

## INFLUÊNCIA DA ALTITUDE NA PLASTICIDADE FOLIAR DE *CLUSIA* *OBDELTIFOLIA* BITTRICH (CLUSIACEAE)

**Camilla Reis Augusto da Silva**<sup>1, 2</sup>

camilla.reis7@gmail.com

**Kelly Regina Batista Leite**<sup>1</sup>

kellyrbleite@gmail.com

**Léa Maria dos Santos Lopes Ferreira**<sup>2</sup>

leamaria@terra.com.br

**Marcelo Santos Silva**<sup>1</sup>

marcelssa@hotmail.com

**Lazaro Benedito da Silva**<sup>1</sup>

lbsilva2003@yahoo.com.br

1. Laboratório de Anatomia Vegetal e Identificação de Madeiras (LAVIM), Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil.

2. Centro Universitário Jorge Amado, Salvador, BA, Brasil.

### RESUMO

***Influência da altitude na plasticidade foliar de Clusia obdeltifolia Bittrich (Clusiaceae).*** A capacidade dos indivíduos de ajustar seu desempenho e sua estrutura em resposta às variações das condições ambientais é um atributo que ocorre em espécies que apresentam plasticidade, sendo essa característica de grande importância para a sobrevivência de uma espécie. A plasticidade pode ocorrer tanto entre plantas de diferentes populações como também entre folhas de um mesmo indivíduo. O objetivo desse estudo foi comparar a anatomia foliar de duas populações de *Clusia obdeltifolia* Bittrich, coletadas em diferentes altitudes em uma área de campo rupestre, no morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia, Brasil. Realizaram-se seções paradérmicas e transversais das folhas e foram mensurados e/ou calculados densidade e índice estomático, área foliar, espessura da epiderme das faces adaxial e abaxial, espessura da cutícula em ambas as faces, hipoderme, parênquima paliçádico e parênquima lacunoso. Variações anatômicas na estrutura foliar foram observadas entre os indivíduos das duas populações, apontando diferenças significativas entre as populações. Os espécimes coletados em maior altitude apresentaram maior grau de escleromorfismo, menor área foliar, maior densidade estomática, maior espessura da epiderme das faces adaxial e abaxial, cutícula mais espessa e células mais alongadas no parênquima paliçádico. Essa plasticidade fenotípica, observada na folha de *C. obdeltifolia*, está relacionada com as condições ambientais em que as plantas ocorrem.

**Palavras-chave:** Anatomia ecológica, Anatomia foliar, Campo rupestre.

## ABSTRACT

***Influence of the altitude on leaf plasticity in Clusia obdeltifolia Bittrich, (Clusiaceae).*** The ability of individuals to adjust its performance and structure in response to changing environmental conditions is an attribute that occurs in species that have plasticity, a characteristic that is very important for the survival of a species. The plasticity can occur both between plants of different populations as well as between leaves of the same individual. The aim of this study was to compare the leaf anatomy of two populations of *Clusia obdeltifolia* Bittrich collected in two distinct altitudes in an area of rocky fields in Pai Inácio, Palmeiras, Bahia, Brazil. Paradermic and transverse sections of the leaves were done and density and stomatal index, leaf area, epidermal thickness in the adaxial and abaxial, cuticle thickness on both sides, hypodermis, palisade and spongy parenchyma were measured. Anatomical variations in leaf structure were observed among individuals of both populations indicating significant differences between the two populations. Specimens collected at higher altitude showed higher scleromorphism, smaller leaf area, higher stomatal density, increased thickness of adaxial and abaxial epidermis, cuticle thicker and more elongated cells in the palisade parenchyma. This phenotypic plasticity observed in the leaf of *C. obdeltifolia*, is related to the environmental conditions in which the plants occur. **Key words:** Ecologic anatomy, Leaf anatomy, Campo rupestre.

## INTRODUÇÃO

A família Clusiaceae Lindley (Guttiferae) pertence à ordem Malpighiales (APG III, 2009), sendo considerada monofilética devido à sinapomorfias químicas e anatômicas, tais como: presença de fluido de consistência leitosa, colorido, semelhante ao látex e sistema secretor formado por canais ou canais e cavidades (LUTTGE, 2007).

Clusiaceae tem distribuição pantropical com cerca de 14 gêneros e 595 espécies (STEVENS, 2012), ocorrendo no Brasil 12 gêneros e cerca de 125 espécies (44 endêmicas) com ampla distribuição pelo país (BITTRICH, 2014). Estas podem ser encontradas na maioria das formações naturais, como o cerrado e restinga (SOUZA e LORENZI, 2000), bem como em vegetação de campo rupestre associado à caatinga (CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005).

Os gêneros com maior número de espécies são: *Clusia* L. (330-400 spp), *Garcinia* L. (240 spp), *Calophyllum* L. (190 spp) e *Mammea* L. (70 spp) (STEVENS, 2012). *Clusia*, um dos três maiores gêneros da família, é bastante representativo no Brasil, com 67 espécies catalogadas. Destas, 23 são consideradas endêmicas e distribuídas pelas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste, sendo *Clusia nemorosa* G. Mey. a mais amplamente distribuída no país (BITTRICH, 2014).

Na Bahia, o gênero *Clusia* está representado por 11 espécies, sendo *Clusia burle-marxii* Bittrich endêmica do estado e *Clusia obdeltifolia* Bittrich uma espécie nativa com ocorrência registrada apenas para a Bahia e Minas Gerais, conhecida popularmente como leite-de-mocó (BITTRICH, 2014).

*C. obdeltifolia* é monóica, possui hábito arbóreo, folhas simples, opostas,

crassinérveas, rígidas, com face inferior mais clara, flores com pétalas carnosas de cor amarelada, e látex pegajoso de cor amarela (BITTRICH, 1996). *C. obdeltifolia* é bastante comum em formações de campo rupestre, uma das fitofisionomias que compõem o cerrado e a caatinga, caracterizado como um ambiente com solos rasos e oligotróficos. A vegetação de campo rupestre é bastante peculiar apresentando espécies vegetais especialmente adaptadas (RIBEIRO e WALTER, 1998), ligadas a afloramentos rochosos de quartzo pré-cambriano (ALVES *et al.*, 2007), apresentando altas taxas de diversidade e endemismos (CONCEIÇÃO e GIULIETTI 2002; CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005).

Espécies como *C. obdeltifolia*, que ocorrem em ambientes em altas altitudes, sujeitas a fortes ventos, alta intensidade luminosa e estresse hídrico, apresentam estruturas especializadas para suportar tais condições. A capacidade das plantas de apresentar adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas ao ambiente, pode surgir com certo grau de regularidade, podendo ser considerada ecologicamente benéfica (CUTLER *et al.*, 2011). Essa capacidade pode estar relacionada tanto a aspectos genotípicos quanto a plasticidade fenotípica das plantas (ARANDA *et al.*, 2001).

Alterações anatômicas e morfológicas podem ocorrer em qualquer órgão, mas autores como ESAU (1974), CUTTER (1986) e MENEZES *et al.* (2003) afirmam que dentre os órgãos vegetais, a lâmina foliar é a que mais se modifica em meio a alterações ambientais, por isso torna-se importante o estudo da sua estrutura.

Estudos anatômicos com órgãos foliares têm se mostrado bastante promissores, tanto para subsidiar estudos taxonômicos quanto ecológicos (KOFIDIS *et al.* 2007).

