feitos transversalmente ao limbo. Posteriormente, foram confeccionadas lâminas semipermanentes, montadas em glicerina 50%, com os materiais adquiridos, os quais foram submetidos à coloração com Safrablau (Kraus & Arduin 1997). Para visualização dos estômatos as amostras de folhas inteiras foram submetidas à técnica de diafanização segundo Kraus e Arduin (1997), coradas com safranina aquosa a 1%, na proporção de 9:1 (Kraus & Arduin 1997) e posteriormente montadas em glicerina 50%.

As imagens foram obtidas utilizando microscópio binocular marca Carl Zeiss modelo Primo Star com câmera Axio Cam ERc5s acoplada no Laboratório Florivaldo Sourin do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Goiás, Campus de Iporá. As análises micromorfológicas foram realizadas com auxílio do software “ANATI QUANTI” (Aguiar *et al.* 2007).

Também foi calculado o índice de hábito xeromórfico (Xh), o qual é obtido dividindo-se a espessura do parênquima paliádico pela espessura total do mesofilo de acordo com Pyykkó (1966) e Christodoulakis & Mitrakos (1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição anatômica da folha

Epiderme

A epiderme foliar em *P. coriacea* é unisseriada em ambas as faces (Fig. 2 G-I). Já em *P. rigida* a face abaxial da epiderme é unisseriada (Fig. 2 J-L) e a face adaxial varia entre unisseriada e bisseriada (Fig. 2 J-L), sendo que, mais próximo à nervura central é unisseriada e torna-se bisseriada ao longo do limbo, em direção ao bordo.

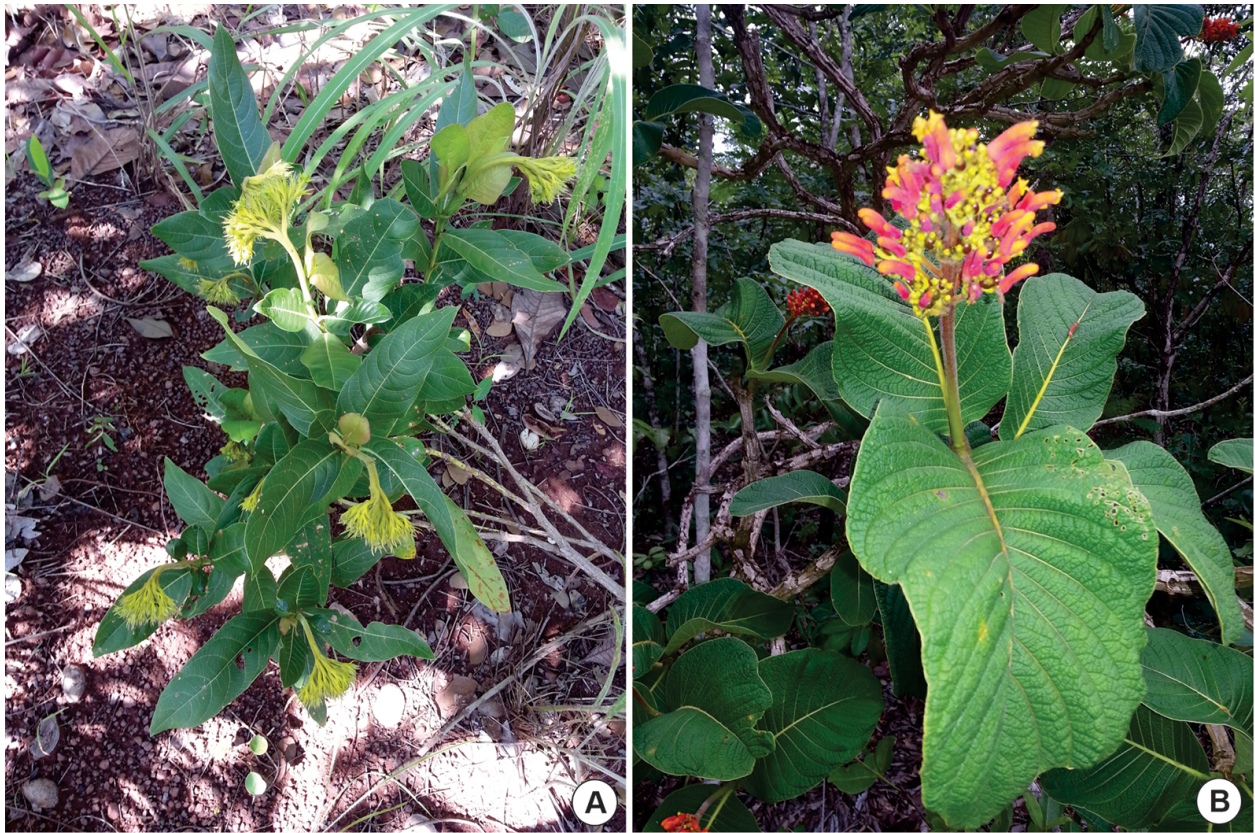


Figura 1. Espécies coletadas para o estudo. A. *Palicourea coriacea*. B. *Palicourea rigida*.

Em ambas as espécies, as células da epiderme adaxial são maiores e mais arredondadas quando comparadas às células da epiderme abaxial. O mesmo padrão relacionado ao tamanho das células epidérmicas e a predominância de epiderme unisseriada para o grupo foi verificada em *Palicourea longepedunculata* Gardner e *Bathysa cuspidata* (A. St.-Hil.) Hook. f. ex K. Schum. (Coelho 2009) e *Palicourea rigida* Kunth (Gavilanes 2016).

