

Anatomia ecológica foliar de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. na Restinga Cearense

Ecological anatomy of *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. leaf in Restinga in Ceará state

Viviane de Oliveira Thomaz Lemos^I, Eliseu Marlônio Pereira de Lucena^{II}, Oriel Herrera Bonilla^{III}, Bruno Edson-Chaves^{IV}, Morgana Andrade Freitas^V

Resumo

A anatomia foliar ecológica do gênero *Myrcia* DC. ainda é pouco estudada. A espécie *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., popularmente conhecida como mapirunga, ocorre em região de litoral no estado do Ceará e possui importância ecológica e potencial medicinal. Objetivou-se caracterizar a anatomia foliar ecológica dessa espécie nas estações de chuva e seca, bem como, ao sol e à sombra na Restinga cearense. Para isso, foram realizadas coletas no Jardim Botânico de São Gonçalo de folhas totalmente expandidas e fixadas em FAA70, sendo substituído por etanol 70% após 24 horas. Seguiu-se para os procedimentos anatômicos usuais no Laboratório de Ecologia da Universidade Estadual do Ceará, a fim de analisar qualitativamente e quantitativamente as estruturas da lâmina foliar, pecíolo e paradérmico. Como resultados obteve-se a presença de características que contribuem para sua sobrevivência em ambiente de Restinga com períodos de *deficit* hídrico e alta taxa de luminosidade, tais como: presença de cutícula levemente espessa, folha hipostomática, aumento da densidade estomática em folhas de sol, presença de fibras abundantes nos feixes vasculares da nervura central e presença de drusas. Portanto, conclui-se que a planta em estudo possui grande capacidade aclimatativa às condições analisadas (intensa luminosidade e períodos de *deficit* hídrico).

Palavras-chave: Myrtaceae; Mapirunga; Sazonalidade; Luminosidade

Abstract

The ecological foliar anatomy of the genus *Myrcia* DC. is still little studied. *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. species popularly known as mapirunga, occurs in a coastal region in the state of Ceará and has ecological importance and medicinal potential. The objective was to characterize the ecological foliar anatomy of this species in rainy and dry seasons, as well as, in the sun and shade in the Ceará's Restinga. To do so, samples were collected in São Gonçalo Botanical Garden, with leaves totally expanded and fixed in FAA70, being replaced by 70% ethanol after 24 hours. It was followed to the usual anatomical procedures in the Ecology Laboratory of the Ceará State University, in order to qualitatively and quantitatively analyze the structures of the leaf blade, petiole and paradermal sections. The results showed the presence of characteristics that contribute to its survival in a Restinga environment with periods of water deficit and high luminosity, such as: presence of slightly thick cuticle, hypostomatic leaf, increased stomatal density in leaves of sun, presence of abundant fibers in the vascular bundles of the central vein and presence of drusen. Therefore, it is concluded that the plant under study has a great acclimative capacity to the analyzed conditions (intense luminosity and periods of water deficit).

Keywords: Myrtaceae; Mapirunga; Seasonality; Luminosity

^I Bióloga, MSc., Professora Substituta do Curso de Ciências Biológicas, Faculdade de Educação, Ciências e Letras dos Inhamuns, Universidade Estadual do Ceará, Rua Sólon Medeiros, s/n, Campus Tauá, CEP 63660-000, Tauá (CE), Brasil. viviane.thomaz@uece.br (ORCID: 0000-0003-4704-3959)

^{II} Engenheiro Agrônomo, Pós-Doc., Professor Associado do Curso de Ciências Biológicas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Av. Dr. Silas Munguba, 1700, Campus Itaperi, CEP 60714-903, Fortaleza (CE), Brasil. eliseu.lucena@uece.br (ORCID: 0000-0002-8190-1702)

^{III} Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Curso de Ciências Biológicas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Av. Dr. Silas Munguba, 1700, Campus Itaperi, CEP 60714-903, Fortaleza (CE), Brasil. oriel.herrera@uece.br (ORCID: 0000-0002-9140-6086)

^{IV} Biólogo, MSc., Professor Assistente do Curso de Ciências Biológicas, Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu, Universidade Estadual do Ceará, Av. Dário Rabêlo, s/n, Campus Iguatu, CEP 63502-253, Iguatu (CE), Brasil. bruno.edson@uece.br (ORCID: 0000-0003-1678-1393)

^V Bióloga, MSc., Acadêmica de Nutrição do Centro Universitário Christus, Rua João Adolfo Gurgel, 133, Campus Parque Ecológico, CEP 60190-180, Fortaleza (CE), Brasil. morganaafreitas@hotmail.com (ORCID: 0000-0001-9627-0045)



Introdução

A mapirunga (*Myrcia guianensis* (Aubl.) DC.) pertence à Myrtaceae e seu gênero está entre os trinta mais diversos de Angiosperma (THE BRAZIL FLORA GROUP, 2015). Essa planta pode ser encontrada no estado do Ceará como forma de arvoretas e árvores, possuindo ramos jovens pilosos com folhas membranáceas, elípticas, obtusas, agudas a cuneadas (AMORIM; ALVES, 2011; SOBRAL *et al.*, 2015). Estudos demonstram o potencial de suas folhas por possuírem compostos importantes de efeito hipoglicemiante e anti-hemorrágico (CASCAES *et al.*, 2015).

Apenas um trabalho relacionado à anatomia foliar dessa espécie foi encontrado, porém se trata apenas de anatomia descritiva, não analisando a influência ambiental na morfoanatomia foliar (JORGE; AGUIAR; SILVA, 2000). Sabe-se que essa ciência pode ser estudada para assegurar a identificação das espécies e explicar as estratégias aclimatativas das plantas para sobreviver em decorrência de variações ambientais (RAMOS; COTTA; FONSECA FILHO, 2016; ANDRADE; LAMEIRA, 2017).

As folhas são os órgãos dos vegetais que mais respondem às mudanças que acontecem no ambiente, podendo ocorrer modificações estruturais (EVERT, 2013). Essa capacidade que as folhas possuem é conhecida como plasticidade ecológica (SULTAN, 2000; 2003; VALLADARES *et al.*, 2000). Estações do ano e diferentes luminosidades são exemplos de fatores abióticos que podem influenciar na anatomia foliar (OLIVEIRA *et al.*, 2016; PACHECO-SILVA; DONATO, 2016).

Os estômatos são estruturas que podem ser citados como exemplo da ocorrência de plasticidade ecológica, pois, dependendo da espécie, a quantidade pode ser maior ou menor, em condições de alta luminosidade e escassez hídrica (DONATO; MORRETES, 2009; VILE *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2016; LEMOS *et al.*, 2018). Pode-se citar também a espessura da cutícula maior na face adaxial, que funciona como impermeabilizante, evitando assim a perda de água em excesso pela planta (ESPOSITO-POLESI; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Em folhas com menor exposição ao sol (folhas de sombra) pode haver o aumento do mesofilo favorecendo o aumento do potencial fotossintético, pois ajuda a aumentar a dispersão interna da luz, promovendo assim, uma melhor absorção dessa luz para a fotossíntese (DELUCIA *et al.*, 1996; AMORIM; MELO JÚNIOR, 2017).

