



MANUEL LOSADA GAVILANES

**ESTRUTURA FOLIAR DE *Byrsonima
coccolobifolia* Kunth. (MALPIGHIACEAE) E
Palicourea rigida Kunth. (RUBIACEAE) EM
AMBIENTE DE CERRADO E CAMPO
RUPESTRE**

LAVRAS - MG

2016

MANUEL LOSADA GAVILANES

**ESTRUTURA FOLIAR DE *Byrsonima coccolobifolia* Kunth.
(MALPIGHIACEAE) E *Palicourea rigida* Kunth. (RUBIACEAE) EM
AMBIENTE DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE**

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

Orientador

Dr. Evaristo Mauro de Castro

LAVRAS - MG

2016

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

Gavilanes, Manuel Losada.

Estrutura foliar de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth.
(Malpighiaceae) e *Palicourearigida* Kunth. (Rubiaceae) em
ambiente de cerrado e campo rupestre / Manuel Losada Gavilanes.
– Lavras : UFLA, 2016.

131 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Evaristo Mauro de Castro.

Bibliografia.

1. Anatomia foliar. 2. Anatomia ecológica. 3. Anatomia
quantitativa. 4. Venação foliar. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

MANUEL LOSADA GAVILANES

**ESTRUTURA FOLIAR DE *Byrsonima coccolobifolia* Kunth.
(MALPIGHIACEAE) E *Palicourea rigida* Kunth. (RUBIACEAE) EM
AMBIENTE DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE.**

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

APROVADA em 04 de fevereiro de 2016

Dra. Cynthia de Oliveira	UFLA
Dr. João Antônio Argenta	UNILAVRAS
Dra. Kátia Ferreira Marquês de Resende	UFLA
Dr. Moacir Pasqual	UFLA

Dr. Evaristo Mauro de Castro

Orientador

LAVRAS - MG

2016

A **DEUS**, pela força , esperança e serenidade nos momentos difíceis, e em honra e glória de quem, e para quem, foi produzido o trabalho.

OFEREÇO

A todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para a realização do trabalho, os sinceros agradecimentos, e que **DEUS** na sua infinita misericórdia os cubra de bênçãos.

AGRADEÇO

A todos os meus familiares, qualquer que seja o grau de parentesco.

DEDICO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o estudo qualitativo e quantitativo das características anatômicas das folhas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae) e *Palicourea rigida* Kunth. (Rubiaceae), espécies que ocorrem em áreas de cerrado e campo rupestre. As observações anatômicas foram realizadas em folhas frescas ou fixadas, tratadas segundo metodologias usuais em anatomia vegetal. Em *Byrsonima coccolobifolia* foram observadas as seguintes características: epiderme do pecíolo e da lâmina foliar uniestratificada; estômatos do tipo paracítico presentes somente na face abaxial da lâmina foliar; mesofilo com parênquima paliçádico composto por uma única camada de células; parênquima esponjoso com sete a nove camadas celulares com formas irregulares e tamanhos variados; idioblastos cristalíferos, contendo drusas ou monocristais de oxalato de cálcio, observados em todos os parênquimas do pecíolo e lâmina foliar; feixes vasculares, do tipo colateral; colênquima subepidérmico, no pecíolo e nervuras de maior porte, em ambas faces; o padrão geral de nervação da espécie é pinado, camptódromo, broquidódromo. Em *Palicourea rigida* foram observadas as seguintes características: epiderme do pecíolo e da lâmina foliar uniestratificada; presença de tricomas tectores, simples, unisseriados, próximos, ou sobre as nervuras; estômatos do tipo paracítico presentes somente na face abaxial da lâmina foliar; mesofilo com parênquima paliçádico de uma só camada de células; parênquima esponjoso com sete a nove camadas celulares com formas irregulares e tamanhos variados; idioblastos cristalíferos, contendo drusas, ráfides e estiloides de oxalato de cálcio, observados em todos os parênquimas do pecíolo e lâmina foliar; feixes vasculares, do tipo colateral; colênquima subepidérmico, no pecíolo e nervuras de maior porte, em ambas faces; o padrão geral de nervação da espécie é pinado, camptódromo, broquidódromo. As análises micromorfométricas, para as duas espécies, revelaram diferenças significativas em todos os itens analisados (epiderme, mesofilo, estômatos, dimensões foliares, entre outros), sendo as médias mais elevadas encontradas nas folhas das plantas crescendo no cerrado. Isto sugere que a influência de fatores ambientais pode ter modulado respostas quantitativas nas plantas, visto que morfológicamente o tipo e distribuição dos tecidos nas folhas, não sofreram alterações nos dois ambientes.

Palavras-chave: Anatomia foliar. Anatomia ecológica. Anatomia quantitativa. Venação foliar.

ABSTRACT

The objective of this research was to conduct a qualitative and quantitative study on the anatomical characteristics of *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae) and *Palicourea rigida* Kunth. (Rubiaceae) leaves, species that occur in the Cerrado and Campo Rupestre montane savanna. The anatomical observations were made in fresh or fixed leaves, treated according to standard methodologies in plant anatomy. The following characteristics were observed in *Byrsonima coccolobifolia*: epidermis of the petiole and leaf blade unstratified; paracitic stomata present on the abaxial surface of the leaf blade; mesophyll with palisade parenchyma consisting of a single cell layer; spongy parenchyma with five to seven cell layers, with irregular shapes and varying sizes; crystal idioblasts containing druses or monocrystals of calcium oxalate, observed in all the parenchyma of the petiole and leaf blade; vascular collateral bundles; subepidermal collenchyma in the petiole and larger ribs, on both sides; the general veining pattern of the species is pinned, camptodromous, brochidodromous. The following characteristics were observed in *Palicourea rigida*: epidermis of the petiole and leaf blade unstratified; presence of trichomes, simple, uniseriate, near or on the ribs; paracitic stomata present on the abaxial surface of the leaf blade; mesophyll with palisade parenchyma consisting of a single cell layer; spongy parenchyma with seven to nine cell layers, with irregular shapes and varying sizes; crystal idioblasts containing druses, raphides and calcium oxalate styloids, observed in all the parenchyma of the petiole and leaf blade; vascular collateral bundles; subepidermal collenchyma in the petiole and larger ribs on both sides; the general veining pattern of the species is pinned, camptodromous, brochidodromous. Micro-morphometric analyses for both species showed significant differences in all analyzed items (epidermis, mesophyll, stomata, leaf dimensions, among others), and the highest averages were found in the leaves of plants growing in the Cerrado. This suggests that the influence of environmental factors may have modulated quantitative responses in plants, since no morphological changes were observed in the type and distribution of tissues in leaves, for both environments.

Keywords: Leaf anatomy. Ecological anatomy. Qualitative anatomy. Foliar venation.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1	Distribuição da vegetação Cerrado no Brasil e em Minas Gerais.....	17
Figura 2	Distribuição das áreas de Campo Rupestre no Estado de Minas Gerais Seta (em branco): Área de coleta de material botânico, no Município de Lavras.....	22
Figura 3	Localização do Município de Lavras, na Microrregião Lavras, na Mesorregião Campo das Vertentes, dentro do Estado de Minas Gerais.....	28
Figura 4	Localização da área trabalhada e da Serra do Campestre, dentro do Município de Lavras.....	29
Figura 5	Vista geral da área de coleta dos espécimes de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth. e <i>Palicourea rigida</i> Kunth. Ao fundo vista da Serra do Campestre. A seta em negrito indica a localização da área de campo rupestre e a seta branca indica a direção da área de cerrado.....	31
Figura 6	Aspecto do cerrado em recuperação, na área de coleta das espécies trabalhadas.....	33
Figura 7	Aspecto do campo rupestre, na área de coleta das espécies trabalhadas.....	34

CAPITULO 2

Figura 1	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.: A – Espécime em campo rupestre; B – Detalhe das folhas e inflorescência; C – Espécime em área de cerrado; D – Espécime com 4,5 m de altura, em área de cerrado (Escala: A - 20 cm; B 10 cm; C - 100 cm; D - 200 cm).....	65
Figura 2	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Estrutura do pecíolo em secção transversal. A – Secção na porção apical, no limite pecíolo – nervura mediana; B – Secção na porção basal (Escala: A e B - 1000 μ m). Em A: br – braquiesclereídeos; em B: seta – estípula intrapeciolar.....	68
Figura 3	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado. Detalhe do parênquima do pecíolo, na face abaxial, na sua porção apical, evidenciando braquiesclereídeos (br) e monocristais (mn). (Escala: 200 μ m).....	70

Figura 4	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado. Epiderme da face adaxial da lâmina foliar, em vista paradérmica; A – Em uma região internervural; B – Sobre uma nervura (Escala: A e B – 50 µm).....	73
Figura 5	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Detalhe da epiderme em corte transversal: A – Face adaxial (EpAd); B – Face abaxial (EpAd) (Escala: A e B - 50 µm). (ei: espaço intercelular; pe: parênquima esponjoso; pp: parênquima paliádico).....	74
Figura 6	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em campo rupestre. Epiderme da face abaxial da lâmina foliar, em vista paradérmica; A – Em uma região internervural; B – Sobre uma nervura (Escala: A e B – 50 µm). A seta (em negrito) em 5 A, indica um estômato do tipo braquiparacítico.	75
Figura 7	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth. material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Detalhe da epiderme da face abaxial, em corte paradérmico, evidenciando estômato do tipo anomocítico, em A, e de estômato do tipo paracítico, em B. (Escala: A e B – 50 µm).....	78
Figura 8	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). A - Detalhe da epiderme da face abaxial, em corte paradérmico, evidenciando estômatos anômalos (formados por 1 só célula estomática) e de estômatos do tipo braquiparacíticos; B – estômato anômalo. (Escala: A e B – 50 µm).....	78
Figura 9	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). Detalhe da epiderme da face abaxial, em corte paradérmico, evidenciando, em A, estômatos geminados, e em B, estômatos compartilhando e só célula anexa. (Escala: A e B – 50 µm).....	79
Figura 10	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). Aspecto da lâmina foliar a partir de corte transversal (Escala: A - 100 µm; B - 50 µm). (bf: bainha do feixe vascular; eb: extensão de bainha; ei: espaço intercelular).....	82

Figura 11	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado. Vista frontal, a partir de cortes paradérmicos, do tecido paliçádico (A) e do tecido esponjoso (B) (Escala: A e B - 50 µm) (cs: câmara subestomática).....	82
Figura 12	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). A - Corte transversal da nervura mediana na sua porção basal; B – Detalhe de parte da nervura mediana, a partir de fotomicrografia em microscópio de polarização (Escala: A - 1000 µm; B - 200 µm) (br: braquesclerídeos; fi: fibras; mn: monocristal; dr: drusa; X: Xilema; F: Floema).....	87
Figura 13	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Aspectos de cortes transversais da nervura mediana, na região mediana (B) e apical (A): fi: fibras; col: colênquima; X: xilema; F: floema (Escala: A e B – 500 µm).....	88
Figura 14	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em campo rupestre. Epiderme e colênquima da face abaxial da nervura mediana na porção basal e apical; col: colênquima; br: braquiesclerídeo; fc: flange cuticular; mn: monocristal; fi: fibras (Escala: A e B - 100 µm).....	89
Figura 15	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em campo rupestre. Detalhe do parênquima da nervura mediana na sua porção basal, evidenciando braquesclerídeos (br), drusas (dr) e monocristais (mn). (Escala: 100 µm).....	90
Figura 16	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado. Secção transversal da região do bordo da lâmina foliar (dr – drusa; col – colênquima; fl cut – flange cuticular). (Escala: 100 µm).....	94
Figura 17	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado. Aspectos da venação foliar: A – Aspecto do padrão geral da venação; B - Detalhe das nervuras terminais do bordo (Nerv 1ª – Nervura primária; Nerv 2ª – Nervura secundária; Nerv inter – Nervura interssecundária) (Escala: A – 5 cm; B – 200 µm).....	96
Figura 18	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Detalhes das aréolas e nervúculas em folhas diafanizadas (A e B – 500 µm). A: detalhe da densidade vascular em folha de espécime de cerrado; B: detalhe em folha de espécime de campo rupestre.	97

CAPITULO 3

Figura 1	A - Hábito de <i>Palicourea rigida</i> , em campo rupestre; B - Inflorescência. Barras = 30,0 cm (A); 10,0 cm (B).....	115
Figura 2	Esquemas de cortes transversais: A - Pecíolo; B - Nervura mediana, na porção basal; C - Nervura mediana, na porção mediana; D - Nervura mediana, na porção apical. Barras = 1000 µm.....	118
Figura 3	<i>P. rigida</i> . A - D: epiderme foliar; A: epiderme da face adaxial; B: epiderme da face abaxial; C: epiderme da face adaxial sobre nervura secundárias; D: estômato geminado. E: Epiderme, tricoma e colênquima da nervura mediana na região mediana. F: bordo foliar. Barras = 50 µm (A - E); 200 µm (F).....	119
Figura 4	<i>P. rigida</i> . A: lâmina foliar em secção transversal. B - E: tecidos da nervura mediana em cortes transversais; B: parênquima e tecidos do sistema vascular; C - E: parênquima fundamental; em E, feixe de rafídios; F: epiderme e colênquima. Barras = 100 µm (A-B); 50 µm (C - F).....	120
Figura 5	Detalhes da venação foliar de <i>P. rigida</i> . 5 A: folha prensada e escaneada: padrão; 5 B: detalhe das nervuras terminais do bordo; 5 C: aréolas e nervúculas em folhas de cerrado; 5 D: aréolas e nervúculas em folhas de campo rupestre. Barras = 5,0 cm A; 1000 µm B; 200 µm C e D.....	125

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2

- Tabela 1 Modificações na estrutura foliar de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão..... 67
- Tabela 2 Modificações nas características estomáticas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão..... 77
- Tabela 3 Modificações na estrutura foliar de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão..... 84

CAPITULO 3

- Tabela 1 Modificações na estrutura foliar de *Palicourea rigida* em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão..... 116

SUMÁRIO

	CAPITULO 1 INTRODUÇÃO GERAL.....	15
1	INTRODUÇÃO GERAL	16
1.1	Cerrado.....	16
1.2	Campo rupestre.....	22
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1	Caracterização da área da coleta e estudo das espécies.....	28
2.2	Material botânico.....	35
2.3	Análise anatômica.....	36
2.4	Cortes histológicos.....	37
2.5	Processamento do material botânico.....	37
2.6	Confecção das lâminas histológicas.....	38
2.7	Análise histoquímica.....	38
2.8	Análise particular da epiderme.....	39
2.9	Nervação foliar.....	40
2.10	Ilustrações.....	41
2.11	Análise quantitativa.....	42
	REFERÊNCIAS.....	44
	CAPÍTULO 2 ESTRUTURA FOLIAR DE <i>Byrsonima</i>	
	<i>coccolobifolia</i> Kunth. (MALPIGHIACEAE)	
	EM AMBIENTE DE CERRADO E	
	CAMPO RUPESTRE.....	55
1	INTRODUÇÃO.....	58
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
3.1	Descrição Morfológica.....	64
3.2	Anatomia da folha.....	67
3.3	Lâmina foliar.....	71
3.4	Nervuras.....	85
4	CONCLUSÕES.....	99
	REFERÊNCIAS.....	100
	CAPÍTULO 3 MICROMORFOMETRIA FOLIAR DE	
	<i>Palicourea rigida</i> Kunth. (Rubiaceae) EM	
	AMBIENTE DE CERRADO E CAMPO	
	RUPESTRE.....	106
1	INTRODUÇÃO.....	109
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	111
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	114
3.1	Descrição morfológica.....	114
3.2	Anatomia da folha.....	117

3.3	Lâmina Foliar.....	121
4	CONCLUSÕES.....	126
	REFERÊNCIAS.....	127
	ANEXOS.....	130

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

1.1 Cerrado

Segundo Novaes (1993) e Castro (2003) entende-se por cerrado um tipo de cobertura vegetal bastante característico: uma vegetação rasteira, graminosa-herbácea, coexistindo com arbustos e árvores esparsos, baixos, com troncos e ramos tortuosos, folhas largas e sistema radicular profundo. Ferreira (1980) afirma que as árvores e arbustos são na maioria sempre verdes, via de regra têm uma casca grossa, gretada, escura, corticosa ou não. Para Ribeiro e Walter (1998), trata-se de um complexo vegetacional, que possui relações fisionômicas e ecológicas com Savanas da América Tropical e de continentes como a África e Austrália.

O cerrado é considerado o segundo maior bioma do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica (CASTRO, 2003). Segundo Almeida Junior (1993), ocupa uma área heterogênea descontínua de aproximadamente 2 milhões de km² de extensão, e corresponde a 23% da área do território brasileiro. Rizzini e Heringer (1962) afirmam que mais da quinta parte do país, ou seja, 1.849.000 km² são ocupados pelo Cerrado. Para Ribeiro e Walter (1998) 90% da área ocupada pelo cerrado encontram-se situados na região do Brasil Central (Figura 1), abrangendo os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Goiás e Bahia, além de ocorrer nos Estados do Maranhão, Piauí, Paraná e Roraima (RIZZINI; HERINGER, 1962).

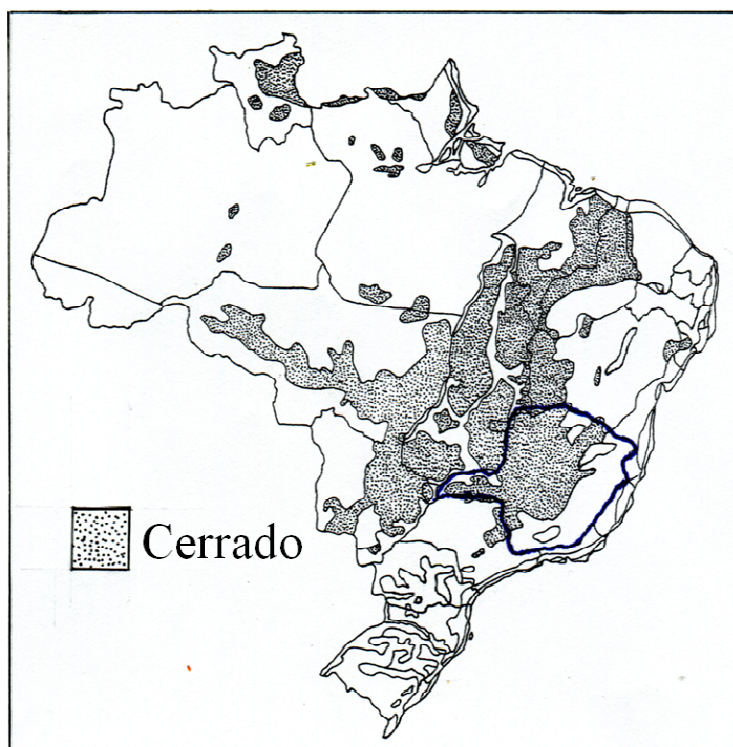


Figura 1 Distribuição da vegetação Cerrado no Brasil e em Minas Gerais
Fonte: (Adaptado e modificado de Brandão, 1991).

Segundo Castro (2003), o cerrado estende-se para fora do Brasil Central em manchas ao norte, cobrindo o sul do Maranhão e o norte do Piauí, numa faixa estreita até Rondônia; para sul e sudeste, como uma série de áreas disjuntas, cobrindo aproximadamente 1/5 do Estado de São Paulo e metade do Estado de Minas Gerais. Ocorre também como áreas pequenas e disjuntas do Nordeste, entremeando a Caatinga ou ao longo da borda entre a Caatinga e Floresta Atlântica.

Nesse complexo vegetacional encontra-se uma grande variedade de sistemas ecológicos, variados tipos de solos, clima, relevo e altitude, prevalecendo em quase toda sua extensão uma combinação peculiar de

condições edáficas e climáticas, que deu origem à vegetação que a caracteriza. Uma vegetação xeromorfa, preferencialmente em clima estacional (em média seis meses secos), podendo, não obstante, ser encontrada também em outros tipos de clima (VELOSO; LOURENÇO FILHO; LIMA, 1991).

Segundo Ferri (1977), os cerrados, de acordo com a sua fisionomia, podem ser classificados em: Cerradão, cerrado propriamente dito, campo sujo e campo limpo. Pereira (1993) baseado nos tipos fitofisionômicos que compõem o mosaico vegetacional do cerrado, classifica cinco tipos fitofisionômicos básicos para a vegetação do Cerrado: campo sujo, campo limpo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, cerradão. Brandão e Carvalho (1992) incluem ainda: mata ciliar ou de galeria, mata seca, vereda ou buritizal e campo rupestre. Verifica-se, assim, entre tantos fatores, que o cerrado é um bioma enormemente heterogêneo, com variações de habitats naturais, inúmeras comunidades de flora e fauna.

Buschbacher (2000) afirma que este gradiente de formas fitofisionômicas do Cerrado é decorrente de fatores ambientais, que condicionam a ocorrência de espécies, tais como fatores físicos e químicos do solo (principalmente baixos teores de nutrientes e altos teores de alumínio), a geologia, condições topográficas, fatores climáticos, fogo e intervenção humana.

Azevedo e Caser (1980) consideram o clima das áreas de ocorrência do Cerrado bastante heterogêneo, e o classificaram em cinco sub-regiões: a) Sub-região com influência amazônica, mais quente e úmida (norte de Goiás e Mato Grosso e oeste do Maranhão); b) Sub-região com influência do trópico semiárido, mais quente e seca (Oeste de Goiás, norte de Minas Gerais, Bahia e Piauí); c) Sub-região de Cerrado em clímax, constituída pela área nuclear da região; d) Sub-região com influência austral continental, mais fria e seca (Mato Grosso do Sul, sul de Goiás e norte de São Paulo); e) Sub-região com influência austral atlântica, mais fria e úmida (sul e sudoeste de Minas Gerais).

De acordo com Adámoli et al. (1986), o Cerrado é caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos, clima este classificado como Aw, segundo a classificação climática de Köppen (tropical chuvoso, com precipitações médias anuais de 1500 mm com duas estações bem definidas: seca (de abril a setembro) e chuvosa (de outubro a março)). A temperatura média anual situa-se na faixa de 20 a 26°C, sendo a temperatura média do mês mais frio superior a 18°C (EITEN, 1993; RIBEIRO; WALTER, 1998).

A heterogeneidade da região do cerrado também se manifesta na altimetria, com predominância de áreas de maior altitude nas partes central e sudeste, situando-se ao norte as áreas mais baixas. As áreas com altitudes abaixo de 300 m constituem 22% da superfície da região do cerrado, áreas entre 300 e 900m constituem 73% e áreas acima de 900 m constituem 5% (ADÁMOLI et al., 1986). De acordo com Ribeiro e Walter (1998), o contraste entre as superfícies mais baixas (inferiores a 300m), as longas chapadas (entre 900 e 1600 m) e a extensa distância em latitude conferem ao Cerrado uma diversidade térmica bastante grande.

De acordo com Ker e Resende (1996), as principais unidades de solos que ocorrem nas regiões de "cerrados" são os Latossolos, ocupando cerca de 46,06% do total. O solo do Cerrado se caracteriza por possuir baixa fertilidade, pH ácido e elevada saturação de alumínio. O alumínio é tóxico para a grande maioria das espécies cultivadas, promovendo a paralisação do sistema radicular e, conseqüentemente, prejudicando o desenvolvimento das plantas. A natureza xeromórfica da vegetação do Cerrado ainda é objeto de pesquisa, apesar de ter sido inicialmente relacionada à pobreza dos solos em elementos minerais, alta acidez e excesso de alumínio, culminando na teoria do "escleromorfismo oligotrófico de Arens" (1958).

Segundo Alho e Martins (1995), as rochas que dão origem aos solos do cerrado são antigas. Cerca de 90% dos solos são distróficos (ácidos, de baixa

fertilidade, baixa concentração de matéria orgânica e de nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e potássio e alta concentração de ferro e alumínio). A cor avermelhada é devido à riqueza em argila e óxido de ferro. Em uma mesma área, conforme os solos existentes e independente da precipitação local, podem-se notar gradações dentro dessa formação; essa gradação está ligada não só à altura, à maior ou menor densidade dos estratos, como também à variação na densidade e na frequência de sua composição florística, conforme Brandão, Cunha e Gavilanes (1984).

O Cerrado constitui uma das regiões de maior biodiversidade do planeta, com um grau de endemismo significativo (BUSCHBACHER, 2000). No entanto, a ocupação humana, estimulada por uma série de políticas desenvolvimentistas, tem transformado a região em uma paisagem fragmentada e em um ambiente onde predomina o sistema agropastoril. Estudos indicam que apenas 20% deste bioma ainda possuem uma vegetação nativa, em estado relativamente intacto (BUSCHBACHER, 2000).

Aproximadamente 17% da área do Cerrado brasileiro que ocorrem em Minas Gerais são recobertos por esta vegetação (Figura 1). Quase todo este Cerrado localiza-se a oeste, em sua maior parte. Áreas de Cerrado podem ser encontradas nas zonas do Alto e Médio Jequitinhonha (parte), Montes Claros (sul), Alto e Médio São Francisco (em quase sua totalidade), Campos das Vertentes (parte), Metalúrgica (parte), Paracatu (em quase sua totalidade), Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Sul de Minas (áreas esparsas), ocupando relevo de plano a suave ondulado (BRANDÃO, 1993), e em áreas disjuntas no sudeste e sul do Estado (BRANDÃO, 1993; CASTRO, 2003).

Segundo Azevedo e Caser (1980), o sul e o sudeste de Minas Gerais estão sob a influência austral Atlântica, com um clima mais frio e úmido. Pela classificação de Köppen, a região apresenta o clima Cw (temperado chuvoso), macrotérmico, com inverno seco, com variações entre Cwa (subtropical) e Cwb

(temperado propriamente dito), devido a alterações de temperatura (CASTRO, 2003). De acordo com Castro (2003), o clima predominante na região é tropical de altitude, com temperatura média anual variando de 19-21°C e com precipitação entre 1200 a 1500 mm.

Dentre os solos que predominam na região, destacam-se os solos Litólicos, Cambissolos, Podzólicos vermelho-amarelo, Latossolos vermelho-amarelo, Hidromórficos e Aluviais (CASTRO, 2003). Ainda, de acordo com esse mesmo autor, a região apresenta vegetação bem diversificada, com formações florestais constituídas por prolongamentos da Floresta Atlântica através do Planalto Central, formações campestres e formações antrópicas. Segundo Castro (2003), o Cerrado aparece na região sob a forma de manchas, condicionadas pela ocorrência de solos mais arenosos e profundos. Apresenta gradações que vão desde cerradões, passando pelos cerrados até os campos limpos.

Grande parte dos estudos sobre a vegetação de cerrado, realizados em Minas Gerais, são de cunho florístico e fitossociológico (BRANDÃO; CUNHA; GAVILANES, 1984; BRANDÃO et al., 1995; FERREIRA, 1980; MAGALHÃS, 1953; OTONI, 2011; RENNÓ, 1971; SAPORETTI JUNIOR; MEIRA NETO; ALMADO, 2003; SILVA; FERREIRA; AVELAR, 1974-1976).

Apesar do grande número de espécies típicas dessa vegetação, a anatomia de seus representantes, principalmente a anatomia foliar, é pouco conhecida, destacando-se, entre outros, os trabalhos de Milanez (1951), Morretes (1967), Morretes e Ferri (1959), Beiguelman (1962), Panizza (1967), Paviani (1987), Pinho, Mazzoni-Viveiros e Sajo (1992), Rodrigues e Machado (2004). Mais recentemente, as folhas de algumas famílias bem representadas no cerrado têm sido estudadas visando apontar adaptações presentes nesse bioma, como é o caso dos trabalhos de Dutra et al. (2010), Sajo e Menezes (1994).

