

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SIKANDRA-LIS FONSECA PAULINELLI GARCIA

MORFOLOGIA FUNCIONAL DE DUAS ESPÉCIES EPÍFITAS DE CACTACEAE

CURITIBA

2011

SIKANDRA-LIS FONSECA PAULINELLI GARCIA

MORFOLOGIA FUNCIONAL DE DUAS ESPÉCIES EPÍFITAS DE CACTACEAE

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica, Área de concentração em Estrutura e Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientadora: Prof^a Dr.^a Maria Regina T. Boeger.

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia Soffiatti

CURITIBA

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à família. Aos meus pais, Vera e Beto, que sempre me apoiaram em minhas decisões, mas mais que isso, me deram as mãos e todo suporte em tudo que precisei e inventei. Quero, com o exemplo de vocês, amar meus filhos e formar uma família unida como a nossa. À minha metade, minha irmã, minha eterna amiga. Shal, é impossível te agradecer com palavras! E, claro, ao meu irmãozinho, Nik, sempre em meu coração.

Ao meu grande amor, meu marido Alex, que caminhou comigo, me deu todo seu apoio e principalmente seu amor. Você foi admirável, tirou paciência de onde não existia, cobrou quando necessário, ajudou nos momentos mais críticos, e muito mais. Sei que no fim temos o mesmo objetivo em comum. Obrigada por estar ao meu lado sempre!

Agradeço à Prof^a Dr. Maria Regina Boeger, minha orientadora que me aceitou e depositou sua confiança em mim desde a graduação! Obrigada pelo crescimento e aprendizado profissional e também pelo exemplo de vida. À Prof^a Dr. Patrícia Soffiatti, que também há alguns anos vem me acrescentando no crescimento profissional de maneira muito especial.

Aos meus colegas do mestrado que estiveram muito presentes principalmente em nosso primeiro ano e em outros grandes momentos. Em especial à Betina, amiga que me concedeu principalmente seus ouvidos e sua paciência e que ficará para sempre na minha vida, obrigada madrinha.

Aos meus amigos do laboratório, Andressa, Letícia, Ellen, Edimar, Bianca, Carol Manguê, Márcia, todos vocês foram amigos porque não compartilhamos apenas bons e divertidos momentos (e foram muitos!), mas compartilhamos conhecimento. Obrigada por nossos dias serem de companheirismo. Em especial ao meu amigo Will, pois trabalhamos juntos desde o início e a Alessandra, por seus valiosos conhecimentos. E à Carol, com você ganhei não só uma amiga, mas uma irmã!

Aos professores do Curso de Mestrado em Botânica pelo conhecimento compartilhado. E aos demais funcionários, em especial à Beth pela dedicação. A CAPES pela bolsa concedida. Deixo aqui meu muito obrigada a todos que contribuíram e permitiram que essa minha caminhada chegasse ao fim.

“O vento é sempre o mesmo, mas sua
resposta é diferente em cada folha.
Somente a árvore seca fica imóvel entre
borboletas e pássaros”

RESUMO

Os gêneros *Rhipsalis* e *Lepismium* (Cactaceae) são bem representados na flora brasileira, compostas, em sua maioria por representantes epífitos, sendo encontradas em florestas tropicais e subtropicais úmidas. Esse estudo teve como objetivos 1) caracterizar morfológicamente as duas espécies, *Lepismium lumbricoides* (Lem.) Barthlott e *Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck ex Pfeiff, 2) identificar, entre as características morfológicas estudadas, aquelas adaptadas ao xeromorfismo, típicas do grupo e 3) identificar, dentre as características morfológicas estudadas, aquelas adaptadas às condições de epifitismo e baixa intensidade luminosa na Floresta Ombrófila Mista. Trinta indivíduos de cada espécie foram coletados no Bosque do Jardim Botânico e no Bosque Reinhard Maack, dois remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, PR. Para cada indivíduo, foram avaliados os seguintes parâmetros: comprimento, diâmetro, massa seca e fresca, índice de água, área e volume, densidade estomática e areolar dos caules. Parte do material foi fixado em FAA 70 e conservado em etanol 70%. Posteriormente, lâminas permanentes foram preparadas para análise anatômica das seções transversais e longitudinais do caule, além da mensuração da espessura dos tecidos e percentagem de tecido lignificado. As duas espécies mantêm características típicas de Cactaceae, independente do ambiente ombrófilo onde se desenvolvem, como a presença de epiderme com cutícula espessa (apesar de ser considerada pouco espessa quando comparada com outras cactáceas), hipoderme colenquimática e feixes vasculares corticais. Contudo, as espécies de cactáceas epífitas sofreram algumas modificações para se adaptarem às condições de alta umidade e baixa incidência luminosa, como baixa densidade estomática, hipoderme pouco desenvolvida, ausência de parênquima paliçádico e de costelas. Adaptações ao hábito epifítico estão relacionadas à redução do tecido mecânico e do grau de suculência. Entretanto, embora o epifitismo represente uma condição de estresse nutricional e hídrico, o fato destas plantas evolutivamente pertencerem a um grupo adaptado à condição xerofítica pode ter possibilitado a redução das características xeromorfas, levando ao aparecimento de toda uma linhagem especializada ao hábito epífita.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista. *Rhipsalis floccosa*. *Lepismium lumbricoides*, morfologia caulinar.