Visto isso, o estudo da anatomia ecológica torna-se importante para explicar as estratégias das plantas na sobrevivência nas diversas condições ambientais impostas em seu *habitat*. Portanto, a hipótese do presente trabalho foi de que existe uma correlação entre a anatomia da folha de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. e as condições ambientais a esta imposta.

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa foi caracterizar a anatomia foliar de mapirunga (*Myrcia guianensis* (Aubl.) DC.), nas estações de chuva e seca, bem como, ao sol e à sombra na Restinga cearense, pretendendo contribuir para a compreensão das respostas morfoanatômicas às condições abióticas naturais de ocorrência da espécie.

Material e métodos

No Jardim Botânico de São Gonçalo, localizado em área de Restinga no município de São Gonçalo do Amarante, foram coletadas folhas adultas totalmente expandidas, localizadas do 3º ao 5º nó dos ramos de *Myrcia guianensis* (3º34'14,5"S, 38º53'14,3"O e 26 m de altitude). As folhas foram fixadas em FAA70 (JOHANSEN, 1940) e após 24 horas preservadas por etanol 70% (JENSEN, 1962) até etapas posteriores, realizadas no Laboratório de Ecologia localizado na Universidade Estadual do Ceará.

As coletas foram obtidas de dez populações diferentes, cinco localizadas na borda da mata (plantas de sol) e cinco localizadas dentro da mata com vegetação mais fechada (plantas de sombra), em período de chuva (abril-temperatura média de 34,31°C e umidade de 54,7%) e em período de seca (outubro-temperatura média de 36,51°C e umidade de 45,8%) do ano de 2016,

para comparação ecológica sazonal.

As amostras foram seccionadas transversalmente no terço médio da lâmina foliar (regiões do bordo e nervura central) e do pecíolo, feitos à mão livre utilizando micrótomo de Ranvier. Seguiu-se para a clarificação em hipoclorito de sódio 20-30% (KRAUS; ARDUIM, 1997) com posterior coloração em azul de alcian/safranina (4:1) (LUQUE; SOUSA; KRAUS, 1996) e desidratação em série etanólica crescente, diafanizada em acetato de Butila e montada em verniz vitral (PAIVA *et al.*, 2006).

Para análise da epiderme, porções dos materiais foram submetidas à solução de Franklin (1945), na concentração 1:1, com alteração no peróxido de hidrogênio, usado a 60%, por 24 horas em estufa a 80°C. As amostras paradérmicas foram coradas com safranina alcoólica (JOHANSEN, 1940), desidratadas em série etílica, diafanizadas em acetato de butila e montadas em verniz vitral (PAIVA *et al.*, 2006).

Para o registro fotográfico foi utilizado uma câmera fotográfica de modelo DSC-W530 acoplada ao microscópio óptico da marca Bel Photonics. Para as medições das estruturas anatômicas foi utilizado o programa Image-Pro Plus.

Para os cortes transversais na região da margem da folha foram avaliadas quantitativamente (n = 20) as espessuras da lâmina foliar, mesofilo, cutícula, altura das células epidérmicas e epiderme na face abaxial e adaxial, bem como parênquima paliçádico e esponjoso. Na região da nervura central e do pecíolo da folha foram medidos o comprimento e a largura total, área do feixe vascular central, área das cavidades secretoras presentes e quantificação das cavidades secretoras e drusas.

Nas secções paradérmicas, para a face abaxial, foram examinados quantitativamente (n = 20) a densidade (nº de estruturas analisadas/área) e frequência média (nº de estruturas analisadas/células epidérmicas totais) dos estômatos, além disso, foram avaliados o comprimento, largura e a área de cada estômato, medidos no programa Image-Pro Plus, bem como o índice estomático (IE) com base na fórmula adaptada de Willmer e Fricker (1996).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com fatorial 2 (chuva e seca) x 2 (sol e sombra) e 20 repetições. Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade, seguido de análise de variância observando a significância pelo teste F e quando significativos, procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade (SANTOS *et al.*, 2008). O teste t a 1% de probabilidade também foi realizado para espessuras de cutícula e epiderme (VIEIRA, 2011).

Resultados e discussão

Resultados

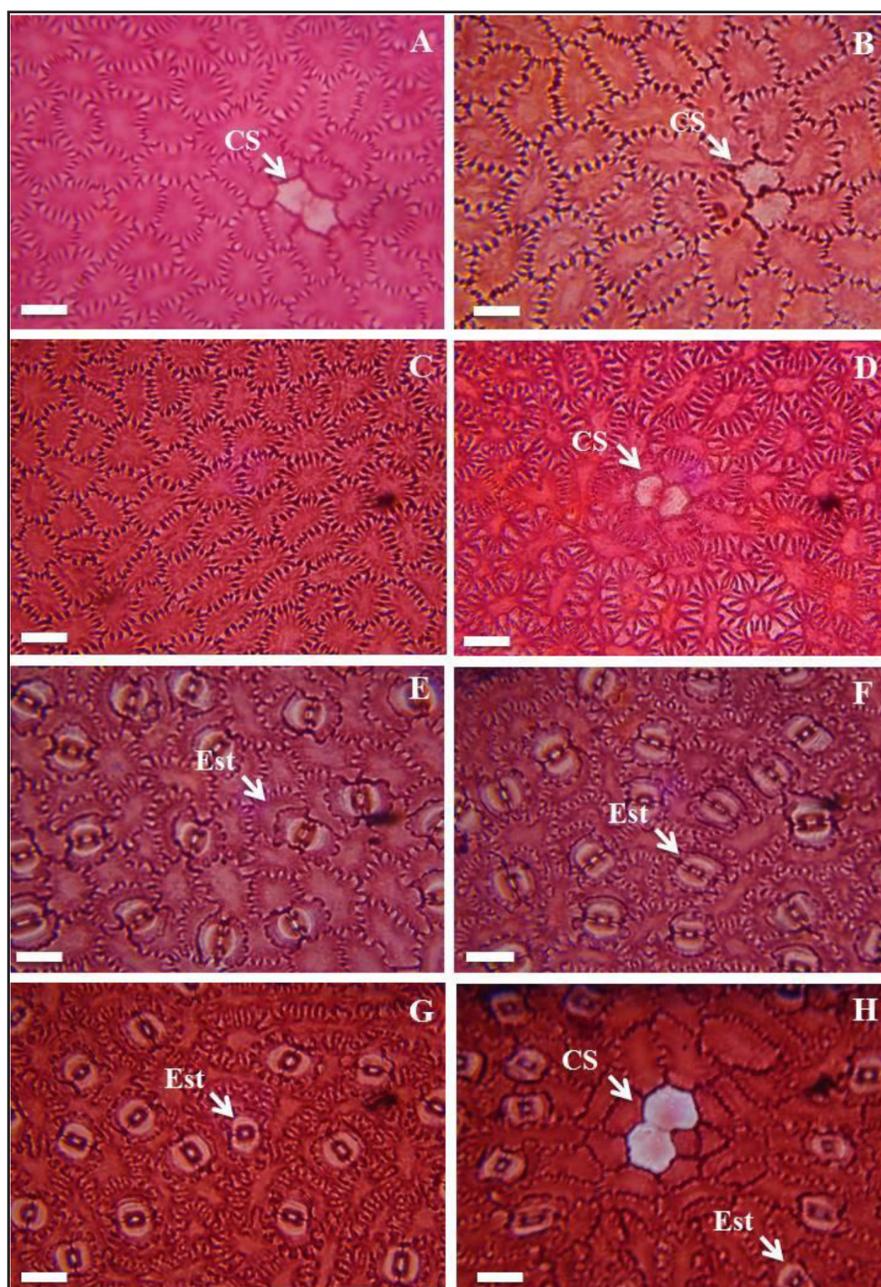
Epiderme em vista frontal – análise qualitativa

A face adaxial da epiderme da folha de *Myrcia guianensis* apresenta células com paredes anticlinais sinuosas. Podem-se observar duas células epidérmicas situadas sobre as cavidades secretoras, sendo facilmente reconhecíveis pelo formato poligonal e por serem incolores, ao redor das quais, as células próximas dispõem-se de forma frequentemente circular (Figuras 1A-D).