1.2 Campo rupestre

O termo campo rupestre foi proposto para descrever a vegetação da Cadeia do Espinhaço (Figura 2) e suas disjunções (Magalhães, 1953). Este tipo vegetacional ocorre em altitudes superiores a 900m, sobre grandes extensões de afloramentos rochosos quartzíticos ou calcáreos, que podem assumir formas de grandes blocos de rochas e escarpas acentuadas. Apresenta solos rasos, arenosos, finos ou cascalhosos, ácidos, pobres em nutrientes e de relevo bastante íngreme e montanhoso (GIULIETTI, 2000; ROMERO, 2000; VITTA, 2002).

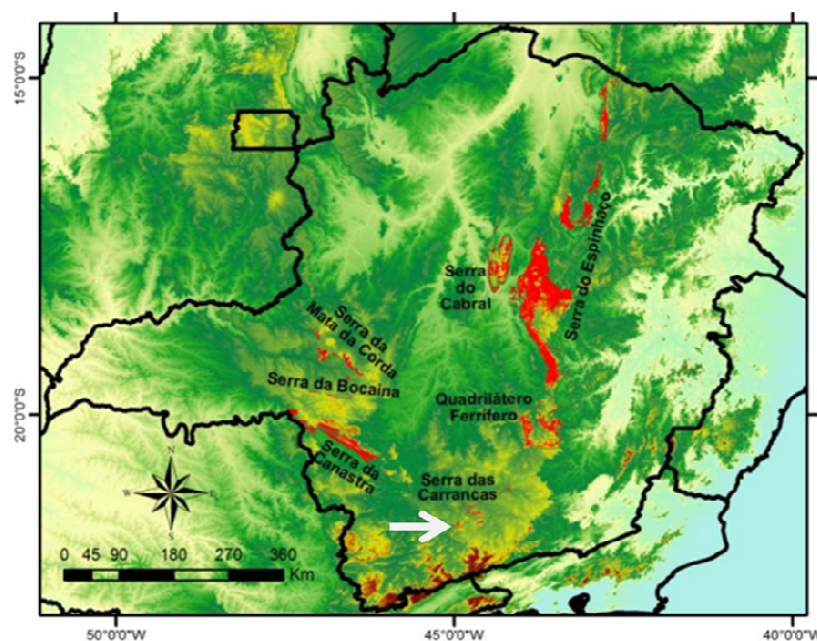


Figura 2 Distribuição das áreas de Campo Rupestre no Estado de Minas Gerais Seta (em branco): Área de coleta de material botânico, no Município de Lavras. Fonte: (Adaptado e modificado de Vasconcelos, 2014).

Os Campos Rupestres são formações vegetais que se desenvolvem sobre solos litólicos predominantemente quartzicos e afloramentos rochosos

(BRANDÃO; GAVILANES; ARAÚJO, 1994; RAPINI et al., 2008). Ocorrem ao longo da Serra do Espinhaço (KUHLMANN; BRANDÃO; LACA-BUENDIA, 1994) (Figura 2). O clima da região é do tipo Cwa, segundo Köppen (tropical de altitude), com verões amenos e úmidos e invernos secos. A temperatura média anual é de 20°C, com médias máximas de 25°C e médias mínimas de 10°C; a pluviosidade média anual é de 1400 mm, concentrando-se entre os meses de novembro a fevereiro (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG; INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INEMET; UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, MG – UFV, 1982; SIMÕES e KINOSHITA, 2002).

Nesses ambientes, a influência climática, pela altitude, é importante; entretanto, torna-se secundária em relação aos solos. Os afloramentos da rocha matriz podem ser quartzíticos, ferríferos, arenitos, entre outros (KUHLMANN; BRANDÃO; LACA-BUENDIA, 1994). Entre blocos ou lajedos não partidos há sempre depressões preenchidas por matéria orgânica ou argila, criando habitats variados. Desenvolvem-se, assim, mosaicos de vegetação, com uma flora rica e bem adaptada a essas condições (KUHLMANN; BRANDÃO; LACA-BUENDIA, 1994).

Segundo Brandão, Gavilanes e Araújo (1994), os campos rupestres abrigam uma flora específica, com famílias e gêneros característicos, muitas vezes, endemismos; essa flora é constituída de um reduzido número de árvores ditas árvores rupestres, quase sempre isoladas e/ou esparsas e arbustos também esparsos, raramente formando manchas ou colônias. O tapete herbáceo tem predominância de gramíneas e é sempre mesclado de subarbustos/arbustos (BRANDÃO; GAVILANES; ARAÚJO, 1994; RAPINI et al., 2008). Os campos rupestres, segundo Ribeiro e Walter (2008), representam uma das fisionomias do bioma Cerrado, e Rapini et al. (2008) consideram que eles estão também inseridos no bioma das caatingas. Diferente das demais fisionomias campestres,

sua ocorrência é restrita a planaltos de serras com altitude entre 1000 e 1800 m, além de estar associado a afloramento de rochas especiais (quartzito, arenito e minério de ferro) ou sobre solos derivados destas rochas (areia branca de quartzito, areia amarelo-acastanhada de minério de ferro, entre outros) (ALVES; CARDIN; KROPF, 2007; CAIAFA; SILVA, 2005; EITEN, 1993). Concentram-se ao longo da cadeia do Espinhaço, ocupando de maneira disjunta as regiões mais elevadas, desde o norte da Chapada Diamantina na Bahia, até a Serra de Ouro Branco em Minas Gerais. Áreas disjuntas fora desta cadeia montanhosa também são encontradas mais ao sul, nas Serras de São João del Rey, da Canastra e de Ibitipoca (Minas Gerais), a oeste nas Serras dos Cristais e dos Pirineus e na Chapada dos Veadeiros (Goiás) (EITEN, 1983; RAPINI et. al., 2008; ALVES; KOLBELK, 2010).

Com ampla distribuição em Minas Gerais, os campos rupestres estão, quase sempre, associados a grandes jazidas minerais e garimpos, e distribuem-se por regiões fisicamente heterogêneas, cujas variáveis principais são latitude, precipitação, temperatura, insolação, solo e substrato geológico (BRANDÃO; GAVILANES; ARAÚJO, 1994). O substrato é o fator determinante para a existência do campo rupestre (EITEN, 1993). Os solos são ácidos, rasos e bem drenados, além de serem pobres em nutrientes, com alta saturação de alumínio e teores variados de matéria orgânica. Alguns solos encontrados em campos rupestres são considerados endêmicos, em função da rocha matriz, topografia e vegetação (BENITES et. al., 2003; BENITES et. al., 2007).

O ambiente dos campos rupestres é severo, a altitude, a inclinação do terreno e os afloramentos rochosos favorecem grandes oscilações diárias de temperatura; além disso, as plantas também enfrentam restrições hídricas, uma vez que os afloramentos rochosos não permitem uma retenção d'água (OLIVEIRA FILHO; FLUMINHAN FILHO, 1999). Outras adversidades enfrentadas pela vegetação incluem insolação, exposição aos ventos fortes e

incêndios ocasionais. A sobrevivência das plantas neste ambiente desfavorável é decorrente de uma série de adaptações metabólicas, morfológicas e anatômicas (MARTINS; BATALHA, 2011). A vegetação é tipicamente xeromórfica e as plantas são tolerantes à dessecação ou resistente ao estresse hídrico (CONCEIÇÃO; PIRANI; MEIRELLES 2007; RAPINI et. al., 2008).

Para a planta se estabelecer em áreas de afloramento rochoso, onde os solos são rasos e pobres, é um desafio, pois há poucas alternativas para fixação das raízes e germinação das sementes (ESGARIO; RIBEIRO; SILVA, 2008). Além disso, as plantas têm que ser capazes de enfrentar severas condições ambientais como restrições hídricas, grande oscilação diária de temperatura, ventos fortes e alta incidência de raios UV (BRANDÃO et al., 1995; JACOBI; CARMO, 2008). Portanto, a sobrevivência das plantas neste ambiente depende de uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas, que são típicas de plantas de campo rupestre.

Estas adaptações incluem tolerância à dessecação, decíduosidade, folhas geralmente de menores tamanhos e desenvolvimento de um sistema radicular que permita eficiente fixação da planta e possibilite a persistência das espécies após queimadas ou seca severa (POREMBSKI; BARTHOLTT, 2000; CONCEIÇÃO, 2006).

Os estudos florísticos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço se intensificaram a partir da década de 1970 e, na década de 1980, foram publicadas a Flórua de Mucugê (HARLEY; SIMMONS, 1986), na Bahia, e a lista de plantas terrestres da Serra do Cipó (GIULIETTI et al., 1987). Na década de 1990 merece destaque o lançamento da Flora do Pico das Almas (STANNARD, 1995), na Bahia, e, na década de 2000, a lista de espécies de Catolés (ZAPPI et al., 2003), no sul da Chapada Diamantina, a lista de espécies em áreas de quartzito-arenito na Serra de Sincorá na Chapada Diamantina (CONCEIÇÃO; PIRANI; MEIRELLES, 2007), e o início da publicação da flora

de Grão-Mogol (PIRANI; MELLO-SILVA; GIULLIETTI, 2003), no norte da porção mineira do Espinhaço. Além desses trabalhos que basicamente abordam descrições botânicas dos componentes das floras locais, trabalhos similares, em áreas mais restritas, têm sido realizados, como os de: Brandão, Gavilanes e Araújo (1994), Brandão et al. (1995), Ferreira, D'Assumpção e Magalhães (1977-1978), Gavilanes e Brandão (1991).

Pesquisas sobre análise estrutural da vegetação sobre afloramentos rochosos são escassos e extremamente necessários para sua conservação. Estudos combinando biologia reprodutiva, variabilidade genética, citologia, biogeografia e ecologia com resultados filogenéticos e filogeográficos em grupos representativos dos campos rupestres são fundamentais nesse momento (RAPINI et al., 2008).

Muito pouco se conhece sobre a biologia das espécies do Espinhaço. Ainda assim, estudos na Chapada Diamantina (CONCEIÇÃO, 2006) têm revelado que a polinização nos campos rupestres é predominantemente biótica, realizada por insetos e aves, e a dispersão é predominantemente abiótica, anemocórica ou autocórica (RAPINI et al. 2008).

Para Rapini et al. (2008), os campos rupestres abrigam um dos maiores patrimônios biológicos brasileiros e sua conservação depende do conhecimento amplo e detalhado de suas espécies e dos mecanismos envolvidos na dinâmica de suas populações. É necessário dar continuidade aos levantamentos florísticos, mas também estimular estudos filogenéticos, ecológicos e morfoanatômicos capazes de estabelecer relações históricas entre espécies e definir fatores limitantes à manutenção de suas populações.

Segundo Handro, Campos e Oliveira (1970), os trabalhos sobre anatomia foliar permitem, quase sempre, a abertura de novas perspectivas, seja fornecendo caracteres auxiliares para a sistemática e servindo de base para trabalhos de morfogênese, fisiologia ecológica, evolução, entre outros, desde

que haja uma base sobre a florística desta vegetação. Segundo Metcalfe (1983), os caracteres anatômicos dos órgãos vegetativos das plantas servem como dados adicionais às características morfológicas externas podendo ser usados para resolver problemas taxonômicos. Dentre trabalhos que envolvem anatomia de espécies dos campos rupestres, podem-se citar os de: Castro e Menezes (1995), Ferreira (2002), Francino (2006), Luque, Menezes e Semir (1999), Monteiro, Castro e Giullietti (1985), Sousa (1997).

Este trabalho foi realizado na Serra do Campestre, que é parte constituinte do “Complexo Serra da Bocaina”, uma formação montanhosa isolada no planalto do Rio Grande, na Região Sul e Campo das Vertentes de Minas Gerais (CURI et al., 1990). A extensão desse complexo de serras é de aproximadamente 90 km, com altitude de até 1567 metros e abrange os municípios de Lavras, Itumirim, Ingaí e Carrancas (CURI et al., 1990). Os solos do “Complexo da Bocaina” são álicos, com predomínio de solos muito jovens (Litólicos) ou jovens (Cambissolos), com raras ocorrências de trechos com Podzólicos e as rochas dominantes são micaxistos e quartzitos do pré-cambriano (CURI et. al., 1990; OLIVEIRA FILHO; FLUMINHAN FILHO, 1999). A flora local é bastante diversificada, ocorrendo áreas de matas, campos gerais, campos brejosos, cerrados, transição cerrado-campos e campos rupestres (SIMÕES; KINOSHITA, 2002).

O presente estudo descreve a morfologia e a anatomia foliar, a partir de dados qualitativos e quantitativos, de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae) e *Palicourea rígida* Kunth. (Rubiaceae) coletadas em áreas de cerrado e de campo rupestre no Município de Lavras, Minas Gerais, visando reconhecer os padrões de adaptação dessas espécies a esses ambientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área da coleta e estudo das espécies

O município de Lavras está localizado na Mesorregião Campo das Vertentes do Estado de Minas Gerais, fazendo parte da Microrregião Lavras (Figura 3). O município limita-se com os Municípios de Nepomuceno, Perdões, Ribeirão Vermelho, Ijaci, Itumirim, Ingaí e Carmo da Cachoeira (Figura 4).



Figura 3 Localização do Município de Lavras, na Microrregião Lavras, na Mesorregião Campo das Vertentes, dentro do Estado de Minas Gerais.

A sede do Município situa-se a 914 metros de altitude, tendo a sua posição geográfica determinada pelas coordenadas de 21°14'30" de latitude S e 45°00'10" de longitude O (BRASIL, 1969). As cotas altimétricas no município situam-se em torno de 920 metros, excetuando-se apenas na porção Sul, as Serras do Farias, a de Alagoas, a da Bocaina, a do Carrapato e a do Campestre,

onde as altitudes excedem os 1200 metros (GAVILANES; BRANDÃO, 1988). O clima enquadra-se na classificação de Wilhelm Köppen, no tipo Cwb-Mesotérmico, de verões brandos e suaves (OMETTO, 1981).

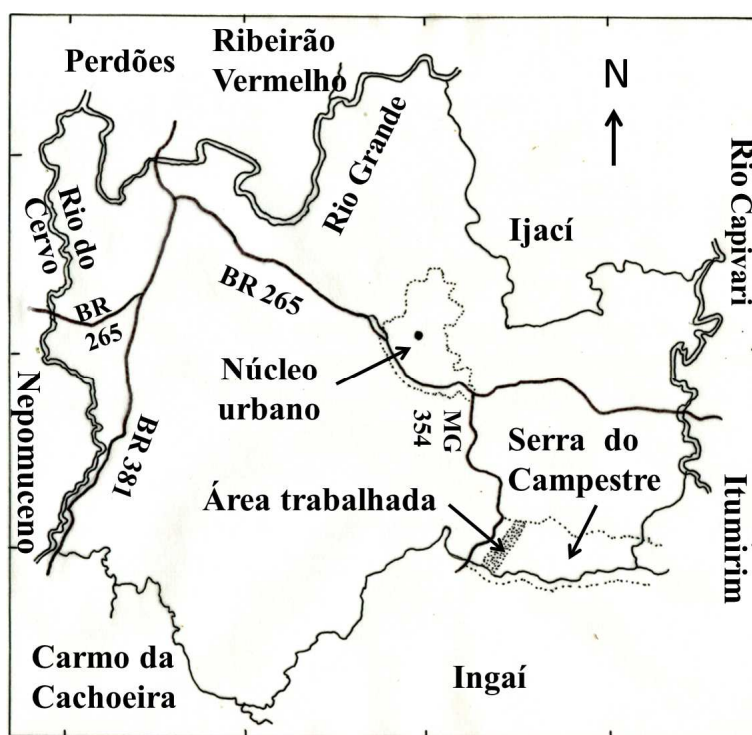


Figura 4 Localização da área trabalhada e da Serra do Campestre, dentro do Município de Lavras.

O município de Lavras apresenta temperatura média anual de 19,3°C, com máximas de 26,9°C e mínimas de 14,0°C, umidade relativa média de 77,7%, precipitação média anual de 1.411,5 mm, sendo o período mais chuvoso o que se estende de dezembro a março, e insolação total de 2.230,4h (ENCICLOPEDIA, 1959).

A rede de drenagem faz parte do Rio Grande. Alguns cursos de água, entre eles o Rio Grande, o Rio Cervo e o Rio Capivari destacam-se por sua

extensão e por determinar o limite com municípios vizinhos (ENCICLOPEDIA, 1959).

A cobertura vegetal do município é constituída por formações distintas: florestais e campestres (GAVILANES; BRANDÃO, 1988). A florestal é representada pela Mata de Galeria, também denominada de Mata Ciliar, constituída por prolongamentos da Floresta Atlântica através do Planalto Central, e se apresenta sob a forma de capões esparsos; pela Floresta Tropical Latifoliada Baixo Montana; pela Floresta Mesófila Estacional Semidecídua e Decídua, sobre afloramentos de rochas e pelo Cerradão ou Floresta Esclerófila, em pequenas manchas. A campestre é representada pelo Cerrado e suas gradações, o Cerrado “stricto sensu” e o Campo Cerrado, pelos Campos de Várzea, pelo Campo Limpo e pelo Campo Rupestre. Como formações antrópicas há as Capoeiras e os Capoeirões, assim como os Campos Antrópicos. Essas classificações estão baseadas nos critérios estipulados por Rizzini (1979).

Essa cobertura original encontra-se extremamente devastada, sendo que das formações florestais só restam capões esparsos na cumieira das elevações e estreitas matas ciliares, fragmentadas ao longo dos cursos d'água. Das formações campestres, a do cerrado é a que se encontra mais alterada, ao lado dos Campos de Várzea, sendo quase sempre substituídas por culturas e/ou pastagens. Os Campos Rupestres e os Campos Limpos, embora submetidos à ação antrópica, ainda mantêm os seus limites originais (GAVILANES; BRANDÃO, 1991).

Os solos de Lavras, observados das partes mais elevadas em direção aos rios, estão representados por: Solos Litólicos, Cambissolos, Podzólicos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Solos hidromórficos e Solos Aluviais (CURI et al., 1990).

A área de estudo apoia-se em um dos contrafortes da Serra do Campestre (Figuras 4 e 5) que, por sua vez, representa uma disjunção da Serra

Geral ou do Espinhaço, que vai se fragmentando em direção ao Sul do Estado, mostrando maciços isolados, como os da Piedade, Caraça, Tiradentes e Ibitipoca, dentre outros (FERREIRA; D'ASSUMPÇÃO; MAGALHÃES, 1977-1978; BRANDÃO; GAVILANES, 1984; GAVILANES; BRANDÃO, 1987). A cobertura vegetal da área mostra interesse do ponto de vista fitogeográfico, por conter, além da formação florestal Floresta Mesófila Estacional Semidecídua e Decídua, as formações campestres de Cerrado, Campo Rupestre e Campo Limpo. Nessas formações aparecem espécies comuns aos demais fragmentos da Serra Geral.



Figura 5 Vista geral da área de coleta dos espécimes de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. e *Palicourea rigida* Kunth. Ao fundo vista da Serra do Campestre. A seta em negrito indica a localização da área de campo rupestre e a seta branca indica a direção da área de cerrado.

Os efeitos antrópicos já podem ser notados, principalmente nas faixas de Cerrado, geralmente utilizadas para pastagens, além da exploração das espécies arbóreas de valor madeireiro e no Campo Rupestre e na mata, em relação a orquídeas e bromeliáceas epífitas. Em todas as áreas ocorre um extrativismo desenfreado, em relação às espécies ditas como medicinais de uso popular.

O cerrado, na área de estudo (Figura 6) que aparece sob a forma de um cerrado degradado (Campo Cerrado ou Cerrado Ralo), conforme os conceitos de Ferreira (1980) e Ribeiro e Walter (2008), é pouco definido na área de estudo, aparecendo sob a forma de manchas, condicionadas pela ocorrência de solos mais arenosos e profundos, apresentando em sua constituição arvoretas às vezes aglomeradas, às vezes esparsas, representadas por gêneros comuns a ela, conforme Rizzini (1971) e Ferreira (1980), tais como: *Stryphnodendrom* Mart., *Caryocar* L., *Erythroxylum* P. Browne, *Casearia* Jacq., *Byrsonima* Rich. ex Kunth., *Handroanthus* Mattos, *Vochysia* A. St.-Hil., *Solanum* L., *Kielmeyera* Mart. & Zucc., *Zeyheria* Mart., *Duguetia* A. St.-Hil. A flora arbustiva e subarbustiva mostra-se muito diversificada, sendo representada por espécies dos gêneros: *Alibertia* A. Rich. ex DC., *Jacaranda* Juss., *Davilla* Vand., *Ouratea* Aubl., *Psidium* L., *Baccharis* L., *Sabicea* Aubl., entre outros. No estrato gramíneo-herbáceo podem ser encontradas plantas, a título de exemplo, dos gêneros: *Achyrocline* (Less.) DC., *Aristida* L., *Camarea* A. St.-Hil., *Declieuxia* Kunth., *Oxalis* L., *Zornia* J.F. Gmel.



Figura 6 Aspecto do cerrado em recuperação, na área de coleta das espécies trabalhadas.

Campo Rupestre na área de estudo (Figura 7) é uma formação campestre que ocorre sobre afloramentos rochosos, em áreas de altitude, na Serra do Campestre e suas disjunções, apresentando um estrato arbustivo/subarbustivo muito variado e um graminoso-herbáceo que apresenta inúmeras espécies do Campo Limpo. Podem ocorrer árvores, geralmente baixas com aspecto de arvoretas, com aproximadamente 0,5-1,5 m, raramente mais altas quando na transição cerrado-campo rupestre. Entre os elementos arbóreos aparecem espécies dos gêneros: *Vochysia* A. St.-Hil., *Vanillosmopsis* Sch. Bip., *Plenckia* Reissek, *Miconia* Ruiz & Pav., *Lychnophora* Mart., *Dalbergia* L. f., *Myrsine* L., *Byrsonima* Rich. ex Kunth., *Campomanesia* Ruiz & Pav., entre outros. No estrato graminoso-herbáceo, são comuns espécies dos gêneros: *Achyrocline* (Less.) DC., *Eremanthus* Less., *Vellozia* Vand., *Leandra* Raddi, *Lippia* L., *Oxypetalum* R. Br., *Calolisianthus* Gilg., *Cuphea* P. Browne, dentre outras.



Figura 7 Aspecto do campo rupestre, na área de coleta das espécies trabalhadas.

À medida que se caminha em sentido a parte mais alta da serra, o campo-cerrado interpenetra-se com o campo rupestre adjacente, não apresentando limites distintos. A primeira formação apresenta-se sobre cambissolo distrófico concrecionário, relativamente profundo em determinadas áreas, passando para um litólico (raso ou muito raso), à medida que o relevo se torna de um ondulado mais forte, situação semelhante à encontrada por Gavilanes e Brandão (1987, 1991), quando de estudos sobre a formação cerrado ocorrente na Serra do Carrapato, que é interligada a Serra do Campeste, sendo separada desta, na região de estudo, pela Rodovia MG 354 que interliga Lavras-Luminárias (Figura 4).

2.2 Material botânico

O material estudado é proveniente de coletas realizadas em áreas remanescentes de cerrado alterado, em fase de recuperação, e de campo rupestre, localizadas na Serra do Campestre, dentro do Município de Lavras, MG., nas coordenadas 21°20'00.42" S e 44°58'09.66" O, a uma altitude de 1041 m e 21°20'19.45" S e 44°58'38.40" O, a uma altitude de 1159 m, respectivamente (Figuras 4, 5, 6 e 7).

Para a identificação das espécies, baseou-se nos trabalhos de Mamede (1987, 2004), para *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae) e Campos et al. (2006) e Zappi, Calio e Pirani, (2014), para *Palicourea rigida* Kunth. (Rubiaceae), além da observação de exemplares depositados nos herbários: ESAL (Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG) e FEVASF (Herbário da Fundação Educacional Vale do São Francisco, Iguatama, MG). Amostras de material botânico encontram-se depositados no Herbário ESAL, sob os: ESAL 23486, ESAL 23487 (*Byrsonima coccolobifolia*) e ESAL 28485, ESAL 28486 (*Palicourea rigida*).

Material examinado – *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. Brasil, Minas Gerais, Campo do Meio, cerrado, P. Castro Neto et al., 30.XI.1982 (ESAL 03958); Sete Lagoas, CNP-MS, em cerrado sobre solos concrecionários, M.L. Gavilanes 643 et al., 22.XI.1982 (ESAL 06114); Lavras, Reserva Poço Bonito, cerrado, M.L. Gavilanes & M. Brandão, 06.IV.1985 (ESAL 07723); Divinópolis, cerrado, F.M. Oliveira 244, 31.VII.1990 (ESAL 11097); Lavras, Parque Municipal Poço Bonito, campo limpo, R.A. Lourenço 249, 27.XII.1992 (ESAL14050); Igarapé, Morro Serra Azul, campo cerrado, N.L. Souza et al., 10.XI.2012 (ESAL 26828); Santana do Pirapama, Serra do Cipó, casa do seu Luiz – estrada para a cachoeira, T.B. Flores 270, 29.XI.2009 (ESAL 26639);

Guapé, Assentamento de Reforma Agrária “Santos Dias”, campo rupestre, D.M. Torres & H.P. Sansonas, 04.VI.2010 (ESAL 25365); Lavras, Reserva Poço Bonito, campo rupestre, M.L. Gavilanes 3747 & B. Queiroz, 14.XI.1987 (ESAL 09081); Francisco Sá, cerrado, S. D’Angelo Neto 223, 22.XII. 1990 (ESAL 11674); Lavras, Serra do Campestre, cerrado alterado em recuperação, 21°20’00.42”S-44°58’09.66”O, M.L.Gavilanes 6257, 01.X.2014 (ESAL 23486); Lavras, Serra do Campestre, campo rupestre, 21°20’19.45”S-44°58’30.40”O, M.L. Gavilanes 6258, 01.XI.2014 (ESAL 23487).

Material examinado – *Palicourea rigida* Kunth. Brasil, Minas Gerais, Ingaí, Reserva Boqueirão, campo rupestre, L.C. Carvalho, 21.III.2003 (ESAL 21645); Ingaí, Reserva Boqueirão, campo rupestre, J. Argenta 52, 21.VI.2002 (ESAL 21637); Lavras, Serra do Campestre, campo rupestre, 21°20’19.45”S-44°58’30.40”O, M.L. Gavilanes 6255, 12.XII.2013 (ESAL 28486); Lavras, Serra do Campestre, cerrado alterado, 21°20’00.42”S-44°58’09.66”O, M.L. Gavilanes 6254, 02.XII.2013 (ESAL 28585); Lavras, Sítio 3 Barras, cerrado, M.L. Gavilanes 2511, 17.I.1987 (ESAL 07980); Cana Verde, M.L. Gavilanes 1740, 19.V.1979 (ESAL 07106); Sete Lagoas, CNP-MS, cerrado sobre solos concrecionários, M.L. Gavilanes et al., 22.XI.1982 (ESAL 06117); Alpinópolis, cerrado, L.C. Davide et al., 27.VII.1982 (ESAL 03544); Bocaúva, Fazenda Brejo, cerrado, L. Borges & F. Camargo, 01.XII.1995 (ESAL 16706); Iguatama, cerrado, A.G. Justo & S.G. Rezende, 2.XII.1998 (FEVASF 00038); Lavras, proximidades do Poço Bonito, campo rupestre, E.A. Chiquito, 23.VI.2004 (FEVASF 03022).