ABSTRACT

Rhipsalis and *Lepismium* (Cactaceae) are well represented in the Brazilian flora, composed almost exclusively by epiphytes, found in moist tropical and subtropical forests. This study aimed: 1) to characterize morphologically two species *Lepismium lumbricoides* (Lem.) Barthlott and *Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck ex Pfeiff, 2) to identify, among the morphological characters, those that are typically adapted to xeromorphism, typical of the group and 3) to identify, among the morphological characters, those that are adapted to epiphytism, under low irradiance in the Araucaria Forest. Thirty samples of each species were collected with a trimmer in two remnants of Araucaria Forest, Curitiba, PR; one at the Botanical Garden and the other at the Reinhard Maack Garden. For each individual, we measured the following parameters: length, diameter, fresh and dry mass, water content, area and volume stem, areolae and stomata density. Part of the plant material was fixed in FAA 70 and preserved in 70% ethanol. Afterwards, permanent slides of plant samples were prepared for anatomical analysis of stem cross and longitudinal sections. We measured the thickness of the tissues and the percentage of lignified tissue. Both species kept typical features of Cactaceae, despite of the shaded environment where they occur, such as thick cuticle (although considered thin for cacti standards), hypodermis and cortical vascular bundles. However, the epiphytes cacti presented some characteristics adapted to high moisture and low irradiance conditions such as thin cuticle, low stomata density and thin hypodermis, no palisade parenchyma and ribs. Adaptations to epiphytic habitat are related to reduction of the mechanical tissue and succulence. Although epiphytism represents a nutritional and hydric condition of stress, the fact that these plants belong to a xeric group may have allowed the reduction of xeromorphic features leading to an specialized lineage to the epyphitic.

Key words: Araucaria Forest. *Lepismium lumbricoides*, *Rhipsalis floccosa*, stem morphology.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO, MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ, BRASIL. 1. JARDIM BOTÂNICO; 2. BOSQUE REINHARD MAACK.....14
- FIGURA 2 - ESQUEMA MOSTRANDO AS REGIÕES DA PLANTA UTILIZADAS PARA AS MENSURAÇÕES. B: BASAL, M: MEDIANA, A: APICAL.....17
- FIGURA 3 - SECÇÕES TRANSVERSAIS DE (A-C) *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* (LEM.) BARTHLOTT E (B-D) *RHIPSALIS FLOCCOSA* SALM-DYCK. A E B: CÓRTEX (CO) E PARTE DO CILINDRO VASCULAR (CV). C E D: DETALHE DA EPIDERME (EP) MOSTRANDO ESTÔMATO (ET) SITUADO NO MESMO NÍVEL, EM *L. LUMBRICOIDES* E ABAIXO DO NÍVEL DAS CÉLULAS EPIDÉRMICAS COMUNS EM *R. FLOCCOSA*. E E F: SECÇÃO PARADÉRMICA DE (E) *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* E (F) *RHIPSALIS FLOCCOSA*.....20
- FIGURA 4 - SECÇÕES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS DE (A-B) *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* (LEM.) BARTHLOTT E (D-E) *RHIPSALIS FLOCCOSA* SALM-DYCK. A; D: SECÇÃO TRANSVERSAL MOSTRANDO DETALHE DO CILINDRO VASCULAR. B; E SECÇÃO LONGITUDINAL MOSTRANDO ESPESSAMENTO ESCALARIFORME DOS ELEMENTOS DE VASO DO XILEMA SECUNDÁRIO (ASTERISCO). FF: FIBRAS; ES: ESCLEREÍDES; FL: FLOEMA; XL: XILEMA; RP: RAIOS PARENQUIMÁTICOS; ME: MEDULA. E-F: ELEMENTOS DE VASO DE *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* E (D; E) *RHIPSALIS FLOCCOSA* MOSTRANDO PLACA DE PERFURAÇÃO SIMPLES E ESPESSAMENTO ESCALARIFORME A PUNTO DA PAREDE DOS ELEMENTOS DE VASO.....21
- FIGURA 5 - A: DENSIDADE ESTOMÁTICA MÉDIA (Nº/MM²) DOS SEGMENTOS BASAL, MEDIANO E APICAL DE *RHIPSALIS FLOCCOSA* SALM-DYCK E *LEPISMIUM LUMBRICOIDES*(LEM.) BARTHLOTT. B: DENSIDADE AREOLAR MÉDIA DA (Nº/CM) DOS SEGMENTOS BASAL, MEDIANO E APICAL DE *R. FLOCCOSA* E *L. LUMBRICOIDES*.....23