As células epidérmicas comuns e as que estão sobre cavidades secretoras da face abaxial assemelham-se às descritas para a face adaxial, porém essa face da epiderme contém estômatos do tipo paracítico (Figuras 1E-H).

Figura 1 – Epiderme adaxial (A-D) e abaxial (E-H) da folha *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. em vista frontal. Tratamentos: A e E - chuva/sol; B e F - chuva/sombra; C e G - seca/sol; D e H - seca/sombra. Abreviatura: CS - cavidade secretora; Est - estômato. Barra: 30 μ m

Figure 1 – Adaxial and abaxial epidermis of *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. leaf. in front view. Treatments: A and E - rain/sun; B and F - rain/shade; C and G - dry/sun; D and H - dry/shade. Abbreviation: CS - secretory cavity; Est - stomata. Bar: 30 μ m



Fonte: Autores (2017)

Epiderme em vista frontal – análise quantitativa (estomática)

A análise quantitativa foi realizada para a face abaxial da folha, uma vez que a mesma é hipoestomática. A densidade estomática apresentou diferenças quanto à estação e luminosidade, sendo maior no período de chuva e em folhas de sol. A área estomática exibiu diferença estatística apenas quanto à estação, sendo maior no período de seca. Os demais valores testados relacionados com os estômatos não apresentaram diferenças estatísticas significativas (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros quantitativos dos cortes paradérmicos e transversais da folha de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. nas estações de chuva e seca, bem como ao sol e à sombra

Table 1 – Quantitative parameters of the parapermic and transverse sections of the *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. leaf in rainy and dry seasons, as well as in the sun and shade

Parâmetros	Estação		Luminosidade		Coeficiente de variação (%)
	Chuva	Seca	Sol	Sombra	
DE	76,12 a	68,37 b	76,75 a	67,75 b	23,15
FE	0,20 a	0,19 a	0,20 a	0,20 a	17,78
IE	17,09 a	16,56 a	16,96 a	16,68 a	14,80
CE	27,08 a	27,10 a	27,20 a	26,98 a	9,46
LE	28,20 a	24,30 a	27,92 a	24,58 a	12,50
AE	86,53 b	95,14 a	89,44 a	92,22 a	14,05
EEAd	30,05 a	27,35 b	29,23 a	28,17 a	12,56
EEAb*	19,01 a	19,18 a	18,75 a	19,44 a	13,91
ECAd*	14,45 a	13,47 b	14,04 a	13,88 a	14,81
ECAb	10,25 a	10,12 a	9,56 b	10,82 a	17,61
ECECad	16,85 a	16,07 a	15,99 a	16,92 a	23,79
ECECab*	11,60 a	10,56 b	10,91 a	11,25 a	20,71
ELF*	333,76 a	316,87 b	312,59 b	338,03 a	5,93
EM*	289,41 a	277,21 b	270,31 b	296,32 a	6,60
EPP*	110,68 a	106,53 a	102,90 b	114,31 a	12,43
EPE*	178,10 a	173,54 a	168,00 b	183,63 a	7,84
CNC*	702,44 a	696,07 a	710,07 a	688,44 a	11,71
LNC	658,39 a	627,68 a	661,67 a	624,40 a	16,33
AFVNC*	1540,90 a	1501,99 a	1540,27 a	1502,62 a	13,09
QDNC*	12,80 b	18,27 a	14,95 a	16,12 a	19,55
QCSNC*	0,90 a	1,27 a	1,40 a	0,77 b	23,24
ACSNC*	332,57 a	338,25 a	334,30 a	336,52 a	16,40

Continua ...

Continuation ...

Tabela 1 – Continuação ...

Table 1 – Continuation ...

Parâmetros	Estação		Luminosidade		Coeficiente de variação (%)
	Chuva	Seca	Sol	Sombra	
CP*	1945,05 a	1948,68 a	2063,51 a	1830,23 b	6,02
LP*	1955,18 a	1938,20 a	2142,33 a	1751,06 b	8,18
AFVP	2626,14 a	2652,08 a	2835,63 a	2442,59 b	8,83
QDP	25,55 b	39,10 a	29,30 b	35,35 a	10,12
QCSP	3,37 b	4,70 a	3,20 b	4,87 a	12,05
ACSP	670,42 a	659,69 a	701,19 a	628,92 b	13,83

Fonte: Autores (2017)

Em que: DE - Densidade estomática; FE - Frequência estomática; IE - Índice estomático; CE - Comprimento dos estômatos (μm); LE - Largura dos estômatos (μm); AE - Área dos estômatos (μm^2); ELF - Espessura da lâmina foliar (μm); EM - Espessura do mesofilo (μm); ECAd - Espessura da cutícula adaxial (μm); ECAb - Espessura da cutícula abaxial (μm); ECECAd - Espessura da célula epidérmica comum adaxial (μm); ECECAb - Espessura da célula epidérmica comum abaxial (μm); EEAd - Espessura da epiderme adaxial (μm); EEAb - Espessura da epiderme abaxial (μm); EPP - Espessura do parênquima paliádico (μm); EPE - Espessura do parênquima esponjoso (μm); CNC - Comprimento da nervura central (μm); LNC - Largura da nervura central (μm); AFVNC - Área do feixe vascular da nervura central (μm^2); QDNC - Quantidade de drusas na nervura central; QCSNC - Quantidade de cavidades secretoras na nervura central; ACSNC - Área da cavidade secretora na nervura central; CP - Comprimento do pecíolo (μm); LP - Largura do pecíolo (μm); AFVP - Área do feixe vascular do pecíolo (μm^2); QDP - Quantidades de drusas no pecíolo; QCSP - Quantidade de cavidades secretoras no pecíolo; ACSP - Área das cavidades secretoras do pecíolo (μm^2). Média seguida pela mesma letra nas estações ou nas luminosidades, não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O asterisco indica que há interação entre as estações e as luminosidades, maiores detalhes na Tabela 2.

Epiderme em secção transversal – análise qualitativa e quantitativa

A epiderme de ambas as faces são uniestratificadas, com cutícula espessa (Figuras 2A-E). Os estômatos (Est) mostram-se situados no mesmo nível que as demais células epidérmicas comuns (Figura 2B).

A epiderme e cutícula adaxial apresentaram maiores espessuras quando comparas à face abaxial pelo teste t.