2.3 Análise anatômica

O estudo anatômico foi realizado em material fresco ou fixado. O material fresco foi transportado ao laboratório acondicionado em sacos plásticos

hermeticamente fechados. A fixação de parte do material foi realizada no local de coleta, sendo empregados os seguintes fixadores: etanol a 70% (JENSEN, 1962) e F.A.A. a 50% (JOHANSEN, 1940) e para a observação detalhada dos estômatos, fragmentos de folhas foram fixados na mistura de três ml de solução aquosa de ácido crômico a 1% e 17 ml de formol a 10% (HERICHOVÁ, 1974). Utilizaram-se folhas adultas, coletadas no 5º nó, a fim de evitar dúvidas provenientes de eventuais casos de desenvolvimento heteroblástico.

2.4 Cortes histológicos

Foram executados à mão livre com auxílio de lâmina retangular de aço, e também realizados com o uso de micrótomo manual tipo Ranvier e rotativo tipo Spencer (Reichert, Wien). Os cortes foram praticados em diferentes níveis a fim de serem detectadas possíveis modificações ao longo da direção acrópeta ou basípeta.

Como material de apoio, nos cortes realizados à mão livre e com micrótomo manual, utilizou-se a medula do pecíolo de folha de embaúba (*Cecropia* sp., Moraceae) (BEIGUELMAN, 1962-1963; CUSTÓDIO LIMA, 1963) ou fragmentos de isopor (QUINTAS, 1963). Para os cortes efetuados em micrótomo rotativo, o material foi incluído em blocos de parafina, seccionados a uma espessura média de 15µm.

2.5 Processamento do material botânico

O material foi incluído em parafina, mediante a técnica usual de desidratação pelo álcool etílico e diafanização pelo xilol, após fixação prévia no F.A.A._{50%} pelo prazo de 72 horas e posterior conservação em álcool etílico 70%. Os demais tempos, utilizados no processo de inclusão em parafina foram:

desidratação pela série alcoólica (álcool 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 96%, e duas trocas de álcool etílico absoluto) – 30 minutos em cada concentração; diafanização e impregnação pelo solvente de parafina (álcool etílico absoluto 3: xilol 1; álcool etílico absoluto 2: xilol 2; álcool etílico absoluto 1: xilol 3 e xilol puro), 30 minutos em cada concentração; tratamento com parafina: xilol – parafina, fora da estufa (6 horas), dentro da estufa (6 horas) e parafina fundida na estufa (12 horas).

2.6 Confeção das lâminas histológicas

Com os cortes obtidos à mão livre ou com micrótomo manual, foram confeccionadas lâminas provisórias, sendo empregado como meio de montagem a água destilada e lâminas semipermanentes, utilizando-se como meio de montagem a glicerina a 50% em água (VASCONCELOS; COUTINHO, 1960). Lâminas permanentes foram confeccionadas com os corte obtidos com micrótomo rotativo, sendo utilizado como meio de montagem o Bálsamo do Canadá sintético VETEC. Os cortes foram fixados à lâmina mediante o emprego da albumina-glicerinada de Mayer ou adesivo de Haupt (JOHANSEN, 1940). No caso de cortes à mão livre, a coloração empregada foi safranina hidroalcoólica, azul de toluidina, hematoxilina Delafield e verde rápido; nos cortes com micrótomo, a coloração usada foi a safranina combinada com verde-rápido e a combinação hematoxilina-eosina (JOHANSEN, 1940).

2.7 Análise histoquímica

Utilizou-se material fresco para a realização dos testes histoquímicos a partir de cortes executados a mão livre, com auxílio de lâmina de retangular de aço, que foram a reagentes específicos. A identificação da lignina foi feita com o

uso de floroglucina adicionada com gotas de ácido clorídrico concentrado ou solução aquosa de ácido sulfúrico a 50% (JOHANSEN, 1940; FOSTER, 1949); pelo cloreto de zinco iodado (STRASBURGER, 1924); pela coloração com verde de iodo acético ou carmim de Grenacher (DOP; GAUTIÉ, 1907). A cutícula e paredes cutinizadas foram evidenciadas com o emprego de Sudan III ou Sudan IV em solução hidroalcoólica a 80% (DOP; GAUTIÉ, 1907; FOSTER 1949). A celulose foi identificada pelo cloreto de zinco iodado (STRASBURGER, 1924); pelo reativo de iodo-iodeto de potássio em ácido sulfúrico (SASS, 1951; FERREIRA, 1968) e pelo teste de cloreto de cálcio iodado (DOP; GAUTIÉ, 1907). A natureza química de cristais foi identificada utilizando-se solução aquosa de ácido sulfúrico a 5% e 10% (STRASBURGER, 1924; MILANEZ, 1949), ácido clorídrico concentrado, ácido acético glacial e solução aquosa de acetato a 10% (JOHANSEN, 1940).

2.8 Análise particular da epiderme

No estudo da epiderme em vista frontal, utilizaram-se cortes paradérmicos das folhas ou o seu isolamento pela fervura em hipoclorito de sódio (FOSTER, 1949) e/ou pela mistura de Jeffrey (ácido nítrico e ácido crômico a 10% em partes iguais) (JOHANSEN, 1940; MOREIRA, 1960). Para a coloração da epiderme, utilizou-se ácido tânico e sulfato ferroso (HANDRO, 1964) e também a solução aquosa de azul de metileno a 1%, empregando-se como mordente solução aquosa de cloreto de amônia a 3% (MOREIRA, 1960).

A contagem do número de estômatos foi realizada segundo a técnica de Labouriau, Oliveira e Salgado-Labouriau (1961). Os estômatos e todas as medidas concernentes foram contados em três regiões: base, meio e ápice da lâmina foliar de folhas completamente expandidas (VILLAÇA; FERRI, 1954). Para a contagem dos estômatos utilizaram-se cortes paradérmicos das folhas ou

de fragmentos da epiderme, estes isolados pelos métodos acima descritos. Para as observações transversais e longitudinais das células estomáticas, as folhas das espécies estudadas, foram seccionadas transversalmente à nervura mediana na região do terço médio (BEIGUELMAN, 1962-1963). A classificação básica dos estômatos foi baseada em Metcalfe e Chalk (1950).

2.9 Nervação foliar

Para o estudo da nervação (venação) utilizou-se folhas de material herborizado, material fresco e material fixado. As folhas ou fragmentos foram diafanizadas em solução aquosa de hidróxido de sódio a 5%, solução renovada diariamente até a completa clarificação das folhas (HANDRO, 1964; FELLIPE; ALENCASTRO, 1966); em alguns casos, as folhas foram colocadas em estufa, a 45°C, a fim de acelerar o processo de clarificação. A clarificação foi completada colocando-se o material em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 50%, até completar a clarificação e neutralização com solução aquosa de ácido acético a 5% (HANDRO, 1964).

Para folhas frescas ou que sofreram fixação, estabeleceu-se a seguinte ordem de clareamento: ebulição durante 10 minutos em álcool etílico 96%; ebulição durante 5 – 10 minutos em solução de álcool etílico 96% mais solução aquosa de NaOH a 5% em partes iguais; lavagem em água corrente; lavagem em água destilada (2 vezes); clarificação em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 50% durante alguns minutos (o tempo necessário para que o material fique diafanizado); lavagem em água destilada e emprego de solução aquosa de hidrato de cloral a 5%, durante 5 – 10 minutos (STRITTMATER, 1973).

Utilizou-se uma combinação dos dois métodos de clarificação acima citados e que consistiu na ebulição de folhas secas, frescas ou fixadas durante 10

minutos em álcool etílico 96%, sendo o material a seguir, mantido em solução aquosa de NaOH a 5% até a completa clarificação.

O material clarificado foi lavado em água destilada, em seguida em álcool etílico 50% e corado com solução hidroalcoólica de safranina a 1% ou com solução de azul de anilina a 1% acidificada (HANDRO, 1964; FELIPE; ALENCASTRO, 1966; FERREIRA, 1968). Após a coloração as folhas foram montadas entre lâminas de vidro em gelatina glicerinada (ROMAN, 1971). Fragmentos de folhas, necessários à observação de maiores detalhes da nervação, foram montados entre lâminas e lamínulas em Bálsamo do Canadá sintético VETEC, após desidratação e diafanização na série álcool-xilol.

O tamanho da nervura primária foi determinado pela divisão da largura da nervura (If) pela largura da folha (LF), medidas a meia distância entre o ápice e a base da folha, multiplicadas por 100: $If/LF \times 100$ (HICKEY, 1973, 1979).

Na descrição dos tipos de nervuras, o conceito de nervura intersecundária (pseudosecundária) baseou-se em Hickey (1973, 1979). A classificação dos padrões de nervação foi baseada em Ettingshausen, citado em Felipe e Alencastro (1966). O conceito de nervura quaternária foi baseada em Handro (1964). A descrição dos caracteres gerais das folhas e tipos de nervuras fundamenta-se em Hickey (1973, 1979).

2.10 Ilustrações

Os desenhos e esquemas dos pormenores anatômicos foram realizados com o auxílio de câmara clara (tubo de desenho) acoplada em microscópio óptico Olympus CBB (Olympus Optical, Tokyo, Japan), tendo sido projetada uma escala micrométrica nas mesmas condições em que foram feitos os desenhos e esquemas; as fotomicrografias foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de

Lavras - UFLA, Lavras, MG., em Microscópio de luz Nikon Eclipse E 100 e em Esteriomicroscópio Nikon SMZ 745 ST, utilizando o programa Infinity Analyse 6.3 (Lumera Corporation) e câmera digital Infinity 1 acoplada.

As observações, desenhos e esquemas dos pormenores anatômicos, e as fotomicrografias, foram realizados indistintamente em material oriundo do cerrado ou campo rupestre, àquele que melhor representasse a estrutura a ser analisada.

2.11 Análise quantitativa

Para o estudo quantitativo foram analisadas 40 lâminas histológicas, realizadas em 20 folhas, oriundas do 5º nó, de 10 plantas, em cada um dos ambientes; cada lâmina continha duas secções. As observações foram realizadas em microscópio de luz, e também em estereomicroscópio, acoplado com câmera digital e realizada uma fotomicrografia de cada secção; os equipamentos, supracitados estão locados no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras . Os parâmetros anatômicos quantitativos foram analisados com o auxílio do software de análise de imagem ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA) calibrado com régua microscópica fotografada nos mesmos aumentos das fotomicrografias. Para as análises biométricas, as folhas foram escaneadas em escaner de mesa (Epson Perfection V330 Photo). As imagens escaneadas foram utilizadas para cálculo do comprimento e largura da lâmina foliar, além do cálculo da área foliar.

Foi realizada a análise de variância com o teste de F para detectar as diferenças entre os tratamentos e o teste de Scott-Knott para $p < 0,05$ para o estudo das médias em software de análise estatística (Sisvar 5.0) (FERREIRA,

2011). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (ambientes) e 20 repetições.

A pesquisa anatômica compreendeu as seguintes etapas:

I - análise da organização do pecíolo;

II - análise da epiderme nas faces adaxial e abaxial, tendo em vista a observação do padrão geral de suas células bem como a organização dos estômatos e tricomas;

III - análise da organização do mesófilo;

IV - análise do sistema vascular;

V - análise da organização da lâmina foliar;

VI - coleta e análise de dados quantitativos.

REFERÊNCIAS

- ADÁMOLI, J. et al. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.) **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1986. p. 33–74.
- ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. S. **De grão em grão o cerrado perde espaço**. Brasília: WWF/PRÓ-CER, 1995. 66 p.
- ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecology**, Perth, v. 207, n. 1, p. 67-79, Mar. 2010.
- ALVES, R. J. V.; CARDIN, L.; KROPF, M.S. Angiosperm disjunction “Campos rupestres - restingas”: a re-evaluation. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 675-685, July/Sept. 2007.
- ARENS, K. O. O cerrado como vegetação ologotrófica. **Boletim da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo (Botânica)**, São Paulo, v. 224, n. 15, p.59-77, 1958.
- AZEVEDO, L. G.; CASER, R. L. Regionalização do cerrado em função dos seus geossistemas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRRADO: uso e manejo. **Anais...** Brasília: Editerra, 1980. p. 5.
- ALMEIDA JUNIOR, J. M. G. de. Uma proposta de ecologia humana para o cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.) **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2 ed. Brasília: UNB, 1993. p. 569 – 583.
- BEIGUELMAN, B. Contribuição para o estudo anatômico das plantas do cerrado: I. Anatomia da folha e do caule de *Erythroxylum suberosum* St.-Hil. **Revista de Biologia**, Lisboa, v. 3, p. 97-110, 1962.
- BEIGUELMAN, B. Considerações sobre a morfologia dos estomas de *Annona coriácea* Mart., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., *Erythroxylum suberosum* St. Hil. e *Ouratea spectabilis* (Mart.) Engl. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 115-124, 1962-1963.
- BENITES, V. M. et al. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 76 -85, jun./jul. 2003.

BENITES, V. M. et al. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira e Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 569-577, Oct./Dec. 2007.

BRANDÃO, M. Considerações sobre a formação do cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 5-7, 1991.

BRANDÃO, M. Plantas medicamentosas de uso popular dos cerrados mineiros. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 3, n. 4, p. 11-20, 1993.

BRANDÃO, M.; CARVALHO, P. G. da S. **Guia ilustrativo de plantas do cerrado**. Belo Horizonte: CEMIG, 1992. 78 p.

BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L. Contribuição para o conhecimento da vegetação da Serra da Piedade, MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 35., 1984, Manaus. **Anais ...** Brasília: IBAMA, 1990. p. 34-51.

BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L.; ARAÚJO, M. G. Aspectos físicos e botânicos de campos rupestres do Estado de Minas Gerais – I. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 17-38, 1994.

BRANDÃO, M.; CUNHA, L. H. S.; GAVILANES, M. L. Frequência e densidade de espécies lenhosas de cerrado, em diversas classes de solos, no Município de Sete Lagoas-MG.I. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34., 1983, Porto Alegre, **Anais ...** Porto Alegre :UFRS, 1984. p. 323-343.

BRANDÃO, M. et al. Município de Diamantina, MG. I. Cobertura vegetal e composição florística de suas formações. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 5, n. 4, p. 28-52, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. **Normas climatológicas: Minas Gerais Espírito Santo - Rio de Janeiro – Guanabara**. Rio de Janeiro, 1969. v. 3.

BUSCHBACHER, R. (Coord.). **Expansão agrícola e perda da biodiversidade no cerrado: origens históricas e o papel do comércio internacional**. Brasília: WWF Brasil, 2000. p. 85.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Composição florística de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 87, p. 163-173, 2005.

CAMPOS, M. T. V. A. et al. Flora de Grão Mogol, Minas Gerais: Rubiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, p. 41-67, nov. 2006.

CASTRO, A. H. F. **Aspectos da propagação, ecofisiologia e fitoquímica de *Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss.: uma espécie medicinal do cerrado**. 2003. 130 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CASTRO, N. M.; MENEZES, N. L. Aspectos da anatomia foliar de algumas espécies de *Paepalanthus* Kunth., Eriocaulaceae da Serra do Cipó (Minas Gerais). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 9, n. 2, p.213-229, Dez. 1995.

CONCEIÇÃO, A. A. Ecologia da vegetação de Campos Rupestres na Chapada Diamantina. In: QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M. (Org.) **Rumo ao amplo conhecimento da biodiversidade do Semiárido brasileiro**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. p. 61 - 66.

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**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 641-656, Oct./Dec. 2007.

CURI, N. et al. V. Geomorfologia, física, química e mineralogia dos principais solos da região de Lavras (MG). **Revista Ciência e Prática**, Lavras, v. 14, n.3, p. 297-307, 1990.

DOP, P.; GAUTIÉ, A. **Manuel de technique botanique**. Paris: J. Lamane, 1907. 594p.

DUTRA, R. C. et al. Caracterização morfoanatômica das folhas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, Asteraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 6, p. 818-824, Dez. 2010.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1983. 305 p.

EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2 ed. Brasília: UNB, 1993. p. 569–583.

ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS: Minas Gerais. Rio de Janeiro: IBGE, 1959. v. 25.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG; INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INEMET; UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, MG – UFV. **Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1982.

ESGARIO, C.P.; RIBEIRO, L.F.; SILVA, A.G. O Alto misterioso e a vegetação sobre rochas em meio à Mata Atlântica, no sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2008. Disponível em: <<http://www.naturezaonline.com.br>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

FELLIPE, G.M.; ALENCASTRO, F.M.M.R. de. Contribuição ao estudo da nervação foliar das compostas dos cerrados. I. Tribus: Helenieae, Heliantheae, Inuleae, Mutiseae, e Senecioneae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 125-157, 1966. Suplemento.

FERREIRA, A.G. Contribuição ao estudo da nervação foliar das Compostas do Cerrado. IV. Tribo Eupatorieae. **Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 153-170, 1968.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analyze sistem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Nov./Dec. 2011.

FERREIRA, M. B. O cerrado em Minas Gerais: gradações e composição florística. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 61, p. 4-8, 1980.

FERREIRA, M. B.; D'ASSUMPÇÃO, W. R. C.; MAGALHÃES, G. M. Nova contribuição para o conhecimento da vegetação da Cadeia do Espinheiro ou Serra Geral (Maciço do Caraça). **Oréades**, Belo Horizonte, v. 6, n. 10/11, p. 49-67, 1977-1978.

FERREIRA, K. M. **Comparações morfoanatômicas e químicas entre populações de *Marctia taxifolia* (St. Hill) DC. (Melastomataceae) nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG**. 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

FERRI, M. G. Ecologia dos cerrados. In: FERRI, M. G. (Coord.). SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: bases para utilização agropecuária, 4., 1977, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: USP, 1977. p. 15-36.

FOSTER, A. S. **Practical plant anatomy**. New York: Van Nostrand, 1949. 228p.

FRANCINO, D. M. T. **Anatomia foliar de espécies de *Chamaecrista Moench*. (Leguminosae: Caesalpinioideae) ocorrentes em campo rupestre**. 2006. 72 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2006.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Reserva Biológica Municipal do Poço Bonito, Lavras-MG.: informações preliminares sobre a vegetação. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 66-70, 1987.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Flórula da Reserva Biológica Municipal do Poço Bonito, Lavras-MG. II – Formação Campo Rupestre. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 7-18, 1991.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Cobertura vegetal da Reserva Biológica Municipal do Poço Bonito, Lavras, Minas Gerais, Brasil – I. Formação Cerrado. *Napaea*, Porto Alegre, v. 5, p. 5-11, 1988.

GIULIETTI, A. M. et al. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-152, 1987.

GIULIETTI, A. M. et al. Caracterização e endemismos nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Ed.). **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: SBB/Embrapa, 2000. p. 311-318.

HANDRO, W. Contribuição ao estudo da venação e anatomia foliar das amarantáceas dos Cerrados. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 4, p. 479-499, dez. 1964.

HANDRO, W.; CAMPOS, J. F. B. de M.; OLIVEIRA, Z. M de. Sobre a anatomia foliar de algumas compostas dos campos rupestres. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 107-126, 1970.

HARLEY, R. M.; SIMMONS, N. A. **Flórula of Mucugê: chapada Diamantina - Bahia, Brazil**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1986. p. 126.

HERICHOVÁ, A. Method for studying of the amount and of the size of stomata. **Acta Facultatis Rerum Naturalis Universitatis Comenianae**, Bratislava, v. 8, p. 93-96, 1974.

HICKEY, L.J. Classification on the architecture of dicotyledons leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 60, n. 1, p. 17-33, Jan. 1973.

HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of the leaf and stem**. 2. ed. Oxford, Oxford Clarendon Press, 1979. v. 1, p. 25-39.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the ironquadrangle a threatened Brazilian landscape. **A Journal of the Human Environment**, Washington, DC., v. 37, n. 4, p. 324-326, Jun. 2008.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: W. H. Freeman, 1962. 408 p.

JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

KER, J. C.; RESENDE, M. Recursos edáficos dos cerrados: ocorrência e potencial. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras no cerrado, 8., 1996, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa/CPAC, 1996. p.15-19.

KUHLMANN, E.; BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P. Considerações sobre a cobertura vegetal do estado de Minas Gerais. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 8-16, 1994.

LABOURIAU, L. G.; OLIVEIRA, J. G.; SALGADO-LABOURIAU, M. L. Transpiração de *Schizolobium parayba* (Vell.) Toledo. I. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 237-257, jun. 1961.

LIMA, C. C. Elementos de botânica: notas de aulas sobre botânica geral, botânica sistemática e botânica aplicada – guia de trabalhos práticos. Belo Horizonte: UFMG-Faculdade de Farmácia, 1963. 151.

LUQUE, R.; MENEZES, N. L.; SEMIR, J. Anatomia foliar de *Lychnophora* (Vernoniaeae: Asteraceae). **Plântula**, Mérida, v. 2, n. 3, p. 141-152, 1999.

MAGALHÃES, G. M. Contribuição ao estudo fitogeográfico das Velloziaceae em Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 4., 1953. Recife. **Anais ...** Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1953. p. 32-40.

- MAMEDE, M. C. H. Flora da serra do Cipó, Minas Gerais: malpighiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 9, p. 157-198, 1987.
- MAMEDE, M. C. H. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Camarea* (Malpighiaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 157-198, 1993.
- MAMEDE, M. C. H.. Flora de Grão Mogol, Minas Gerais: malpighiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 291-302, 2004.
- MARTINS, F. R.; BATALHA, M. A. Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação. In: FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: UFV, 2011. v. 1, p. 44-85.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon Press, 1950. 1500 p.
- METCALFE, C. R. Ecological anatomy and morphology general survey. In: METCALFE, C. R.; CHALK, L. (Ed.). **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1983. v. 2, p. 127-156.
- MILANEZ, F. R. Cristais de oxalato de cálcio em *Podocarpus lambertii* Klotz. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 113-148, 1949.
- MILANEZ, F. R. Nota sobre a anatomia da folha de *Coccoloba cereicifera* Schwacke. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 26, p. 23-39, dez. 1951.
- MONTEIRO, W. R.; CASTRO, M. M.; GIULLIETTI, A. M. Aspects of leaf structure of some species of *Leiotrix* Ruhl. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 7, p. 137-147, 1985.
- MOREIRA, E. A. Nota sobre a aplicação do método de Jeffrey para a separação da epiderme das folhas. **Tribuna Farmacêutica**, Curitiba, v. 18, n. 9-10, p. 86-89, 1960.
- MORRETES, B. L. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II. **Boletim da Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Botânica**, São Paulo, v. 22, p.209-244, abr. 1967.

MORRETES, B. L.; FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. **Boletim da Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Botânica**, São Paulo, v.16, p. 7-70, 1959.

NOVAES, W. Prefácio. In: PINTO, M. N. (org.) **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2 ed. Brasília: UNB, 1993. p. 17-73.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FLUMINHAN FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Revista Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 51-64, 1999.

OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

OTONI, T. J. O. **Estrutura, composição florística e relação vegetação-ambiente do comportamento arbustivo-arbóreo de cerrado**. 2011. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

PANIZZA, S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Jacaranda caroba* (Velloso) DC. Bignoniaceae. **Revista da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da USP**, São Paulo, v. 5, p. 93-106, 1967.

PEREIRA, J. A. R. **Classificação de vegetação dos cerrados por meio de componentes principais de uma imagem Landsat-TM**. 1993. 46 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.

PAVIANI, T. I. Anatomia do desenvolvimento do xilopódio de *Brasilia sickii* G. M. Barroso. Estágio inicial. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 39, n. 4, p. 399-405, 1987.

PINHO, R. A.; MAZZONI-VIVEIROS; SAJO, M. G. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos cerrados. IV. São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 171-183, 1992.

PIRANI, J. R.; MELLO-SILVA, R.; GIULIETTI, A. M. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 21, p. 1-24, 2003.

POREMBSKI, B.; BARTHLOTT, W. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. **Plant Ecology**, Perth, v. 151, n. 1, p. 19–28, Nov. 2000.

QUINTAS, A. T. Novo material apoio para cortes histológicos. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária**, Porto Alegre, v. 6, p. 51-54, 1963.

RAPINI, A. et al. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, dez. 2008.

RENNÓ, L. R. A flora do cerrado. **Oréades**, Belo Horizonte, v. 2, n. 4, p. 25-30, 1971.

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

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2008. p. 151-212.

RIZZINI, C. T. Árvores e arbustos do cerrado. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 38, p. 63-77, 1971.

RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil; aspectos sociológicos e florísticos. São Paulo: HUCITEC/USP, 1979. 374 p.

RIZZINI, C. T.; HERINGER, E. P. Studies on the underground organs of trees and shrubs from some southern Brazilian savannas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 235-247, 1962.

RODRIGUES, T. M.; MACHADO, S. R. Anatomia comparada do pulvino, pecíolo e raque de *Pterodon pubescens* Benth (Fabaceae-Faboideae). **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 381-390, abr./jun. 2004.

ROMAN, B. **Tejidos vegetales**. Madrid: Brunõ, 1971. 61 p.

ROMERO, R. Diversidade da flora dos Campos Rupestres de Goiás, Sudoeste e Sul de Minas Gerais. In: ARAÚJO, E. L. et al. (Ed.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFPe, 2002. p. 81-86.

SAJO, M. G.; MENEZES, N. L. Considerações sobre anatomia foliar de espécies de *Vernonia* Scrib (Compositae) da Serra do Cipó. **Naturalia**, Rio Claro, v. 19, p. 173-183, jan. 1994.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. 2 ed. Iowa: Iowa State College Press, 1951. 228p.

SAPORETTI JUNIOR, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. de P. Fitossociologia de cerrado sensu stricto no Município de Abaeté-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 413-419, maio/jun. 2003.

SILVA, J. B. da; FERREIRA, M. B.; AVELAR, B. C. Contribuição ao conhecimento da vegetação do campo-cerrado de Sete Lagoas-MG. **Oréades**, Belo Horizonte, v. 5, n. 7/9, 1976.

SIMÕES, A. O.; KINOSHITA, L. S. The Apocynaceae of the Carrancas region, Brazil. **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 40, n. 1-4, p. 127-169, 2002.

SOUSA, H. C. **Estudo comparativo de adaptações anatômicas em órgãos vegetativos de espécies de Lavoisiera DC. (Melastomataceae) da Serra do Cipó, MG**. 1997. 185 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

STANNARD, B.L. (ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1995.

STRASBURGER, E. **Handbook of practical botany**. London: MacMillan, 1924. 487 p.

STRITTMATER, C. G. D. de. Nueva técnica de diafanización. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, La Plata, v. 15, n. 1, p. 126-129, 1973.

VASCONCELOS, V. V. Campos de altitude, campos rupestres e aplicação da lei da mata atlântica: estudo prospectivo para o Estado de Minas Gerais. **Boletim Geográfico**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 110-133, 2014.

VASCONCELOS, J. de C.; COUTINHO, M. C. F. **Noções sobre anatomia de plantas superiores**. 2. ed. Lisboa: Serviço de Informação Agrícola, 1960. 113 p.

VELOSO, H. P.; LOURENÇO FILHO, R. R.; LIMA, J. C. A. L. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

VILLAÇA, H.; FERRI, M. G. Transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Botânica**, São Paulo, v. 173, n. 11, p. 5-29, 1954.

VITTA, F. Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. In: ARAÚFO, E. L. et al. (Ed.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFPe, 2000. p. 90-94.

ZAPPI, D. C.; CALIÓ, M. F.; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: rubiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 71-140, 2014.