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIOS-PADRÃO (ENTRE PARÊNTESES) DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ANATÔMICAS DE *RHIPSALIS FLOCCOSA* SALM-DYCK E *LEPISMIUM LUMBRICOIDES*(LEM.) BARTHLOTT.....24
- TABELA 2 - COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIOS-PADRÃO (ENTRE PARÊNTESES) DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ANATÔMICAS DOS SEGMENTOS APICAIS, MEDIANOS E BASAIS DE CADA ESPÉCIE. LETRAS IGUAIS NA MESMA LINHA, PARA CADA ESPÉCIE, REPRESENTAM MÉDIAS SIGNIFICATIVAMENTE IGUAIS (TESTE DE TURKEY, $P < 0,05$).....25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1 Locais de coleta.....	13
2.2 Descrição das espécies.....	14
2.3 Metodologia.....	16
3 RESULTADOS.....	18
4 DISCUSSÃO.....	26
5 CONCLUSÕES.....	31
6 REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O epifitismo é uma condição que se caracteriza pela interação entre duas ou mais espécies, em que a espécie hospedeira, forófito, oferece substrato de fixação à espécie epífita (DISLICH, 1996). A condição de epifitismo é vivenciada não só por plantas holoepífitas, como são chamadas as epífitas obrigatórias (TERRAZAS; ARIAS, 2002), como também por epífitas acidentais, que podem ocasionalmente crescer em outro substrato diferente do solo (ZOTZ; LIST, 2003).

Sua importância ecológica reside na manutenção da diversidade biológica e no equilíbrio interativo, proporcionando recursos alimentares e microambientes especializados para a fauna do dossel (WAECHTER, 1998; GERALDINO *et al.*, 2010). As epífitas também podem ser indicadoras de estágios sucessionais, uma vez que as comunidades florestais secundárias apresentam uma diversidade epifítica menor do que as florestas primárias (GERALDINO *et al.*, 2010). Epífitas são típicas de florestas tropicais e subtropicais úmidas, porém, a abundância e a diversidade das espécies são fortemente influenciadas pela mudança das condições ambientais (GENTRY; DODSON, 1987; GENTRY, 1988). As variações de temperatura, associadas à precipitação intensa e regular, parecem favorecer o desenvolvimento de comunidades epifíticas altamente diversificadas (WAECHTER, 1998). Regionalmente, a distribuição da chuva ao longo do ano parece ser mais importante para o sucesso das epífitas do que a precipitação anual média na área (GENTRY; DODSON, 1987).

As epífitas apresentam várias adaptações morfológicas e fisiológicas que permitem que ocupem diferentes nichos nos estratos florestais. Apesar de não formarem um grupo morfológicamente homogêneo, as angiospermas epífitas possuem características especializadas, como: formação de pseudobulbos, suculência de raízes, caules e folhas (Gesneriaceae, Piperaceae, Cactaceae, Orchidaceae), escamas foliares e cisternas acumuladoras de água, formadas pelo imbricamento das bainhas foliares (Bromeliaceae) e Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) (BENZING, 1995; GERALDINO *et al.*, 2010). Essas características possibilitam a sobrevivência dessas plantas em períodos mais secos, permitindo captar e reter água e nutrientes nas suas estruturas (GERALDINO *et al.*,

2010). As condições de epifitismo representam um grande estresse, principalmente relacionado à constante oscilação hídrica disponível no dossel (MARTIN, 1994)

Cerca de 25.000 espécies de angiospermas epífitas estão distribuídas em 84 famílias, sendo que 98% estão restritas a 23 famílias, dentre as quais se destacam Orchidaceae, Bromeliaceae e Cactaceae (KRESS, 1986). Nas Cactáceas, as epífitas representam 10% das cerca de 2.000 espécies desta família, pertencentes quase que exclusivamente à subfamília Cactoideae, às tribos Hylocereeae e Rhipsalideae (BARTHLOTT, 1983). Cactáceas epífitas são encontradas em florestas tropicais e subtropicais úmidas (BAUER; WAECHTER, 2006), sendo que Rhipsalideae possui seu centro de diversidade na região Sudeste do Brasil (TAYLOR, 1997). Rhipsalideae possui quatro gêneros, *Lepismium* Pfeiffer, *Rhipsalis* Gaertner, *Hatiora* Britton & Rosee e *Schlumbergera* Lamare (BARTHLOTT; TAYLOR, 1995), com características comuns entre si, como caules cilíndricos, aplanados ou angulados, suculentos e flores, em geral, pequenas e diurnas.