A espessura da epiderme na face adaxial (EEAd) apenas mostrou diferença estatística quanto à estação, apresentando-se maior no período de chuva (Tabela 1). Já a epiderme abaxial (EEAb) apenas demonstrou interação entre os tratamentos, em que relacionado às estações apresentou-se maior na época de chuva e em folhas de sombra; e em relação à luminosidade as folhas de sol apresentaram-se maior na época de seca e as folhas de sombra na época de chuva (Tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros quantitativos da folha de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC.: interação entre as estações e as luminosidadesTable 2 – Quantitative parameters of *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC.: interaction between the seasons and the luminosities

Estação	Luminosidade		Estação	Luminosidade	
	Sol	Sombra		Sol	Sombra
EEAb			ECAd		
Chuva	17,67 Bb	20,35 aA	Chuva	13,66 aB	15,25 aA
Seca	19,83 aA	18,54 bA	Seca	14,42 aA	12,52 bB
ECECAb			ELF		
Chuva	10,54 aB	12,67 aA	Chuva	302,78 bB	364,74 aA
Seca	11,28 aA	9,83 bB	Seca	322,40 aA	311,33 bA
EM			EPP		
Chuva	258,59 bB	320,24 aA	Chuva	97,49 bB	123,86 aA
Seca	282,02 aA	272,39 bA	Seca	108,31 aA	104,76 bA
EPE			CNC		
Chuva	162,34 bB	193,86 aA	Chuva	676,36 bB	728,51 aA
Seca	173,67 aA	173,41 bA	Seca	743,77 aA	648,38 bB
AFVNC			QDNC		
Chuva	1540,90 aA	1540,27 aA	Chuva	8,50 bB	17,10 aA
Seca	1501,99 aA	1502,62 aB	Seca	21,40 aA	15,15 aA
QCSNC			ACSNC		
Chuva	1,00 bA	0,80 aA	Chuva	316,96 bA	348,18 aA
Seca	1,80 aA	0,75 aB	Seca	351,65 aA	324,86 aA
CP			LP		
Chuva	2033,85 aA	1856,25 aB	Chuva	2114,59 aA	1795,77 aB
Seca	2093,16 aA	1804,21 aB	Seca	2170,07 aA	1706,34 aB

Fonte: Autores (2017)

Em que: EEAb - Espessura da epiderme abaxial (μm); ECAd - Espessura da cutícula adaxial (μm); ECECAb - Espessura da célula epidérmica comum abaxial (μm); ELF - Espessura da lâmina foliar (μm); EM - Espessura do mesofilo (μm); EPP - Espessura do parênquima paliçádico (μm); EPE - Espessura do parênquima esponjoso (μm); CNC - Comprimento da nervura central (μm); AFVNC - Área do feixe vascular da nervura central (μm^2); QDNC - Quantidade de drusas na nervura central; QCSNC - Quantidade de cavidades secretoras na nervura central; ACSNC - Área da cavidade secretora na nervura central; CP - Comprimento do pecíolo (μm); LP - Largura do pecíolo (μm). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A espessura da cutícula adaxial (ECAd) apresentou diferença em relação à estação sendo maior na época de chuva (Tabela 1). Esse parâmetro ainda apresentou interação entre os tratamentos, pois em relação à época do ano obteve maior espessura na estação de chuva em folhas de sombra e na estação de seca em folhas de sol (Tabela 2). Quanto à luminosidade, as folhas de sombra exibiram maior espessura na estação de chuva (Tabela 2).

Já a espessura da cutícula na face abaxial (ECAd) apresentou diferença apenas quanto à luminosidade, sendo maior em folhas de sombra (Tabela 1).

A espessura das células epidérmicas comuns para a face adaxial não apresentou diferença estatística. Já para a face abaxial apresentou diferença quanto à estação sendo de maior espessura na época de chuva. Esse parâmetro ainda apresentou interação, em que na época de chuva a maior espessura foi nas folhas de sombra e na época de seca nas folhas de sol. A interação quanto à luminosidade exibiu maior valor nas folhas de sombra coletadas na estação de chuva (Tabela 2).

Lâmina foliar em secção transversal – análise qualitativa

A lâmina foliar apresenta-se linear e mesofilo revela-se estrutura tipicamente dorsiventral. O parênquima paliçádico (PP) possui 2 camadas de células. O parênquima esponjoso (PE) é formado por aproximadamente 8 estratos de células. Nessa região situam-se os feixes vasculares menores, envolvidos por bainha do feixe, com fibras esclerenquimáticas ocorrendo nos dois polos dos feixes (Figuras 2A-E).

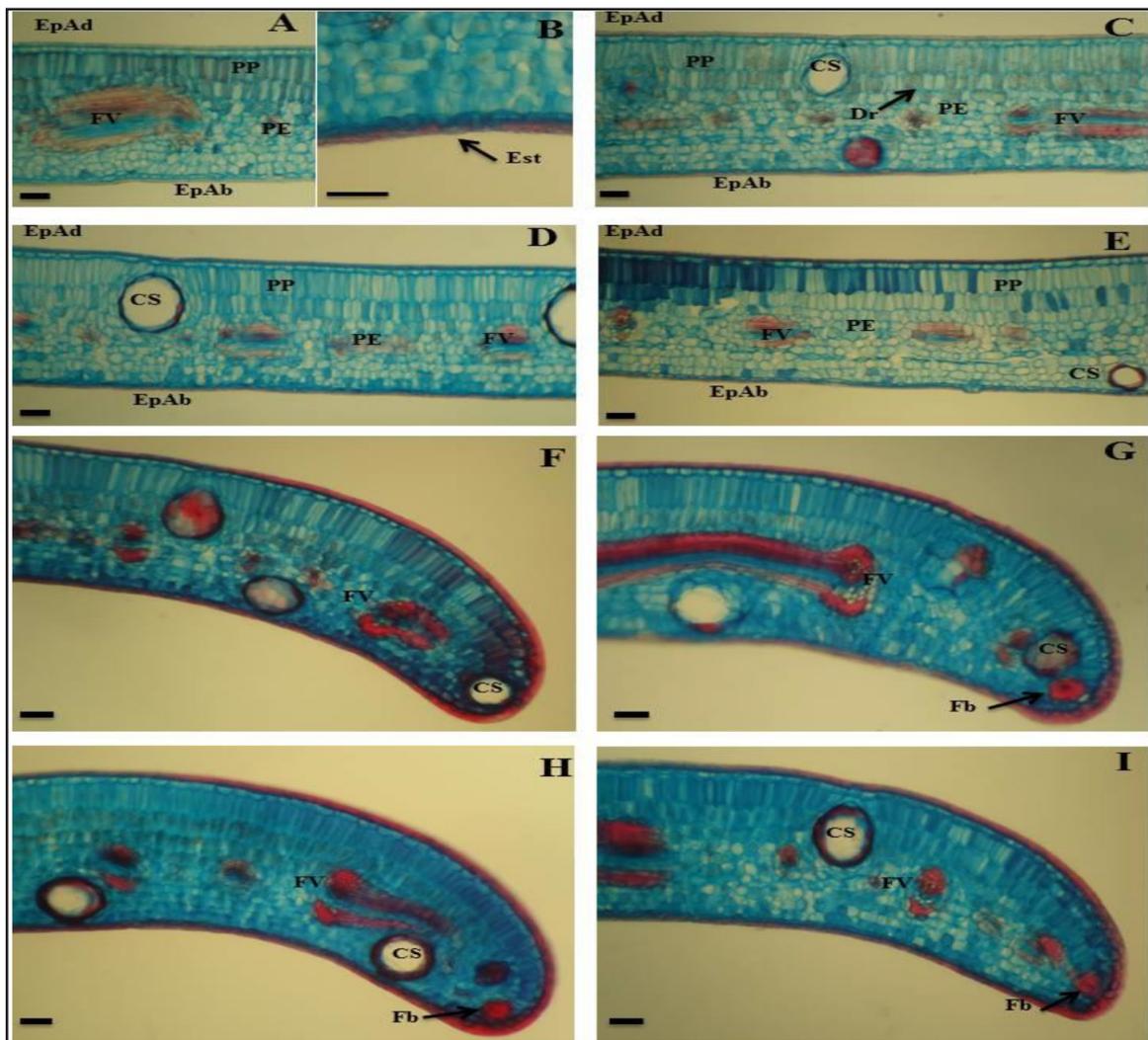
O PP e PE apresentam ainda idioblastos com inclusões cristalíferas do tipo drusas (Figura 2C). Estruturas secretoras de formato esférico e distribuição difusa são encontradas logo abaixo da face adaxial, ultrapassando a altura das células do PP e na face abaxial da epiderme (Figuras 2C-E).