Segundo SANTIAGO *et al.* (2001), é principalmente por meio das folhas que ocorre grande parte da resposta das plantas ao ambiente. Considerando a importância dos estudos anatômicos com órgãos foliares e por este ser um dos órgãos mais plásticos dos vegetais, o presente estudo teve por objetivo evidenciar as estratégias adaptativas de *Clusia obdeltifolia* comparando a anatomia e morfologia da folha de duas populações ocorrentes no Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia, em diferentes altitudes.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de *Clusia obdeltifolia* foram coletadas no Morro do Pai Inácio (12°27'S e 41°28'W), Município de Palmeiras, estado da Bahia, dentro da Área de Proteção Ambiental Marimbus-Iraquara, vizinha ao Parque Nacional da Chapada Diamantina (CONCEIÇÃO *et al.*, 2007), a uma distância aproximada de 28 km da sede municipal de Lençóis em direção à região oeste do estado. As áreas de coleta tem 980 e 1150m de altitude, sendo elevações do supergrupo Cadeia do Espinhaço, Chapada Diamantina, formação Tombador, caracterizada por apresentar arenitos com a presença de siltito, conglomerados formados a

partir de fragmentos de quartzito e rochas graníticas que variam de tamanho (MISI e SILVA, 1996).

Apresentando clima semi-úmido e temperatura média em torno de 20°C, a região mesmo com intensa insolação e luminosidade tem verão úmido e precipitações pluviométricas máximas ocorrendo entre novembro e fevereiro (750 a 1300 mm) (NIMER, 1989). No Pai Inácio e demais áreas do parque, predomina o clima tropical de altitude, com verão brando, com temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e temperatura média do mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C (BASTOS e VAN DEN BERG, 2012).

De acordo com FUNCH (1997), a combinação de elevada altitude, clima frio, forte insolação e vento forte confere à região um clima de deserto, uma vez que a água da chuva escoar facilmente no terreno irregular devido ao tipo de rochas e solo bastante acidentado.

Nesta condição de relevo, solo e clima são encontradas plantas herbáceo-arbustivas, formando um tipo vegetacional de campo rupestre, com composição florística complexa e elevado número de espécies, algumas endêmicas, que possivelmente têm uma forte relação com a combinação dos diferentes tipos de habitats observados (CONCEIÇÃO e GIULIETTI, 2002; CONCEIÇÃO e PIRANI 2005), fazendo-se necessárias adaptações, sobretudo anatômicas e fisiológicas por parte das plantas para se manterem nessas condições.

Os indivíduos adultos selecionados para a coleta das folhas encontravam-se em duas populações. Na primeira, situada no primeiro platô (Área 1 – menor altitude) (12°27'28.86"S e 41°28'18.43"O), com altitude de 980 m, os indivíduos se encontram mais afastados da encosta do morro, menos expostos aos fortes ventos, mais próximos a paredes rochosas, e assim, recebem menor incidência de luz por longos períodos. A segunda, situada no segundo platô (Área 2 – maior altitude) (12°27'32.95"S e 41°28'17.26"O), com 1150 m de altitude, é mais inclinada, possuindo maior extensão de rocha exposta e maior incidência de fortes ventos e insolação.

Foram coletadas 25 folhas de cada um de 10 indivíduos amostrados no total, sendo cinco indivíduos da área de maior altitude (Área 2) e outros cinco da área de menor altitude (Área 1). As folhas coletadas estavam totalmente expandidas e localizadas no terceiro nó, a partir do ápice do ramo. Estas foram imediatamente fixadas após a coleta, com FAA 70% (Formaldeído 37%, Álcool 70% e Ácido acético glacial) (JOHANSEN, 1940) por 72 horas e, após esse período, foram estocadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Material testemunho de cada área, encontra-se depositado no Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB) da Universidade Federal da Bahia, sob os números: Silva e Silva 003 (ALCB 101781) e Silva e Silva 004 (ALCB 101782). Para os testes histoquímicos, folhas frescas foram armazenadas em sacos plásticos e levadas ao refrigerador até o momento em que foram realizados os testes em laboratório.

Para a classificação dos estômatos, densidade, índice estomático, altura e largura das células da epiderme, foram obtidas seções paradérmicas através

da técnica de dissociação epidérmica (FRANKLIN, 1945). Posteriormente as seções foram lavadas em água destilada, em seguida coradas com safranina e montadas entre lâmina e lamínula com glicerina 50% (KRAUS e ARDUIN, 1997).

Seções transversais foram realizadas à mão livre com lâmina cortante, com apoio de isopor, na região da nervura principal, no terço mediano do limbo, ápice, base e bordo foliar. As seções foram clarificadas com hipoclorito de sódio a 30%, lavadas em água destilada, coradas com Safrablau (Azul de astra e safranina) (KRAUS e ARDUIN, 1997).

Para a mensuração dos parâmetros anatômicos (espessura foliar, cutícula, epiderme abaxial e adaxial, hipoderme, parênquima paliçádico e parênquima lacunoso), foi utilizada ocular micrométrica acoplada ao microscópio Olympus BX41. Foram utilizadas 25 folhas de cada área, e em cada folha foi realizada uma medida de cada parâmetro, totalizando 25 contagens por parâmetro por área.

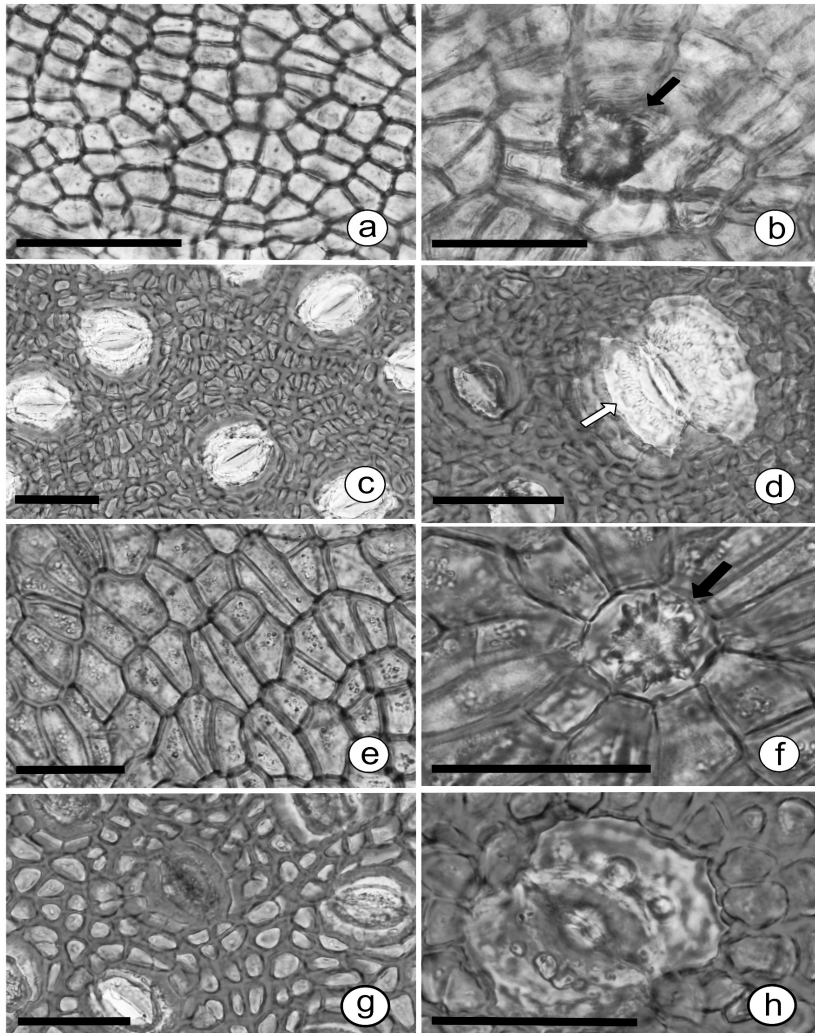
Para as medidas de densidade e índice estomático utilizou-se o programa ANATI QUANTI (AGUIAR *et al.*, 2007). As seções paradérmicas, obtidas através de dissociação e coradas com safranina, foram fotografadas em câmera fotográfica Qimaging Go-3 acoplada ao fotomicroscópio óptico Olympus BX41.