ZAPPI, D.C. et al. Lista de plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 345-398, 2003

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA FOLIAR DE *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (MALPIGHIACEAE) EM AMBIENTE DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi um estudo quali-quantitativo das características anatômicas das folhas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae), espécie que ocorre em áreas de cerrado e campo rupestre. As observações anatômicas foram realizadas em folhas de material fresco ou fixado, tratadas segundo metodologias usuais em anatomia vegetal. Foram observadas as seguintes características: epidermes do pecíolo e da lâmina foliar uniestratificadas; estômatos do tipo paracítico presentes somente na face abaxial da lâmina foliar; mesofilo com parênquima paliçádico de uma só camada de células; parênquima esponjoso com cinco a sete camadas celulares com formas irregulares e tamanhos variados; idioblastos cristalíferos, observados em todos os parênquimas do pecíolo e lâmina foliar; feixes vasculares, do tipo colateral; colênquima observado, subepidermicamente, no pecíolo e nervuras de maior porte, nas duas faces; o padrão geral de nervação da espécie é pinado, camptódromo, broquidódromo. As análises micromorfométricas revelaram diferenças significativas em todos os itens quantitativos analisados, sendo as médias mais elevadas encontradas nas folhas das plantas crescendo no cerrado. Isto sugere que a influência de fatores ambientais pode ter modulado respostas morfológicas nas plantas, visto que o tipo e distribuição qualitativa dos tecidos não sofreram alterações nos dois ambientes.

Palavras-chave: Anatomia ecológica. Anatomia foliar. Anatomia quali-quantitativa. Murici-rosa.

ABSTRACT

The objective of this research was to conduct a qualitative and quantitative study on the anatomical characteristics of *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae) leaves, species that occur in the Brazilian Cerrado and Campo Rupestre montane savanna. The anatomical observations were made in fresh or fixed leaves, treated according to standard methodologies in plant anatomy. The following characteristics were observed in *Byrsonima coccolobifolia*: epidermis of the petiole and leaf blade unstratified; paracitic stomata present on the abaxial surface of the leaf blade; mesophyll with palisade parenchyma consisting of a single cell layer; spongy parenchyma with five to seven cell layers, with irregular shapes and varying sizes; crystal idioblasts containing druses or monocrystals of calcium oxalate, observed in all the parenchyma of the petiole and leaf blade; vascular collateral bundles; subepidermal collenchyma in the petiole and larger ribs, on both sides; the general veining pattern of the species is pinned, camptodromous, brochidodromous. This suggests that the influence of environmental factors may have modulated quantitative responses in plants, since no morphological changes were observed in the type and distribution of tissues in leaves, for both environments.

Keywords: Leaf anatomy. "Murici-rosa". Ecological Anatomy. Qualitative anatomy.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Davis e Anderson (2010), a família Malpighiaceae Juss., apresenta distribuição pantropical, sendo mais diversa na América do Sul, compreendendo cerca de 77 gêneros e 1300 espécies. Para o Brasil são citadas 561 espécies distribuídas em 44 gêneros e para Minas Gerais, 192 espécies distribuídas em 28 gêneros (MAMEDE et al., 2015).

A família é facilmente reconhecida pela presença de glândulas de óleo dispostas aos pares na base das sépalas de quase todas as espécies (DAVIS; ANDERSON, 2010).

Dentre os gêneros que constituem a família, *Byrsonima* Rich. ex Kunth. é considerado um dos maiores com 97 espécies, agrupando espécies de grande importância medicinal, ornamental, produtoras de frutos comestíveis - os muricis e produtos para cosméticos (RIBEIRO et al., 1999; MAMEDE; FRANCENER, 2015), sendo que, segundo informações de Melo e Barbosa (2007), a sua madeira é utilizada como lenha. Souza e Lorenzi (2012) afirmam que do ponto de vista econômico da família a espécie mais estudada é a acerola (*Malpighia glabra* L.), e que os muricis (*Byrsonima* spp.) produzem frutos comestíveis, cujo potencial é pouco estudado e explorado, e que o potencial ornamental da família é subutilizado, destacando a espécie *Lophanthera lactescens* Duke (Chuva-de-ouro), proveniente da Amazônia – uma das mais ornamentais do Brasil.

A espécie estudada, *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., é citada como planta apícola por Brandão e Ferreira (1991); considerada como possuidora de características para ser utilizada como ornamental por Gavilanes, Brandão e Cardoso (1991) e por Gavilanes e Brandão (1996); possuidora de frutos comestíveis, com propriedades forrageiras, aproveitamento como madeireira por Gavilanes e Brandão (1991); como produtora de madeira que pode ser utilizada

para esteios, moirões, carvão e lenha (GAVILANES; BRANDÃO, 1991; MELO; BARBOSA, 2007). Apresenta propriedades de planta medicinal, podendo ser utilizada como diurética (uso interno, em infusão) a partir das cascas dos caules e dos frutos, segundo Brandão (1993) e Gavilanes e Brandão (1998). Brandão e Gavilanes (1992) colocam a espécie no rol das espécies arbóreas padronizadoras do cerrado, dentro do Estado de Minas Gerais.

Segundo Mamede e Francener (2015), esta espécie ocorre nos Domínios Fitogeográficos: Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, em diversos tipos de vegetação: Campinarana, Campo Rupestre, Cerrados, Floresta Ciliar ou Galeria, Savana Amazônica. Na Região Norte existem coletas nos estados do Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins; no Nordeste, nos Estados de Alagoas, Bahia, Maranhão, Piauí, Sergipe; no Centro-Oeste, nos estados: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso; no Sudeste, no Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo; e na Região Sul, no Estado do Paraná.

Na área de estudo, a espécie foi encontrada em áreas de cerrado e campo rupestre e todas as suas gradações, além de ocorrer nas áreas de transição campo rupestre – campo limpo e campo rupestre – borda de matas, estas, próximas a locais com maior circulação de água, e nas áreas de transição cerrado – borda de matas. A espécie é facilmente reconhecida por ser a única com folhas jovens, e as plenamente desenvolvidas com nervura mediana e nervuras secundárias com coloração rosada, e inflorescências com flores com pétalas branco-rosadas (Figura 1).

Neste trabalho são discutidos aspectos da anatomia foliar qualitativa e quantitativa de *Byrsonima coccolobifolia*, em espécimes ocorrentes em áreas de cerrado e de campo rupestre, visando correlacionar estes aspectos ao seu habitat.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico estudado é proveniente de coletas realizadas em áreas remanescentes de cerrado alterado, em fase de recuperação e de campo rupestre, localizadas na Serra do Campestre, dentro do Município de Lavras, MG. A área de cerrado está localizada nas coordenadas 21°20'00.42" S e 44°58'09.66" O, a uma altitude de 1041 m, e a área do campo rupestre nas coordenadas 21°20'19.45" S e 44°58'38.40" O, a uma altitude de 1159 m. Para a identificação das espécies baseou-se nos trabalhos de Mamede (1987, 2004), além da observação de exemplares depositados nos herbários: ESAL (Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG) e FEVASF (Herbário da Fundação Educacional Vale do São Francisco, Iguatama, MG). Amostras do material botânico encontram-se depositadas no Herbário ESAL, sob os números: ESAL 23486 e ESAL 23487.

Material examinado – *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. Brasil, Minas Gerais, Campo do Meio, cerrado, P. Castro Neto et al., 30.XI.1982 (ESAL 03958); Sete Lagoas, CNP-MS, em cerrado sobre solos concrecionários, M.L. Gavilanes 643 et al., 22.XI.1982 (ESAL 06114); Lavras, Reserva Poço Bonito, cerrado, M.L. Gavilanes & M. Brandão, 06.IV.1985 (ESAL 07723); Divinópolis, cerrado, F.M. Oliveira 244, 31.VII.1990 (ESAL 11097); Lavras, Parque Municipal Poço Bonito, campo limpo, R.A. Lourenço 249, 27.XII.1992 (ESAL14050); Igarapé, Morro Serra Azul, campo cerrado, N.L. Souza et al., 10.XI.2012 (ESAL 26828); Santana do Pirapama, Serra do Cipó, casa do seu Luiz – estrada para a cachoeira, T.B. Flores 270, 29.XI.2009 (ESAL 26639); Guapé, Assentamento de Reforma Agrária “Santos Dias”, campo rupestre, D.M. Torres & H.P. Sansonas, 04.VI.2010 (ESAL 25365); Lavras, Reserva Poço Bonito, campo rupestre, M.L. Gavilanes 3747 & B. Queiroz, 14.XI.1987 (ESAL 09081); Francisco Sá, cerrado, S. D’Angelo Neto 223, 22.XII. 1990 (ESAL

11674); Francisco Sá, cerrado, M. L. Gavilanes 6007, 01.XII.1997 (FEVASF 00048); Itutinga, cerrado, M. L. Gavilanes 6056, 01.V.1997 (FEVASF 00097); Lavras, Serra do Campestre, cerrado alterado em recuperação, 21°20'00.42"S-44°58'09.66"O, M.L.Gavilanes 6257, 01.X.2014 (ESAL 23486); Lavras, Serra do Campestre, campo rupestre, 21°20'19.45"S-44°58'30.40"O, M.L. Gavilanes 6258, 01.XI.2014 (ESAL 23487).

O estudo anatômico foi realizado em material fresco e fixado. A fixação foi realizada no local de coleta, sendo empregados os fixadores: FAA, com graduação alcoólica de 50° GL, por um período de 72 horas, posteriormente transferido e conservado em etanol 70° GL até a data das análises (JENSEN, 1962). Foram utilizadas folhas completamente desenvolvidas, coletadas no 5° nó.

Os cortes histológicos foram realizados à mão livre com auxílio de lâmina retangular de aço. Os cortes foram praticados em diferentes posições (base, meio e ápice) ao longo da nervura mediana e da lâmina foliar e do bordo foliar (na porção mediana). No estudo da epiderme, em vista frontal, utilizaram-se cortes paradérmicos ou o seu isolamento pelo método de Jeffrey (KRAUS e ARDUIN, 1997). Foram confeccionadas lâminas semipermanentes, utilizando-se como meio de montagem o glicerol a 50% em água. A coloração das secções transversais da lâmina foliar e do pecíolo, foi feita com solução de azul de astra e safranina, ambos a 1% em água, na proporção de 9:1 (KRAUS; ARDUIN, 1997).

A contagem dos estômatos e todas as medidas concernentes foram realizadas em três regiões: base, meio e ápice da lâmina foliar. Para as observações transversais e longitudinais das células estomáticas, as folhas, das espécies estudadas, foram seccionadas transversalmente à nervura mediana na região do terço médio (BEIGUELMAN, 1962). A classificação básica dos estômatos foi baseada em Metcalfe & Chalk (1950).

Para os testes histoquímicos, cortes foram submetidos a reagentes específicos; a identificação da lignina foi feita com o uso de floroglucina adicionada com gotas de ácido clorídrico concentrado ou solução aquosa de ácido sulfúrico a 50% (FOSTER, 1949); cutícula e camadas cutinizadas foram evidenciadas com o emprego de Sudan IV em solução hidroalcoólica a 80% (FOSTER 1949); a celulose foi identificada pelo reativo de iodo-iodeto de potássio em ácido sulfúrico, e a natureza química de cristais foi identificada utilizando-se solução aquosa de ácido sulfúrico a 5 e 10% (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Para o estudo da nervação, utilizaram-se folhas de material herborizado e material fixado. As folhas, ou fragmentos, foram diafanizadas em solução aquosa de hidróxido de sódio a 5%, solução renovada diariamente até a completa clarificação das folhas; em seguida foram clarificadas em hipoclorito de sódio 50%, e coradas com solução hidroalcoólica de safranina a 1% (FELIPE; ALENCASTRO, 1966). A descrição dos caracteres gerais das folhas e dos tipos de nervuras foi baseada em Hickey (1973).

Os desenhos e esquemas anatômicos foram realizados com o auxílio de câmara clara (tubo de desenho) acoplada em microscópio óptico Olympus CBB, tendo sido projetada uma escala micrométrica nas mesmas condições em que foram feitos os desenhos e esquemas. Os diagramas seguiram a orientação de Metcalfe e Chalk (1950). As observações, desenhos e esquemas dos pormenores anatômicos, e as fotomicrografias, foram realizadas indistintamente em material oriundo do cerrado ou campo rupestre, àquele que melhor representasse a estrutura a ser analisada.

Para o estudo quantitativo foram analisadas 40 lâminas, 2 por folha (20 folhas, oriundas do 5º nó, de 10 plantas) e duas secções por lâmina, em cada ambiente, sendo observadas ao microscópio de luz acoplado à câmera digital e realizada uma fotomicrografia de cada secção. Os parâmetros anatômicos

quantitativos foram analisados com o auxílio do software de análise de imagem ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA) calibrado com régua microscópica fotografada nos mesmos aumentos das fotomicrografias. Para as análises biométricas, as folhas foram escaneadas em escanner de mesa. As imagens escaneadas foram utilizadas para cálculo do comprimento e largura da lâmina, além da área foliar.

Foi realizada a análise de variância com o teste de F para detectar as diferenças entre os tratamentos e o teste de Scott-Knott para $p < 0,05$ para o estudo das médias em software de análise estatística (Sisvar 5.0) (FERREIRA, 2011). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (ambientes) e 20 repetições.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Descrição Morfológica

A espécie estudada (Figura 1) apresenta hábito de arvoretas ou arbustos, de 0,5 - 4 (4,5) metros de altura. Ramos esparsamente pubérulos, alvos. Entrenós de 2 - 3 centímetros de comprimento. Estípulas intrapeciolares 0,5 - 1,5 milímetros de comprimento. Pecíolos extremamente curtos. Folhas de lâmina simples, subsésseis, ovaladas a oval-arredondadas, ápice obtuso, arredondado a emarginado, base arredondada ou cordada, de margem inteira, 8,0 - 15,5 centímetros de comprimento x 5,1 - 9,7 centímetros de largura, glabras em ambas as superfícies. Inflorescências terminais, 5,5 - 13,5 centímetros de comprimento; pedúnculos 1,5 - 3 centímetros de comprimento. Brácteas 1,5 - 4 milímetros de comprimento; bracteólas 1,5 - 3 milímetros de comprimento. Flores branco-rosadas; pedicelos 4 - 11 milímetros de comprimento; sépalas 3 - 4,5 centímetros de comprimento; pétala posterior 7 - 8 milímetros de comprimento x 3,5 - 4 milímetros de largura, pétalas laterais 5 - 7 milímetros de comprimento x 3 - 5 milímetros de largura; gineceu glabrescente, androceu 10 estames férteis. Frutos do tipo drupoide, cada fruto com um pirênio trilocular, trispémico (BARROSO et al., 1984); quando imaturos apresentam coloração esverdeada, e quando maduros apresentam-se com coloração amarelada.

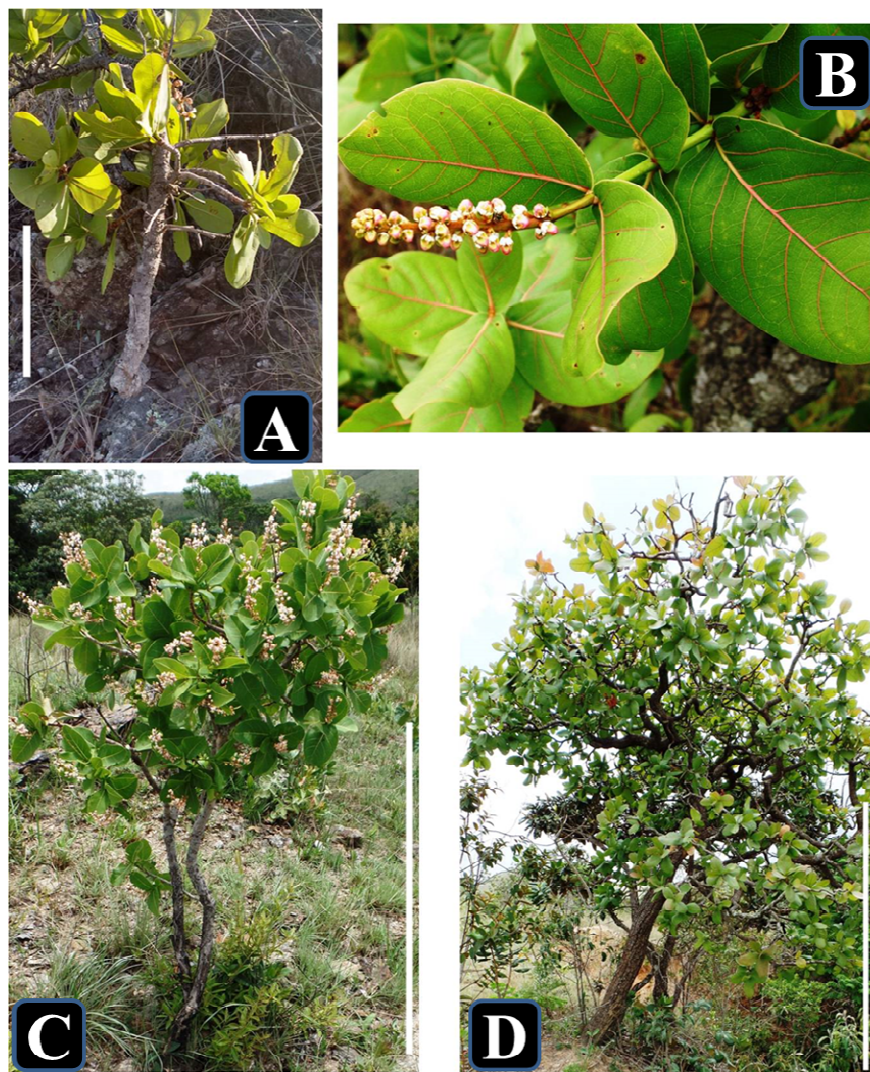


Figura 1 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth.: A – Espécime em campo rupestre; B – Detalhe das folhas e inflorescência; C – Espécime em área de cerrado; D – Espécime com 4,5 m de altura, em área de cerrado (Escala: A - 20 cm; B 10 cm; C - 100 cm; D - 200 cm).

Nas descrições apresentadas por Mamede (1987, 2004) para exemplares coletados em áreas de cerrado e campo rupestre e todas as suas gradações a

altura das plantas é citada como variando de 2 – 3,0 (3,5) metros de altura. Nas áreas do presente estudo foram observados exemplares cujas alturas variaram de 0,4 – 1,0 metro de altura no campo rupestre e no cerrado de 1,0 – 4,0 (4,5) metros de altura. Barroso et al. (1984), na descrição das características morfológicas da família Malpighiaceae, afirmam que espécies do gênero *Byrsonima* Rich. Ex Kunth. podem apresentar estípulas inter ou intrapeciolares. Mamede (1987, 2004) descreve a espécie com pecíolos ausentes, no trabalho sobre as Malpighiaceae da Serra do Cipó – Minas Gerais e presença de pecíolos no trabalho sobre as Malpighiaceae da Flora de Grão Mogol – Minas Gerais. Nos materiais estudados, aqui examinados, foi constatada, a partir de cortes transversais, a presença de pecíolo extremamente curto (folhas curtíssimamente pecioladas ou subsésseis) e presença de estípulas intrapeciolares (Figuras 2 A, 2 B). A presença de pecíolo muito curto também é reportado por Beiguelman (1962-1963), em material estudado, ocorrente em área de cerrado.

As folhas dos espécimes que crescem no cerrado apresentam maiores dimensões de comprimento, largura e área foliar (Tabela 1), provavelmente devido ao fato de sofrerem sombreamento, o que não ocorre com os espécimes do campo rupestre. O ambiente de campo rupestre é tipicamente caracterizado por vegetação rasteira e ambientes abertos, sujeitos a maior radiação incidente (ALVES et al., 2014), enquanto o cerrado pode conter vegetação arbórea abundante (NETTESHEIM et al., 2010); o ambiente de campo rupestre possui solos particularmente pobres e um período seco bastante característico (ALVES et al., 2014), ocorrendo maior quantidade de fatores desfavoráveis quando comparado ao cerrado. Segundo Kubinova (1991), folhas desenvolvidas em ambientes com maior radiação apresentam menor área em comparação a folhas sombreadas. Apesar de todas as variáveis relacionadas às dimensões das folhas apresentarem diferenças estatísticas (Tabela 1), elas são classificadas como

folhas mesófilas, pelo fato de estarem dentro do intervalo de 45,00 – 182,25 cm² de área, segundo a classificação de Raunkiaer, modificada por Webb (1959).

Tabela 1 Modificações na estrutura foliar de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão.

Características	Cerrado	Campo rupestre
Área foliar (cm ²)	89,04 (± 17,72) a	51,15 (± 5,89) b
Comprimento foliar (cm)	13,60 (± 1,60) a	9,98 (± 0,80) b
Largura foliar (cm)	8,51 (± 1,05) a	6,66 (± 0,56) b

3.2 Anatomia da folha

Pecíolo: Transversalmente, sua secção apresenta-se côncavo-convexa, na sua porção basal, e tendendo a biconvexa na sua porção apical, já no limite pecíolo-nervura mediana (Figura 2A). A secção côncavo-convexa na porção basal é reforçada pela presença de estípulas intrapeciolares (Figura 2B).

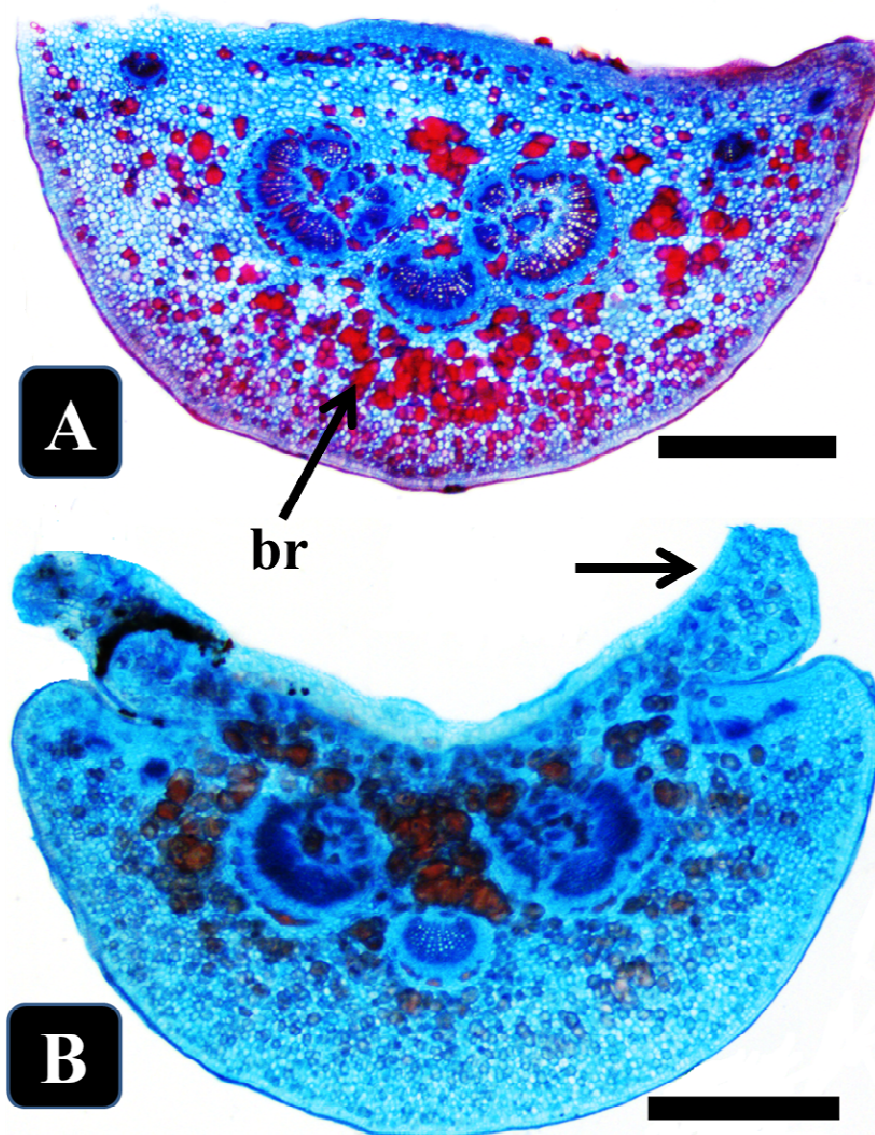


Figura 2 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Estrutura do pecíolo em secção transversal. A – Secção na porção apical, no limite pecíolo – nervura mediana; B – Secção na porção basal (Escala: A e B - 1000 μ m). Em A: br – braquiesclereídeos; em B: seta – estípula intrapeciolar.

A epiderme é uniestraficada. Suas células, de secção irregular, são recobertas por uma cutícula espessa, que se apresenta lisa sobre as paredes periclinais externas e que formam depressões em direção às paredes anticlinais, constituindo flanges cuticulares, semelhantes às observadas na epiderme da nervura mediana. A irregularidade do lume celular está relacionada com a desigualdade de espessamentos mais acentuados nas paredes periclinais internas, devido à presença de colênquima subepidérmico.

O colênquima é do tipo angular presente nas faces abaxial e alas laterais. Suas camadas celulares variam de 4 - 6 na porção mediana da face abaxial e 6 - 8 camadas nas duas alas. Na face adaxial não há presença de camadas de colênquima devido à presença de estípulas intrapeciolares (Figura 2 B).

O parênquima fundamental é constituído por várias camadas de células heterodimensionais, incolores, deixando entre si numerosos espaços intercelulares que variam de formato triangular, aproximadamente retangulares até formatos irregulares que podem ser classificados como meatos. Os espaços intercelulares tornam-se maiores à medida que se afastam do colênquima. Nesse parênquima há idioblastos cristalíferos contendo drusas ou monocristais de oxalato de cálcio. Em toda a região do parênquima são observados braquiesclereídeos (células pétreas) (ARAÚJO, 2008). A Figura 3 detalha o parênquima do pecíolo, na sua porção apical, e permite observar os detalhes dos braquesclereídeos e a presença de monocristais de oxalato de cálcio.

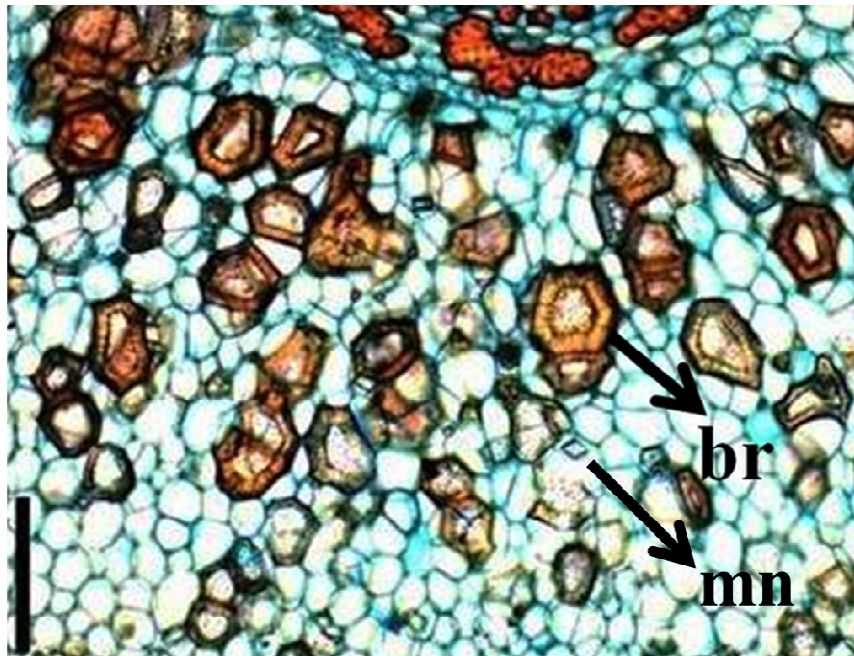


Figura 3 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado. Detalhe do parênquima do pecíolo, na face abaxial, na sua porção apical, evidenciando braquiesclereídeos (br) e monocristais (mn). (Escala: 200 μ m).