Em vista frontal, *P. coriacea* e *P. rigida*, apresentam o contorno da parede celular liso e com formato poligonal na face adaxial (Fig. 3 D-E). Entretanto, *P. coriacea* possui parede celular sinuosa na face abaxial (Fig. 3 G), enquanto *P. rigida* se mantém reta a levemente ondulada com formato poligonal (Fig. 3 H). A sinuosidade da parede celular é uma característica típica de plantas de ambientes com alta umidade relativa do ar, tendo em vista que esta característica amplia os espaços intercelulares e as trocas gasosas com o ambiente. Em ambientes secos, a sinuosidade é diminuída ou perdida (Alquini *et al.* 2006, Bieras & Sajo 2009).

Folhas de sombra, frequentemente, apresentam paredes anticlinais sinuosas (Isanogle 1944), porém Vieira & Gomes (1995) observaram células epidérmicas com contorno reto em indivíduos de *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra e *Psychotria leiocarpa* Cham. e Schltdl. desenvolvendo-se na sombra e contorno sinuoso na face abaxial em *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart. (Vieira 1998), desenvolvendo-se sob sol pleno.

Em geral, em plantas que vivem sob a exposição solar ou de ambientes xéricos, as células epidérmicas, especialmente as da face adaxial, apresentam contorno reto. Já nas plantas que vivem em ambientes sombreados, a ocorrência de células com contorno sinuoso, em ambas as faces da folha, é mais comumente observada (Wilkinson 1979). Acredita-se que outros fatores, além da luz, possam influenciar a expressão deste caráter. A sinuosidade da parede pode ser um caráter genético e a maior ou menor sinuosidade pode ser influenciada pelo ambiente (Alexandrino *et al.* 2011). No entanto, em Rubiaceae a sinuosidade da parede parece ser um caractere importante na delimitação taxonômica, pois no estudo de Lima *et al.* (2020) onde realizaram um estudo anatômico de espécies de Rubiaceae no semi-árido, perceberam que a luminosidade não estava influenciando na sinuosidade da parede das espécies estudadas, corroborando Mantovani *et al.* (1995) e Mattos (2011).

Palicourea coriacea apresentou características distintas de *P. rigida*, e que podem indicar o local o qual essa planta se desenvolve e pode ser encontrada. Apesar de coletadas no mesmo ambiente, com o mesmo tipo de vegetação, notamos que *P. coriacea* se encontrava em locais com maior sombreamento, próxima às plantas maiores. Taylor (1997) afirma que a espécie *P. coriacea* é predominantemente encontrada nas vegetações Cerrado *lato sensu*, Floresta Ciliar ou Galeria, que são estratos vegetacionais com maior umidade quando comparadas ao Cerrado *sensu stricto*.