Os principais estudos anatômicos sobre a família abordam principalmente aspectos relacionados ao xilema secundário e aspectos do sistema de revestimentos e seus anexos (MAUSETH *et al.*, 1998; LOZA-CORNEJO; TERRAZAS; MAUSETH, 2002; TERRAZAS, 2003; SOFFIATTI & ANGYALOSSY, 2003) e alguns destes estudos relacionam estas características morfoanatômicas com a filogenia e a sistemática do grupo (GIBSON; HORAK, 1978; GIBSON; NOBEL, 1986; MAUSETH, 1996; SILVA; ALVES, 1999).

A maioria dos estudos sobre cactáceas epífitas, no Brasil, consiste de levantamentos florísticos realizados nas regiões sul e sudeste do país (FONTOURA *et al.*, 1997; DISLICH; MANTOVANI, 1998; WAECHTER, 1998; GIONGO E WAECHTER, 2004; CALVENTE *et al.*, 2005). No Paraná, os estudos concentram-se em levantamentos florísticos de espécies epífitas (DITTRICH *et al.*, 1999; BORGIO; SILVA, 2003; DETTKE *et al.*, 2008b; GERALDINO *et al.*, 2010) na Floresta Ombrófila Mista ou formações vegetais associadas, indicando os gêneros *Rhipsalis* e *Lepismium* como os mais comuns. Existem poucos estudos anatômicos destes grupos, e dentro deles, citam-se Calvente *et al.* (2008), que comparou e analisou a anatomia de cinco espécies de *Rhipsalis* para fins taxonômicos; Dettke; Milaneze-Gutierrez (2008), que caracterizaram algumas espécies de cactos epífitos

pertencentes à Rhipsalideae e Hylocereeae e Boeger *et al.* (2010) que estudaram a morfologia funcional de duas espécies de *Lepismium*.

Rhipsalis é o maior gênero da tribo Rhipsalideae, com 36 espécies (CALVENTE, 2010). A maioria de suas espécies é endêmica do Brasil, sendo que várias delas apresentam distribuição restrita dentro do país (CALVENTE *et al.*, 2008). Já *Lepismium* é o segundo maior gênero da tribo no Brasil (TAYLOR; ZAPPI, 2004) e sua distribuição é ampla e abrangente nos outros países da América do Sul como Uruguai, Argentina e Paraguai (MAUSETH *et al.*, 2006). Os gêneros se diferenciam pelo crescimento determinado das ramificações, em *Rhipsalis*, e indeterminado em *Lepismium*, além de caracteres florais (BARTHLOTT; TAYLOR, 1995).

Como demonstrado pelos poucos estudos existentes com os gêneros, as espécies de *Rhipsalis* e *Lepismium* são tipicamente xerófitas e possuem características morfológicas adaptadas a esta condição, como caule suculento com células aquíferas que armazenam água e nutrientes (CALVENTE *et al.*, 2008; BOEGER *et al.*, 2010). Porém, na condição de epífitas, habitando florestas úmidas, algumas destas características morfológicas podem sofrer variações ou até desaparecerem por completo (MAUSETH *et al.*, 2002; BOEGER *et al.*, 2010).

Nos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, na Região Metropolitana da cidade de Curitiba, as espécies *Lepismium lumbricoides* (Lem.) Barthlott e *Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck são abundantes sobre ramos, em árvores do sub-bosque. Devido à semelhança da forma dos indivíduos e a preferência pelo mesmo tipo de habitat das duas espécies, esse estudo teve como objetivos:

- a) caracterizar morfológicamente as duas espécies de Cactaceae (*Lepismium lumbricoides* (Lem.) Barthlott e *Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck), muito comuns na Floresta Ombrófila Mista;
- b) comparar as características morfo-anatômicas entre as espécies;
- c) identificar, dentre as características morfológicas estudadas, aquelas adaptadas às condições de epifitismo e baixa intensidade luminosa na Floresta Ombrófila Mista.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais de coleta

As coletas de *Rhipsalis floccosa* e *Lepismium lumbricoides* foram realizadas no Capão do Jardim Botânico de Curitiba (25°26'34"S 49°14'22"W) e no Bosque Reinhard Maack (25°29'18" S, 49°15'34" W), (Figura 1) respectivamente, ambos em Curitiba, PR. A região apresenta clima classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfb), não apresentando estação seca definida. As temperaturas médias variam de 23,1°C no período mais quente (mês de fevereiro) a 13,2°C (mês de agosto) no período mais frio, sendo a temperatura média anual de 17,8°C. A precipitação anual é de 1.175,7 mm, sendo março o mês de maior precipitação média, com 165,1 mm e agosto o de menor, com 9,0 mm. A média da umidade relativa do ar é de 81%, de acordo com o SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná para o ano de 2010).