Os feixes vasculares constituídos por porções xilemáticas e floemáticas características, em número de três (Figura 2 A e B), do tipo colateral, apresentam-se isolados, sendo os dois laterais maiores, com as extremidades dobradas (extremidades convolutas, segundo Araújo, 2008) em direção ao feixe central; o conjunto forma um arco tipo A de Metcalfe e Chalk (1950). Feixes vasculares acessórios, em número de quatro (ARAÚJO,2008), são observados nas alas laterais do pecíolo, dois em cada ala. Na porção lenhosa dos feixes, os vasos, cujos diâmetros são extremamente variáveis, estão distribuídos irregularmente, sendo ainda em geral perceptíveis os de protoxilema. Na porção floemática, além das células do parênquima, encontram-se os elementos de tubos crivados e células companheiras. Uma bainha de esclerênquima, reduzida a fibras isoladas ou em pequenos grupos, acompanha externamente o floema. Essa

característica está mais bem detalhada nas Figuras 12 B e 13 A e B, que representam os feixes vasculares da nervura mediana.

O arranjo dos feixes vasculares é semelhante ao observado por e Araújo et al. (2010) para *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich. A presença de feixes vasculares acessórios, foi citada por Araújo et al. (2010) e, segundo esses autores, a presença ou ausência, e número desses feixes permitiu separar espécies dos gêneros, *Banisteriopsis* C.B. Rob. ex Small, *Byrsonima* Rich. ex Kunth. e *Heteropteris* H.B.K., do cerrado de Paraopeba-MG, os quais afirmaram que a vascularização do pecíolo deve ser considerada como característica promissora na separação de gêneros e espécies, como também verificada em espécies de *Erythroxylum* P. Browne (Erythroxylaceae) por Bieras e Sajo (2004). A utilização das características da vascularização do pecíolo para estudos taxonômicos também é relatada para outros grupos, como, por exemplo, na distinção de gêneros da família Melastomataceae (REIS; PROENÇA; SAJO, 2004) e na diagnose das espécies estudadas do gênero *Chamaecrista* (L.) Moench (Leguminosae: Caesalpinioideae) (FRANCINO, 2006).

3.3 Lâmina foliar

Epiderme na face adaxial: em vista frontal, a partir de cortes paradérmicos, apresenta células irregulares quanto ao formato e tamanho de contorno poligonal, sem arranjo definido, tendo, raramente quatro lados, e com mais frequência 5 - 7 lados (Figura 4A e B). Paredes anticliniais, de espessura moderada, são, na maioria, lisas (retas), podendo-se observar que algumas paredes são ligeiramente curvas. Sobre as nervuras, mesmo as de menor porte, e ao longo destas, adquirem formato alongado, no sentido longitudinal, chegando algumas células ao formato retangular (Figura 4 B). Sobre as nervuras de maior porte, as paredes anticliniais apresentam-se mais espessas do que aquelas das

células das regiões internervurais. Na epiderme desta face não foram observados estômatos e nem tricomas (Figura 4 A e B).

Observada a partir de corte transversal, é uniestratificada, com células altas, tendendo ao formato retangular; algumas células apresentam altura maior que a largura; todas as células estão posicionadas no mesmo nível (Figura 5A e 10A e B). Paredes periclinais externas planas a ligeiramente convexas, cobertas por cutícula espessa, lisa e de espessura quase uniforme. Paredes periclinais internas são convexas e menos espessas que as paredes periclinais externas. As paredes anticlinais são retas e apresentam espessamentos moderados junto às paredes periclinais. Nas proximidades das nervuras, mesmo as de menor porte, e sobre estas, as células epidérmicas diminuem gradualmente de tamanho (Figura 13 A e B), quando vistas em corte transversal e apresentam formato globoso, com paredes mais espessas e cobertas por cutícula com maior espessura do que aquela sobre as células das regiões internervurais.

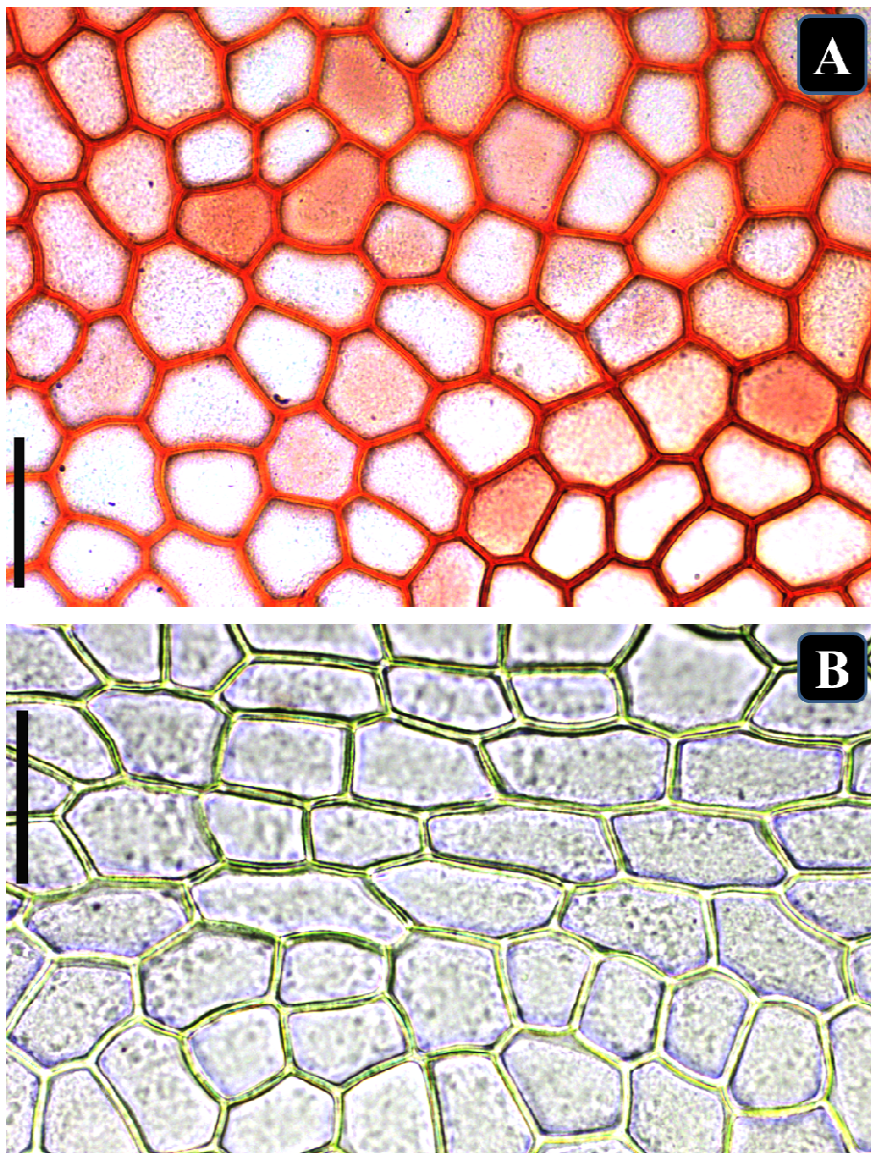


Figura 4 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado. Epiderme da face adaxial da lâmina foliar, em vista paradérmica; A – Em uma região internervural; B – Sobre uma nervura (Escala: A e B – 50 μ m).

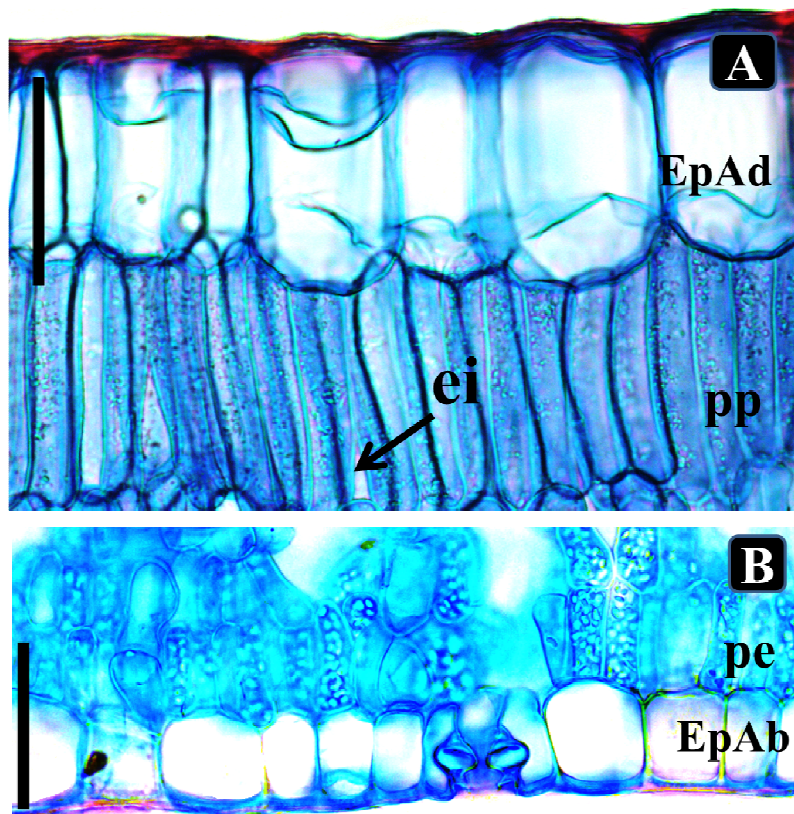


Figura 5 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Detalhe da epiderme em corte transversal: A – Face adaxial (EpAd); B – Face abaxial (EpAd) (Escala: A e B - 50 μ m). (ei: espaço intercelular; pe: parênquima esponjoso; pp: parênquima paliçádico).

Epiderme na face abaxial: como a anterior, em vista frontal, também apresenta células irregulares, quanto ao formato (raramente poligonais) e tamanho, sem arranjo definido (Figura 6 A e B). Paredes anticlinais curvas, quase sempre ligeiramente onduladas, e de menor espessura que as das células da epiderme adaxial. Algumas células com paredes lisas também são observadas. Sobre as nervuras, e ao longo destas, as células adquirem formato alongado, tendendo ao formato poligonal retangular (Figura 6 B). Sobre as

nervuras de maior porte, as células são mais alongadas. Junto aos estômatos, e circundando os mesmos, as células epidérmicas comuns não sofrem modificações.

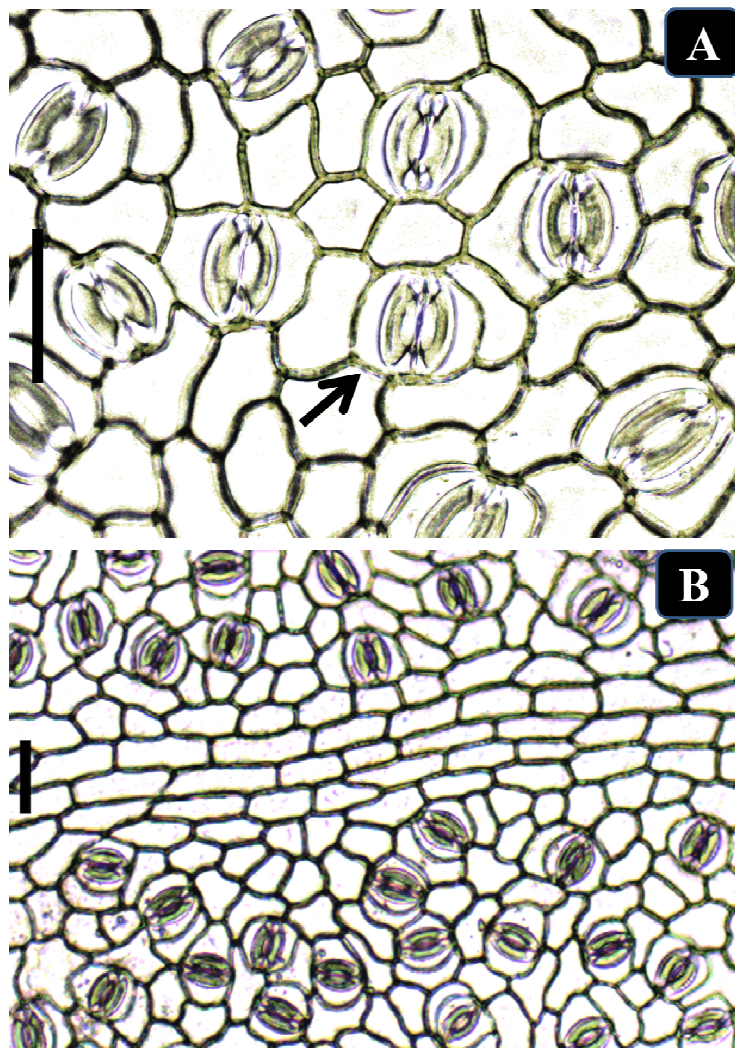


Figura 6 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em campo rupestre. Epiderme da face abaxial da lâmina foliar, em vista paradérmica; A – Em uma região internervular; B – Sobre uma nervura (Escala: A e B – 50 μ m). A seta (em negrito) em 5 A, indica um estômato do tipo braquiparacítico.

Analisada em corte transversal é uniestratificada (Figura 5 B e 10 A e B). Suas células são irregulares quanto a forma e diâmetros anticlinal e periclinal, algumas tendendo ao formato globoso. Paredes pericliniais externas planas a ligeiramente convexas, recobertas por cutícula semelhante a da epiderme na face adaxial, sendo um pouco mais fina. Paredes anticliniais retas e ligeiramente espessadas próximo às paredes pericliniais, externa e interna. Nas proximidades das nervuras e sobre as mesmas, as células são menores e apresentam formatos globosos, com paredes mais espessas.

Epiderme foliar uniestratificada, tanto na face adaxial como na face abaxial, parece ser uma constante em espécies de Malpighiaceae, conforme relatado por vários autores, como: D'Assumpção et al. 1973 ao estudarem *Mascagnia rigida* Gr., Gavilanes e Ferreira (1974-1976) no estudo da *Pterandra pyrroidea* Juss., Soares, Servin e Apezato-da-Gloria (1997) quando do estudo de *Malpighia glabra* L., Attala (1997, 2004) em espécies de *Banisteriopsis* C.B. Rob., *Peixotoa* Adr. Juss. e *Byrsonima* Rich. ex Kunth. Araújo (2008), em estudos com espécies de *Banisteriopsis*, *Heteropteris* e *Byrsonima*, cita a presença de epiderme uniestratificada na face adaxial em nove das 16 espécies analisadas, sendo algumas do gênero *Byrsonima*, e presença de epiderme uniestratificada na face abaxial em todas as espécies.

Nas folhas examinadas no presente estudo, oriundas do cerrado e do campo rupestre, não foram observadas modificações na estruturação, no formato, na posição das células epidérmicas; a única alteração verificada diz respeito à espessura (comprimento anticlinal) das células, que é maior nos materiais oriundos do cerrado.

Da observação da Figura 5 A conclui-se que as células epidérmicas, principalmente as da face abaxial, são células altas, quando comparadas a altura de outras células do mesofilo. Isto está referendando a afirmativa de Metcalfe e Chalk (1979): “Outros caracteres considerados importantes para a família

Malpighiaceae estão relacionados à epiderme, com células altas e estômatos do tipo paracítico”.

Estômatos: presentes somente na face abaxial da folha (Figuras 6 A e B, 7, 8, 9), caracterizando-a como hipostomática. Ocorrem, em média, 234 por mm^{-2} nas folhas de espécimes coletados no cerrado e 206 por mm^{-2} nas folhas coletadas no campo rupestre (Tabela 2).

Tabela 2 Modificações nas características estomáticas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão.

Características	Cerrado	Campo rupestre
Densidade estomática (estômatos mm^{-2})	234 ($\pm 23,38$) a	206 ($\pm 26,11$) b
Diâmetro polar estomático (μm)	36,70 ($\pm 1,42$) a	34,15 ($\pm 1,83$) b
Diâmetro equatorial estomático (μm)	26,79 ($\pm 1,49$) a	24,38 ($\pm 2,31$) b
Índice estomático	17,30 ($\pm 1,94$) a	15,56 ($\pm 2,96$) b
Diâmetro polar do ostíolo (μm)	15,00 ($\pm 1,20$) a	13,22 ($\pm 1,78$) b
Diâmetro equatorial do ostíolo (μm)	8,27 ($\pm 0,69$) a	6,95 ($\pm 0,89$) b
Área do estômato (μm^{-2})	772,91 ($\pm 62,92$) a	655,19 ($\pm 81,71$) b
Área do ostíolo (μm^{-2})	97,70 ($\pm 13,70$) a	72,68 ($\pm 15,53$) b

São na maioria do tipo paracítico (rubiáceos) (Figura 7 B), segundo a classificação de Solereder (1908), Metcalfe e Chalk (1950), Beiguelman (1962-1962), Ferreira et al. (2015); estômatos classificados como braquiparacíticos (Figura 6 A), e também como anomocíticos foram observados (Figura 7 A). Nota-se, esporadicamente, a ocorrência de estômatos anômalos, estes representados por uma só célula estomática (Figura 8 A e B) e de estômatos vizinhos duplos ou muito próximos (Figura 9 A e B).

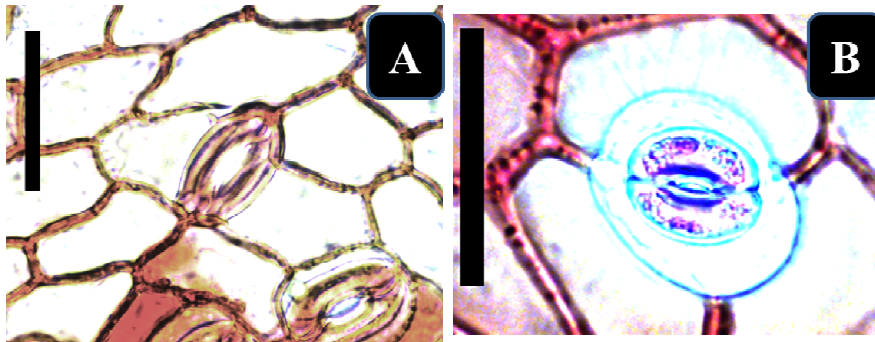


Figura 7 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Detalhe da epiderme da face abaxial, em corte paradérmico, evidenciando estômato do tipo anomocítico, em A, e de estômato do tipo paracítico, em B. (Escala: A e B – 50 μ m).

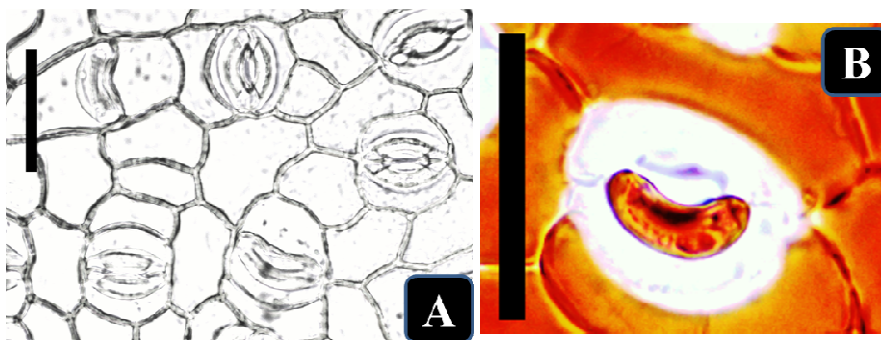


Figura 8 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). A - Detalhe da epiderme da face abaxial, em corte paradérmico, evidenciando estômatos anômalos (formados por 1 só célula estomática) e de estômatos do tipo braquiparacíticos; B – estômato anômalo. (Escala: A e B – 50 μ m).

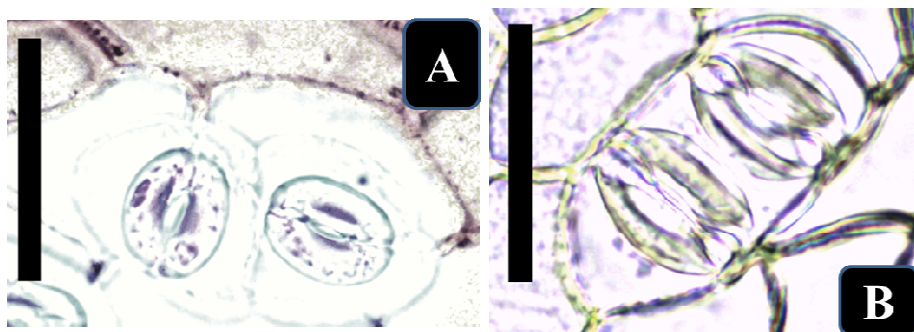


Figura 9 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). Detalhe da epiderme da face abaxial, em corte paradérmico, evidenciando, em A, estômatos geminados, e em B, estômatos compartilhando e só célula anexa. (Escala: A e B – 50 μ m).

Visualizados a partir de cortes paradérmicos, acham-se dispersos sem qualquer arranjo perceptível (Figura 6 A e B). Em corte transversal o complexo estomático está situado no mesmo nível das demais células epidérmicas e as células estomáticas estão em nível mais inferior em relação a superfície abaxial, devido a se encontrarem encaixadas nas células subsidiárias relativamente grandes, quando comparadas com as demais células epidérmicas (Figura 5 B). Projeções da parede periclinal externa das células estomáticas (cristas estomáticas) delimitam uma pequena câmara supraestomática (Figura 5 B).

A câmara subestomática é pouco profunda e se estende até as proximidades da penúltima camada do parênquima esponjoso.

Na Tabela 2 apresenta-se a comparação estatística da frequência estomática das folhas oriundas dos dois ambientes; no material proveniente do cerrado, todas as médias referentes à densidade estomática, dimensões dos estômatos, índice estomático, área do estômato e do ostíolo são maiores do que aquelas encontradas em folhas oriundas do ambiente campo rupestre. Verificou-se diferença significativa ($p < 0,01$) para todos os parâmetros analisados. A densidade e distribuição dos estômatos na superfície foliar variam em função da

espécie e pode ser influenciada por fatores ambientais (VOLENIKOVA; TICHÁ, 2001; AL FAZ et al., 2006).

Estômatos do tipo paracítico, situados no mesmo nível das demais células epidérmicas, foram observados por Beiguelmann (1962-1963) para *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., por Bieras (2006) para *Byrsonima coccolobifolia* e *Byrsonima intermedia* Adr. Juss., por Castro et al. (2007) para *Byrsonima variabilis* DC., por Ferreira et al. (2015) para *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. e *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich. Estômatos do tipo anomocítico foram observados por Ferreira et al. (2015) para *Byrsonima coccolobifolia* em savanas da Amazônia. Estômatos do tipo tetracítico, relatados por Ferreira et al. (2015), não foram detectados nos materiais examinados no presente estudo. Projeções cuticulares (cristas estomáticas), somente na face externa, foram observadas por Castro et al. (2007) em *Byrsonima variabilis* DC., por Araújo (2008) e Araújo et al. (2010) em todas as espécies de *Byrsonima* Rich. ex Kunth. analisadas em área de cerrado. Em espécies de *Camarea* A. St.-Hil., também foram observados estômatos do tipo paracítico (Mamede, 1993).

Em estudos com *Byrsonima variabilis* DC., em sistemas de campos rupestres na região de Ouro Preto-MG, Castro et al. (2007) relatam a presença de estômatos do tipo paracítico, com características semelhantes, independentes da área de coleta; obteve-se resultados semelhantes com o presente trabalho com *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em área de cerrado e campo rupestre, na região de Lavras-MG.

Estômatos anômalos, representados pela existência de estômatos geminados, ou seja, entre dois estômatos vizinhos não existe nenhuma célula epidérmica e de estômatos muito próximos, compartilhando uma só célula anexa, além de estômatos representados por uma só célula estomática, semelhantes aos aqui observados, foram observados em *Gomphrena celosioides* Mart., *Gomphrena holosericea* (Mart.) Moq. e *Gomphrena schlechtendaliana*

Mart., por Gavilanes (1999, 1984, 1990). Como não foram realizados estudos ontogenéticos não é possível estabelecer qual a origem e desenvolvimento dessas estruturas anômalas.

Os tipos estomáticos podem ser diferentes entre os grupos de plantas, mas, ocasionalmente vários tipos estomáticos podem aparecer em uma mesma planta dando origem ao polimorfismo estomático; plantas que apresentam polimorfismo estomático são também denominadas de heteroestomáticas (BARANOVA, 1992), podendo-se classificar a espécie *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. nesta categoria. Diferentes tipos de estômatos na mesma epiderme também foram reportados por Ferreira et al. (2015) .

Mesofilo: a secção da lâmina foliar, em sua região mediana, apresenta estrutura dorsiventral (Figura 10A e B). O parênquima paliçádico é composto de um só estrato de células cilíndricas, alongadas, estreitas, justapostas, com poucos espaços intercelulares, quando observado em secção transversal da lâmina foliar (Figura 10 A e B; 5 A). Essa camada celular apresenta em média 58,0 μm de altura, em folhas de cerrado, e de 50,0 μm em folhas de campo rupestre (Tabela 3), o que corresponde a aproximadamente 1/4 da espessura do mesofilo. As células possuem paredes celulares delgadas e apresentam as extremidades arredondadas. As paredes anticlinais possuem muitos campos primários de pontoações. Os cloroplastídeos são pequenos, numerosos e se dispõem como habitualmente, no citoplasma parietal. Meatos são relativamente frequentes nesse tecido. Na figura 11A observa-se a representação, a partir de desenho, das células do parênquima paliçádico.

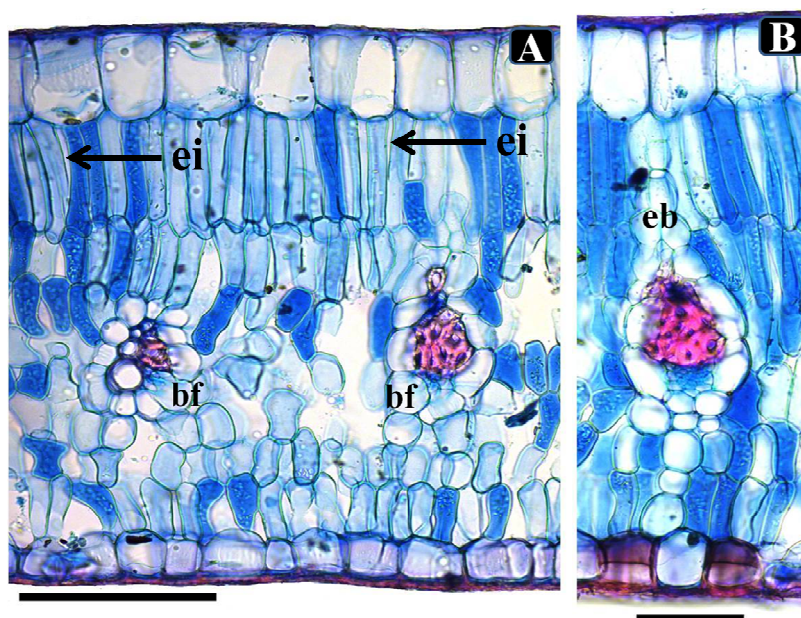


Figura 10 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). Aspecto da lâmina foliar a partir de corte transversal (Escala: A - 100 μm ; B - 50 μm). (bf: bainha do feixe vascular; eb: extensão de bainha; ei: espaço intercelular).