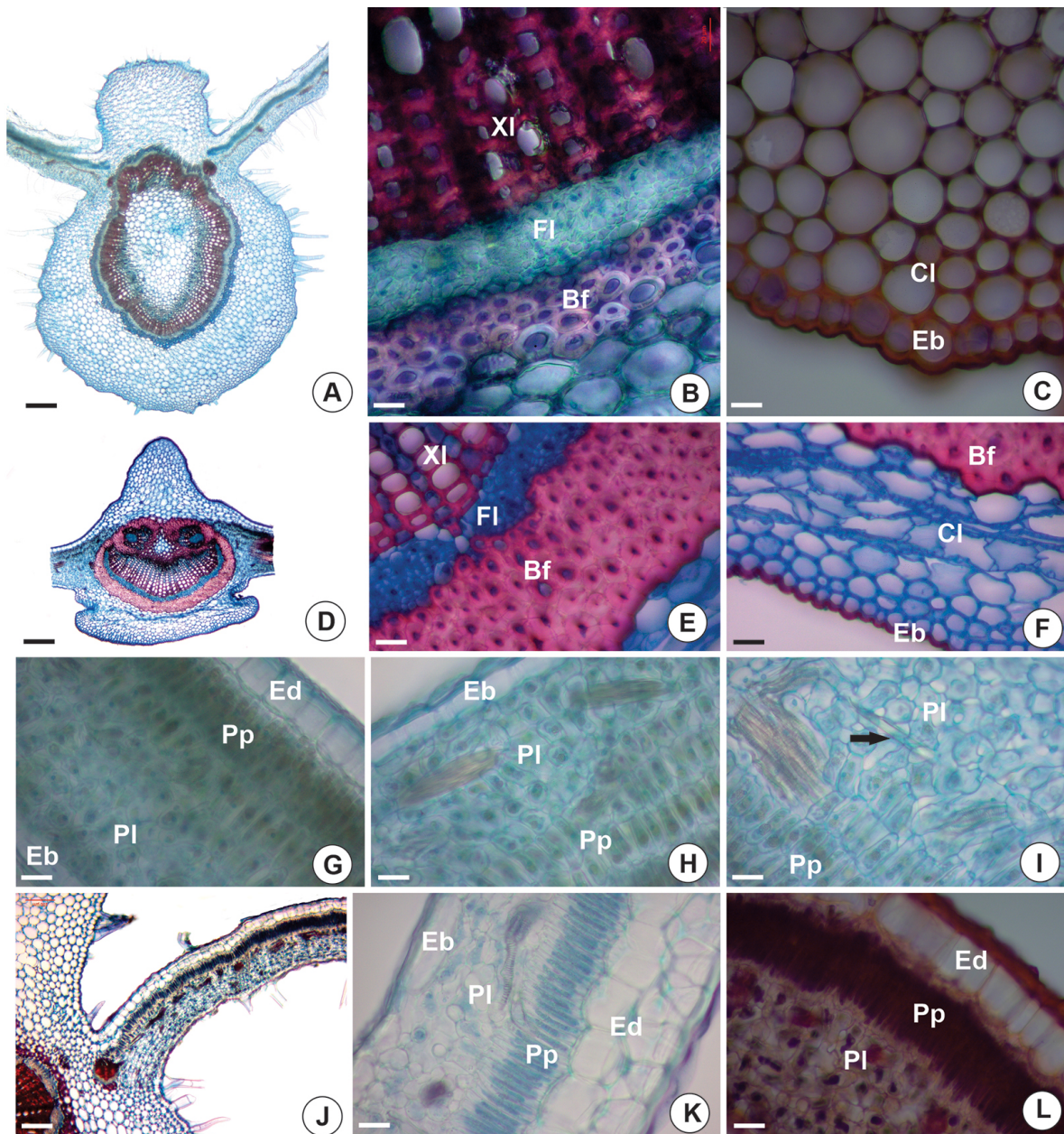


Figura 2. Secção transversal do limbo foliar. **A-C e J-L.** *Palicourea coriacea*. **D-I.** *Palicourea rigida*. Xl = xilema, Fl = floema, Bf = bainha de feixe esclerenquimática, Cl = colênquima, Eb = epiderme abaxial, Ed = epiderme adaxial, Pp = parênquima paliçádico, Pl = parênquima lacunoso, seta preta indica cristal estilóde. Barra = **A e D** = 200μm; **J** = 100μm; **B, C, E - I, K e L** = 20μm.

Estômatos

Os estômatos de ambas as espécies são do tipo paracítico (Fig. 3 G-H) ou paralelocítico e restritos apenas à face abaxial. Folhas hipoestomáticas com estômatos paracíticos são os mais comuns em espécies de Rubiaceae (Solereder 1908, Metcalfe & Chalk 1985) e *Palicourea* Alexandrino *et al.* (2019), no entanto no estudo de Lima *et al.* (2020) os estômatos da maioria das espécies de Rubiaceae estudadas estes estão presentes nas duas faces (anfistomáticos). Lima *et al.* (2020) demonstrou que apenas *Cordia* A. Rich., *Eumachia* DC., *Tocoyena* Aubl., além de *Hexasepalum radulum* (Willd.) Delprete & J. H.

Kirkbr apresentaram folhas hipoestomáticas, sendo assim, concluíram que esse caráter demonstrou valor taxonômico que poderia ser utilizado nas circunscrições de gêneros, bem como na diferenciação de *H. radulum* de outras espécies de seu gênero.

Folhas hipoestomáticas são comuns em espécies das florestas pluviais e estacionais tropicais, o que pode representar uma proteção das fendas estomáticas contra pequenos musgos e fungos comuns nesse ambiente (Coutinho 1962) além de estarem relacionados com a intensa iluminação e a deficiência de água do meio (Fahn 1990).

As células subsidiárias de *P. coriacea* apresentam estrias com orientação paralela a célula guarda (Fig. 3 H, seta vermelha) enquanto as de *P. rigida* não apresentam estas estrias (Fig. 3 G). Azevedo (2015) realizou um estudo com *Schinus terebinthifolius* R., Anacardiaceae, e mostrou que estômatos com estrias são um fator importante na diferenciação de espécies. Estrias nas células subsidiárias também já foram descritas por Ramos *et al.* (2016), Metcalfe & Chalk (1957) e Jaiswal (2012), em *Anacardium occidentale* L.

Tricomas

Os tricomas são tectores, uni ou pluricelulares, unisseriados e estão presentes em ambas as superfícies foliares de *P. coriacea* e *P. rigida*. Porém, estão presentes em maior quantidade em *P. rigida*. A superfície abaxial de *P. rigida* mostrou uma densidade de tricomas mais elevada do que a superfície adaxial. Os tricomas observados na

superfície abaxial são maiores em comprimento quando comparados àqueles da superfície adaxial, porém, não foi feita a contagem da densidade e do comprimento desta estrutura para revelar se este número era significativo, pois a enorme quantidade e o tamanho dos mesmos, impossibilitou a delimitação de cada estrutura, mesmo com a retirada de boa parte do tricomas. A ocorrência de tricomas na superfície foliar também pode atuar como estratégia adaptativa, pois são importantes na proteção à perda d'água e refletem o excesso de luz solar, o que permite à planta absorver somente a luminosidade necessária para as suas atividades vitais (Larcher 2004) e conferem proteção contra herbivoria (Esau 1976, Fahn 1990, Turner 1994).

De acordo com Mattos (2011) e Teixeira *et al.* (2016) os tricomas têm valor taxonômico nas Rubiaceae. Martínez-Cabrera *et al.* (2009) observaram que os tipos, tamanhos e distribuições dos tricomas são características importantes para a separação de gêneros na tribo Hamelieae.