O parque Jardim Botânico possui uma área total de 270.000 m², dos quais 40% correspondem a um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta Ombrófila Mista, onde *Araucaria angustifolia* é a espécie dominante, emergindo com sua copa característica sobre o restante da vegetação arbórea (VELOSO *et al.*, 1991). O capão da mata do Jardim Botânico é um dos poucos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista do Primeiro Planalto Paranaense. Apresenta um sub-bosque denso por ter alta taxa de regeneração dos vegetais que a constituem. É formado por dois estratos bem definidos, um superior com árvores que variam de 1,5 a 20 m e outro inferior com plantas herbáceo-arbustivas que medem até 1,5 m.

O Bosque Reinhard Maack possui área de 78.000 m² na região sudeste de Curitiba também é um remanescente de Floresta Ombrófila Mista (BORGIO; SILVA, 2003). É dividido em três ambientes: mata com cobertura original e onde foram construídas diversas trilhas; área limítrofe, que compreende a área da borda da mata com área urbana e capoeira, com um único estrato arbóreo e denominado como Floresta Secundária em Estágio Inicial de Regeneração, onde, devido à abertura de dreno para desvio de águas pluviais, tornou-se mais úmido (ARZUA, 2002).



(BORGIO; SILVA, 2003)

Figura 1 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO, MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ, BRASIL. 1. JARDIM BOTÂNICO; 2. BOSQUE REINHARD MAACK.

2.2 Descrição das espécies

Rhipsalis floccosa Salm-Dyck ex Pfeiff é uma epífita, pendente ou raramente reptante, semi-ereta. Os artículos basais são cilíndricos e lenhosos, e os terminais são angulados e descontínuos (irregulares na espessura). Flexíveis; com 2-5 mm de largura e 2-16 cm de comprimento, verde-escuros ou verde-claros, com manchas avermelhadas quando expostos à intensa incidência solar, com crescimento determinado das ramificações. Os caules podem ter aréolas inseridas em pequenas proeminências, onde há a presença abundante de pêlos lanosos e brancos no interior. As flores são laterais e subapicais, 1-2 por aréola, rotadas, com cerca de 1,2 cm de comprimento e 0,6-1,0 cm de comprimento e 1,0-1,7 cm de largura; tépalas desiguais entre si, sendo as externas triangulares e as internas mais elípticas, perianto amarelo-pálido, sepalóides amarelados, petalóides brancos, ambos os segmentos com ápice avermelhado; filetes amarelados, anteras brancas; pericarpelo

esférico, glabro, parcialmente imerso na aréola; estilete branco-esverdeado, estigma 4-5 lobado, branco. O fruto é uma baga, esférica, com ápice truncado, 0,4-0,7 cm comprimento, cerca 0,6 cm de diâmetro, cor violácea; cicatriz do perianto 3-4 mm de largura, branca. Possui sementes reniformes, 1 mm comprimento, de castanho-escuras a negras. Sua floração pode ser registrada nos meses de outubro a dezembro e sua frutificação se estende até janeiro (BRUXEL; JASPER, 2005; BAUER; WAECHTER, 2006). Encontrada na Floresta Atlântica, distribui-se no sul e sudeste do Brasil, nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, desde o litoral atlântico até florestas estacionais, podendo ser encontrada a até 1.800 m de altitude (BARTHLOTT; TAYLOR, 1995).

Lepismium lumbricoides (Lem.) Barthlott é uma epífita que se adere no galhos das árvores e depois pende por até 40 cm de comprimento; com ramos cilíndricos, flexíveis, com 4-6 mm de diâmetro e 2- 20 cm de comprimento, verde-claro a escuro. Possui crescimento indeterminado das ramificações. Podem, ocasionalmente, apresentar espinhos em algumas aréolas (1-8 por aréola). Flores geralmente espalhadas ao longo do comprimento do caule, às vezes mais agregados nas pontas; gemas ascendente em ângulo de 45°, 2-3 mm de comprimento e 2 milímetros de diâmetro, às vezes com 1-2 pequenas escamas. Perianto com 11-13 mm de comprimento, 3-4 mm de largura obtuso, delicado, branco a branco-esverdeado ou creme esbranquiçado, às vezes quase semi-transparentes, elementos exteriores menores; estames com filamentos esbranquiçado a branco esverdeado, 5-7 mm de comprimento, anteras/pólen amarelo pálido a branco, estilo de branco a branco-esverdeado, filiformes, 9-10 mm de comprimento, maior que os estames; estigma com 2,5 mm de comprimento, cor branco a esverdeado. Frutos globosos a ligeiramente alongados, 5 mm de diâmetro, primeiramente verde, mudando para vermelho escuro, quando maduro normalmente permanece seco e ligado ao caule; com muitas sementes pequenas e pretas. Floração: setembro-novembro, época de frutificação de novembro-fevereiro. Comumente encontrada de São Paulo ao Rio Grande do Sul, quase todo tipo florestas do bioma da Floresta Atlântica, sendo rara na Floresta Atlântica Densa (BAUER; WAECHTER, 2006; EGGLI *et al.*, 2008)

2.3 Metodologia

Trinta indivíduos, por espécie, foram coletados nos dois remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, sendo que cada indivíduo foi mantido em saco plástico para transporte até o laboratório. Para as análises morfológicas foi selecionado o talo mais comprido de cada indivíduo.