Para a obtenção da área e dimensão foliar, foram medidas 25 folhas da Área 1 e 25 folhas da Área 2, seguindo-se a metodologia modificada de JORDÃO *et al.* (1988). Testes histoquímicos foram realizados com o uso dos reagentes Sudan III, para lipídios e paredes cutinizadas (FOSTER, 1949), floroglucinol em meio ácido, para lignina nas paredes celulares (JOHANSEN, 1940), cloreto férrico, para substâncias fenólicas (JOHANSEN, 1940) e lugol (BERLYN e MIKSCHE, 1976), para identificação de amido.

Para as médias obtidas em cada um dos parâmetros investigados nas duas populações (Área 1 e Área 2), foi realizado Teste T-student, utilizando-se o programa SPSS Statistics 17.0, com grau de significância ( $\alpha = 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Clusia obdeltifolia* apresenta, em ambas as áreas de coleta, células epidérmicas irregulares em tamanho e forma, em ambas as faces (Figura 1a-h). A parede celular epidérmica da face adaxial (Figura 1a-b, e-f) mostrou-se menos espessa que a da face abaxial, cujas células apresentaram lúmen reduzido devido ao alto grau de espessamento da parede (Figura 1c-d, g-h). Observou-se a presença de cristais em forma de drusa em ambas as faces, sendo mais evidentes na face adaxial (Figura. 1b, f). A lâmina foliar é hipoestomática, com estômatos do tipo paracítico distribuídos de forma irregular na lâmina foliar (Figura. 1c-d, g-h). Os estômatos se apresentaram abaixo do nível das demais células epidérmicas (Figura 1h), e, além disso, observa-se a presença de estrias epicuticulares nas células guardas (Figura 1d).



**Figura 1.** Seções paradérmicas da folha de *Clusia obdeltifolia* Bittrich, Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia. a-d, Área 1 ( altitude 980 m); a-b, epiderme na face adaxial; c-d, epiderme na face abaxial; (b) Drusa (seta preta); (d) estrias epicuticulares nas células guardas (seta branca). e-h, Área 2 ( altitude 1150m). e-f, epiderme adaxial, células epidérmicas com paredes espessas com formato alongado, dispostas irregularmente; g-h, epiderme na face abaxial; (h) estômato abaixo do nível das células da epiderme; (f), Drusa (seta preta). Barras: (a) = 100 $\mu$ m; (b-d) = 50 $\mu$ m; (e-h) = 50 $\mu$ m.

Comparando-se as duas populações (Área 1 e Área 2), ambas apresentaram semelhanças na estrutura da epiderme, diferindo apenas entre as células da face adaxial da Área 2 (Figura 1a-b), que se mostraram mais alongadas e com maior espessura das paredes que as da Área 1 (Figura 1e-f). Em relação à epiderme da face abaxial, foi observado que os espécimes coletados na Área 1 (Figura 1c-d) apresentaram contorno mais irregular que os espécimes coletados na Área 2 (Figura 1g-h).

A densidade estomática foi maior na Área 2, apresentando resultados significativos ( $p = 0,01$ ). O Índice estomático, altura e largura das células epidérmicas da face abaxial e adaxial também apresentam maiores valores nos indivíduos da Área 2, no entanto, não houve diferenças significativas (Tabela 1).

A maior densidade estomática encontrada nas folhas dos indivíduos da área de maior altitude pode ter ocorrido devido à maior disponibilidade de luz, ou ainda devido a redução do teor de oxigênio e  $\text{CO}_2$ , o que, segundo DICKISON (2000), pode ser considerado uma adaptação que aumenta a captação de  $\text{CO}_2$ . Segundo LIMA JR. *et al.* (2006), com maior entrada de  $\text{CO}_2$  ocorre maior saída de vapores de água, aumentando a transpiração e resfriamento interno da folha e, conseqüentemente, redução da temperatura interna. Desta forma, o aumento na densidade estomática pode ser considerado importante, pois permite que a planta eleve a condutância de gases evitando assim que a fotossíntese seja limitada sob condições ambientais.

Esse resultado corrobora o encontrado por SANTOS (2010), onde os valores obtidos para densidade estomática em *Guapira opposita*, mostraram-se maiores em condições de maior luminosidade e menor disponibilidade de água. As mesmas informações, aumento da densidade estomática com a elevação da intensidade luminosa, foram observadas por diversos autores em diferentes estudos (CAO, 2000; DUZ *et al.* 2004, MORATELLI *et al.* 2007)

O índice estomático se refere ao número de estômatos de uma folha dividido pelo número de células epidérmicas nesta mesma folha, a fim de compensar os efeitos da expansão foliar (BEERLING, 1999) e, segundo CUTTER (1986), é afetado principalmente pela umidade do ar. No entanto, não foi observada diferença significativa do índice estomático nos espécimes de *C. obdeltifolia* das duas áreas analisadas.

As folhas de *C. obdeltifolia* apresentaram valores de área foliar distintos entre as duas Áreas (Tabela 1). Os maiores valores ocorrem nos indivíduos da Área 1, havendo uma diferença significativa em comparação às folhas da Área 2.

Uma maior área foliar aumenta a superfície receptora de luz, proporcionando uma adaptação à maior captação de luz solar em locais com menor incidência luminosa (SANTOS *et al.* 2010), como observado nos espécimes coletados na Área 1, onde a altitude é menor. A redução da área foliar em plantas de ambientes xéricos, assim como a maior densidade dos estômatos observada em plantas coletadas em maiores altitudes, são entendidos como mecanismos de retenção de água, diminuindo assim a transpiração. A menor área foliar é também associada com o aumento da espessura da lâmina, devido

à presença dos tecidos de sustentação (que são mais abundantes nesses ambientes) e ao incremento do número de camadas do parênquima paliçádico (FAHN, 1990)

**Tabela 1** - Medidas das células epidérmicas, da área foliar, e da densidade estomática nas folhas de *Clusia obdeltifolia* Bittrich na Área 1, com altitude de **980m**, e na Área 2, com altitude de **1150m**, no Morro do Pai Inácio, Palmeiras, BA. Média  $\pm$  Desvio Padrão, \*=  $p < 0,05$ .