A região do bordo foliar é ligeiramente fletida à face abaxial (Figuras 2F-I). O PP vai diminuindo de tamanho na região distal do bordo e o número de estratos celulares do PE reduz-se para cerca de cinco. Próximo à região distal do bordo, pode ocorrer um pequeno conjunto de fibras esclerenquimáticas (Figuras 2G-I).

A região da nervura central apresenta-se com formato biconvexo (Figuras 3A-D). O PP é interrompido por 2-4 camadas de células colenquimáticas, estas fazem contato com as fibras do sistema vascular. O feixe vascular é envolvido por fibras do tipo biclateral (Figura 3A) e um formato de concêntrico (Figuras 3 B-D) diferente do que já foi relatado na literatura. Abaixo do feixe encontram-se cerca de 6 camadas de parênquima e 1-2 de colênquima, estas imediatamente acima das células da face abaxial da epiderme (Figuras 3A-D). Na nervura central ainda é possível verificar a presença de idioblastos com drusas nas células do parênquima (Figura 3C).

Figura 2 – Secção transversal da folha de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. Tratamentos: A e F - chuva/sol; C e G - chuva/sombra; D e H - seca/sol; E e I - seca/sombra. B - detalhe mostrando estômato. Abreviaturas: Dr - drusa; CS - cavidade secretora; EpAd - epiderme adaxial; EpAb - epiderme abaxial; Est- estômato; FV - feixe vascular de menor calibre; PP - parênquima paliádico; PE - parênquima esponjoso; Barra: 60 μ m

Figure 2 – Cross section of *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. Treatments: A and F - rain/sun; C and G - rain/shade; D and H - dry/sol; E and I - dry/shade. B- detail showing stoma. Abbreviations: Dr - druse; CS - secretory cavity; EpAd - epidermis adaxial; EpAb- epidermal abaxial; Est - stomata; FV - vascular bundle of smaller caliber; PP - palisade parenchyma; PE - sponge parenchyma; Bar: 60 μ m



Fonte: Autores (2017)

Lâmina foliar – análise quantitativa

A espessura da lâmina foliar e mesófilo exibiram maiores espessuras no período de chuva e em folhas de sombra (Tabela 1). Tais parâmetros apresentaram interação entre os tratamentos; em relação às estações do ano as maiores espessuras foram encontradas na chuva em folhas de sombra; e quanto à luminosidade, as folhas de sol apresentaram maiores espessuras quando coletadas na época de seca e as folhas de sombra coletadas na época de chuva (Tabela 2).

A espessura do parênquima paliçádico e esponjoso apresentou diferença apenas quanto à luminosidade, sendo maior em folhas de sombra (Tabela 1). Além disso, apresentaram interação entre os tratamentos, em que na chuva foram maiores em folhas de sombra (Tabela 2). Já em relação à luminosidade, tais parâmetros apresentaram interação nas folhas de sol sendo maiores na época de seca e nas folhas de sombra sendo maiores na época de chuva (Tabela 2).

O comprimento, largura e área do feixe vascular da nervura central não apresentaram diferenças estatísticas nas condições testadas, porém o comprimento e a área do feixe vascular da nervura central apresentaram interação entre os tratamentos (Tabelas 1 e 2). O comprimento apresentou interação na estação sendo maior na época de chuva em folhas de sol; a interação com a luminosidade apresentou maior espessura em folhas de sol na época de seca e em folhas de sombra na época de chuva. A área do feixe vascular da nervura central apresentou interação apenas quanto à estação do ano, sendo maior na seca em folhas de sombra (Tabela 2).

A quantidade de drusas na nervura central apresentou interação quanto à estação, tendo maior quantidade na época de seca. Apresentou ainda interação entre os tratamentos em que relacionado à estação foi maior na época de chuva nas folhas de sombra; e em relação à luminosidade mostrou-se com maior quantidade nas folhas de sol na época de seca (Tabela 1 e 2).

A quantidade de cavidades secretoras na nervura central apresentou diferença quanto à luminosidade sendo maior nas folhas de sol. Exibiu ainda interação entre os tratamentos em que relacionado à época do ano foi maior na seca e em folhas de sol; e em relação à luminosidade nas folhas de sol foi maior na época de seca (Tabelas 1 e 2). A área das cavidades secretoras apresentou apenas interação relacionada à luminosidade em que nas folhas de sol mostraram-se maiores na época de seca (Tabela 2).