A intensidade luminosa foi medida na altura onde os indivíduos foram coletados com “light meter” L1 250 A (LICOR, USA). Foram obtidas 10 medidas às 12h00, em ambos locais. A intensidade luminosa média no Bosque Reinhard Maack foi de $33,95 (\pm 18,64) \mu \text{ mol m}^2 \text{ s}^{-1}$ (1,45%) e no Jardim Botânico de $73,65 (\pm 10,42) \mu \text{ mol m}^2 \text{ s}^{-1}$ (3,20%).

Estudo Morfológico e anatômico – Para cada caule, foi medido o comprimento total com uma fita milimetrada. O diâmetro foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital. Os caules foram pesados em balança analítica Celtac, modelo FA2104N, com precisão de 0,0001 g para obter a massa fresca, em seguida secos em estufa por 48 horas a 50°C, e novamente pesados para obter a massa seca. O teor de água dos caules foi calculado pela diferença entre a massa fresca e a massa seca. Por ser um caule cilíndrico, a área caulinar (AC) foi estimada pela fórmula $AC = 2 * \pi * (1/2 \text{ diâmetro})^2$, e o volume caulinar (VC) foi obtido através da fórmula $VC = (AC) * \text{altura do caule}$ (BOEGER, 2010)

A densidade estomática ($n^\circ. \text{ mm}^{-2}$) foi estimada utilizando-se a modelagem da epiderme com esmalte incolor (CAO, 2000), sendo a contagem de estômatos realizada em microscópio fotônico (OLYMPUS CBA), com câmara clara acoplada. A densidade areolar foi realizada com auxílio de lupa estereoscópica (MICRONAL VMT); a contagem foi feita em um segmento de 1m centímetro de caule. Para ambas as variáveis foram mensurados três campos do caule de cada indivíduo, um na região basal, um na região mediana e um na apical, utilizando-se um total de 90 campos (30 apicais, 30 medianos e 30 basais).

Amostras do caule da região basal, mediana e apical (FIGURA 2) foram fixadas em FAA 70 e conservadas em etanol 70%. Destas, secções transversais à mão livre foram obtidas com o auxílio de lâmina de barbear. As secções transversais foram clarificadas com hipoclorito de sódio e em seguida coradas com azul de toluidina 0,05% (FEDER; O'BRIEN, 1968) e montadas em glicerina. Partes das amostras foram desidratadas em série etílica, incluídas em hidróxi-etil-metacrilato

(Leica), seccionadas a 5 μm de espessura, coradas com fuccina básica e azul de astra (ALVES DE BRITO; ALQUINI, 1996) e montadas em resina sintética. As fotomicrografias foram obtidas em máquina digital Canon Power Shot F50 acoplada em microscópio Olympus BX51.

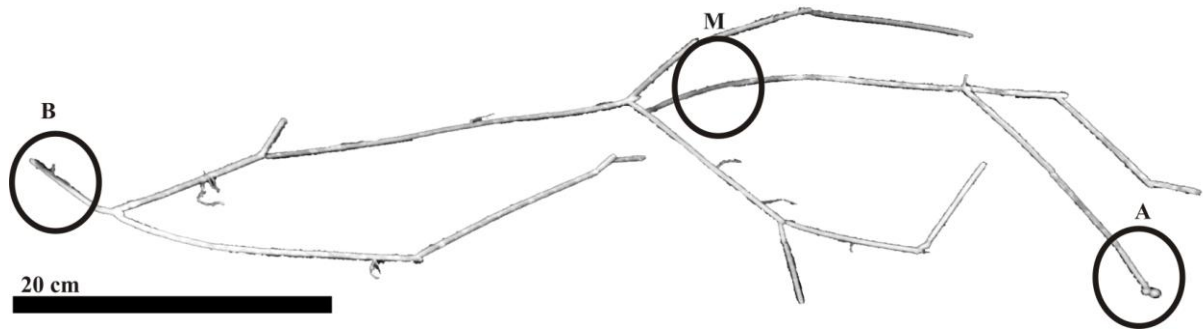


Figura 2 - ESQUEMA MOSTRANDO AS REGIÕES DA PLANTA UTILIZADAS PARA AS MENSURAÇÕES. B: BASAL, M: MEDIANA, A: APICAL.