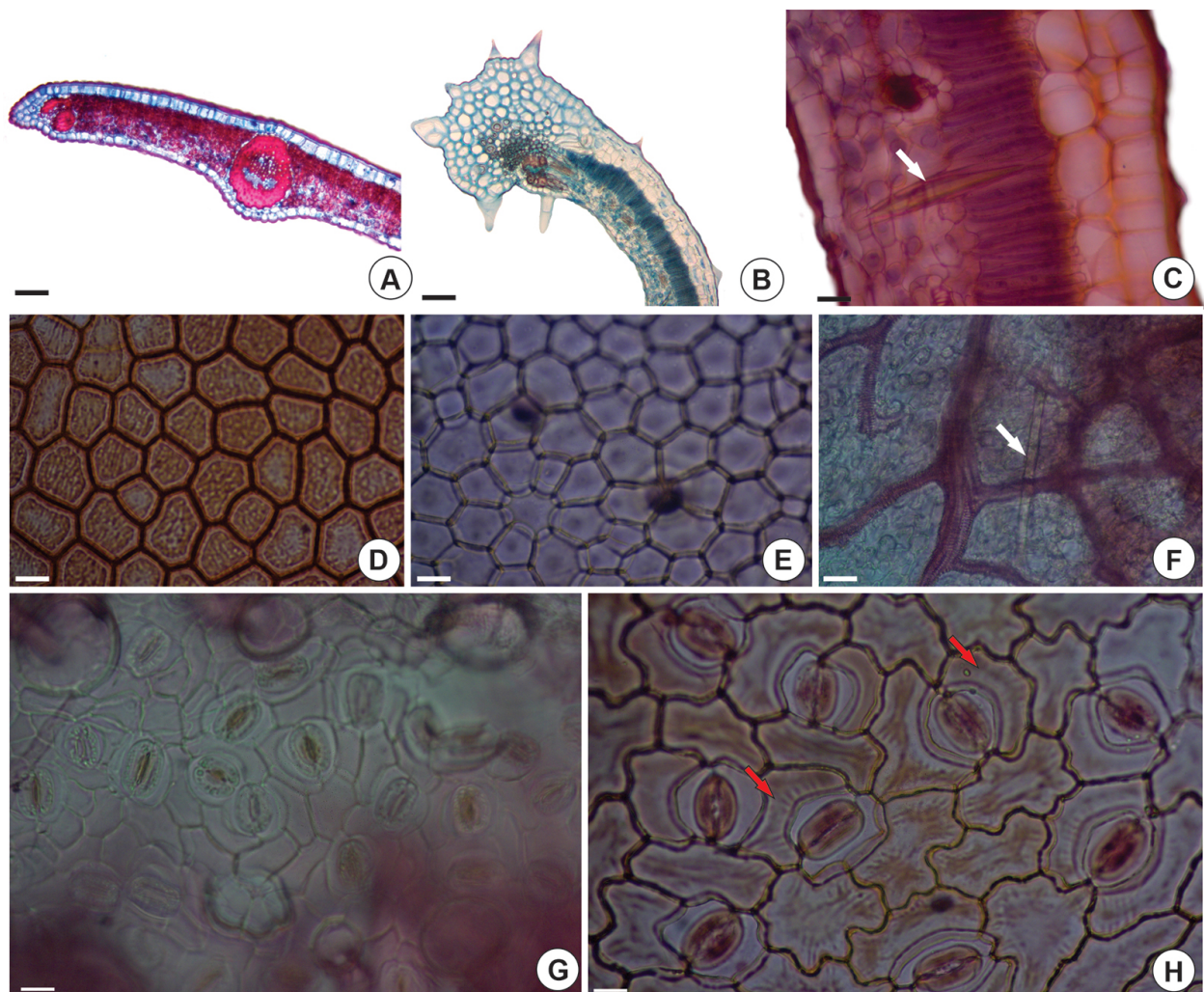


Figura 3. A-C. Seção transversal da região do bordo. A. *Palicourea coriacea*, B-C. *Palicourea rigida*. D-H. Vista frontal. D. *Palicourea coriacea*, epiderme adaxial. E e F. *Palicourea rigida*, epiderme adaxial. G. *Palicourea coriacea*, epiderme abaxial. H. *Palicourea rigida*, epiderme abaxial. Seta branca indica cristal estilóide; seta vermelha indica estrias nas células subsidiárias. Barra = A e B = 100µm; C – H = 20µm.

Em espécies de plantas do Cerrado, é comum a presença de tricomas na superfície foliar, como observado para *Anacardium occidentale*. (Reis *et al.* 2014), *Galium hypocarpium* (L.) Endl. ex Griseb., e *Guettarda viburnoides* Cham. & Schltdl. (Alexandrino *et al.* 2011), *Zeyheria montana* Mart. (Mauro *et al.* 2007), *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Elias *et al.* 2003), *Tocoyena formosa* e *Bathysa stipulata* (Nascimento *et al.* 1996).

Mesofilo

Em corte transversal da lâmina foliar, as espécies estudadas apresentam mesofilo dorsiventral (Fig. 2 G-L). Resultados semelhantes foram encontrados no estudo Pereira *et al.*, (2003) que também observou a mesma configuração em *P. longepedunculata*. Além desses, o mesofilo do tipo dorsiventral foi registrado em espécies de outros gêneros de Rubiaceae, tais como *Genipa americana* L, *Randia armata* (Erbano 2010), *Diodella radula* e *Diodella teres* (Massury *et al.* 2012), *Bathysa cuspidata* (Coelho 2009), *Tocoyena formosa* (Coelho *et al.* 2006), 36 espécies pertencentes à tribo Hamelieae (Moraes 2017), para as espécies de *Psychotria* (Moraes *et al.* 2011) e para a maioria das espécies de Rubiaceae estudadas em Lima *et al.* (2020).

O tipo de mesofilo pode estar relacionado às condições ambientais, e demonstra que, mesmo em grupos taxonomicamente distintos, existe correlação entre a distribuição de espécies e a anatomia de órgãos fotossintéticos (Burrows 2001). As espécies *P. coriacea* e *P. rigida*, analisadas neste trabalho, possuem mesofilo dorsiventral, e isso pode estar relacionado ao seu ambiente de origem, o que também foi sugerido para *Anacardium occidentale*, outra espécie do Cerrado (Reis *et al.* 2014).

Em *P. coriacea* o parênquima paliçádico apresenta-se junto à epiderme adaxial e é constituído por três camadas de células, sendo duas compactas e bem definidas e uma frouxa (Fig. 2 G-I). O parênquima lacunoso próximo à epiderme da face abaxial é constituído por células com formas e disposições irregulares, gerando espaços celulares de dimensões variadas. O número de camadas de parênquima lacunoso varia de cinco a sete camadas (Fig. 2 G-I). O parênquima paliçádico em *P. rigida* apresenta uma única camada compacta e cerca de cinco a seis camadas de parênquima lacunoso com as mesmas características de *P. coriacea* (Fig. 2 J-L). A região do mesofilo próxima ao bordo possui as mesmas características do mesofilo próximo ao feixe vascular.

O parênquima paliçádico ocupa cerca de 28% do mesofilo em *P. coriacea* e cerca de 33% em *P. rigida*, o que pode classificar o mesofilo dessas espécies como xeromórfico (Sanches *et al.* 2010).