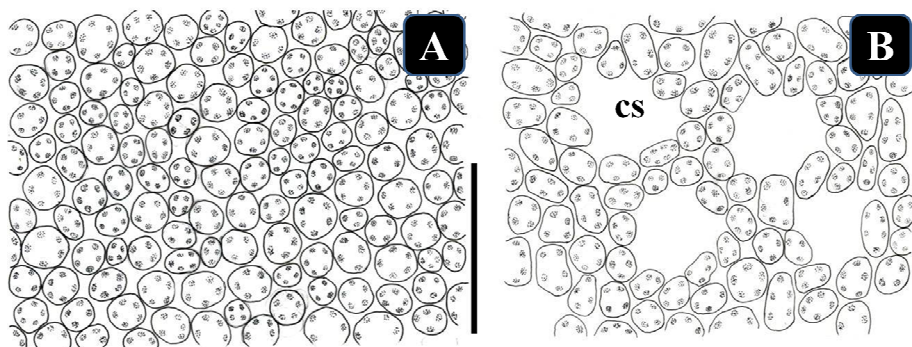


Figura 11 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado. Vista frontal, a partir de cortes paradérmicos, do tecido paliçádico (A) e do tecido esponjoso (B) (Escala: A e B - 50 μm) (cs: câmara subestomática).

O tecido (parênquima) esponjoso é constituído por 5 - 6 camadas celulares, que apresentam células com dimensões e formas irregulares, paredes finas, com menor número de cloroplastídeos deixando entre si espaços intercelulares de tamanhos variados. Essas camadas celulares apresentam uma espessura de aproximadamente 175,0 μm em folhas de cerrado e de 141,0 μm em folhas de campo rupestre (Tabela 3), que apresentam espaços intercelulares de menores dimensões. A primeira camada desse tecido, imediatamente abaixo do tecido paliçádico, é formada por células tendendo ao formato cilíndrico, sendo mais largas e mais curtas que as do paliçádico, mas, deixando entre si espaços intercelulares de maiores dimensões e, dependendo da região onde foi realizada a secção, podem ser observadas células de formatos tendendo ao formato irregular a globoso (Figura 5B; 10A e B).

A última camada desse tecido, em contato com as paredes periclinais internas das células da epiderme abaxial, apresenta células com características semelhantes a essa primeira descrita, porém as suas células são ainda mais curtas e com um maior número de espaços intercelulares, incluindo as câmaras subestomáticas. Idioblastos cristalíferos, contendo inclusões cristalinas de oxalato de cálcio, principalmente na forma de drusas, e mais raramente de cristais prismáticos, foram observados, principalmente no limite paliçádico-esponjoso.

A figura 11B representa, em corte paradérmico, as células do parênquima esponjoso, onde estão evidenciados os espaços intercelulares e o formato, periclinal das células, que é totalmente irregular, não apresentando um só padrão; os espaços de maiores dimensões representam as câmaras subestomáticas.

As nervuras de menor porte observadas na região mediana do mesófilo, geralmente em contato com a primeira camada do tecido esponjoso, e dependendo do calibre da nervura entre as células dessa camada, acham-se

envolvidas por bainha de feixe constituída por células parenquimáticas, com formato subcircular, incolores, sem espessamentos parietais aparentes ou específicos (Figura 11 A). As nervuras laterais de maior calibre apresentam extensão de bainha, parenquimática, que interconecta as epidermes das faces adaxial e abaxial (Figura 11 B).

Na Tabela 3 observa-se que os todos os parâmetros analisados, em relação aos tecidos da lâmina foliar, apresentam maior espessura nas folhas provenientes do ambiente cerrado.

Tabela 3 Modificações na estrutura foliar de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão.

Características	Cerrado	Campo rupestre
Espessura da epiderme adaxial (μm)	53,86 (\pm 2,89) a	43,54 (\pm 1,92) b
Espessura do parênquima paliçádico (μm)	57,10 (\pm 4,15) a	49,81 (\pm 1,91) b
Espessura do parênquima esponjoso (μm)	163,91 (\pm 11,96) a	139,76 (\pm 2,90) b
Espessura da epiderme abaxial (μm)	26,90 (\pm 3,42) a	22,16 (\pm 1,17) b
Espessura total da lâmina foliar (μm)	321,10 (\pm 6,50) a	278,23 (\pm 6,48) b

De acordo com Metcalfe e Chalk (1950), na grande maioria das folhas de Malpighiaceae o parênquima clorofiliano distribui-se como paliçádico na superfície adaxial e esponjoso na abaxial, idioblastos frequentemente com cristais do tipo drusa e monocristais são comuns, o esclerênquima é o tecido mecânico predominante, e pode ou não estar associado ao sistema vascular.

Tecido paliçádico constituído por uma camada de células altas foi citado em *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. por Beiguelman (1962-1963), em material de cerrado e por Bieras (2006), também em material de cerrado. Nesse tecido não foram observadas modificações qualitativas em materiais de cerrado e

campo rupestre, mas sim modificações quantitativas, sendo a única alteração a ser considerada a menor altura nas folhas do campo rupestre (Tabela 3).

O tecido esponjoso apresenta espaços intercelulares desenvolvidos, situação semelhante à descrita por Beiguelman (1962-1963) para material de cerrado. A primeira camada do tecido esponjoso, logo abaixo do paliçádico, é constituída por células que se agrupam de duas maneiras: algumas, com formato semelhante a células do paliçádico, porém mais curtas e mais largas, com menor número de cloroplastídeos, e que deixam entre si espaços intercelulares de maiores dimensões, se dispõem em pequenos grupos que se intercalam com outras células de formatos e dimensões variadas. Esta situação é similar àquela descrita por Beiguelman (1962-1963), que afirma: “poder-se-ia considerar esta camada de parênquima, como uma transição entre o paliçádico e o lacunoso”. Essa diferenciação entre os dois tipos de grupos de células só é possível após a observação de inúmeras secções transversais, realizadas em regiões diferentes da lâmina foliar. Mesma estruturação é observada na última camada do paliçádico, logo em contato com a epiderme da face abaxial. Esta situação provavelmente levou a interpretação e classificação do mesofilo de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. como sendo isobilaterais, interpretação realizada por Araújo (2008) e Ferreira et al. (2015).

Nesse tecido não foram observadas modificações em materiais de cerrado e campo rupestre, sendo a única alteração a ser considerada a menor altura nas folhas do campo rupestre (Tabela 3).

3.4 Nervuras

Em secção transversal, a nervura primária (mediana) apresenta secção convexo-côncava, mais acentuada nas porções basal e mediana (Figura 12A; 13B), atenuando-se na região do ápice (Figura 13A).

A epiderme na face adaxial, em corte transversal, é uniestratificada, apresentando células de contorno irregular (Figura 13A e B), tendendo ao formato arredondado (Figura 14A) a alongado radialmente (Figura 14B), com paredes periclinais espessadas, sendo a externa recoberta por uma cutícula semelhante à observada sobre as células do pecíolo, sendo mais desenvolvida do que a que recobre as células epidérmicas da lâmina foliar. A epiderme na face abaxial é similar a adaxial, diferindo desta apenas pelas dimensões de suas células. Não foram observados estômatos e nem tricomas (Figuras 13A e B, 14A e B).

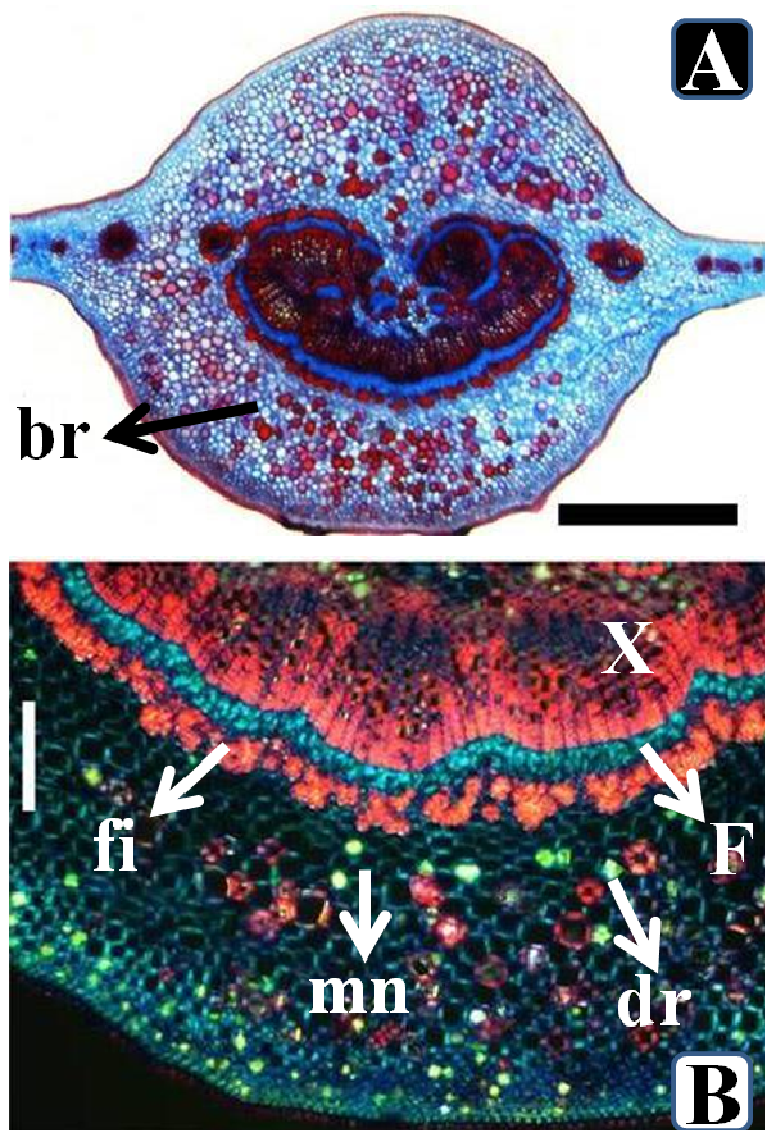


Figura 12 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em campo rupestre (A) e em cerrado (B). A - Corte transversal da nervura mediana na sua porção basal; B - Detalhe de parte da nervura mediana, a partir de fotomicrografia em microscópio de polarização (Escala: A - 1000 μm ; B - 200 μm) (br: braquesclerídeos; fi: fibras; mn: monocristal; dr: drusa; X: Xilema; F: Floema).

Internamente à epiderme localiza-se o colênquima do tipo angular, em número variável de camadas celulares, de acordo com a altura em que é realizado o corte. A altura do terço mediano da folha, o número de camadas desse tecido é da ordem de 3 – 4 camadas de células na face abaxial e de 4 – 6 camadas na face adaxial. De modo geral, as células desse tecido, que se encontram junto à epiderme, possuem menor diâmetro que os das células das camadas internas (Figura 14A e B).

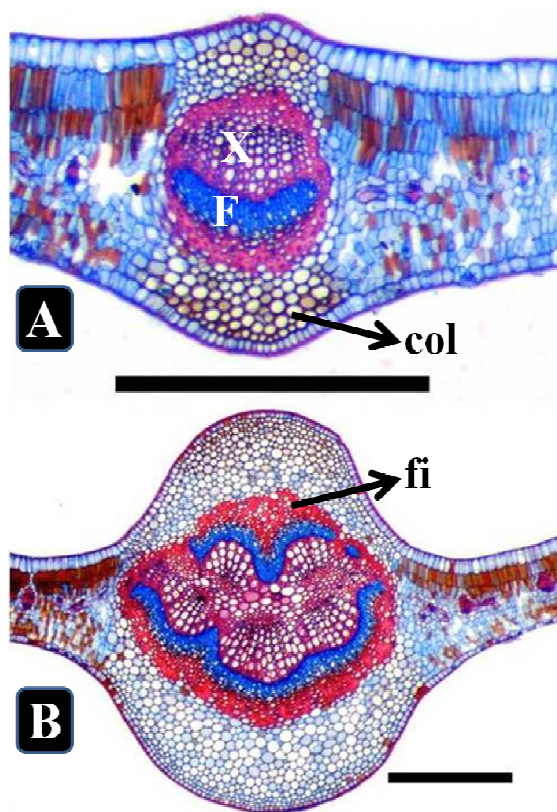


Figura 13 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Aspectos de cortes transversais da nervura mediana, na região mediana (B) e apical (A): fi: fibras; col: colênquima; X: xilema; F: floema (Escala: A e B – 500 μ m).

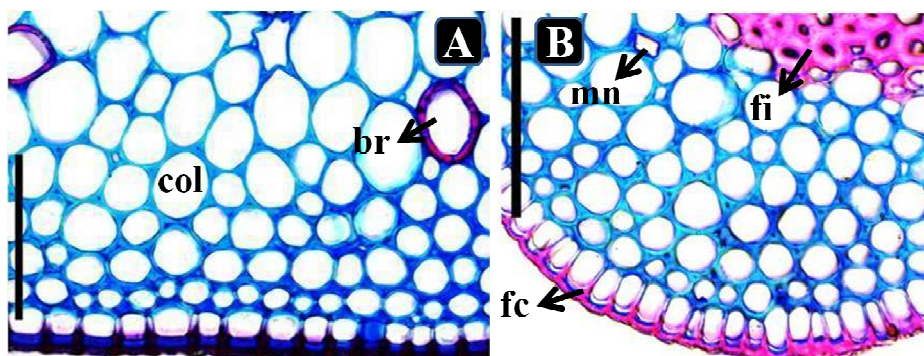


Figura 14 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em campo rupestre. Epiderme e colênquima da face abaxial da nervura mediana na porção basal e apical; col: colênquima; br: braquiesclereídeo; fc: flange cuticular; mn: monocristal; fi: fibras (Escala: A e B - 100 μ m).

O parênquima fundamental é constituído por células relativamente grandes (Figura 15), com paredes delgadas, pectocelulósicas, com formas e dimensões variáveis, deixando entre si pequenos meatos. Notam-se, neste tecido, idioblastos cristalíferos, contendo drusas ou cristais isolados cúbicos, de oxalato de cálcio. Nesta região são encontradas, também, braquiesclereídeos, semelhantes aos encontrados no pecíolo, porém em menor quantidade e com paredes lignificadas menos espessadas (Figura 3A, 14A, 15).

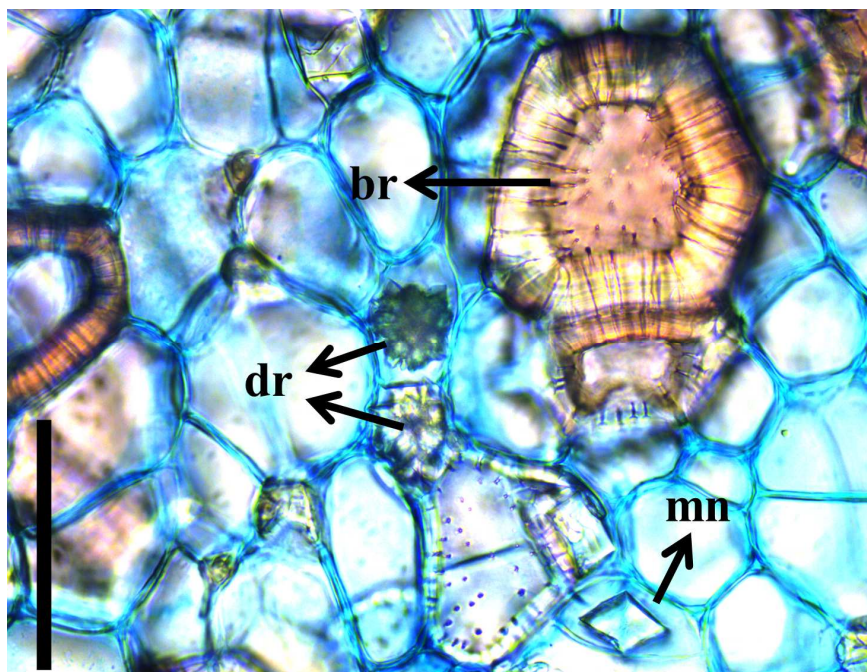


Figura 15 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em campo rupestre. Detalhe do parênquima da nervura mediana na sua porção basal, evidenciando braquesclereídeos (br), drusas (dr) e monocristais (mn). (Escala: 100 μ m).

Os feixes vasculares, do tipo colateral, são constituídos por porções xilemáticas e floemáticas características (Figuras 12A e B; 13A e B). Na porção floemática, além das células do parênquima, de secção geralmente maior e arredondada, encontram-se os elementos de tubos crivados e células companheiras. Foram observadas inclusões cristalinas, semelhante às observadas no parênquima clorofiliano e parênquima fundamental do pecíolo e nervuras. A porção xilemática é constituída de elementos de vaso quase todos espiralados, típicos da estrutura primária.

Com frequência surge uma descontinuidade no feixe vascular que decorre, provavelmente, do desvio de direção dos vasos que vão constituir as nervuras secundárias. Uma bainha de esclerênquima (fibras), semelhante, à

descrita no pecíolo, acompanha externamente o floema e o xilema (Figura 13B, 14B).

A figura 13B demonstra que na porção mediana da nervura primária os feixes vasculares estão dispostos em forma de arco aberto, constituindo dois arcos, um com a concavidade voltada para a face abaxial, e outro com a concavidade voltada para a face adaxial (ARAÚJO, 2008), sendo este último menor. No terço basal da nervura mediana, o arco voltado para a face adaxial apresenta os feixes vasculares formando um arco contínuo, e o voltado para a face adaxial encontra-se interrompido na sua porção média. No terço mediano, os dois arcos apresentam-se em disposição contínua. Tanto na porção basal, como na porção mediana da nervura, a disposição dos arcos delimitam uma pequena área de parênquima medular. No terço apical da nervura mediana ocorre somente um feixe vascular.

As nervuras secundárias apresentam-se idênticas à primária no terço apical da folha, notando-se, porém, uma redução dos estratos celulares que as compõem. Nervuras menores seguem frequentemente a direção das secundárias entre as quais se situam, nervuras essas classificadas como nervuras interssecundárias (pseudosecundárias). As nervuras terciárias são envolvidas por bainha parenquimática (ARAÚJO, 2008), bastante nítida, constituída de grandes células incolores (Figura 10 A); nervuras de menor porte apresentam, além da bainha parenquimática, extensões de bainha em direção a epiderme da face adaxial e abaxial (Figura 10B).

Araújo (2008) e Araújo et al. (2010) relatam a presença de grupos de floema na região medular em todas as espécies de *Byrsonima* Rich. ex Kunth., examinadas em áreas de cerrado, exceto em *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., fato observado no material examinado, tanto o oriundo de cerrado como o oriundo do campo rupestre. Ferreira et al. (2015) relatam a disposição dos feixes vasculares, colaterais, formando arcos fechados em *Byrsonima*

coccolobifolia, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. e *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich., fato não constatado no material examinado, tanto de cerrado como de campo rupestre, que apresenta a formação de arcos abertos, concordando com Araújo (2008) e Araújo et al. (2010).

Segundo McNair (1932), Franceschi e Horner (1980) e Lersten e Horner (2006), cristais de oxalato de cálcio ocorrem em mais de 215 famílias de plantas, incluindo gimnospermas e angiospermas. Os cristais de oxalato de cálcio têm sido motivo de investigação, devido à sua importância ecológica, uma vez que a presença de cristais nas plantas é relacionada com o mecanismo de defesa contra a herbivoria (LUCAS et al., 2000; XIANG; CHEN, 2004) e pela importância fisiológica, pois os cristais regulam o nível de cálcio nos tecidos, e pode representar estratégia de manutenção de nutrientes, como reserva de cálcio ou oxalato para a planta (VOLK et al., 2002).

Araújo (2008) e Araújo et al. (2010) observaram drusas e cristais prismáticos em todas as espécies de *Banisteriopsis* Rich. ex Kunth. (exceto em *Banisteriopsis pubipetala* (Adr. Juss.) Cuatrec., onde os cristais prismáticos estavam ausentes) e *Byrsonima* Rich. ex Kunth., tanto na região do mesófilo como na nervura central. Essa característica foi observada no material examinado, tanto em material coletado em cerrado, como no material coletado no campo rupestre. D'Assumpção et al. (1973) relatam a presença de drusas de oxalato de cálcio, em número consideravelmente alto, no pecíolo e ao longo das nervuras. Beiguelman (1962-1963) cita a ocorrência de inclusões cristalinas sob a forma de drusas ou cristais isolados octaédricos ou prismáticos nas nervuras e pecíolo de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., Bieras (2006) relata a presença de cristais em *Byrsonima coccolobifolia* e *Byrsonima intermedia* Adr. Juss., sem detalhar os tipos e a localização nas diversas estruturas foliares. Ferreira et al. (2015) observaram idioblastos cristalíferos, contendo cristais e drusas no

mesofilo de *Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. e *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich.

Não foram observadas diferenças na disposição dos tecidos e nem nas estruturas ao longo dos terços basal, mediano e apical da nervura mediana nos materiais examinados oriundos do ambiente cerrado e do ambiente campo rupestre.

Bordo Foliar: a estrutura em secção transversal é representada na Figura 16. As células epidérmicas apresentam-se diferentes, em formato e, principalmente, nas dimensões das células nas faces adaxial e abaxial. No bordo propriamente dito, as células epidérmicas, tanto as da face adaxial como as da face abaxial, adquirem formato retangular estreitado, estreitamento causado pela interpolação de flanges cuticulares, na porção apical das células, que aqui se tornam mais acentuadas. Paredes periclinais, externas e internas, e anticlinais apresentam maior espessura quando comparadas com as das células epidérmicas comuns nas faces adaxial e abaxial (Figura 16). Toda a região do bordo é recoberta por cutícula semelhante àquela que recobre o restante da lâmina foliar, diferindo desta pela maior espessura e pela formação de flanges cuticulares (Figura 16). Estômatos foram observados somente até próximo à curvatura, na face abaxial.

À medida que se aproximam do bordo, as células do parênquima paliçádico se tornam mais curtas e mais estreitas, devido ao seu posicionamento sobre as células da bainha parenquimática que envolve a nervura que ocorre próximo ao bordo. Estas células, que apresentam morfologia semelhante àsquelas do mesofilo, vão se posicionando obliquamente acompanhando a curvatura da lâmina foliar (Figura 16). As células do parênquima esponjoso, reduzido a uma camada no início da curvatura da lâmina foliar, vão sofrendo alteração nos formatos celulares, tendendo ao formato arredondado. Na região do bordo propriamente dito, as células dos parênquimas paliçádico e esponjoso são

substituídas por um grupo de células parenquimáticas incolores, sendo a grande maioria destas células transformada em células com reforços colenquimatosos, e em idioblastos cristalíferos portadores de drusas de oxalato de cálcio (Figura 16). Nesta região raramente foram observados monocristais de oxalato de cálcio.

Reforços esclerenquimáticos foram observados, somente, circundando pequenos feixes vasculares que chegam até próximo à curvatura da lâmina foliar, não alcançando o bordo propriamente dito (Figura 16).

As características observadas no bordo de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., em folhas de espécimes coletados em área de cerrado e, também, em área de campo rupestre seguem basicamente aquelas observadas por Beiguelman (1962-1963). A presença de elementos colenquimatosos, aqui observados não foram citados por aquele autor. É notável o grande número de idioblastos cristalíferos, portadores de drusas de oxalato de cálcio.

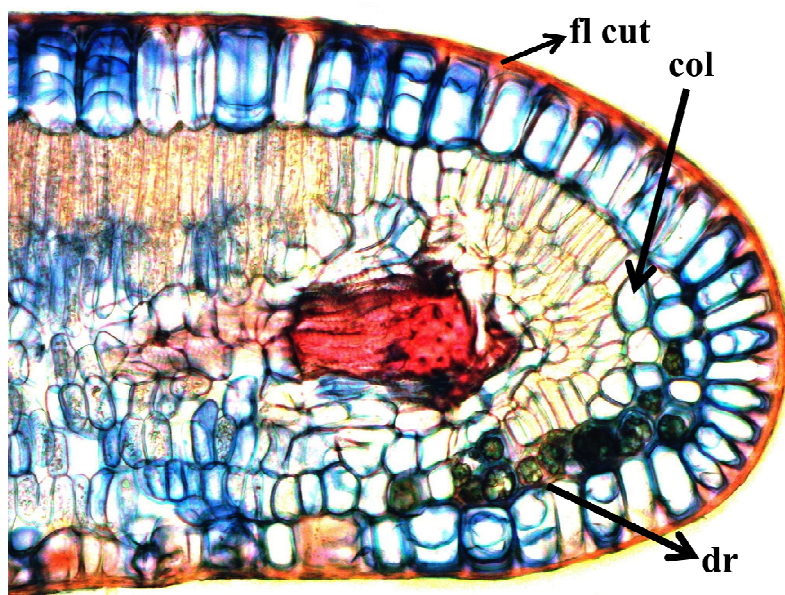


Figura 16 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado. Secção transversal da região do bordo da lâmina foliar (dr – drusa; col – colênquima; fl cut – flange cuticular). (Escala:100 μ m).

Nervação: padrão geral (Figura 17A): pinado, camptódromo, broquidódromo. A nervura mediana (nervura primária) é nítida, mediana, afilando-se em direção ao ápice. Apresenta tamanho maciço, e seu curso é linear, sem ramificações. Nervuras secundárias (Figura 17 A): são alternas e ascendentes, apresentando ângulo de divergência misto; as nervuras da porção basal da folha possuem ângulos mais agudos que os das nervuras da porção mediana, que tendem a ângulos retos; as nervuras da porção apical com ângulos agudos; espessura relativa das nervuras secundárias é classificada como sendo grossa; o curso é levemente curvado em 2/3 a partir da base e curvado abruptamente no ápice; apresentam comportamento das ramificações por alças, unindo-se às secundárias superadjacentes por ângulo predominantemente agudo; presença constante de nervuras interssecundárias (pseudosecundárias) (Figura 17A). Nervuras terciárias são visíveis na folha verde; apresentam ângulo de origem predominantemente reto, sendo seu padrão reticulado ao acaso (ARAÚJO,2008). Nervuras de maior ordem são distintas mais pela posição que pela espessura, que é quase uniforme; as nervuras quaternárias apresentam espessura fina e curso relativamente ao acaso; a última nervação terminal apresenta estrutura mista, formada por arcos fechados e por aréólas incompletamente fechadas, deixando terminações vasculares livres próximo a borda (Figura 17 B); as nervúculas são simples a diversamente ramificadas (Figura 18 A e B). As aréolas (Figura 18 A e B; 17 B) apresentam desenvolvimento incompletamente fechadas (ARAÚJO,2008), com arranjo ao acaso, formato irregular, e tamanho de médio a grande; são encontradas aréolas sem nervúculas (Figura 18 A e B).

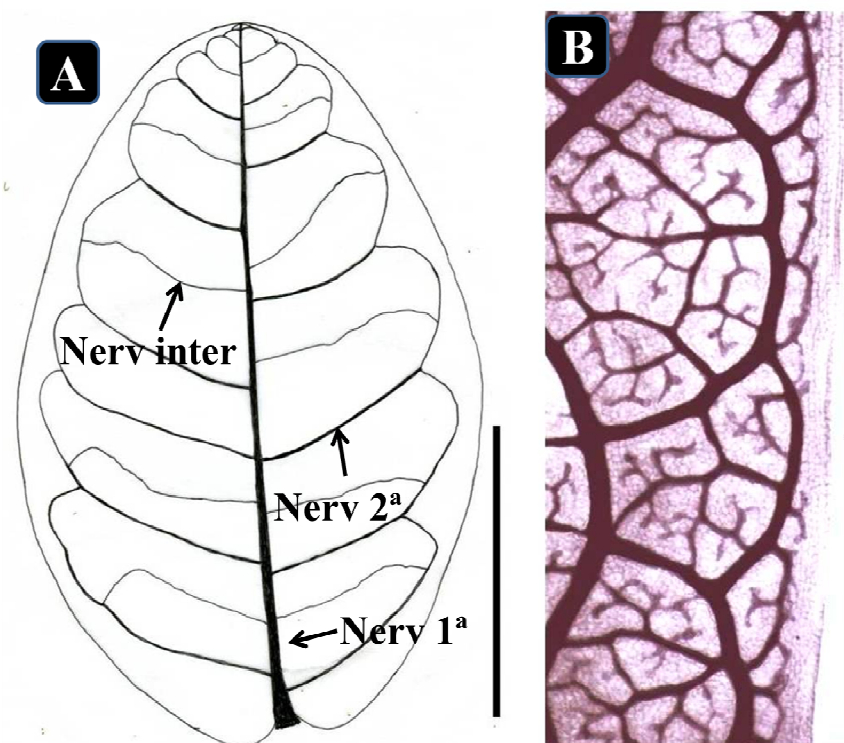


Figura 17 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado. Aspectos da venação foliar: A – Aspecto do padrão geral da venação; B - Detalhe das nervuras terminais do bordo (Nerv 1ª – Nervura primária; Nerv 2ª – Nervura secundária; Nerv inter – Nervura interssecundária) (Escala: A – 5 cm; B – 200 μ m).