Medidas	Área 1	Área 2
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	62,31 $\pm$ 22,80*	33,21 $\pm$ 10,15*
Densidade estomática (mm <sup>2</sup> )	149,0 $\pm$ 28,85*	177,9 $\pm$ 35,16*
Índice estomático (%)	3,1 $\pm$ 0,85	3,4 $\pm$ 0,81
Altura da célula epidérmica adaxial ( $\mu$ m)	22,6 $\pm$ 7,96	26,1 $\pm$ 9,53
Largura da célula epidérmica adaxial ( $\mu$ m)	15,6 $\pm$ 8,26	17,9 $\pm$ 12,20
Altura da célula epidérmica abaxial ( $\mu$ m)	11,9 $\pm$ 2,81	12,7 $\pm$ 4,12
Largura da célula epidérmica abaxial ( $\mu$ m)	10,2 $\pm$ 3,77	10,8 $\pm$ 3,45

Além disso, o tamanho da folha também pode ser influenciado por outros fatores como umidade do ar, do solo e temperatura (CARMERIK e WERGER, 1981). Folhas pequenas também podem ocorrer em solos inférteis, como consequência da compactação celular nos tecidos causada pela falta de nutrientes no solo (BOEGER e WISNIEWSKI, 2003). A folha é órgão mais sujeito às variações ambientais como temperatura, fortes ventos e luminosidade, sendo esses os fatores que podem ter contribuído para uma menor expansão da lâmina foliar de *C. obdeltifolia* na Área 2 (Tabela 1).

Densidade estomática, índice estomático e área foliar possuem uma forte relação entre si. Uma menor área foliar tende a elevar tanto a densidade estomática quanto o índice estomático, como observado nos espécimes coletados na Área 2 (Tabela 1), mesmo que este último não tenha apresentando diferença significativa em relação ao índice obtido na área 1. Contudo, outros fatores, como concentração de CO<sub>2</sub> e aumento da altitude (SANTOS *et al.*, 2010), podem também influenciar o aumento desses índices. Esse resultado não significativo, portanto, pode estar associado às semelhanças nas condições macroclimáticas da região, uma vez que os espécimes coletados encontravam-se em platôs diferentes, mas em altitudes não tão distintas.

Vale ressaltar que, quanto mais xerofíticas as condições, maior a frequência estomática por unidade de área, permitindo a troca de gases mais eficiente nos períodos em que a umidade relativa é alta e quando o perigo de desidratação excessiva é mínimo (LLERAS, 1977).

Os espécimes de *C. obdeltifolia* aqui analisados apresentam



características xeromórficas indicadas pelo maior grau de escleromorfismo, e são consideradas vantajosas para plantas, pois reduzem a perda de água, o excesso de luz e a ação dos herbívoros (BOEGER e WISNIEWKI, 2003). Além disso, apresentam a parede das células da epiderme espessas, sendo as da Área 2 um pouco mais espessas que as da Área 1, mesmo tendo sido constatadas maior altura e largura das células em ambas as faces epidérmicas em todos os indivíduos da Área 2.

A presença de paredes espessadas é uma característica de indivíduos de ambientes xeromórficos e presentes em altas altitudes, sendo esse xeromorfismo em partes aéreas uma resposta adaptativa do vegetal a um ambiente de fortes ventos e alta intensidade luminosa, fatores constantes na vegetação de campo rupestre, protegendo assim a folha contra a transpiração devido à luminosidade excessiva (SCATENA *et al.*, 2004) e agindo também como suporte mecânico devido a ação dos ventos (SCATENA e MENEZES, 1996), sendo esses fatores mais intensos com o aumento da altitude. Segundo POMPELLI *et al.* (2010), a plasticidade das células epidérmicas é alta principalmente quando submetidas à alta intensidade luminosa.

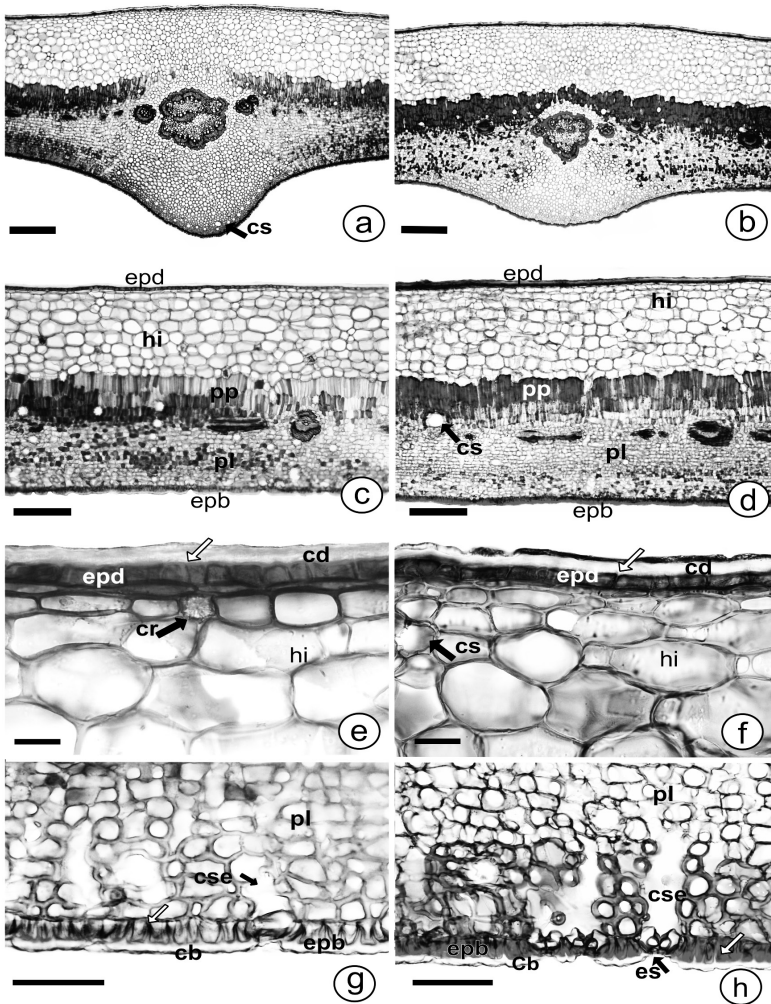
Em seção transversal, a nervura principal apresenta feixe vascular composto por três feixes colaterais acessórios dispostos dois de um lado e um do outro. O feixe principal é formado por um agrupamento de cerca de 11 feixes menores, apresentando esclerênquima sob forma de fibras logo após o floema, enquanto os feixes adjacentes são completamente circundados por esclerênquima em ambas as áreas (Figura 2a-b).

O mesofilo apresenta epiderme da face adaxial uniestratificada, com formato retangular, sendo o eixo periclinal maior que o eixo anticlinal em todos os espécimes de ambas as áreas (Figura 2c-d, e-f). A cutícula se apresentou espessa, invaginando entre as células da epiderme da face adaxial, formando flanges cuticulares (Figura 2e-f), ocorrendo o mesmo nas células da epiderme da face abaxial, sendo a cutícula nesta face menos espessa que na face adaxial. A epiderme da face abaxial também é uniestratificada sendo as células alongadas no sentido anticlinal (Figura 2g-h).

A folha é hipostomática e os estômatos tem células subsidiárias maiores que as demais células epidérmicas (Figura 2h), sendo observada a presença de câmaras subestomáticas (Figura 2-g-h) maiores nos indivíduos da Área 2 (Figura 2h).

Foi observado também um tecido apresentando as características de uma hipoderme na face adaxial com paredes espessas, variando entre 9-11 camadas, sendo as primeiras mais estreitas que as demais camadas internas (Figura 2c-d). Acredita-se tratar-se de uma hipoderme devido à descrição realizada para o gênero por METCALFE e CHALK (1983). A hipoderme em todos os indivíduos ocupa praticamente metade do mesofilo.