O número de estratos de parênquima lacunoso e paliçádico é bastante diverso nas espécies de Rubiaceae, e podem sofrer alterações em resposta a condições ambientais, como o demonstrado em *Psychotria carthagenensis* (Moraes *et al.* 2011), que em ambientes florestais apresenta parênquima paliçádico uniestratificado e em ambientes de

restinga pode apresentar até três estratos. Wylie (1951), Jackson (1967) e Costa (1989), em seus estudos sobre a influência da luz na estrutura foliar, afirmaram que o número de estratos de parênquima paliçádico é maior nas folhas de sol do que nas de sombra. A radiação solar excessiva no ambiente estimula o desenvolvimento do parênquima paliçádico (Rizzini 1997, Larcher 2004, Yano & Terashima 2004), o qual pode apresentar-se com maior estratificação ou maior alongamento celular, e tornar-se um atenuante da quantidade e da qualidade da luz que atingirá todo o parênquima clorofiliano (Larcher 2004).

Considerando a folha como um órgão que exhibe plasticidade em resposta às condições ambientais, podem haver consideráveis variações anatômicas dentro de um único indivíduo. Tais variações provavelmente estão mais relacionadas com as condições ecológicas do que taxonômicas (Tomlinson 1961, Dickison 2000), o que provavelmente foi determinante para o estabelecimento do número de estratos apresentados por *P. coriacea* e *P. rigida*. Devido à plasticidade foliar, o número de estratos dos parênquimas clorofilianos não revela uma característica distintiva para o grupo.

Cristais estiloides foram encontrados nas espécies estudadas, na região do mesofilo próximo à nervura central e ao bordo (Figs. 2 I, 3 C-F). Os idioblastos encontrados são compostos por um grande cristal estilóide e solitário, que podem atuar na defesa da planta contra a herbivoria e também podem funcionar como forma de manutenção dos nutrientes, reserva de cálcio ou oxalato para a planta (Volk *et al.* 2002). Resultados semelhantes aos observados no presente trabalho foram registrados por Metcalfe e Chalk (1985) para algumas espécies pertencentes à Rubiaceae, estão bem descritas em espécies de *Psychotria* (Vieira & Gomes 1995, Quinteiro *et al.* 2006, Moraes *et al.* 2011) e pode ser utilizada como característica distintiva para o gênero *Psychotria* (Moraes *et al.* 2011). Entretanto, no presente trabalho *P. rigida* e *P. coriacea* apresentaram resultado semelhante e, dessa forma, essa característica não pode ser utilizada como atributo distintivo para o gênero *Psychotria*, mas sim como uma característica de diagnóstico para a tribo Psychotriace na qual os gêneros *Psychotria* e *Palicourea* estão circunscritos.

Nervura Central

Em seção transversal, a nervura central da lâmina foliar é biconvexa em *Palicourea rigida* (Fig. 2 A) e planoconvexa em *Palicourea coriacea* (Fig. 2 D), com disposição cêntrica em ambas as espécies. Resultado semelhante ao observado em *P. coriacea* foi registrado em espécies de outros gêneros de Rubiaceae como *Genipa americana*. (Erbano & Duarte 2010) e *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Moraes *et al.* 2011). Em contrapartida, a nervura central biconvexa encontrada em *P. rigida*, foi observada apenas em *Randia armata* (Sw.) DC. (Erbano 2010).

Entretanto, outras configurações foram registradas para algumas espécies da família Rubiaceae, como côncavo-

convexas para as espécies *Diodella radula* (Willd. ex Roem. e Schult.) Delprete e *Diodella teres* (Walter) Small (mussury *et al.* 2012).

O sistema vascular da nervura mediana é composto por um feixe colateral de grande porte, com xilema radial circundado pelo floema, na forma de um anel fechado em *P. rigida*, e na forma de um arco (“U”) com as extremidades recurvadas para região adaxial e com parênquima paliádico e lacunoso contínuo em *P. coriacea*, como encontrado em *Tocoyena bullata* (Vieira 1998). Ambas são circundadas por uma bainha de feixe de células esclerenquimáticas, que em *P. rigida* (Fig. 2 B) apresenta cerca de três a quatro camadas de espessura e em *P. coriacea* (Fig. 2 E) entre seis a nove camadas.

O arco fechado, presente em *P. rigida* também foi encontrado em espécies de *Tocoyena brasiliensis* Mart. (Morretes 1966), *Coffea* L. (Mariani 1908) e *Bathysa stipulata* (Vell.) C.Presl (Nascimento *et al.* 1996).

A configuração observada em *P. coriacea* só havia sido registrada até o momento para espécies de *Psychotria* L. (Metcalfe & Chalk 1985, Vieira & Gomes 1995, Gomes *et al.* 1995, Quinteiro *et al.* 2006, Moraes *et al.* 2011), sendo proposto que tal característica poderia ser distintiva para o gênero (Moraes *et al.* 2011). Entretanto, no presente trabalho *P. coriacea* apresentou resultado semelhante e, dessa forma, essa característica não pode ser utilizada como atributo distintivo para o gênero *Psychotria*, mas pode ser utilizada como uma característica de diagnóstico para a tribo Psychotriaceae.

Na região da nervura principal, as espécies estudadas apresentam epiderme unisseriada recoberta por cutícula fina e, adjacente à epiderme, foi observada a presença de colênquima do tipo angular em ambas as faces, variando entre dois e três estratos de espessura em *P. rigida* (Fig. 2 C) e entre um ou dois em *P. coriacea* (Fig. 2 F). Colênquima do tipo angular e de posição subepidérmica ocorre em várias espécies da família Rubiaceae, tais como *Genipa americana* (Erbano & Duarte 2010), *Diodella radula* e *Diodella teres* (Mussury *et al.* 2012), *Palicourea longipedunculata* Gardner, *Bathysa cuspidata* (A. St. Hil.) Hook. f. ex K. Schum. (Coelho 2009), *Tocoyeyena formosa* (Cham. e Schlttdl.) K. Schum. (Coelho 2009), *Psychotria hoffmannseggiana* (Willd. ex Schult) Müll. Arg., *Psychotria carthagenensis* Jac, *Psychotria deflexa* DC., *Psychotria glaziovii* Müll. Arg., *Psychotria leiocarpa*, *Psychotria racemosa* Rich., e *Psychotria vellosiana* Benth (Moraes *et al.* 2011).