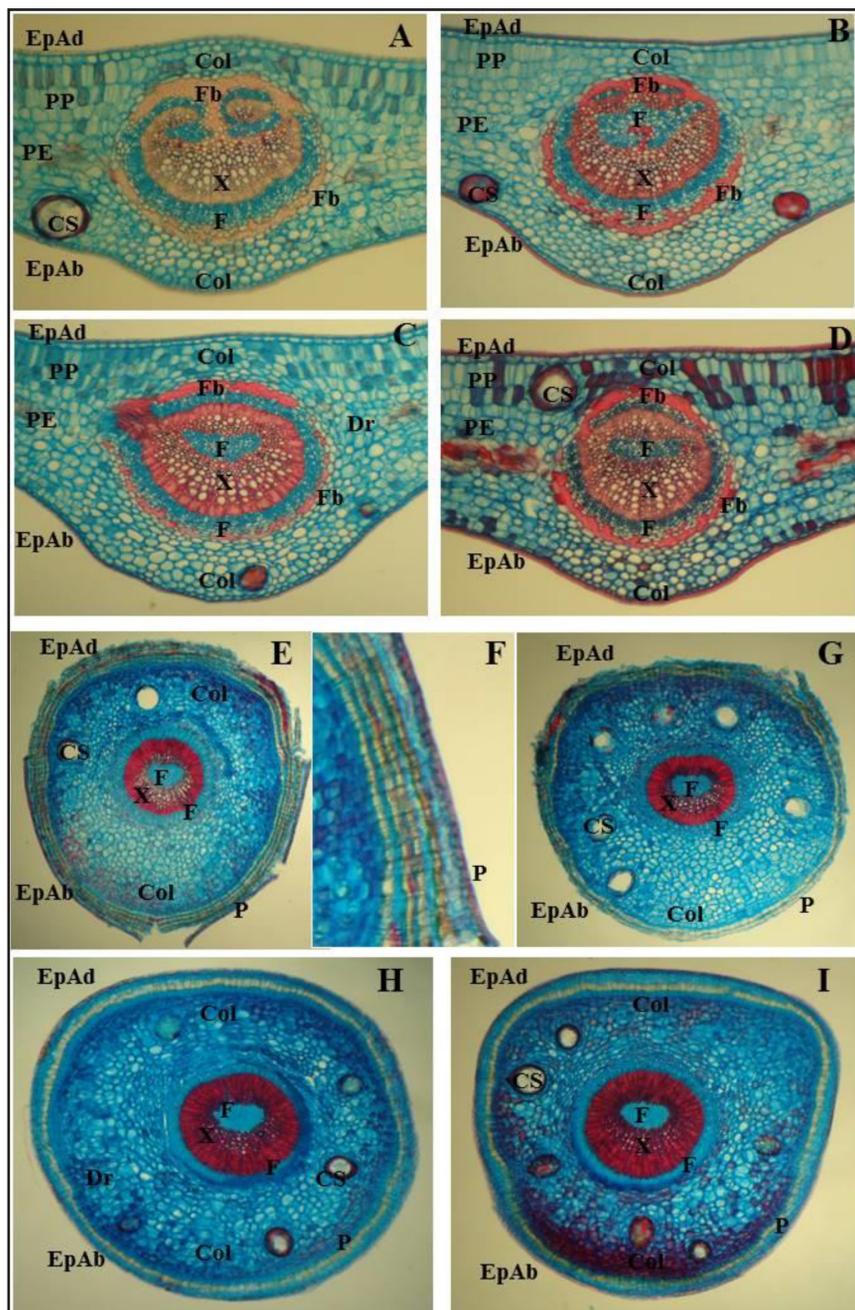
Pecíolo – análise qualitativa

A região mediana do pecíolo em secção transversal apresenta-se de formato circular (Figuras 3E-I). A epiderme é uniestratificada e acima dessa camada pode-se verificar a periderme com 2 a 3 camadas de feloderme, 1-2 de felogênio e 5-8 camada de felema – súber (Figura 3F). Na região subepidérmica há 4-6 camadas de colênquima (Figuras 3E-I). A região cortical é constituída por um parênquima, sendo 7-10 camadas voltadas para a face adaxial e aproximadamente 12 camadas para a face abaxial (Figuras 3E-I). Próximo ao colênquima ocorre cavidades secretoras (Figuras 3E-I).

A porção central do pecíolo é constituída por um feixe concêntrico diferente ao que é relatado na literatura (Figuras 3E-I). A organização do sistema vascular é semelhante à nervura central, diferindo por não apresentar fibras envolvendo o floema externo. Drusas são comuns na região do córtex (Figuras 3E-I).

Figura 3 – Nervura central e pecíolo, em secção transversal, de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. Tratamentos: A e E - chuva/sol; B e G - chuva/sombra; C e H - seca/sol; D e I - seca/sombra. F- detalhe evidenciando a periderme. Abreviaturas: Col - colênquima; Dr - drusa; CS - cavidade secretora; EpAd - epiderme adaxial; EpAb - epiderme abaxial; F - floema; Fb - fibras; PE - parênquima esponjoso; PP - parênquima paliçádico; P - periderme; X - xilema. Barra: 160 µm

Figure 3 – Midrib and petiole, cross-section, of *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. Treatments: A and E - rain/sun; B and G - rain/shade; C and H-dry/sol; D and I - dry/shade. F - detail showing a periderme. Abbreviations: Col - collenchyma; Dr - drusa; CS - secretory cavity; EpAd - epidermis adaxial; EpAb - epidermal abaxial; F - phloem; Fb - fibers; PE - spongy parenchyma; PP - palisade parenchyma; P - periderme; X- xylem. Bar: 160 µm



Fonte: Autores (2017)

Pecíolo – análise quantitativa

O comprimento, largura e área do feixe vascular do pecíolo apresentaram-se maiores nas folhas de sol (Tabela 1). O comprimento e largura do pecíolo ainda exibiram interação entre os tratamentos em que na época de chuva e de seca obtiveram maiores espessuras nas folhas de sol (Tabela 2).

As drusas e cavidades secretoras apresentaram maiores quantidades na época de seca e em folhas de sombra (Tabela 1). A área das cavidades secretoras apresentou diferença apenas quanto à luminosidade sendo maior em folhas de sol (Tabela 1).

Discussão

Myrcia guianensis apresentou características comuns à Myrtaceae, como folha hipostomática, ocorrência de cavidades secretoras, presença de drusas e mesófilo dorsiventral (METCALFE; CHALK, 1979; RETAMALES; SCHERSON; SCHARASCHKIN, 2014; PACHECO-SILVA; DONATO, 2016). Possui ainda características semelhantes a outras espécies do gênero *Myrcia* DC., como: estômatos paracíticos distribuídos de maneira uniforme, células epidérmicas de contorno sinuoso, células epidérmicas comuns ao redor das células teto das cavidades secretoras em disposição radiada e parênquima paliçádico com células alongadas (JORGE; AGUIAR; SILVA, 2000; GOMES *et al.*, 2009; DONATO; MORRETES, 2011; LAROCCA *et al.*, 2015).

Em estudo realizado por Donato e Morretes (2009) para uma espécie de Myrtaceae, mostrou-se que as células da epiderme apresentam formato sinuoso, especialmente nas folhas de sol, como ocorrido para a espécie do presente estudo. É visto que as paredes das células apresentam formato sinuoso provavelmente pelas tensões ocorridas na folha durante a diferenciação de suas células ou pelo endurecimento da cutícula (MENEZES; SILVA; PINNA, 2006).

A cutícula mais espessa na face adaxial como observada na espécie do presente estudo pode ser característica de plantas adaptadas a ambientes xéricos, pois recebem alta irradiância e estão sujeitas a períodos de *deficit* hídrico (ESPOSITO-POLESI; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A cutícula espessa pode ajudar a evitar a perda excessiva de água pela transpiração e ainda na proteção contra a alta luminosidade, pois pode refletir o excesso de luz (ESAU, 1977; MULLER; RIEDERER, 2005).

O comportamento dos estômatos tem relação direta com as condições abióticas (LARCHER, 2001). Essas estruturas variam quanto à quantidade, frequência, tamanho, forma e sua distribuição nas folhas, favorecendo os mecanismos de adaptação das plantas a esses ambientes (SUTCLIFE, 1980; WILLMER; FRICKER, 1996). Um desses fatores abióticos que podem causar essas alterações nos estômatos é o *deficit* hídrico, pois com o fechamento estomático espera-se que as trocas gasosas realizadas pelas plantas sejam afetadas e o organismo tenha que buscar estratégias para sobrevivência (ALMEIDA *et al.*, 2015). Outro fator que proporciona diferentes estresses às folhas são a luminosidade e suas respostas morfofisiológicas à luz, as quais variam conforme o seu tipo, podendo ser folhas de sol ou folhas de sombra (NIINEMETS, 2007).