O mesofilo é do tipo dorsiventral, no qual o parênquima paliçádico é constituído por 2-3 camadas celulares, sendo a primeira camada próxima à superfície adaxial, mais alongada. As camadas mais internas têm células



**Figura 2.** Seções transversais da região mediana da nervura central e do mesofilo da folha de *Clusia obdeltifolia* Bittrich, Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia. a-b, nervura principal; a, Área 1 ( altitude 980 m); b, Área 2 ( altitude 1150 m). (cs) canal secretor. c-h, Seções transversais do mesofilo; c, e, g, Área 1 (menor altitude). d, f, h, Área 2 (maior altitude). (cse) câmaras subestomática, (cs) canal secretor, (cr) cristal, (cb) cutícula abaxial, (cd) cutícula adaxial, (epb) epiderme na face abaxial, (epd) epiderme na face adaxial, (hi) hipoderme, (pp) parênquima paliçádico, (pl) parênquima lacunoso, flanges cuticulares (seta branca). Barras: (a-b) = 500µm; (c, d, g, h) = 100µm; (e-f) = 50µm.

menores, seguidas pelo parênquima esponjoso (Figura 2c-d). Nessa região, logo abaixo do parênquima paliçádico, ocorrem feixes vasculares colaterais circundados continuamente por fibras (Figura 2c).

O parênquima esponjoso apresenta 18-20 camadas de células de diferentes tamanhos e, nas camadas mais próximas à epiderme abaxial, há espessamento das paredes celulares (Figura 2c-d, g-h).

Observa-se ainda a presença de canais secretores distribuídos por todo o mesofilo, podendo ser encontrados na hipoderme, no parênquima paliçádico, no parênquima lacunoso e nervura central (Figura 2a, d, f).

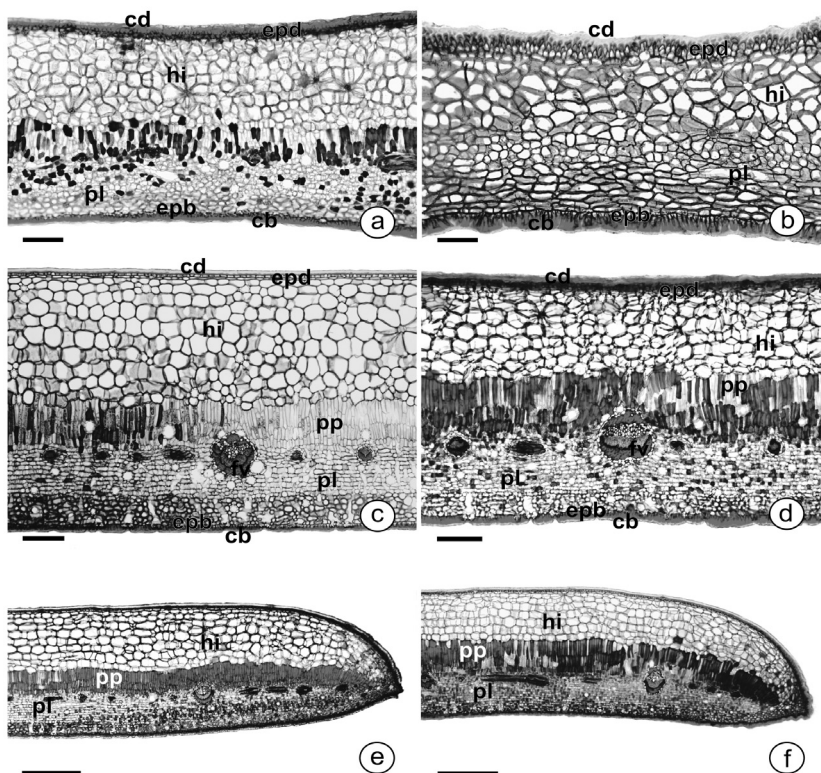
Cristais em forma de drusa estão presentes espalhados por todo o mesofilo (Figura 2e). Ainda em seção transversal, na região próxima ao ápice das folhas de *C. obdeltifolia*, não se observa a presença da nervura principal, sendo essa região mais estreita que as adjacentes (Figura 3a-b). Observou-se ainda parênquima paliçádico pouco desenvolvido, hipoderme com células irregulares em forma e tamanho, cutícula espessa em ambas as faces, epiderme da face adaxial com células irregulares e pequenas e da face abaxial alongadas no sentido anticlinal.

À medida que se distancia do ápice, a uma distância de 1,5cm deste, se aproximando da região mediana, a nervura principal começa a ser evidenciada, entretanto, com menor calibre em relação à nervura da região mediana. O feixe principal é formado por um agrupamento de 3 feixes menores circundados por esclerênquima (Figura 3c-d). A cutícula, epiderme, hipoderme, e o parênquima clorofiliano, apresentaram o mesmo padrão descrito para a região mediana.

Em seção transversal da base da lâmina foliar, observou-se a mesma organização estrutural descrita para região mediana, verificando-se apenas diferença na nervura principal que apresentou maior calibre. O feixe principal é formado por um agrupamento de 24 feixes menores, apresentando esclerênquima sob a forma de fibras logo após o floema, em ambas as áreas.

O bordo foliar apresentou semelhança na organização estrutural nas duas populações. A epiderme é uniestratificada e revestida por cutícula espessa em ambas as faces. A hipoderme na face adaxial tem paredes espessas, variando entre 7-8 camadas. O parênquima paliçádico com 2-3 camadas, seguido do parênquima lacunoso, se estende até a extremidade acompanhando a morfologia do bordo, que se afila na extremidade. Ocorrem feixes vasculares colaterais circundados parcialmente por um anel de fibras logo abaixo do parênquima paliçádico (Figura 3e-f). Nos espécimes coletados na Área 2, o bordo apresentou-se curvado em direção a face abaxial (Figura 3f). Essa diferença pode estar relacionada com a variação do ambiente.

VIEIRA (1995), em análise das folhas de *Bauhinia radiata* Vell. submetidas a três diferentes condições ambientais, constatou que o bordo das folhas submetidas à maior intensidade luminosa apresentava curvatura, enquanto que nas folhas de sombra, o bordo apresentava-se sem nenhuma curvatura. Os espécimes da Área 2 estão em maior altitude, e nessa região ocorre uma maior exposição à intensidade luminosa, o que pode justificar a curvatura do bordo.



**Figura 3.** Seções transversais do ápice e bordo da folha de *Clusia obdeltifolia* Bittrich, Morro do Pai Inácio, Palmeiras, Bahia. a, c, e, Área 1 ( altitude 980 m). b, d, f, Área 2 ( altitude 1150 m); a – b. Ápice; c – d, região intermediária entre o ápice e o meio; e – f, bordo. (cd) cutícula adaxial, (cb) cutícula abaxial, (epb) epiderme na face abaxial, (epd) epiderme na face adaxial, (fv) feixe vascular, (hi) hipoderme, (pl) parênquima lacunoso, (pp) parênquima paliçádico. Barras: (a-d) = 200µm; (e-f) = 500µm.