Bordo

O bordo da lâmina foliar de *P. coriacea* e *P. rigida*, em seção transversal, é mais elevado na face abaxial (Fig. 3 A, B). Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes *et al.* (2011), onde *Psychotria carthagenensis* apresenta a região do bordo ligeiramente refletida para a face abaxial. Nas espécies estudadas, existe grande quantidade de fibras esclerenquimáticas envolvendo

um pequeno feixe vascular voltado para a face adaxial na região do bordo.

No bordo de *P. coriacea* não foi encontrado colênquima, parênquima paliádico e lacunoso. Entretanto, as células do parênquima de preenchimento possuem paredes primárias espessadas. Ambas as espécies do presente estudo apresentam esclerificação na região do bordo e na região da nervura central. A esclerificação do bordo foi a principal característica anatômica apontada para explicar a menor taxa de predação em *Psychotria* (Moraes *et al.* 2011), *Lavoisiera imbricata* (Thumb.) DC., *Baccharis imbricata* Malag. (Asteraceae) e *Lavoisiera bergii* Cogn., quando comparadas com espécies de outras famílias como Melastomataceae e Lythraceae (Ribeiro *et al.* 2010).

Os resultados apresentados neste trabalho nos permitiram segregar as duas espécies de *Palicourea* (*P. rigida* e *P. coriacea*) através da estrutura anatômica foliar além de também inferir a relação de afinidade entre as mesmas. Além disso, mostrou a importância da anatomia foliar na delimitação taxonômica de espécies de Rubiaceae, tendo em vista que alguns caracteres não são influenciados por fatores ambientais.

REFERÊNCIAS

- AGROTEC – Centro de Tecnologia Agroecológica de Pequenos Agricultores. 2008. Unidade de Proteção de Fitoterápicos PHYTOBRASIL. Memento Terapêutico: medicamentos fitoterápicos; Diorama, GO: AGROTEC/PHYTOBRASIL. 42 p.
- Aguiar, T. V., Sant’anna-Santos, B. F., Azevedo, A. A., Ferreira, R. S. 2007. ANATI QUANTI: Software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. *Planta Daninha*; Belo Horizonte, 25 (4): 649-659.
- Alexandrino, C. R., Moraes T. M. S, Cunha M. 2011. Micromorfologia e Anatomia Foliar de Espécies de Rubiaceae do Parque Nacional de Itatiaia-RJ. *Floresta e Ambiente*; 18 (3): 275-288.
- Alquini, Y. *et al.* 2006. Epiderme cap. 3. *In* Anatomia Vegetal (Apezatto-da-Glória A, Carmello-Guerreiro, S. M. 2º Ed.) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 88-90.
- Andersson, L. 1993. Rubiaceae: Introduction, Anthospermeae. *In* Flora of Ecuador (Harling G. W., Andersson L. (eds.). University of Goteborg 162 (22): 3-17.
- Andersson, L. 2001. Margaritopsis (Rubiaceae, Psychotriaceae) is a pantropical genus. *Systematics and Geography of Plants* 71:73-85.
- Andersson, L. 2002. Relationships and generic circumscriptions in the *Psychotria* complex (Rubiaceae, Psychotriaceae). *Systematics and Geography of Plants* 72: 167-202.
- Azevedo, C. F., Quirino, Z. G. M., Bruno, R. L. A. 2015. Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeiravermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 17 (1): 26-35.
- Bieras, A. G., Sajo, M. D. G. 2009. Leaf structure of the Cerrado (Brazilian savanna) woody plants. *Trees – Structure and Function* 23 (3): 451-471.
- BFG (The Brazil Flora Group). 2015. Growing knowledge: An overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66: 1085–1113.
- Bolzani, V. S., Trevisan, L. M. V., Young, M. C. M. 1992. Triterpenes of *Palicourea rigida* H. B. K. *Revista Latinoamericana de Química* 23: 20-21.
- Burrows, G. E. 2001. Comparative anatomy of the photosynthetic organs of 39 xeromorphic species from subhumid New South Wales, Australia. *International Journal of Plant Sciences* 162: 411-430.
- Cardoso, C. L., Silva, D. H. S., Castro, I. G., Bolzani, V. S. 2005. New biflavonoid and other flavonoids from leaves of *Chimarrhis turbinata* and their antioxidant activities. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 16: 1353-1359.