A figura 18 representa aréolas e terminações de nervuras. A Figura 18 A representa aréolas e terminações de nervuras de folhas provenientes do cerrado. A densidade vascular das folhas oriundas do campo rupestre é maior, devido a menor área foliar observada nesse ambiente (Tabela 1), o que pode ser observado na Figura 18 B.

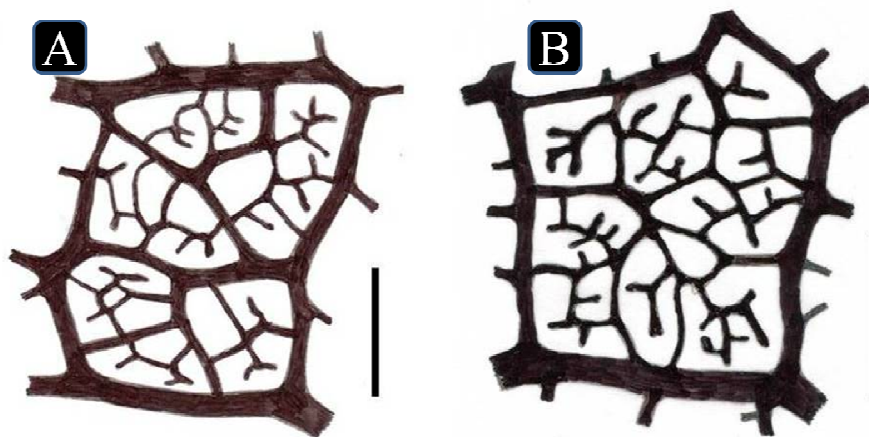


Figura 18 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., material coletado em cerrado (A) e em campo rupestre (B). Detalhes das aréolas e nervúculas em folhas diafanizadas (A e B – 500 μ m). A: detalhe da densidade vascular em folha de espécime de cerrado; B: detalhe em folha de espécime de campo rupestre.

O padrão de venação observado, pinado, camptódromo, broquidódromo, tanto para os espécimes do cerrado como os do campo rupestre está em conformidade com aquele relatado por Araújo (2008) em estudos com espécies dos gêneros *Banisteriopsis* C.B. Rob. ex Small, *Byrsonima* Rich. ex Kunth. e *Heteropteris* H.B.K., coletados em área de cerrado no município de Paraopeba, em Minas Gerais, e também por Mamede (1993) para espécies do gênero *Camarea* A. St.-Hil., que ocorrem em áreas de cerrado e de campo rupestre. Em *Peixotoa hispidula* Adr. Juss., Ferreira (1981) descreve esse mesmo padrão de venação, o que confirma a afirmação de Judd et al. (1999) de que uma das características da maioria das espécies de Malpighiaceae é a presença de venação do tipo broquidódromo. Algumas das características citadas por Araújo (2008) para espécies do gênero *Byrsonima*, foram também observadas no material examinado, tais como: nervura primária com curso linear não ramificada, nervuras terciárias reticuladas ao acaso, aréolas com forma irregular, com arranjo ao acaso e com desenvolvimento incompletamente fechadas. Essas

características ocorreram tanto nos espécimes de cerrado como nos de campo rupestre.

4 CONCLUSÕES

Nas folhas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., as características observadas, tais como: epiderme unisseriada, parênquima paliçádico uniestratificado, diversos tipos de cristais de oxalato de cálcio, feixes vasculares colaterais, a distribuição dos tecidos de sustentação (colênquima e esclerênquima) mostram que a organização reflete as características da família Malpighiaceae, preconizadas por Metcalfe e Chalk (1950).

As maiores médias observadas para as características foliares nas plantas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. em ambiente de cerrado podem ser atribuídas a características ambientais menos inóspitas que levaram a formação de folhas maiores e mais funcionais em comparação com o campo rupestre. Além das características mais funcionais como maior espessura do mesofilo e maior densidade estomática, a maior área foliar de *Byrsonima coccolobifolia* em ambiente de cerrado pode levar a uma maior taxa de fotossíntese que pode possibilitar um maior crescimento e porte das plantas em ambiente de cerrado, quando comparado ao ambiente de campo rupestre.

REFERÊNCIAS

AL FAZ, N.; MARRON, N.; CELEUMANS, R. Clonal variation in stomatal characteristics related to biomass production of 12 Poplars (*Populus*) clones in a short rotation coppice culture. **Environmental and Experimental Botany**, Filadélfia, v. 58, n. 1-3, p. 279-286, Dec. 2006.

ALVES, R. J. V. et al. Circumscribing campo rupestre – megadiverse Brazilian rocky montane savanas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 2, p. 355-362, maio 2014.

ARAÚJO, J. S. **Anatomia foliar de 16 espécies de Malpighiaceae ocorrentes em área de cerrado (MG)**. 2008. 39 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

ARAÚJO, J. S. et al. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado (Brazil). **Plant Systematic and Evolution**, v. 286, n. 1-2, p. 117-131, May 2010.

ATTALA, N. C. **Fitogeografia e morfoanatomia de *Banisteriopsis anisandra* e *B. gardneriana* (Malpighiaceae): estudo comparativo**. 1997. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

ATTALA, N. C. **Morfoanatomia da lâmina foliar, estrutura e histoquímica das glândulas foliares e calicinais em espécies de Malpighiaceae de cerrado**. 2004. 112 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

BARANOVA, M. A. Principles of comparative stomatographic studies of flowering plants. **Botanical Review**, New York, v. 58, n. 1, p. 49-99, Jan-Mar. 1992.

BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1984. v. 2, 377 p.

BEIGUELMAN, B. Contribuição para o estudo anatômico de plantas do cerrado. II. Anatomia da folha e caule de *Byrsonima coccolobifolia* Kth. **Revista de Biologia**, Lisboa, v. 3, n. 1-4, p. 111-123, 1962-1963.

BIERAS, A. C. **Morfologia e anatomia foliar de dicotiledôneas arbóreo-arbustivas do cerrado de São Paulo, Brasil**. 2006. 64 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

BIERAS, A. C.; SAJO, M. G. Anatomia foliar de *Erythroxylum* P. Browne (Erythroxylaceae) do Cerrado do estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 601–612, jul./set. 2004.

BRANDÃO, M. Plantas medicamentosas de uso popular dos cerrados mineiros. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 3, n. 4, p. 11-20, 1993.

BRANDÃO, M.; FERREIRA, P. B. D. Flora apícola do cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 7-14, 1991.

BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L. Espécies arbóreas padronizadoras do cerrado mineiro s sua distribuição no estado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 173, p. 5-11, 1992.

CASTRO, S. A. B. et al. Anatomia foliar funcional de *Byrsonima variabilis* DC. (Malpighiaceae), nos sistemas de campos rupestres na região de Ouro Preto, MG. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB, 2007, p. 1-2.

DAVIS, C.C.; ANDERSON, W. R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany**, Stors, v. 97, n. 12, p. 2031–2048, Dec. 2010.

D'ASSUMPÇÃO, W. R. et al. Introdução ao estudo anatômico de *Mascagnia rígida* Gr. **Oréades**, Belo Horizonte, v. 4, n. 6, p. 13-27, 1973.

FELLIPE, G. M.; ALENCASTRO, F. M. M. R. de. Contribuição ao estudo da nervação foliar das compostas dos cerrados. I. Tribus: Helenieae, Heliantheae, Inuleae, Mutiseae, e Senecioneae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 125-157, 1966. Suplemento.

FERREIRA, G. L. Anatomia foliar de *Peixotoa hispidula* Juss. (Malpighiaceae). **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 45-54, 1981.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analyze sistem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Nov./dez. 2011.

FERREIRA, C. S. et al. Anatomia foliar da lâmina de onze espécies lenhosas dominantes nas savanas de Roraima. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 45, n. 4, p. 337-346, Oct./Dec. 2015.

FOSTER, A. S. **Practical plant anatomy**. New York: Van Nostrand, 1949. 228 p.

FRANCESCHI, V. R.; HORNER, H.T. Calcium oxalate crystals in plants. **The Botanical Review**, v. 46, n. 4, p. 361 – 416, Oct./Dec. 1980.

FRANCINO, D. M. T. **Anatomia foliar de espécies de *Chamaecrista Moench*. (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em campo rupestre**. 2006. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006

GAVILANES, M. L. Anatomia e nervação foliar de *Gomphrena holosericea* (Mart.) Moq. (Amaranthaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34., Porto Alegre, 1983. **Anais ...** Porto Alegre: SBB, 1984. p. 599-619.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Reserva Biológica Municipal do Poço Bonito, Lavras-MG.: informações preliminares sobre a vegetação. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 66-70, 1987.

GAVILANES, M. L. Anatomia e nervação foliar de *Gomphrena schlechtendaliana* Mart. (Amaranthaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 35, Manaus, 1984, **Anais ...** Brasília: IBAMA, 1990. p. 93-116.

GAVILANES, M. L. Estudo anatômico do eixo vegetativo de plantas daninhas que ocorrem em Minas Gerais. I. Anatomia foliar de *Gomphrena celosoides* Mart. (Amaranthaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n4, p. 882-899, 1999.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Flórula da Reserva Biológica Municipal do Poço Bonito, Lavras, MG. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 1, n. 4, p. 24-31, 1991.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M.; CARDOSO, C. Plantas da formação cerrado com possibilidade de ser empregadas como ornamentais em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 21-27, 1991.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Potencialidades dos componentes da flora do Município de Itumirim, MG. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p.59-74, 1996.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Plantas consideradas medicinais ocorrentes na Reserva Biológica Municipal do Poço Bonito, Município de Lavras, MG. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 57-68, 1998.

GAVILANES, M. L.; FERREIRA, M. B. Malpighiaceae do Distrito Federal. III. Gênero *Pterandra* Juss. **Oréades**, Belo Horizonte, v. 5, n. 7-9, p. 17-29, 1974-1976.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: W. H. Freeman, 1962. 408 p.

JUDD, W. S. et al. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. Sunderland: Sinauer Associates, 1999.

HICKEY, L. J. Classification of the architecture of dicotyledons leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 60, n. 1, p. 17-33, Jan. 1973.

KRAUZ, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDRU, 1997. 198 p.

KUBÍNOVÁ, L. Stomata and mesophyll characteristics of barley leaf as affected by light: stereological analysis. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, n. 8, p. 995-1001, May 1991.

LERSTEN, N. R.; HORNER, H. T. Crystal macropattern development in *Prunus serotina* (Rosaceae, Prunoideae) leaves. **Annals of Botany**, v. 97, n. 5, p. 723-729, Mar. 2006.

LUCAS, P.W. et al. Mechanical defenses to herbivory. **Annals of Botany**, London, v. 86, p. 913-920, 2000.

MAMEDE, M. C. H. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Malpighiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 9, p. 157-198, 1987.

MAMEDE, M. C. H. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Camarea* (Malpighiaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 157-198, 1993.

MAMEDE, M. C. H. Flora de Grão Mogol, Minas Gerais: Malpighiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 291-302, 2004.

MAMEDE, M. C. H. *Byrsonima* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB8831>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MAMEDE, M. C. H.; FRANCENER, A. *Byrsonima* in Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB8827>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

McNAIR, J. B. The interrelation between substances in plants: essential oil and resins cyanogen and oxalate. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 19, n. 3, p. 255-272, Mar. 1932.

MELO, M. C.; BARBOSA, R. I. **Árvores e arbustos das savanas de Roraima: guia de campo ilustrado**. Boa Vista: PMBV/CONSEMMA, 2007.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon Press, 1950. 1500 p.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons. I. Systematics anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject**. Clarendon Press: Oxford, 1979. 275 p.

NETTESHEIM, F.C. et al. Estrutura e florística do estrato arbóreo no cerrado sensu stricto de Buritis, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 4, p. 731-747, 2010.

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

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A. et al. **Floresta da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 1999.

SOARES, M. K. M.; SERVIN, L. F. V.; APEZZATO-DA-GLORIA, B. Anatomia foliar de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 40, p. 738-746, 1997.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons: a handbook for laboratories of pure and applied botany**. Oxford: Clarendon Press, 1908. 1182 p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **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, 2012. 769 p.

VOLENIKOVA, M.; TICHÁ, I. Insertion profiles in stomatal density and sizes in *Nicotiana tabacum* L. plantlets. **Biologia Plantarum**, Deutsch, v. 44, n. 2, p. 161-165, June 2001.

VOLK, G. et al. The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 41, p. 34-45, 2002.

WEBB, L. J. A physiognomic classification of australian rain forest. **Journal of Ecology**, Hoboken, v. 47, p. 551-570, 1959.

XIANG, H.; CHEN, J. Interspecific variation of plant traits associated with resistance to herbivory among four species of *Ficus* (Moraceae). **Annals of Botany**, London, v. 94, p. 377-384, 2004.

CAPÍTULO 3

MICROMORFOMETRIA FOLIAR DE *Palicourea rigida* Kunth. (RUBIACEAE) EM AMBIENTE DE CERRADO E CAMPO RUPESTRE

Preparado de acordo com as normas da revista CERNE

Manuel Losada Gavilanes¹, Evaristo Mauro de Castro¹, Marinês Ferreira Pires¹,
Fabrício José Pereira¹, Márcio Paulo Pereira²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo um estudo quali-quantitativo das características anatômicas das folhas de *Palicourea rigida* Kunth. (Rubiaceae), espécie que ocorre em áreas de cerrado e campo rupestre. As observações anatômicas foram realizadas em folhas de material fresco ou fixado, tratadas segundo metodologias usuais em anatomia vegetal. Foram observadas as seguintes características: epidermes do pecíolo e da lâmina foliar uniestratificadas; presença de tricomas tectores, simples, unisseriados, próximos, ou sobre as nervuras; estômatos do tipo paracítico presentes somente na face abaxial da folha; mesofilo com parênquima paliçádico de uma só camada de células; parênquima esponjoso com sete a nove camadas celulares com formas irregulares e tamanhos variados; idioblastos cristalíferos, observados em todos os parênquimas do pecíolo e lâmina foliar; feixes vasculares, do tipo colateral; colênquima observado, subepidermicamente, no pecíolo e nervuras de maior porte, em ambas faces; o padrão geral de nervação da espécie é pinado, camptódromo, broquidódromo. As análises micromorfométricas revelaram diferenças significativas em todos os itens analisados, sendo as médias mais elevadas encontradas nas folhas das plantas crescendo no cerrado. Isto sugere que a influência de fatores ambientais pode ter modulado respostas quantitativas nas plantas, visto que morfológicamente o tipo, estrutura e distribuição dos tecidos não sofreram alterações nos dois ambientes.

Palavras-chave: Esclerofilia foliar. Anatomia quali-quantitativa. Anatomia ecológica. Douradinha-do-campo. Plasticidade morfológica.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the qualitative and quantitative leaf anatomical traits of *Palicourea rigida* Kunth. (Rubiaceae) species occurring both in Brazilian Cerrado and Campo Rupestre ecosystems. Anatomical analysis was performed in fresh or fixed leaves processed with usual plant microtechnique. Leaves showed uniseriate epidermis in petiole and leaf blade which contains uniseriate nonglandular trichomes (tector type) occurring only over the vascular bundles. Likewise, paracytic stomata were found only in abaxial side of leaf surface. Mesophyll contains uniseriate palisade parenchyma and multiseriate spongy parenchyma (nine layers) which showed cells with different morphology and size. Crystal idoblasts of different types were observed in both petiole and leaf blade. Collateral vascular bundles were found both in petiole and leaf blade. Leaf venation type was pinnate, campylodromous or brochodromous. The micromorphometric analysis showed significant differences from plants of different environments for all leaf characteristics and Cerrado plants showed higher means for all evaluated traits. Therefore, the influence of environments may have modulated morphological responses in *P. rigida* as any difference in the type or distribution of leaf tissues were related to Cerrado or Campo Rupestre.

Keywords: Leaf sclerophylly. Qualitative anatomy. Ecological Anatomy. "Douradinha-do-campo". Morphological plasticity.

1 INTRODUÇÃO

A família Rubiaceae possui, segundo Robbrecht (1988), cerca de 640 gêneros e 12.000 a 13.000 espécies, essencialmente tropicais. Esta família ocupa o quarto lugar em diversidade entre as Angiospermas MABBERLEY, 1997). As Rubiáceas podem ser classificadas, segundo Barroso et al. (1986), como árvores de grande, médio a pequeno porte, arbustos, subarbustos, ervas perenes ou anuais; plantas escandentes, lianas, cipós, ervas prostradas, decumbentes e mais raramente epífitas. É uma família característica da flora brasileira, ocorrendo em praticamente todas as formações vegetais. Os caracteres diagnósticos mais úteis no reconhecimento da família são encontrados nas folhas opostas com estípulas interpeciolares (ROBBRECHT, 1988).

Rubiaceae possui espécies de grande importância econômica, que são exploradas como alimentícias (*Coffea arabica* L., *Genipa americana* L.), ornamentais (*Ixora* spp.), e também na indústria farmacêutica, como por exemplo *Cinchona pubescens* Vahl, produtora de quinina, empregada no tratamento da malária. Várias espécies são referidas popularmente como medicinais (*Coutarea hexandra* (Jacq.) K. Schum) e/ou tóxicas (espécies de *Palicourea* Aubl. e *Psychotria* L., popularmente conhecidas como “mata-ratos”) (MENDONÇA et al., 2013). Segundo Freitas et al. (2011) extratos aquosos e hidroalcoólicos de *Palicourea rigida* tem sido tradicionalmente empregados no tratamento de patologias do sistema urinário, o que provavelmente se deva a produção da loganina, afirmação que é compartilhada por Silva et al. (2013), que denotam preocupação com o fato de a espécie correr sério risco de extinção. Oliveira et al. (2014) demonstraram que a taxa de germinação de sementes e desenvolvimento da plântula de alface, foram afetadas por extratos de folhas de *Palicourea rigida*, evidenciando afeito alelopático.

No Brasil, o gênero *Palicourea* Aubl., possui a maioria das espécies com distribuição geográfica restrita, evidenciando marcado endemismo, em particular em campos rupestres dos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás. Atualmente, considera-se que o gênero é constituído por 21 espécies, das quais 11 ocorrem em Minas Gerais, sendo a sua maior concentração na Serra do Espinhaço (BARROSO et al. 1986).

Trabalhos em anatomia têm servido de base a vários outros campos da Botânica como a fisiologia, a taxonomia e a botânica aplicada, entre outras áreas. O conhecimento da estrutura interna da planta indica e explica sua adaptação a determinado ambiente. Essa tem sido uma preocupação dos botânicos que trabalham com anatomia ecológica (Metcalf, 1983).

São poucos os estudos anatômicos realizados com espécies do gênero *Palicourea* Aubl., realizados no Brasil, podendo ser citado o trabalho de Pereira et al. (2003), que estudaram a estrutura anatômica folha de *Palicourea longipedunculata* Gardiner, espécie ocorrente em ambiente de mata.

Neste trabalho são discutidos aspectos da anatomia foliar de *Palicourea rigida*, em espécimes ocorrentes em áreas de cerrado e de campo rupestre, visando correlacionar estes aspectos ao seu habitat.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material, botânico, estudado é proveniente de coletas realizadas em áreas remanescentes de cerrado e de campo rupestre, localizadas na Serra do Campestre, dentro do Município de Lavras, MG., nas coordenadas 21°20'00.42" S e 44°58'09.66" O, a uma altitude de 1041 m e 21°20'19.45" S e 44°58'38.40" O, a uma altitude de 1159 m, respectivamente. Para a identificação da espécie, baseou-se nos trabalhos de Campos et al. (2006) e Zappi et al. (2014) e na observação e de exemplares depositados no herbário ESAL (Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG). Amostras do material botânico encontram-se depositados no Herbário ESAL, sob os números ESAL 28486 e ESAL 28585.

O estudo anatômico foi realizado em material fresco e fixado. A fixação foi realizada no local de coleta, sendo empregados os fixadores: FAA, com graduação alcoólica de 70° GL, por um período de 72 horas, posteriormente transferido e conservado em etanol 70° GL até a data das análises (JENSEN, 1962). Foram utilizadas folhas completamente desenvolvidas, coletadas no 5° nó.

Os cortes histológicos foram realizados à mão livre com auxílio de lâmina de aço. Os cortes foram praticados em diferentes posições ao longo da nervura mediana e da lâmina foliar. No estudo da epiderme, em vista frontal, utilizaram-se cortes paradérmicos ou o seu isolamento pelo método de Jeffrey (KRAUS; ARDUIN, 1997). Foram confeccionadas lâminas semipermanentes, utilizando-se como meio de montagem o glicerol a 50% em água. A coloração das secções transversais da lâmina foliar e do pecíolo, foi feita com solução de azul de astra e safranina, ambos a 1% em água, na proporção de 9:1 (KRAUS; ARDUIN, 1997).

A contagem dos estômatos e todas as medidas concernentes foram realizados em três regiões: base, meio e ápice da lâmina foliar. Para as observações transversais e longitudinais das células estomáticas, as folhas, das espécies estudadas, foram seccionadas transversalmente à nervura mediana na região do terço médio (BEIGUELMAN, 1962). A classificação básica dos estômatos foi baseada em Metcalfe & Chalk (1950).

Para os testes histoquímicos, cortes foram submetidos a reagentes específicos; a identificação da lignina foi feita com o uso de floroglucina adicionada com gotas de ácido clorídrico concentrado ou solução aquosa de ácido sulfúrico a 50% (FOSTER, 1949); cutícula e camadas cutinizadas foram evidenciadas com o emprego de Sudan IV em solução hidroalcoólica a 80% (FOSTER 1949); a celulose foi identificada pelo reativo de iodo-iodeto de potássio em ácido sulfúrico, e a natureza química de cristais foi identificada utilizando-se solução aquosa de ácido sulfúrico a 5 e 10% (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Para o estudo da nervação, utilizaram-se folhas de material herborizado e material fixado. As folhas, ou fragmentos, foram diafanizadas em solução aquosa de hidróxido de sódio a 5%, solução renovada diariamente até a completa clarificação das folhas; em seguida foram clarificadas em hipoclorito de sódio 50%, e coradas com solução hidroalcoólica de safranina a 1% (FELIPE; ALENCASTRO, 1966). A descrição dos caracteres gerais das folhas e tipos de nervuras foram baseados em Hickey (1973).

Os desenhos e esquemas dos pormenores anatômicos foram realizados com o auxílio de câmara clara (tubo de desenho) acoplada em microscópio óptico Olympus CBB, tendo sido projetada uma escala micrométrica nas mesmas condições em que foram feitos os desenhos e esquemas. Os diagramas seguiram a orientação de Metcalfe e Chalk (1950).

Para o estudo quantitativo foram analisadas duas lâminas por folha (20 folhas) e duas secções por lâmina, sendo observadas ao microscópio de luz acoplado à câmara digital e realizada uma fotomicrografia de cada secção. Os parâmetros anatômicos quantitativos foram analisados com o auxílio do software de análise de imagem ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA) calibrado com régua microscópica fotografada nos mesmos aumentos das fotomicrografias. Para as análises biométricas, as folhas foram escaneadas em scanner de mesa. As imagens escaneadas foram utilizadas para cálculo do comprimento e largura da lâmina, além da área foliar.

Foi realizada a análise de variância com o teste de F para detectar as diferenças entre os tratamentos e o teste de Scott-Knott para $p < 0,05$ para o estudo das médias em software de análise estatística (Sisvar 5.0) (FERREIRA, 2011). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (ambientes) e 20 repetições. A parcela experimental foi constituída de uma folha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Descrição morfológica

A espécie estudada (Figura 1) foi encontrada no de cerrado e campo rupestre, com hábito arbustivo ou subarbustivo, com ramos cilíndricos, raramente tetragonais, esparsamente pubérulos e ramos basais fortemente suberificados. Folhas opostas a falsamente verticiladas, curtamente pecioladas a subsésseis, lâmina elíptica a oboval, base aguda, margens espessadas, ápice arredondado a retuso, raramente agudo, coriáceas, esparsamente pubérula a glabrescente, nervuras secundárias 9-18 pares, salientes em ambas as faces, amareladas em folhas vivas; estípulas bipartidas, persistentes. É de fácil reconhecimento através dos ramos suberificados e das inflorescências com flores amarelo-alaranjadas. Durante os trabalhos de campo observou-se que a espécie floresce de agosto a dezembro e frutifica no mês de dezembro.

As folhas dos espécimes que crescem no cerrado, apresentam maiores dimensões de comprimento, largura e área foliar (Tabela 1), provavelmente em face de sofrerem sombreamento, o que não ocorre com os espécimes do campo rupestre. O ambiente de campo rupestre é tipicamente caracterizado por vegetação rasteira e ambiente abertos, sujeitos a maior radiação incidente (ALVES et al., 2014), enquanto o cerrado pode conter vegetação arbórea abundante (NETTESHEIM, et al. 2014); o ambiente de campo rupestre possui solos particularmente pobres e um período seco bastante característico (ALVES et al., 2014), ocorrendo maior quantidade de fatores desfavoráveis quando comparado ao cerrado. Segundo Kubinová (1991), folhas desenvolvidas em ambientes com maior radiação apresentam menor área em comparação a folhas mais sombreadas.

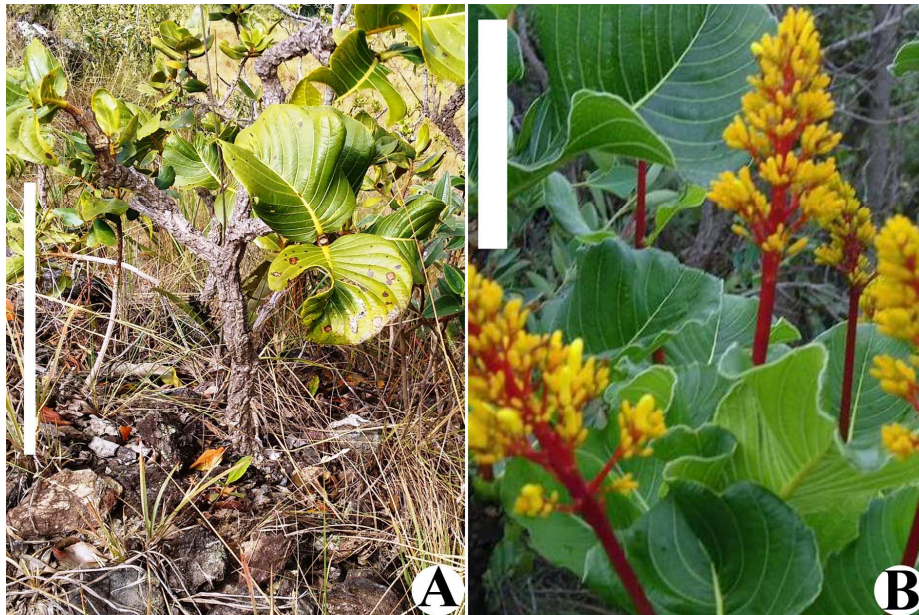


Figura 1. A - Hábito de *Palicourea rigida*, em campo rupestre; B - Inflorescência. Barras = 30,0 cm (A); 10,0 cm (B).