Nas lâminas permanentes e semi-permanentes, as medições de espessuras da cutícula, epiderme, hipoderme, córtex e cilindro central, foram realizadas em microscópio fotônico Olympus BX51 com ocular micrometrada acoplada. Foram mensuradas 30 seções de cada região do caule (um por indivíduo) para todas as variáveis. A detecção de amido foi realizada com Lugol e a detecção de lipídios com Sudan III (JOHANSEN, 1940).

Para estimar a percentagem de tecido lignificado, desenhos das seções transversais foram realizados com auxílio de câmara clara, acoplada a microscópio de luz. Posteriormente, os desenhos foram digitalizados (Scanner HP ScanJet 3400C) e a área de tecido lignificado foi estimada no programa Sigma Scan Pro 5.0 (versão 4.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Para todas as variáveis quantitativas, as médias e respectivos desvios-padrão foram calculados. Comparações das médias entre espécies foram feitas através de teste-t (Student), com 5% de significância. A comparação das médias de densidade estomática nas diferentes regiões do caule da mesma espécie foi obtida pela Análise de Variância (One-way ANOVA). Ambos os testes foram realizados no programa STATISTICA (6.0 version, StatSoft Inc., USA).

3 RESULTADOS

Descrição anatômica das espécies

Lepismium lumbricoides

O caule apresentou cutícula fina e epiderme unisseriada, papilosa e ondulada, formada por células isodiamétricas, com paredes periclinais externas arredondadas, de tamanhos desiguais (Figuras 3B e 3D). Em vista frontal, foram observados estômatos paralelocíticos (Figura 3F). Os estômatos encontram-se no mesmo nível das demais células epidérmicas, em secção transversal. As costelas estão ausentes. O córtex, na sua porção mais externa, possui uma hipoderme composta por uma camada de células colenquimáticas de mesmo tamanho. Câmaras subestomáticas atravessam toda a extensão da hipoderme (Figura 3D). No córtex parenquimático, internamente à hipoderme, ocorrem feixes de fibras dispostos em toda circunferência do caule. O córtex parenquimático é composto por células isodiamétricas com paredes delgadas, que compreendem o parênquima clorofiliano, mais externo (3 camadas), com muitos cloroplastos e grãos de amido no interior das suas células, e parênquima aquífero mais internamente. Há esclereídes, células mucilaginosas e feixes vasculares dispersos no córtex parenquimático. Estes feixes apresentam calotas de fibras na região externa ao floema (Figura 3B). Circundando o cilindro vascular ocorre uma faixa descontínua de fibras intercaladas por esclereídes. Células colapsadas constituem o floema primário. O floema secundário é caracterizado por elementos de tubo crivado, células companheiras e parênquima axial e radial. O xilema secundário é formado por elementos de vaso, predominantemente solitários, podendo ocorrer em múltiplos de 2 ou 3 (Figura 4C), com espessamento escalariforme a pontado (Figura 4D) e placas de perfuração simples. Os raios são estreitos, formado por células parenquimáticas não lignificadas. A medula é composta por células parenquimáticas isodiamétricas, podendo apresentar drusas.

Rhipsalis floccosa

O caule apresentou cutícula delgada, sem ornamentações, e epiderme unisseriada composta por células retangulares justapostas, semelhantes entre si, em

seção transversal (Figuras 3A e 3C). Em vista frontal, foram observados estômatos paralelocíticos (Figura 3E). Os estômatos estão localizados abaixo das demais células epidérmicas, em secção transversal (Figura 3C). Não há presença de costelas. O córtex, na sua porção mais externa, possui uma hipoderme composta por uma ou duas camadas de células colenquimáticas de diferentes tamanhos. Câmaras subestomáticas atravessam toda a extensão da hipoderme (Figura 3C). O córtex parenquimático é composto por células isodiamétricas com paredes delgadas que compreendem o parênquima clorofiliano, mais externo (com 2 a 5 camadas), e o parênquima aquíífero, mais interno. Uma grande quantidade de grãos de amido e drusas foram observados no interior das células parenquimáticas; esclereídes e células mucilaginosas encontraram-se dispersas no córtex. Feixes corticais, contendo calotas de fibras libriformes na região externa ao floema, estão presentes no córtex (Figura 3A). Uma faixa espessa e contínua de esclereídes, intercaladas por calotas de fibras, circunda o cilindro vascular central. O floema primário é constituído de células que se colapsaram. O floema secundário é caracterizado por elementos de tubo crivado, células companheiras e parênquima axial e radial. O xilema secundário é formado por elementos de vaso solitários e múltiplos de 2 ou 3 (Figura 4A), com espessamento escalariforme (Figura 4B) a pontoado, e placas de perfuração simples. O parênquima axial é paratraqueal escasso. Os raios parenquimáticos são largos, com partes não lignificadas. A medula é composta por células parenquimáticas, algumas contendo drusas em seu interior. Esclereídes dispersas no parênquima medular foram observadas.