Os valores médios da hipoderme, parênquima paliçádico e parênquima lacunoso encontram-se representados na tabela 2, assim como outras variáveis como cutícula na face adaxial, cutícula na face abaxial, epiderme da face adaxial, epiderme da face abaxial. Estatisticamente, algumas variáveis apresentam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as duas áreas: cutícula na face adaxial, cutícula na face abaxial, epiderme da face adaxial, epiderme da face abaxial, hipoderme e parênquima paliçádico. As outras variáveis como parênquima lacunoso e espessura total do limbo, não apresentaram resultados significativos.

Essas variações anatômicas observadas podem estar associadas a fatores que agem mais intensamente à medida que ocorre uma variação de altitude, tais como: aumento da luminosidade e dos ventos, baixa retenção de água, redução de oxigênio e gás carbônico (CASTRO e MENEZES, 1995).

A cutícula nas faces adaxial e abaxial apresentou-se mais espessa nos espécimes coletados na Área 2. De acordo com ESAU (1974) e DICKISON (2000), os fatores ambientais podem influenciar a espessura e a composição da cutícula, que por sua vez desempenham importante papel na redução da perda de água, impermeabilização e reflexão dos raios solares, características que aumentam proporcionalmente com o aumento da altitude, como observado através dos dados comparados entre as Áreas 1 e 2 (Tabela 2). Foi observado ainda que a cera epicuticular penetra nas paredes anticlinais de *C. obdeltifolia* e, apesar de tais depósitos não desempenharem papel importante na redução da transpiração, podem reduzir a umidade de superfície (ESAU, 1974).

**Tabela 2** - Medidas das folhas de *Clusia obdeltifolia* Bittrich na Área 1, com altitude de **980m**, e na Área 2, com altitude de **1150m**. Morro do Pai Inácio, Palmeiras, BA. Média  $\pm$  desvio padrão. \* =  $p < 0,05$

Medidas	Área 1	Área 2
Cutícula adaxial ( $\mu\text{m}$ )	16,60 $\pm$ 3,52*	21,0 $\pm$ 3,75*
Cutícula abaxial ( $\mu\text{m}$ )	12,30 $\pm$ 1,60*	13,30 $\pm$ 1,56*
Epiderme adaxial ( $\mu\text{m}$ )	13,22 $\pm$ 2,42*	14,90 $\pm$ 2,33*
Epiderme abaxial ( $\mu\text{m}$ )	27,40 $\pm$ 5,97*	32,20 $\pm$ 5,31*
Hipoderme ( $\mu\text{m}$ )	732,4 $\pm$ 92,34*	610 $\pm$ 84,21*
Parênquima paliçádico ( $\mu\text{m}$ )	235,46 $\pm$ 33,57*	261,02 $\pm$ 19,90*
Parênquima lacunoso ( $\mu\text{m}$ )	494,40 $\pm$ 56,57	509,20 $\pm$ 61,63
Espessura total do limbo ( $\mu\text{m}$ )	1449,44 $\pm$ 100,11	1511,84 $\pm$ 141,79

Em relação à espessura da epiderme, as faces abaxial e adaxial apresentam-se mais espessas nos indivíduos da Área 2. O aumento da espessura da epiderme da face adaxial pode estar relacionado à reflexão da luz, para a manutenção dos níveis de temperatura foliar e assim a efetivação dos processos fisiológicos (DICKISON, 2000).

Como já citado, as células da epiderme da face abaxial apresentaram-se mais alongadas no sentido anticlinal. Segundo SCHREIBER e RIEDERER (1996), epiderme com células altas é uma característica escleromórfica de indivíduos de plantas sempre verdes que estão adaptados à sobrevivência em períodos de seca, evitando uma elevada evaporação de água, caracterizando-

se como uma espécie de baixa permeabilidade hídrica.

Ainda na face abaxial, como já referido anteriormente, foram observadas câmaras subestomáticas amplas, sendo elas maiores nos indivíduos da Área 2. Segundo FAHN (1990), a presença de câmaras subestomáticas é importante para o estabelecimento de um longo gradiente de difusão entre o parênquima clorofiliano e o meio ambiente. Essas câmaras subestomáticas podem estar relacionadas com a necessidade da folha de manter os espaços de ar para uma melhor eficiência das trocas gasosas (SCATENA e ROCHA, 1995), sendo percebido que nos espécimes da Área 2, elas são mais alongadas que na Área 1 (Fig. 2 G-H)

No mesofilo, assim como na região da nervura principal, as células da hipoderme apresentaram diferença significativa entre as Áreas 1 e 2 (Tabela 2).

Segundo BORLAND *et al.* (1998), a hipoderme de *Clusia* atua como um tecido de armazenamento de água, possuindo células largas, mas que não evitam sua perda para o ambiente, sendo necessária a presença de cutícula espessa. Talvez por isso a presença de cutícula espessa seja um caráter importante para a sobrevivência da espécie em altitudes elevadas.

Mesmo não se tendo realizado análises do desenvolvimento dos tecidos no espécimes aqui estudados, acredita-se que esta camada logo abaixo da epiderme seja realmente hipoderme, devido à diferença morfológica observada entre a epiderme e as demais células adjacentes a ela, seja no ápice, meio ou base da folha, sugerindo assim que a origem dessas camadas é distinta.

O valor médio da espessura do parênquima paliçádico da Área 2 difere estatisticamente da Área 1 ( $p < 0,05$ ), mesmo não ocorrendo variação no número de camadas celulares. Contudo, as células da primeira camada, próxima a superfície adaxial, são mais alongadas na Área 2 do que na Área 1 (Figura 3c-d).

De acordo com TAIZ e ZEIGER (2009), o parênquima paliçádico altera-se de acordo com o gradiente de luz, e apresenta-se mais desenvolvido a medida que a luminosidade aumenta, sendo constituído por células mais alongadas e/ou maior número de estratos, possibilitando uma maior capacidade fotossintética. A forma alongada das células do parênquima paliçádico facilita ainda a penetração de luz no parênquima esponjoso (VOGELMANN, 1996).

As folhas dos espécimes de *C. obdeltifolia* presentes no topo do morro (Área 2) estão expostas a maior intensidade luminosa, estimulando a plasticidade de alongamento das células do parênquima paliçádico.

Em estudo realizado por FERNANDES (2007), com a espécie *Clusia criuva* Cambess., em diferentes condições de luminosidade, o alongamento da primeira camada do parênquima paliçádico e a não alteração do número de camadas foi uma das características observadas que demonstram plasticidade da espécie, sendo essa uma característica também observada em *C. obdeltifolia*.

O parênquima lacunoso mostrou-se mais espesso nas folhas da Área 2, porém não apresentou diferença significativa entre as áreas ( $p > 0,05$ ). É no parênquima lacunoso que ocorre a dispersão luminosa determinando uma absorção mais uniforme da luminosidade através da folha (TAIZ e ZEIGER, 2009).

CHAZDON e KAUFMANN (1993) analisaram as folhas de *Piper arieianum* C.DC. (Piperaceae) e verificaram uma variação significativa dependente da luz na espessura total foliar, espessura da epiderme superior, espessura do paliçádico e alongamento dos estratos do parênquima esponjoso.

Nas folhas de *C. obdeltifolia*, foi observada a presença de cristais de oxalato de cálcio em forma de drusa distribuídos por todo o mesófilo, ocorrendo uma maior concentração nessa região que na nervura principal, sendo observadas em maior quantidade ( $p < 0,05$ ) nas folhas da Área 1.