- Christodoulakis, N. S., Mitrakos, K. A. 1987 Structural analysis of sclerophylly in eleven evergreen phanerophytes in Greece. *In* Plant Response to Stress (Tenhunen J.D., Catarino F.M., Oechel O.L. (Eds.)) 15: 547-551.
- Coelho, V. P. M., Agra, M. F., Barbosa, M. R. V. 2006. Estudo farmacobotânico das folhas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16: 170-177.
- Coelho, V. P. M. 2009. Anatomia, histoquímica e perfil fitoquímico de folhas e casca do caule de *Bathysa cuspidata* (Rubiaceae). Dissertação 79 f., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Costa, C. G. 1989. Morfologia e anatomia dos órgãos vegetativos em desenvolvimento de *Marcgravia polyanta*. Tese, 87 f., Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.
- Coutinho, L. M. 1962. Contribuição ao conhecimento da mata pluvial tropical. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo* 305, Botânica 18: 1-219.
- Delprete, P. G., Smith, L. B., Klein, R. M. 2004. Rubiaceae. *In* Flora Ilustrada Catarinense (A. Reis, ed.). *Herbário Barbosa Rodrigues*, v.1.
- Delprete, P. G., Jardim, J. G. 2012. Systematics, taxonomy and floristics of Brazilian Rubiaceae: an overview about the current status and future challenges. *Rodriguésia* 63 (1): 101-128.
- Dickison, W. C. 2000. Integrative plant anatomy. Academic Press, San Diego 533p.
- Dusman, L. T., Jorge, T. C. M., Souza, M. C., Eberlin, M. N. 2004. Monoterpene indole alkaloids from *Palicourea crocea*. *Journal of Natural Products* 67: 1886-1888.
- El-Seedi, H. 1999. Coumarins, benzoic acids and terpenoids from *Palicourea demissa*. *Revista Latinoamericana de Química* 27: 13-16.
- Elias, S. E. M., Assis, R. M., Stacciarini-Seraphin & Rezende, M. H. 2003. Anatomia foliar em plantas jovens de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 26(2): 169-174.
- Erbano, M., Duarte, M. R. 2010. Morfoanatomia de folha e caule de *Genipa americana* L., Rubiaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 20 (6): 825-832.
- Erbano, M. 2010. Morfoanatomia de folha e caule das espécies *Centrolobium tomentosum* Guillemain ex Benth. (Fabaceae), *Genipa americana* L. e *Randia armata* (Sw) DC. (Rubiaceae). Dissertação, 81 f., Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Esau, K. 1974. Anatomia das Plantas com Sementes. São Paulo: EPU-EDUSP, 293p
- Fahn, A. 1990. Plant Anatomy. Oxford: Pergamon Press.
- Gomes, D. M. S., Mantovani, A., Vieira, R. C. 1995. Anatomia foliar de *Psychotria tenuinervis* Müll. Arg. e *Psychotria stenocalix* Müll. Arg. (Rubiaceae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 38: 15-33.
- Isanogle, I. T. 1944. Effect of controlled shading upon the development of leaf structure in two deciduous tree species. *Ecology* 25: 409-413.
- Jackson, L. W. R. 1967. Effect of shade on leaf structure of deciduous tree species. *Ecology* 48: 498-499.
- Jaiswal, Y., Naik, V., Tatke, P., Gabhe, S., & Vaidya, A. 2012. Pharmacognostic and preliminary phytochemical investigations of *Anacardium occidentale* (Linn.) leaves. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 4(3): 625-631
- Jensen, W.A. (1962) *Botanical Histochemistry-Principles and Practice*. Freeman, William and Jensen, San Francisco, 408.
- Johansen, D.A. 1940. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill.
- Kraus, J. E., Arduin, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Seropédica, Rio de Janeiro, EDUR 198 p.
- Larcher, W. 2004. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RiMA Artes e Textos. 531p.
- Lima, M. P. de S., Soares, A., Porto, J. M. P., Sá, F.S., Carvalho, M. S., Braga, F. T. 2020. Leaf anatomy of Rubiaceae species in a semi-arid area of Brazil. *Rodriguésia* 71.
- Maldonado, C. 2005. Las Rubiaceae encontradas en el proyecto de Inventario Botánico de la región de Madidi. *Ecología en Bolivia* 40(3): 199-211.
- Mantovani A.; Gomes M; Gomes D.M.S.; Vieira R.C. 1995. Anatomia foliar de *Rudkea decipiens* Müll. Arg. e *R. macrophylla* Benth. (Rubiaceae). *Acta Botanica Brasílica* 9: 247-261.
- Mariani, J. 1908. Les cafiers. Structure anatomique de la Feuille. Lons-le Saunier: L. Declume.
- Martínez-Cabrera D, Terrazas T & Ochotorena H. 2009. Anatomia foliar e peciolo da tribo Hamelieae e outras Rubiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96: 133-145.
- Mattos K. L. B. L. 2011. Anatomia foliar aplicada à taxonomia em Rubiaceae Juss. Tese, 102 f., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 90p.
- Mauro, C., Pereira, A. M. S., Silva, C. P., Missima, J., Ohnuki, T., Rinaldi, R. B. 2007. Estudo anatômico das espécies de Cerrado *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stellf. Ex de Souza (catuaba), *Zeyheria montana* Mart. (bolsa-de-pastor) e *Jacaranda decurrens* Chamisso (caroba) – Bignoniaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 17(2): 262-265.
- Mendonça, A. C. A. M., Silva, M. A. P., Seixas, E. N. C., Santos, M. A. F. 2013. Rubiaceae: aspectos ecológicos e reprodutivos. *Caderno de cultura e ciência, Rio Grande do Sul* 12(2): 8- 20.
- Mendonça, R. C., Walter, B. M. T., Felfili, J. M., Silva, J. R. M. C. 2008. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. *In* Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica (Sano SM, Almeida SP, RIBEIRO, J. F. (Eds.)), Brasília, v. 2, p. 421-1279.
- Metcalfe, C.R., Chalk L. 1957. Anatomy of the dicotyledons. Leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy with notes on economic uses (Vol. I), 2nd ed. Oxford: Clarendon Press.
- Metcalfe, C. R.; Chalk L. 1985. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford: Clarendon Press.
- Moraes, T. M. S., Rabelo, G. R. 2011. A anatomia comparada e micromorfologia foliar de espécies *Psychotria* (Rubiaceae) da Mata Atlântica. *Acta Botanica Brasílica* 25(1): 178-190.
- Moraes, R.R. 2017. Anatomia e micromorfologia foliar comparada de espécies de Rubiaceae ocorrentes no Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi, RJ, Brasil. Dissertação, 94 f., Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Morretes, B. L. 1966. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do Cerrado. II. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo* 305, Botânica 22: 209-244.
- Mussury, R. M., Pereira, Z. V., Scalon, S. P. Q. 2012. Comparação da folha morfoanatomia de *Diodella radula* (Willd. & Hoffmann. Ex Roem. & Schult.) Delprete e *Dteres iodella* (Walter) Pequeno (Rubiaceae). *Jornal Internacional de Pesquisa de Plantas* 2(2): 41-45.
- Nascimento, M. V. O., Gomes, D. M. S., Vieira, R. C. 1996. Anatomia foliar de *Bathysa stipulata* (Vell.) Presl. (Rubiaceae). *Revista Unimar* 18(2): 387-401.
- Nascimento, C. A., Gomes, M. S., Lião, L. M., Oliveira, C. M. A., Kato, L., Silva, C. C., Tanaka, C. M. A. 2006. Alkaloids from *Palicourea coriacea* (Cham.) K. Schum. *Z Naturforsch* 61: 1443-1446.
- Pereira, Z. V., Meira, R. M. S. A., Azevedo, A. A. 2003. Morfoanatomia foliar de *Palicourea longepedunculata* Gardiner (Rubiaceae). *Revista Árvore*, Viçosa 27(6): 759-767.
- Pyykkö, M. 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Annales Botanici Fennici*, 3: 453-622.
- Quinteiro, M. M. C., Silva, J. G., Teixeira, D. C., Moraes, M. G. 2006. Anatomia foliar de *Psychotria viridis* Ruiz e Pav. (Rubiaceae). *Revista da Universidade Rural, Série Ciência da Vida-RJ* 26(2): 30-41.
- Ratter, J. A., Bridgewater, S., Ribeiro, J. F., Dias, T. A. B. 2000. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos Estados compreendidos pelo bioma Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 5: 5-43.
- Reis, A. L. L. E., Silva, D. S., Silva, K. L. F., Chagas, D. B. 2014. Caracterização Anatômica e histoquímica de raízes e da folha de plântulas de *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). *Revista Árvore* 38(2): 209-219.
- Ribeiro, J. F., Walter, B. M. T. 2008. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*. Cerrado: Ecologia e flora Embrapa Cerrados Sano S, Almeida SP, Ribeiro JF. (Eds.).
- Ribeiro, S. P., Corrêa, T.L., Sousa, H. C. 2010. 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.
- Rizzini, C.T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. *Ambito Cultural*, 327p.
- Robbrecht, E. 1988. Tropical woody Rubiaceae. *Opera Bot. Belg*, 1: 1-271.