Figure 1. A= *Palicourea rigida* growing in campo rupestre environment. B - inflorescence. Bars = 30 cm (A) and 10 cm (B).

Tabela 1. Modificações na estrutura foliar de *Palicourea rigida* em ambiente de cerrado e campo rupestre. As médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $p < 0,01$. Entre parênteses está indicado o desvio padrão.

Table 1. Leaf structure modifications of *Palicourea rigida* plants from cerrado and campo rupestre environments. Means followed by the same letter in lines don't differ significantly at Scott-Knott test to $p < 0.05$.

Características	Cerrado	Campo rupestre
Área foliar (cm ²)	163,144 (± 16,24) a	71,068 (± 11,88) b
Comprimento foliar (cm)	20,764 (± 1,37) a	14,554 (± 1,44) b
Largura foliar (cm)	12,241 (± 0,88) a	8,735 (± 0,95) b
Densidade estomática (estômatos mm ⁻²)	340 (± 29,32) a	280 (± 37,89) b
Diâmetro polar estomático (µm)	35,296 (± 2,22) a	29,360 (± 1,99) b
Diâmetro equatorial estomático (µm)	24,757 (± 1,73) a	17,972 (± 1,23) b
Espessura da epiderme adaxial (µm)	69,072 (± 2,27) a	41,588 (± 2,69) b
Espessura do parênquima paliçádico (µm)	73,547 (± 6,08) a	56,770 (± 3,40) b
Espessura do parênquima esponjoso (µm)	167,572 (± 7,78) a	141,345 (± 5,17) b
Espessura da epiderme abaxial (µm)	38,262 (± 1,47) a	30,066 (± 1,92) b

3.2 Anatomia da folha

Pecíolo: A região mediana do pecíolo, em secção transversal, apresenta a superfície adaxial ligeiramente convexa e a abaxial, convexa, com um formato geral próximo ao circular (Figura 2 - A). A epiderme é uniestratificada, com células de paredes espessadas, sem estômatos, e apresenta tricomas tectores unicelulares, semelhantes àqueles observados próximo as nervuras de grande porte (Figura 3 - E). A região cortical do pecíolo é nitidamente dividida em duas porções: uma periférica, constituída por oito à dez camadas de colênquima, do tipo angular, e uma mais interna, constituída por células parenquimáticas. Idioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio em forma de ráfides (Figura 4 - E), estilóides e prismáticos, estes variando de formas de monocristais até drusas, são comuns na região cortical. Na região central do pecíolo situa-se o sistema vascular, composto por feixes vasculares do tipo colateral, arrançados em forma de "U", com as extremidades fortemente fletidas. Esta característica não foi observada no pecíolo de *Palicourea longepedunculata*, por Pereira et al. (2003), mas foi constatada em *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart., por Vieira (1988). O sistema vascular é acompanhado, em toda a extensão, por dois feixes laterais menores, conforme mencionado por Metcalfe & Chalk (1950), como sendo comum em rubiáceas, padrão este referenciado por Vieira et al. (1992) e Gomes et al. (1995) para espécies de *Psychotria* L. Externamente ao floema, são visíveis grupos de fibras esclerenquimáticas.

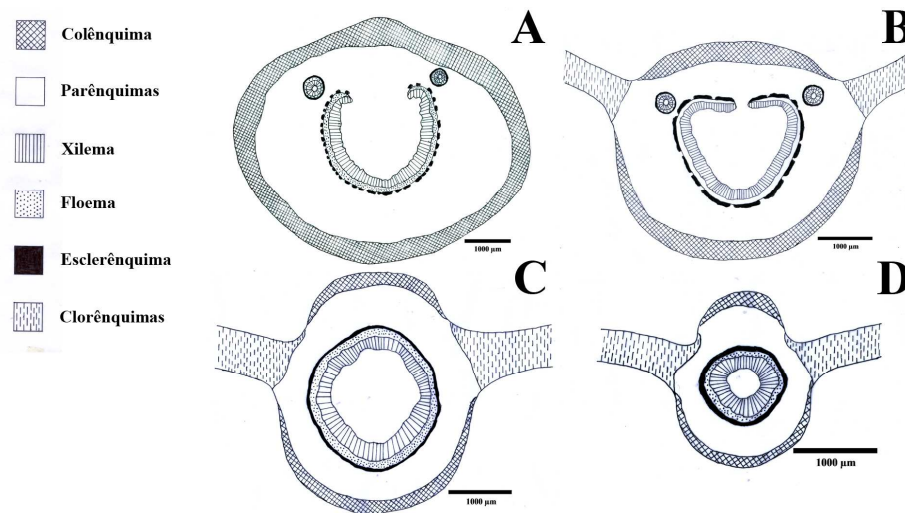


Figura 2. Esquemas de cortes transversais: A - Pecíolo; B - Nervura mediana, na porção basal; C - Nervura mediana, na porção mediana; D - Nervura mediana, na porção apical. Barras = 1000 µm.

Figure 2. Scheme of *Palicourea rigida* leaves in transversal sections. A – Petiole; B- Midrib at leaf base; C – Midrib at leaf median portion; D – Midrib at leaf apex. Bars = 1000 µm.

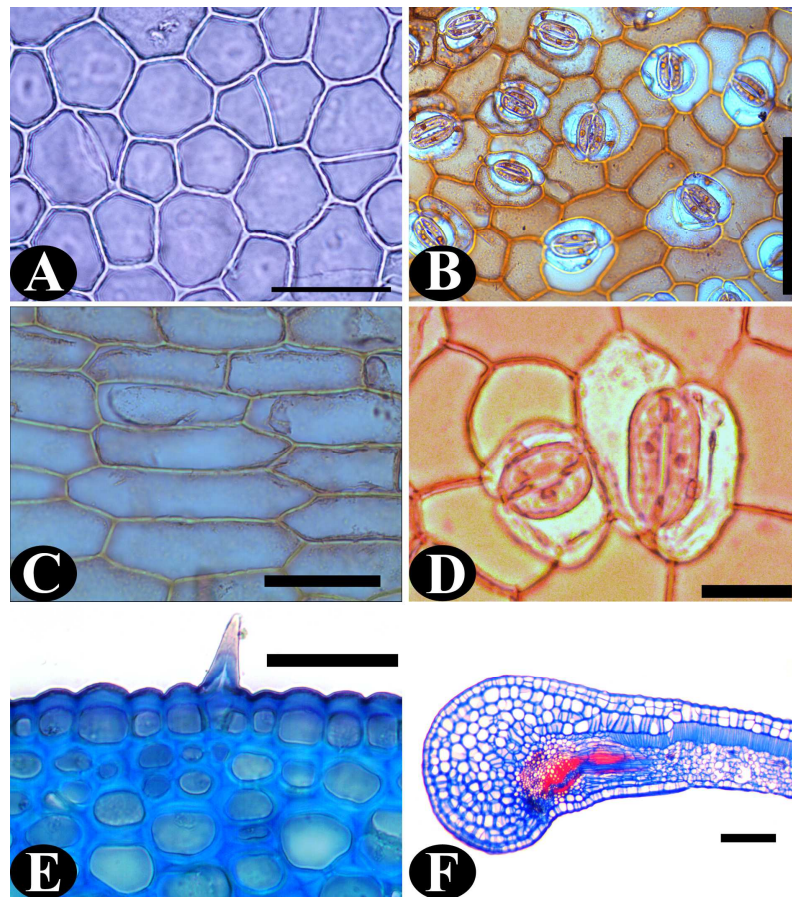


Figura 3. *P. rigida*. A - D: epiderme foliar; A: epiderme da face adaxial; B: epiderme da face abaxial; C: epiderme da face adaxial sobre nervura secundárias; D: estômato geminado. E: Epiderme, tricoma e colênquima da nervura mediana na região mediana. F: bordo foliar. Barras = 50 μm (A - E); 200 μm (F).

Figure 3. *P. rigida*. A - D: leaf epidermis; A: adaxial side epidermis; A: abaxial side epidermis; C: adaxial side epidermis over secondary veins; D: geminate stomata; E: epidermis, trichome and collenchyma from the midrib at the leaf center. F: leaf margin. Bar = 50 μm (A - E); 200 μm (F).

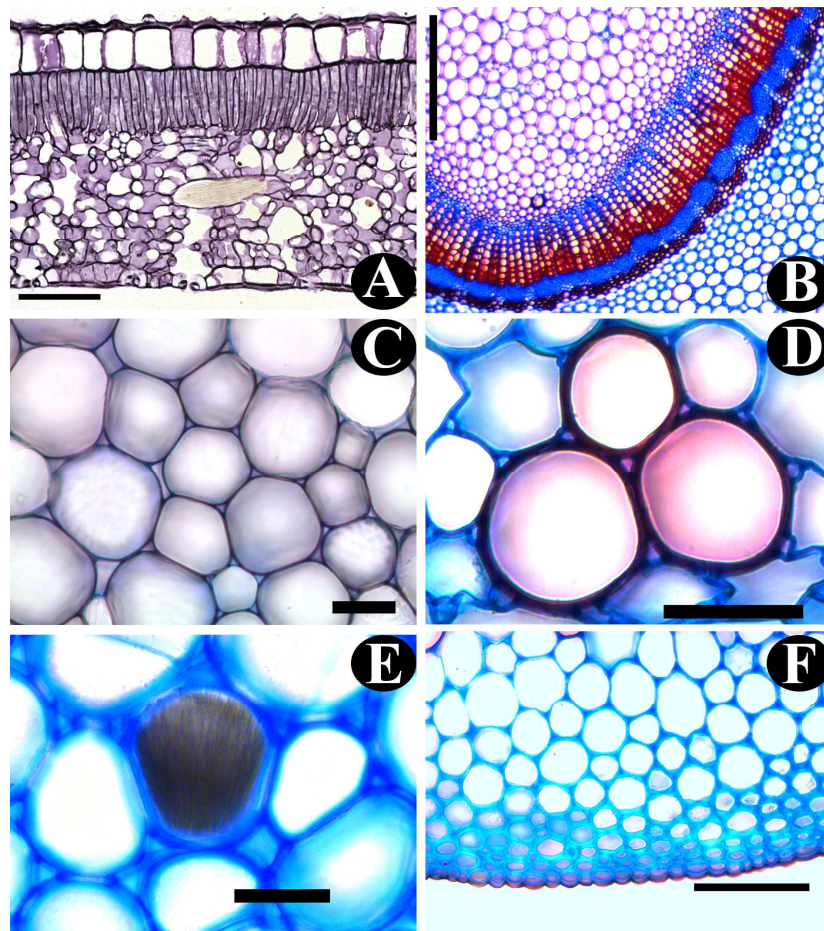


Figura 4. *P. rigida*. A: lâmina foliar em secção transversal. B - E: tecidos da nervura mediana em cortes transversais; B: parênquima e tecidos do sistema vascular; C - E: parênquima fundamental; em E, feixe de rafídios; F: epiderme e colênquima. Barras = 100 μm (A-B); 50 μm (C - F).

Figure 4. *P. rigida*. A: transversal section of leaf blade; B-E: transversal sections of the midrib tissues; B: parenchyma and vascular tissues; C-E: ground parenchyma; E: raphids bundle; F: epidermis and collenchyma. Bars = 100 μm (A-B); 50 μm (C - F).

3.3 Lâmina Foliar

Epiderme da face adaxial: Apresenta, em vista frontal (Figura 3 A), células de contorno poligonal e irregulares quanto ao tamanho e distribuição; as paredes anticlinais apresentam-se retas a ligeiramente curvas. Sobre as nervuras de maior porte, e ao longo destas, adquirem formato alongado (Figura 3 - C). Vista em corte transversal (Figura 4 - A), é uniestratificada. As paredes pericliniais externas são ligeiramente convexas, e cobertas por cutícula de espessura irregular. As paredes pericliniais internas são menos espessadas que as externas.

Epiderme da face abaxial: Também apresenta células de contorno poligonal, irregulares quanto ao tamanho, sem arranjo definido, e com paredes anticlinais retas a ligeiramente curvas. Apresenta estômatos (Figura 3 - B). Vista em corte transversal, é uniestratificada (Figura 4 - B). Paredes pericliniais externas recobertas por cutícula fina, lisa e de espessura quase uniforme. As paredes pericliniais internas são mais finas que as paredes pericliniais externas.

Tanto a epiderme da face adaxial, como a da face abaxial, apresentam espessura mais elevada em folhas de material de ambiente de cerrado (Tabela 1).

Estômatos: Presentes somente na face abaxial (Figura 3 B) da folha, caracterizando-a como hipoestomática. São do tipo paracítico (rubiáceo), segundo a classificação de Metcalfe & Chalk (1950). Em vista frontal, acham-se dispersos sem qualquer arranjo perceptível. Nota-se, comumente, a ocorrência de estômatos vizinhos duplos ou muito próximos (Figura 3 D). Em corte transversal, as células estomáticas estão situadas no mesmo nível das demais células epidérmicas (Figura 4 - A). A câmara subestomática é pouco profunda, e se estende, até as proximidades da penúltima camada do parênquima esponjoso. Na Tabela 1 apresenta-se a comparação estatística da frequência estomática das folhas oriundas dos dois ambientes; no material proveniente do cerrado todas as

médias, referentes à densidade estomática e às dimensões dos estômatos, são maiores em folhas oriundas do ambiente cerrado.

Tricomas: Ocorrem esparsamente nas duas faces da folha, sendo mais numerosos nas proximidades e sobre as nervuras de maior porte (Figura 3 E). São unicelulares e com paredes celulares de espessura aproximadamente uniforme. Por suas características podem ser classificados como tricomas tectores. Esse tipo de tricoma foi observado por Pereira et al. (2003) em *Palicourea longipedunculata*, espécie encontrada no interior de mata, e por Vieira et al. (1992) em *Psychotria leiocarpa* Mart., também citada como ocorrente em mata.

Mesofilo: a secção da lâmina foliar, em sua região mediana, apresenta estrutura dorsiventral (Figura 4 A). O parênquima paliçádico é constituído por um único estrato celular (Figura 4 A). As células encontram-se dispostas de maneira compacta com muito poucos espaços intercelulares. O parênquima esponjoso é constituído por sete – nove camadas de células, que apresentam formatos e tamanhos irregulares e paredes finas (Figura 4 A). O conteúdo celular é mais escasso que o das células paliçádicas. Os espaços intercelulares (lacunas) são relativamente pequenos. Em todo o mesofilo ocorrem idioblastos, portadores de estruturas cristalinas de oxalato de cálcio, com formatos semelhantes aos já citados para o pecíolo, distribuídas aleatoriamente. Os estiloides na maioria das observações ocorrem no parênquima paliçádico. Na Tabela 1, observa-se que os parênquimas, paliçádico e lacunoso, apresentam maior espessura nas folhas provenientes do ambiente cerrado.

Nervuras: Em secção transversal, a nervura primária (mediana) apresenta-se convexa tanto na região abaxial como na adaxial, desde a base até o ápice, sendo mais evidente a partir da região mediana (Figuras 2 B, C, D). A epiderme, tanto na face adaxial como na abaxial, em corte transversal (Figura 3 - E, 4 - F) é uniestratificada com paredes periclinais espessadas, sendo a externa

recoberta por cutícula semelhante à observada sobre as células do pecíolo. Há presença de tricomas tectores. Subepidermicamente há um colênquima, do tipo angular, com número variável de camadas celulares, de acordo com a região em que é realizado o corte (Figura 3- E, 4 - F). De modo geral, as células que se encontram próximas à epiderme possuem menor diâmetro que o das camadas celulares mais internas. O sistema vascular (Figuras 2 B, C, D) é semelhante ao descrito para o pecíolo, havendo alteração na disposição dos feixes vasculares; a partir da região mediana, até a região apical, posicionam-se formando uma estrutura circular, rodeada, externamente ao floema, por uma bainha de fibras esclerênquimáticas (Figuras 2 C, D). O parênquima fundamental é constituído por células com paredes delgadas. Notam-se, neste tecido, idioblastos cristalíferos, semelhantes aos já descritos para o pecíolo. As nervuras secundárias apresentam-se idênticas à primária no terço médio da folha, notando-se, porém uma redução das camadas celulares que as compõem. As nervuras de menor calibre apresentam constituição muito variável, conforme o seu calibre, podendo as mais reduzidas constarem exclusivamente de elementos do xilema.

Bordo Foliar: Apresenta-se ligeiramente fletido em direção à face abaxial (Figura 3 F). As células epidérmicas, dispostas em uma só camada celular, apresentam-se diferentes, em forma e tamanho, das células das faces adaxial e abaxial. Toda a região, propriamente dita do bordo, é recoberta por cutícula semelhante àquela que recobre o restante da lâmina foliar, porém apresenta uma maior espessura. À medida que se aproximam do bordo, as células do parênquima paliçádico tornam-se mais curtas e mais estreitas; no parênquima esponjoso também ocorre uma diminuição do número de camadas celulares. Na porção mais dilatada do bordo essas células são substituídas por um grupo de elementos colenquimatosos. Cristais, dos tipos já descritos, ocorrem com relativa frequência nessa região. Tricomas com as mesmas

características já assinaladas ocorrem, raramente nesta região; estômatos não foram observados.

Nervação: Padrão geral (Figura 5 A): pinado, camptódromo, broquidódromo. A nervura mediana (nervura primária) é nítida, afilando-se em direção ao ápice, com curso retilíneo, sem ramificações. As nervuras secundárias são ascendentes, apresentando ângulo de divergência agudo; espessura moderada; curso levemente no percurso até próximo ao bordo foliar, e curvado abruptamente formando arcos com as nervuras secundárias supra-adjacentes. As nervuras terciárias são visíveis na folha verde. As nervuras de maior ordem apresentam curso relativamente ao acaso (Figura 5 B). As nervúculas (Figura 5 C, D) são simples e ramificadas; são encontradas aréolas sem nervúculas. As aréolas (Figura 5 C, D) apresentam desenvolvimento imperfeito, com arranjo ao acaso, formato irregular e tamanho predominantemente mediano.

A densidade vascular das folhas oriundas do campo rupestre é maior, o que pode ser observado na figura 5 D, que representa aréolas e terminações de nervuras. A figura 5 C representa aréolas e terminações de nervuras de folhas provenientes do cerrado.

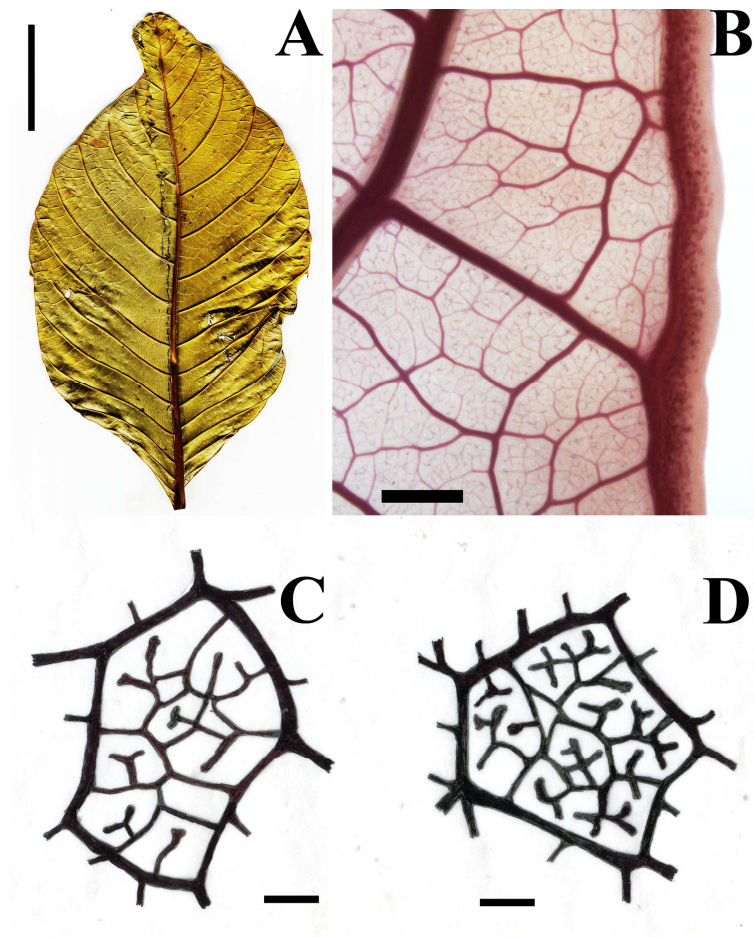


Figura 5. Detalhes da venação foliar de *P. rigida*. 5 A: folha prensada e escaneada: padrão; 5 B: detalhe das nervuras terminais do bordo; 5 C: aréolas e nervúculas em folhas de cerrado; 5 D: aréolas e nervúculas em folhas de campo rupestre. Barras = 5,0 cm A; 1000 μm B; 200 μm C e D.

Figure 5. Leaf venation details of *P. rigida*. A: scanned leaf; B: veins from leaf margin; C: areoles and minor veins in leaves from cerrado plants; D: areoles and minor veins in leaves from campo rupestre plants. Bars = 5 cm A; 1000 μm B; 200 μm C and D.

4 CONCLUSÕES

As características observadas nas folhas de *Palicourea rigida*, tais como: epiderme unisseriada, parênquima paliçádico uniestratificado, diversos tipos de cristais de oxalato de cálcio (também referidos por Lersten, 1974), feixes vasculares colaterais, a distribuição dos tecidos de sustentação (colênquima e esclerênquima), mostram que a organização reflete as características da família Rubiaceae, citadas por Metcalfe e Chalk (1950).

As maiores médias observadas para as características foliares nas plantas de *P. rigida* em ambiente de cerrado podem ser atribuídas a características ambientais menos inóspitas que levaram a formação de folhas maiores e mais funcionais em comparação com o campo rupestre. Além das características mais funcionais como maior espessura do mesofilo e maior densidade estomática, a maior área foliar de *P. rigida* em ambiente de cerrado pode levar a uma maior fotossíntese que pode possibilitar um maior crescimento e porte das plantas em ambiente de cerrado comparado ao campo rupestre.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R.J.V.; SILVA, N.G.; OLIVEIRA, J. A.; MEDEIROS, D. Circumscribing campo rupestre – megadiverse Brazilian rocky montane savanas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 2, p. 355-362, 2014.
- BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v. 3. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1986. 326 p.
- BEIGUELMAN, B. Considerações sobre a morfologia dos estomas de *Annona coriacea* Mart., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., *Erythroxylum suberosum* St. Hil. e *Ouratea Spectabilis* (Mart.) Eng. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 114-124, 1962.
- CAMPOS, M. T. V. A.; ZAPPI, D. C.; CALIÓ, M. F.; PIRANI, J. R. Flora de Grão Mogol, Minas Gerais: Rubiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, p. 41-67, 2006.
- FELLIPE, G.M.; ALENCASTRO, F.M.M.R. de. Contribuição ao estudo da nervação foliar das compostas dos cerrados. I. Tribus: Helenieae, Heliantheae, Inuleae, Mutiseae, e Senecioneae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 125-157, 1966.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analyze sistem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FOSTER, A. S. **Practical plant anatomy**. New York: Van Nostrand, 1949. 228 p.
- FREITAS, L. J. M.; BARATTO, D. M.; PEREIRA, P. S.; CONTINI, S. H. T.; MOMM, H. G.; BERTONI, B. W.; FRANÇA, S. C.; PEREIRA, A. M. S. Loganin production in *Palicourea rigida* (Rubiaceae) from populations native to Brazilian Cerrado. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n. 12, p. 2559-2565, 2011.
- GOMES, D.M.S.; MANTOVANI, A.; VIEIRA, R. C. Anatomia foliar de *Psychotria tenuinervis* Mull. Arg. e *P. stenocalyx* Mull Arg. (Rubiaceae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 15-33, 1995.
- JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: W. H. Freeman, 1962. 408 p.

HANDRO, W. Contribuição ao estudo da venação e anatomia foliar das Amarantáceas dos Cerrados. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 4, p. 479-499, 1964.

HICKEY, L. J. Classification of the architecture of dicotyledons leaves. **American Journal of Botany**, Ohio, v. 60, n. 1, p. 17-33, 1973.

KRAUZ, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, RJ: EDRU, 1997. 198 p.

KUBÍNOVÁ, L. Stomata and mesophyll characteristics of barley leaf as affected by light: stereological analysis. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, n. 8, p. 995-1001, May 1991.

LERSTEN, N. R. Morphology and distribution of colleters and crystals in relation to the taxonomy and bacteria leaf nodule symbiosis of *Psychotria* (Rubiaceae). **American Journal of Botany**, Ohio, v. 61, n. 9, p. 973-981, 1974.

MABBERLEY, D. J. **The plant-book: a portable dictionary of the vascular plants**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

MENDONÇA, A. C. A. M.; SILVA, M. A. P. da; SEIXAS, E. N. C.; SANTOS, M. A. F. dos. Rubiaceae: aspectos ecológicos e reprodutivos. **Caderno de Cultura e Ciência**, Cariri, v. 12, n. 2, p. 8-19, 2013.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon Press, 1950. 1500 p.

NETTESHEIM F.C.; CARVALHO, D.C.; FONSECA, C.C.; NUNES, R.S.; CAVALCANTI, D.M.; GABRIEL, M. M.; MENEZES, L.F.T. Estrutura e florística do estrato arbóreo no cerrado sensu stricto de Buritis, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 4, p. 731-747, 2010.

OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, K.; LOPES, S. S.; FONTOURA, F. M. Allelopathy and influence of leaves of *Palicourea rigida* (Rubiaceae) on seed germination and seedling formation in lettuce. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, supl. 2, p. 938-947, 2014.

PEREIRA, Z. V.; MEIRA, R. M. S. A.; AZEVEDO, A. A. Morfoanatomia foliar de *Palicourea longepedunculata* Gardiner (Rubiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 759-767, 2003.

ROBRECHT, E. Tropical wood Rubiaceae. **Opera Botanica Belgium**, v. 1, p. 1-271, 1988.

SILVA, M. S.; PEREIRA, A. M. S.; MOREL, L. J.; FRANÇA, S. C.; BERTONI, B. W. Association of loganin contents with the genetic characterization of natural populations of *Palicourea rigida* Kunth determined by AFLP molecular markers. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 51, p. 189-194, 2013.

STEYERMARK, J. A. Rubiaceae, Tribos Cinchoneae, Rondeletia, Mussaendae, Gardeniae, Morindae, Cousareae, Psychotriae. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, New York, v. 17, n. 1, p. 230-436, 1967.

VIEIRA, R. C. *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart. (Rubiaceae). *Anatomia foliar. Rodriguesia*, Rio de Janeiro, v. 66, n. 40, p. 33-39, 1988.

VIEIRA, R. C.; GOMES, D. M.; FERRAZ, C. L. A. Anatomia foliar de *Psychotria nuda* Wavra e *Psychotria leiocarpa* Mart. Rubiaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 185-195, 1992.

ZAPPI, D. C.; CALIÓ, M.F.; PIRANI, J.R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Rubiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 71-140, 2014.

ANEXOS

Anexo 1 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., exsicatas depositadas no Herbário ESAL de material coletado em cerrado (foto a esquerda) e em campo rupestre (foto a direita).



Anexo 2 *Palicourea rigida* Kunth., exsicatas depositadas no Herbário ESAL de material coletado em cerrado (foto a esquerda) e em campo rupestre (foto a direita).