Os cristais presentes formam idioblastos, sendo as drusas o tipo de cristal mais dominante em algumas “dicotiledóneas”, estando algumas vezes associados ao látex (METCALFE e CHALK, 1983). Segundo MEDINA *et al.* (1990), a presença de cristais em grande quantidade nas folhas é uma característica que evidencia o escleromorfismo foliar.

Os cristais podem representar formas de armazenamento de cálcio como também serem depósitos de metabólitos secundários (PRYCHID e RUDALL, 1999). VOLK *et al.* (2002), afirmam que os cristais de oxalato contribuem para a manutenção de nutrientes, podendo ser considerados como estruturas capazes de participar do metabolismo secundário das plantas.

Outra função associada à sua presença é a defesa da planta contra herbivoria. FINLEY (1999) menciona à importância dos cristais na defesa contra a herbivoria, que podem causar injúrias no aparato bucal ou dificultar a digestão dos predadores.

O látex também pode ser responsável pela defesa contra herbivoria. Segundo FERRAL *et al.* (1991), além do látex estar muitas vezes associado à defesa contra patógenos, pode também exercer papel fundamental contra a herbivoria quando associado à metabólitos secundários como cristais. Isso é possível devido ao seu rápido depósito nos espaços intercelulares, formando barreiras que impedem a ação de determinado organismo. Sendo assim, a presença de cristais associados à mucilagem, pode ser um dos motivos de não terem sido encontrados indícios de predação nas folhas de *C. obdeltifolia*.

FRANCESCHI (2001) sugere que drusas nas células do parênquima, podem ser uma estratégia de aproveitamento da luz pelo mesófilo, uma vez que os cristais podem auxiliar na difusão dos raios incidentes em ambientes mais sombreados. Isto pode vir a justificar a maior presença de cristais de oxalato de cálcio em forma de drusa nas folhas dos espécimes da Área 1, uma vez que essa área está exposta a menor intensidade luminosa quando comparada com a Área 2.

Nos testes histoquímicos, o material analisado mostrou-se positivo para lipídios, lignina e amido na região do mesófilo (Tabela 3). A presença de lipídios pode ser evidenciada pela cutícula espessa em ambas as faces, estando estes também distribuídos pelo parênquima e nervura principal, ocorrendo na forma de gotículas de lipídios isoladas. A lignina foi detectada nas fibras ao redor dos feixes vasculares e nos elementos de vasos, não tendo sido observada nos demais tipos celulares.

**Tabela 3** - Testes histoquímicos em indivíduos de *Clusia obdeltifolia* Bittrich, na Área 1 com altitude de **980m**, e na Área 2, com altitude de **1150m**. Morro do Pai Inácio, Palmeiras, BA.

Compostos	Área 1	Área 2
Compostos lipídicos: (Sudam III)	+	+
Lignina: (Floroglucinol em meio ácido)	+	+
Amido: (Lugol)	+	+
Compostos Fenólicos: (Cloreto Férrico)	-	-

O amido foi evidenciado na região da nervura principal e no tecido parenquimático, o que pode indicar que nesta região, a função do parênquima é de reserva.

Em análise comparativa da anatomia foliar de *C. obdeltifolia* foram observadas adaptações anatômicas em relação ao ambiente. Muitas das estruturas observadas representam características escleromórficas, como hipoderme, paredes celulares espessas na epiderme e cutícula espessa. Entretanto, nos espécimes analisados em maior altitude (Área 2), as folhas apresentaram uma menor área foliar, maior densidade estomática, células do parênquima paliádico mais alongadas, epiderme e cutícula mais espessas, cristais de oxalato de cálcio em menor quantidade, quando comparadas com os espécimes coletados em menor altitude (Área 1).

Os resultados apresentados permitem concluir que, o crescimento e a organização da lâmina e suas variações anatômicas, podem ser influenciadas por fatores ambientais como o aumento da luminosidade e dos ventos, a baixa retenção de água e a redução de oxigênio e do gás carbônico, fatores esses que podem variar à medida que ocorre variação de altitude.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, T.V.; SANTÁNNA-SANTOS; B.F., AZEVEDO, A.A. e FERREIRA, R.S. 2007- ANATI QUANTI: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. *Planta daninha* (25) 4: 649-659.
- ALVES, R.J.V.; CARDIN, L. e KROPF, M.S. 2007 - Angiosperm disjunction "Campos rupestres - restingas": a re-evaluation. *Acta Botanica Brasílica* (21)3: 675-685.
- APG III- Angiosperm Phylogeny Group. 2009 - An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121



- ARANDA, I.; BERGASA, L. F.; GIL, L. e PARDOS, J. A. 2001- Effects of relative irradiance on the leaf structure of *Fagus sylvatica* L. seedlings planted in the understory of a *Pinus sylvestris* L. stand after thinning. *Annals of Forest Science* 58( 6): 673-680.
- BASTOS, C.A. e VAN DEN BERG, C. 2012 - A família Orchidaceae no município de Morro do Chapéu, Bahia, Brasil, *Rodriguésia* 63(4): 883-927.
- BEERLING, D. J. 1999 - Stomatal density and index: theory and application. pp. 251-256. In: JONES, T. P.; ROWE. N. P. (Eds). **Fossil Plants and Spores: modern techniques**. Geological Society, London.
- BERLYN, G. P. E. e MIKSCH, J. P. 1976 - **Botanical microtechnique and cytochemistry**. The Iowa state Press, Ames. 322 p.
- BITTRICH, V. 2014 - Clusiaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB016871>> Acesso em: 24/04/2014
- BITTRICH, V. 1996 - Três novas espécies do gênero *Clusia* (Guttiferae) do Brasil. *Boletim de Botânica*, Universidade de São Paulo, 15: 73-82.
- BOEGER, M.R.T. e WISNIEWSKI, C. 2003 - Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26 (1): 61-72.
- BORLAND, A. M.; TECSI, L. I.; LEEGOOD, R. C. e WALKER, R. P. 1998 - Inducibility of crassulacean acid metabolism (CAM) in *Clusia* species; physiological/biochemical characterization and intercellular localization of carboxylation and decarboxylation processes in three species which exhibit different degrees of CAM. *Planta* 205: 342-351.
- CAMERIK, A. M. e WERGER, M. J. A. 1981 - Leaf characteristics of the flora of the high plateau of Itatiaia, Brasil. *Biotropica* 13(1): 39-48.
- CASTRO, N. M. e MENEZES, N. L. 1995 - Aspectos da anatomia foliar de algumas espécies de *Paepalanthus* Kunth. (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 9(2): 213-229.
- CHAZDON, R. L. e KAUFMANN, S. 1993 - Plasticity of leaf anatomy of two rain forest shrubs in relation to photosynthetic light acclimation. *Functional Ecology*, 7: 385-394.
- CAO, K.F. 2000 - Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting light conditions in a Bornean heath forest. *Canadian Journal of Botany*, 78: 1245-1253.
- CONCEIÇÃO, A. A. e GIULIETTI, A. M. 2002 - Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Hoehnea* 29: 37-48.
- CONCEIÇÃO, A. A. e PIRANI, J. R. 2005 - Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 23(1): 85-111.

- CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M. e MEIRELLES, S. T. 2007 - Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 21(2): 335-347.
- CUTLER, D. F.; BOTHA, T. e STEVENSON, D. W. M. 2011 - **Anatomia Vegetal**: uma abordagem aplicada, Artmed, Porto Alegre. 148-165 p.
- CUTTER, E. R. 1986 - **Anatomia vegetal: órgãos experimentais e interpretação**. Rocha, São Paulo, 335 p.
- DICKISON, W.C. 2000 - **Integrative Plant Anatomy**. Academic Press, USA, 533 p.
- DUZ, S.R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M. e PAULILO, M.T. 2004 - Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação de luz. *Revista Brasileira de Botânica* 3: 587-596.
- ESAU, K. 1974 - **Anatomia vegetal das plantas com sementes**; pp.293- MORRETES, T. B. L. de; Blucher, E. (Eds.) Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FAHN, A. 1990 - **Anatomia Vegetal**. Pergamon Press, Oxford. 302 p.
- FARRELL, B.D.; DUSSOURD, D.E.; MITTER, C. 1991 - Escalation of plant defense: do latex/resin canals spur plant diversification? *American Naturalist*, 138: 881-900
- FERNANDES, S. D. C. 2007 - **Morfologia, anatomia, histoquímica e aspectos fisiológicos da lâmina foliar de espécies de *Clusia* (Clusiaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 148 p
- FINLEY, D. S. 1999 - Patterns of calcium oxalate crystals in young tropical leaves: a possible role as an anti-herbivory defense. *Revista de Biologia Tropical* 47(12): 27-31.
- FOSTER, A. S. 1949 - **Practical Plant Anatomy**. D. van Nostrand Company Inc, Pricenton. 228 p.
- FRANCESCHI, V. 2001 - Calcium oxalate in plants. *Trends in Plant Science* 6(7): 331.
- FRANKLIN, G.L. 1945 - Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating meethod for wood. *Nature* 155(3924): 51.
- FUNCH, R. 1997 - **Um guia para o visitante a Chapada Diamantina: o Circuito do Diamante**. Coleção Apoio, n. 15. Secretaria da Cultura e Turismo, Salvador. 209 p.
- JOHANSEN, D.A. 1940 - **Plant Microtechnique**. McGraw Hill Book, New York. 48p.
- JORDÃO, L. R.; LOPES, V. B. e TAKAKY, M. 1988 - Selection of viable seeds in *Hormidium coriaceum* Ldl. (Orchidaceae) by density separation. *Seed Science Technology* 16: 515-519.
- KOFIDIS, G.; BOSBALIDIS, A.M. e MOUSTAKAS, M. 2007 - Combined effects of altitude and season of leaf characteristics of *Clinopodium vulgare* L. (Labiatae). *Environmental and experimental botany*, 60(1): 69-76.

- KRAUS, J. E. e ARDUIN, M. 1997 - **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, Rio de Janeiro. 198 p.
- LIMA JR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, V. V.; e BARBOSA, J. P. R. A. 2006 - Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. Submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, 30 (1): 33-41.
- LLERAS, E. 1997 - Differences in stomatal number per unit area within the same species under different micro-environmental conditions: a working hypothesis. *Acta Amazonica* 7(4): 473-476.
- LUTTGE, U. 2007 - *Clusia*: a woody neotropical genus of remarkable plasticity and diversity. *Ecological Studies* 194(2): 37-51.
- MENEZES, N. L.; SILVA, D. C. e PINNA, G. F. M. 2003 – Folha; pp. 438. In: APPEZZATO-DA GLÓRIA, B. e CARMELO-GUERREIRO, S. M. (Eds.). **Anatomia vegetal**. Ed. da Universidade de Viçosa, Viçosa.
- MEDINA, E.; GARCIA, V. e CUEVAS, E. 1990 - Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf, structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forest of the upper Rio Negro region. *Biotropica* 22(1): 51-64.
- METCALFE, C. R. e CHALK, L. 1983 - **Anatomy of the dicotyledons**, Clarendon Press, Oxford. 308 p.
- MISI, A. e SILVA, M. G. 1996 - **Chapada Diamantina Oriental - Bahia: geologia e depósitos minerais**. Série roteiros geológicos. Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, Salvador. 31-32 p.
- MORATELLI, E. M.; DALLA COSTA, M.; LOVATO, P. E.; SANTOS, M. e PAULILO, M. T. S. 2007 - Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. (Bignoniaceae). *Revista Árvore* 31: 555-566.
- NIMER, N. 1989 - **Climatologia do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro. 35 p.
- POMPELLI, M. F.; MARTINS, S. C. V.; CELIN, E. F.; VENTRELLA, M. C. e MATTA, F. M. DA. 2010 - What is the influence of ordinary epidermal cells and stomata on the leaf plasticity of coffee plants grown under full-sun and shady conditions? *Brazilian Journal of Biology* 70(4): 1083-1088.
- PRYCHID, C. J. e RUDALL, P. J. 1999 - Calcium oxalate crystal in monocotyledon: Structure and systematics. *Annals of Botany* 84(6): 725-739.
- RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. 1998 - Fitofisionomias do bioma cerrado; pp. 89-166 In: SANO, S.; ALMEIDA, S. (Eds.). **Cerrado ambiente e flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina.
- SANTIAGO, E. J. A.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M. DE; LAMEIRA, O. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O. DA e GAVILANES, M. L. 2001 - Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervum*) sob diferentes condições de luminosidade. *Ciência Agrotécnica* 25: 1035-42.
- SANTOS, M.; FERMINO JUNIOR, P. C. P.; VAILATI, M. G. e PAULILO, M. T. S. 2010 - Aspectos estruturais de folhas de indivíduos de *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae) ocorrentes em Restinga e na Floresta

- Ombrófila Densa. *Insula* 39: 59 – 78.
- SCATENA, V. L. e MENEZES, N. L. 1996 - Anatomia de raízes de *Syngonanthus* Ruhl (Eriocaulaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 56(2): 333-343.
- SCATENA, V. L. e ROCHA, C. L. M. 1995 - Anatomia dos órgãos vegetativos e do escapo floral de *Leiothrix classifolia* (Bong.) Ruhl. (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó – MG, *Acta Botanica Brasilica* 9(2): 195-211.
- SCATENA, V. L.; VICHI, D. V. e PARRA, L. R. 2004 - Anatomia de escapos, folhas e brácteas de *Syngonanthus* sect. *Eulepis* (Bong. ex Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). *Acta Botanica Brasilica* 18(4): 825-837.
- SCHREIBER, L. e RIEDERER, M. 1996 - Ecophysiology of cuticular transpiration: comparative investigation of cuticular water permeability of plante species from different habitats. *Oecologia* 107: 426-432.
- SOUZA, V. C. e LORENZI, H. 2000 - **Botânica sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de fenerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Instituto Plantarum, São Paulo. 110p.
- STEVENS, P. F. 2012 - Angiosperm phylogeny website. Version 13. St.Louis: Missouri Botanical Garden, Disponível em: <[http://http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb](http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb)>. Acesso em: 24/04/2014
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2009 - **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre. 379p.
- VIEIRA, R. C. 1995 - Anatomia da folha de *Bauhinia radiata* em diferentes ambientes. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 38: 63-107.
- VOGELMANN, T. C.; BOMMAN, J.R. e YATES, D.J. 1996 - Focusing of light by leaf epidermal cells. *Physiologia Plantarum* 98: 43-56
- VOLK, G. M.; LYNCH-HOLM, V. J.; KOSTMAN, T. A.; GOSS, L. J. e FRANCESCHI, V. R. 2002 - The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. *Plant Biology* 4(1): 34-45.