- Rosa, E. A., Silva, B. C., Silva, F. M., Tanaka, C. M. A., Pralta, R. M., Oliveira, C. M. A., Kato, L., Ferreira, H. D., Silva, C. C. 2010. Flavonoides e Atividade antioxidante los *Palicourea rigida* Kunth, Rubiaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 20(4): 484-488.
- Sanches, M. C., Filho, J. P. L. 2010. Differential leaf traits of a neotropical tree *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (Lecythidaceae): comparing saplings and emergent trees. *Trees* 24: 79-88.
- Solender, H. 1908. *Systematic Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press. Oxford.
- Sousa, L. A., Bautista, H. P., Jardim, J. G. 2013. Floristic diversity of Rubiaceae on the Serra da Fumaça – Mountains complex of Jacobina, Bahia, Brazil. *Biota Neotropica* 13: 3.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. 2012. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. 3°. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 768p.
- Taylor, C. M. 1997. Conspectus of the genus *Palicourea* (Rubiaceae: Psychotriaceae) with the description of some new species from Ecuador and Colombia. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 84(2): 224-262.
- Teixeira, T. R., Pádua, M. S. & Castro, A. H. F. 2016. Anatomia foliar de *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze (Rubiaceae). *Acta Scientiarum* 38: 355-364.
- Tomlinson, P. B. 1961. Morphological and anatomical characteristics of the Marantaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 58(370): 55-78.
- Turner, I. M. 1994. Sclerophylly: primarily protective? *Functional Ecology* 8: 669-675.
- Valverde, J., Tamayo, G., Hesse, M. 1999. β -carboline monoterpene glucosides from *Palicourea adusta*. *Phytochemistry* 52: 1485-1489.
- Vencato, I., Silva, F. M., Oliveira, C. M. A., Kato, L., Tanaka, C. M. A., Silva, C. C., Sabino, J. R. 2005. Vallesiachotamine. *Acta Crystallogr.* 62: 429-430.
- Vieira, R.C. 1996/1998. *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart. (Rubiaceae) anatomia foliar. *Rodriguésia* 64(66): 33-39.
- Vieira, R. C., Gomes, D. M. S. 1995. Superfície da lâmina foliar de *Psychotria nuda* (Cham. & Schldtl.) Wawra, *P. leiocarpa* Cham. & Schldtl., *P. stenocalix* Müll. Arg. E *P. tenuinervis* Müll. Arg. (Rubiaceae). *Acta Botanica Brasilica* 9: 263-270.
- Volk, G. M., Lynch-Holm, V.J., Kostman, T.A., Goss, L.J., Franceschi, V. R. 2002. The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. *Plant Biology* 4: 34-45.
- Wilkinson, H. P. 1979. The plant surface. In: Metcalfe CR, Chalk L. (Eds.) *Anatomy of the Dicotyledons. – Systematic Anatomy of the leaf and stem*. Oxford: Clarendon Press. 1: 97-165.
- Wylie, R.B. 1951. Principles of foliar organization shown by sunshade leaves from ten species of deciduous dicotyledons trees. *American Journal of Botany* 38: 355-361.
- Yano, S., Terashima, I. 2004. Developmental process of sun and shade leaves *Chenopodium album* L. *Plant, Cell and Environment*. 27: 781-793.
- Young, M. C. M., Braga, M. R., Dietrich, S. M. C., Bolzani, V. S., Trevisan, L. M. V., Gottlieb, O. R. 1996. Chemosystematic markers of Rubiaceae. *Opera Bot Bel.* 7: 205-212.