O índice estomático é afetado principalmente pela disponibilidade de água, em que geralmente se apresenta maior em período chuvoso, ajudando a elevar a taxa respiratória e fotossintética, que são necessárias para que a planta produza substâncias para o bom funcionamento de seu metabolismo (SILVA; ALQUINI; CAVALLET, 2005). Contudo, para a espécie do presente estudo não houve diferença significativa entre os tratamentos testados.

A densidade estomática varia de acordo com vários fatores, inclusive dentro da mesma espécie, sendo influenciada pelas condições ambientais, principalmente pela disponibilidade hídrica e temperatura, podendo apresentar densidade estomática maior em altas temperaturas e condições de *deficit* hídrico. Nesse caso, altas densidades estomáticas podem ajudar a aumentar

o controle sobre as taxas de perda de água e absorção de gás carbônico. Por outro lado, a baixa densidade estomática nas mesmas condições supracitadas pode contribuir para a redução da transpiração excessiva, portanto também se pode esperar que as folhas apresentem uma menor densidade estomática em ambientes de escassez hídrica e alta temperatura (VILE *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2016), o que pode explicar a densidade estomática do presente estudo ter dado menor na estação de seca. A densidade estomática é também bastante influenciada pela intensidade luminosa, sendo geralmente maior em folhas de sol (BOEGER *et al.*, 2009; DONATO; MORRETES, 2009), assim como ocorreu para a espécie do presente trabalho.

A área dos estômatos pode contribuir para a adaptação à seca, sendo geralmente maior proporcionalmente à disponibilidade de água (FAHN; CUTLER, 1992), porém a espécie do presente estudo apresentou estômatos maiores na época de seca.

A presença de estômatos na face abaxial da epiderme, assim como a espécie estudada, pode ser uma vantagem estar presente em plantas que vivem com abundante intensidade luminosa e períodos de baixa disponibilidade de água, pois proporciona economia hídrica (ESPOSITO-POLESI; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O aumento em espessura do parênquima paliçádico e esponjoso pode ocorrer em folhas de sombra para favorecer o aumento do potencial fotossintético (AMORIM; MELO JÚNIOR, 2017). A espessura maior do parênquima esponjoso ainda pode ajudar na maior absorção de gás carbônico, importante para o funcionamento da fotossíntese (MENEZES; SILVA; PINNA, 2006). Segundo DeLucia *et al.* (1996), a espessura do parênquima esponjoso pode ser afetada quanto a luminosidade, sendo mais espesso em folhas de sombra, a fim de aumentar a dispersão interna da luz, promovendo, assim, uma melhor absorção dessa luz para a fotossíntese.

O formato biconvexo da nervura central também foi encontrado para outras espécies da família Myrtaceae (GOMES *et al.*, 2009; SÁ; SANTANA; RANDAU, 2016). O feixe vascular encontrado apresentou formato bicolateral e um tipo provavelmente novo de feixe concêntrico, pois não foi encontrado tal padrão na literatura. É comum ao gênero ser encontrado apenas o formato bicolateral (GOMES *et al.*, 2009; JORGE; AGUIAR; SILVA, 2000; DONATO; MORRETES, 2011; LAROCCA *et al.*, 2015). A espessura da nervura central apresentou-se maior em folhas de sombra, resultado diferente ao que foi encontrado por Dardengo e colaboradores (2017). Pode-se observar a presença de esclerênquima envolvendo o feixe vascular da nervura central. A presença dessas fibras facilita a filtragem de luz aumentando a disponibilidade de luz utilizada na fotossíntese das camadas mais internas do mesófilo (SIMIONI *et al.*, 2017).

O pecíolo apresentou formato circular assim como encontrado para *Pimenta pseudocaryophyllus* (Gomes) L.R. Landrum – Myrtaceae (PAULA *et al.*, 2008). O feixe vascular do tipo concêntrico e o crescimento secundário observado ainda não foram relatados na literatura consultada para o gênero, podendo ser características de diagnose da espécie. Já a presença de cavidades secretoras de formato circular é comum a outras espécies do gênero *Myrcia* DC. (DONATO; MORRETES, 2011; LAROCCA *et al.*, 2015).

Pode-se observar ainda a presença de drusas nos cortes transversais no parênquima esponjoso do bordo foliar e no colênquima da nervura central e do pecíolo. É visto que essas estruturas podem atuar na proteção do tecido foliar contra herbivoria, regulação de cálcio, desintoxicação, equilíbrio iônico, suporte e rigidez de tecido. As drusas presentes no parênquima esponjoso podem atuar na reflexão uniforme da luz solar entre as células do mesófilo, o que pode explicar no presente trabalho as folhas de sombra apresentarem maior quantidade de drusas (LARCHER, 2001; FRANCESCHI; NAKATA, 2005; FERREIRA *et al.*, 2015).

Existe a presença de cavidades secretoras nos cortes transversais, do bordo, nervura central e pecíolo, analisados. Cavidades secretoras como as encontradas no presente estudo já haviam sido descritas para Myrtaceae por Metcalfe e Chalk (1979). Essas estruturas podem estar relacionadas com respostas ao metabolismo de produtos químicos e interações entre planta e o meio ambiente (RETAMALES; SCHERSON; SCHARASCHKIN, 2014).

A folha é um órgão da planta que é considerado como o que mais responde prontamente

a variações ambientais (EVERT, 2013). Condições abióticas como o *deficit* hídrico e intensidade luminosa induzem ao xeromorfismo (AMORIM; MELO JÚNIOR, 2017). Anatomicamente, caracteres xeromórficos são representados, dentre outras características, pelo aumento da cutícula, maior área vascular e presença fibras (MENEZES; SILVA; PINNA, 2006), assim como ocorreu para a espécie em estudo. Essas características são comuns serem encontradas em plantas de Restinga, por conta de suas condições ambientais abióticas. Estudos assim são importantes para a preservação da espécie, pois visam entender as modificações que as plantas realizam na morfoanatomia foliar para facilitar a sua sobrevivência, uma vez que a espécie em estudo possui um importante papel ecológico na Restinga cearense, pois atrai diferentes animais polinizadores, dispersores de sementes e herbívoros, entre os quais estão insetos, aves frugívoras, morcegos e macacos.

Conclusões

A folha de *Myrcia guianensis* apresentou características que contribuem para sua sobrevivência em ambiente de restinga com períodos de *deficit* hídrico e alta taxa de luminosidade, tais como: presença de cutícula levemente espessa, folha hipostomática, presença de fibras nos feixes vasculares e aumento da densidade estomática em folhas de sol. Uma característica que pode ser utilizada como diagnóstico da espécie é o formato circular do pecíolo, bem como o formato dos feixes vasculares da nervura central e do pecíolo, além do pecíolo possuir crescimento secundário, com presença de periderme.

Agradecimentos

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da Bolsa de Mestrado ao primeiro autor; ao Jardim Botânico de São Gonçalo pelo apoio logístico.

Referências

- ALMEIDA, E. I. B. *et al.* Ecofisiologia de mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes regimes hídricos e disponibilidade de luz. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 9, n. 3, p. 251-260, 2015.
- AMORIM, B. S.; ALVES, M. Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Myrtaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 3, p. 499- 514, 2011.
- AMORIM, W.; MELO JÚNIOR, J. C. F. de. Plasticidade morfoanatômica foliar de *Tibouchina clavata* (Melastomataceae) ocorrente em duas formações de restinga. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 2, p. 545-555, 2017.
- ANDRADE, C. R. S.; LAMEIRA, O. A. Padrão de venação de *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes (Rubiaceae). **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 9, n. 1, p. 104-110, 2017.
- THE BRAZIL FLORA GROUP. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.
- BOEGER, M. R. T. *et al.* Variação estrutural foliar de espécies medicinais em consórcio com erva-mate, sob diferentes intensidades luminosas. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 215-225, 2009.
- CASCAES, M. M. *et al.* Constituents and pharmacological activities of *Myrcia* (Myrtaceae): a review of an aromatic and medicinal group of plants. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 16, n. 10, p. 23881-23904, 2015.
- DARDENGO, J. F. E. *et al.* Análise da influência luminosa nos aspectos anatômicos de folhas de

- Theobroma speciosum* Willd ex Spreng. (Malvaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 843-851, 2017.
- DELUCIA, E. H. *et al.* Contribution of intercellular reflectance to photosynthesis in shade leaves. **Plant, Cell & Environment**, Illinois, v. 19, n. 6, p. 159-170, 1996.
- DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. Anatomia foliar de *Eugenia florida* DC. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 759-770, 2009.
- DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. Morfo-anatomia foliar de *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 13, n. 1, p. 43-51, 2011.
- ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. 2th ed. New York: John Wiley, 1977. 576 p.
- ESPOSITO-POLESI, N. P.; RODRIGUES, R. R.; ALMEIDA, M. Anatomia ecológica da folha de *Eugenia glazioviana* KIAERSK (Myrtaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 255-263, 2011.
- EVERT, R. F. **Anatomia das plantas de Esau**: meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 728 p.
- FAHN, A., CUTLER, D. F. **Xerophytes**. Berlin: Gebüder Borntraeger, 1992. 185 p.
- FERREIRA, C. S. *et al.* Anatomia da lâmina foliar de onze espécies lenhosas dominantes nas savanas de Roraima. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 45, n. 4, p. 337-346, 2015.
- FRANCESCHI, V. R.; NAKATA, P. A. Calcium oxalate in plants: formation and function. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 56, p. 41-71, 2005.
- FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites and a new macerating method for wood. **Nature**, Basingstoke, v. 51, n. 1, p. 39-24, 1945.
- GOMES, S. M. *et al.* Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 23, n. 1, p. 223-238, 2009.
- JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry**: principles and practices. 1th ed. São Francisco: W. H. Freeman, 1962. 408 p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. 1th ed. New York: McGraw Hill, 1940. 523 p.
- JORGE, L. I. F.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA, M. L. P. Anatomia foliar de pedra-hume-caá (*Myrcia sphaerocarpa*, *Myrcia guianensis*, *Eugenia puniceifolia*- Myrtaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 1, p. 49-57, 2000.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. 198 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2001. 531 p.
- LAROCCA, D. G. *et al.* Morfoanatomia de *Myrcia splendens* (SW.) DC. (Myrtaceae) ocorrente em um enclave de Savana Amazônica. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21; p. 2308- 2318, 2015.
- LEMOS, V. O. T. *et al.* Ecological anatomy of *Eugenia luschnathiana* (O.Berg) Klotzsch ex B.D.Jacks. (Myrtaceae) leaves in the Restinga region, state of Ceara. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 5, p. 1-14, 2018.
- LUQUE, R.; SOUSA, H. C.; KRAUS, J. E. Métodos de coloração de Roeser (1972) - modificado - e Kropp visando a substituição do azul de astra por azul de alciano GS ou GX. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 199-212, 1996.
- MENEZES, N. L.; SILVA, D. C.; PINNA, G. F. A. M. Folha. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 303-326.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**: systematic anatomy of the leaf and

stem. 2nd ed. Clarendon: Oxford University Press, 1979. v. 1. 288 p.

MULLER, C.; RIEDERER, M. Plant surface properties in chemical ecology. **Journal of Chemical Ecology**, Morehead, v. 31, n. 11, p. 2621-2651, 2005.

NIINEMETS, U. Photosynthesis and resource distribution through plant canopies. **Plant, Cell & Environment**, Wiley, v. 30, n. 9, p. 1052-1071, 2007.

OLIVEIRA, J. D. *et al.* Rendimento, composição química e atividades antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de folhas de *Campomanesia adamantium* submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 502-510, 2016.

PACHECO-SILVA, N. V.; DONATO, A. M. Morpho-anatomy of the leaf of *Myrciaria glomerata*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 275-280, 2016.

PAIVA, J. G. A. *et al.* Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 257-264, 2006.

PAULA, J. A. M. *et al.* Estudo farmacognóstico das folhas de *Pimenta pseudocaryophyllus* (Gomes) L.R. Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 265-278, 2008.

RAMOS, L. G. Q.; COTTA, E. A.; FONSECA FILHO, H. D. Análise morfológica das folhas de *Anacardium occidentale*. **Biota Amazônia**, Macapá, v.6, n.1, p.16-19, 2016.

RETAMALES, H. A.; SCHERSON, R.; SCHARASCHKIN, T. Foliar micromorphology and anatomy of *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae), with particular reference to schizogenous secretory cavities. **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago, v. 87, n. 27, p. 1-7, 2014.

SÁ, R. D.; SANTANA, A. S. C. O.; RANDAU, K. P. Caracterização anatômica e histoquímica das folhas de *Eugenia uniflora* L. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 1, n. 1, p. 96-105, 2016.

SANTOS, J. W. *et al.* **Estatística experimental aplicada**. 2. ed. Campina Grande: EMBRAPA Algodão; UFCG, 2008. 461 p.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

SIMIONI, P. F. *et al.* Elucidating adaptive strategies from leaf anatomy: do Amazonian savannas present xeromorphic characteristics? **Flora**, Freiberg, v. 226, n. 1, p. 38-46, 2017.

SOBRAL, M. *et al.* **Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10699>. Acesso em: 16 nov. 2017.

SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. **Trends in Plant Science**, Middletown, v. 5, n. 12, p. 537-542, 2000.

SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution & Development**, Indiana, v. 5, n. 1, p. 25-33, 2003.

SUTCLIFE, J. F. **As plantas e a água**. 1. ed. São Paulo: EPU; EDUSP, 1980. 126 p.

VALLADARES, F. *et al.* Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a panamanian rainforest. **Ecology**, Califórnia, v. 81, n. 7, p. 1925-1936, 2000.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 360 p.

VILE, D. *et al.* Arabidopsis growth under prolonged high temperature and water deficit: independent or interactive effects? **Plant, Cell & Environment**, Wiley, v. 35, n. 1, p. 702-718, 2012.

WILLMER, C.; FRICKER, M. **Stomata**. 2nd ed. Londres: Chapman & Hall, 1996. 392 p.