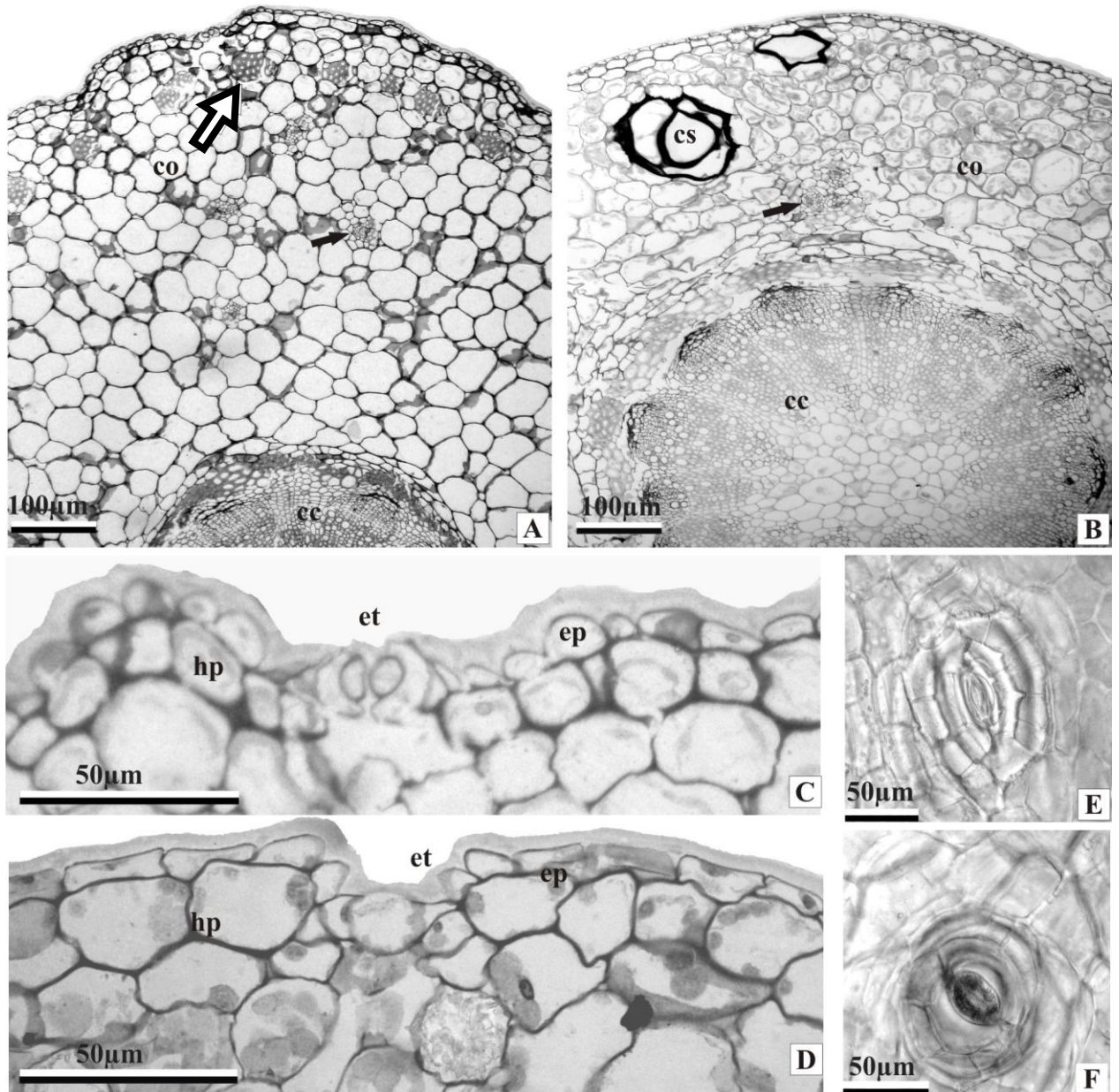


Figura 3 - SECÇÕES TRANSVERSAIS DE (A-C) *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* (LEM.) BARTHLOTT E (B-D) *RHIPSALIS FLOCCOSA* SALM-DYCK. A E B: CÓRTEX (CO) E PARTE DO CILINDRO VASCULAR (CV). C E D: DETALHE DA EPIDERME (EP) MOSTRANDO ESTÔMATO (ET) SITUADO NO MESMO NÍVEL, EM *L. LUMBRICOIDES* E ABAIXO DO NÍVEL DAS CÉLULAS EPIDÉRMICAS COMUNS EM *R. FLOCCOSA*. E E F: SECÇÃO PARADÉRMICA DE (E) *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* E (F) *RHIPSALIS FLOCCOSA*. EP: EPIDERME; HP: HIPODERME; CM: CÉLULA MUCILAGINOSA; SETA PRETA: FEIXES CORTICAIS; SETA BRANCA: FEIXES DE FIBRAS.

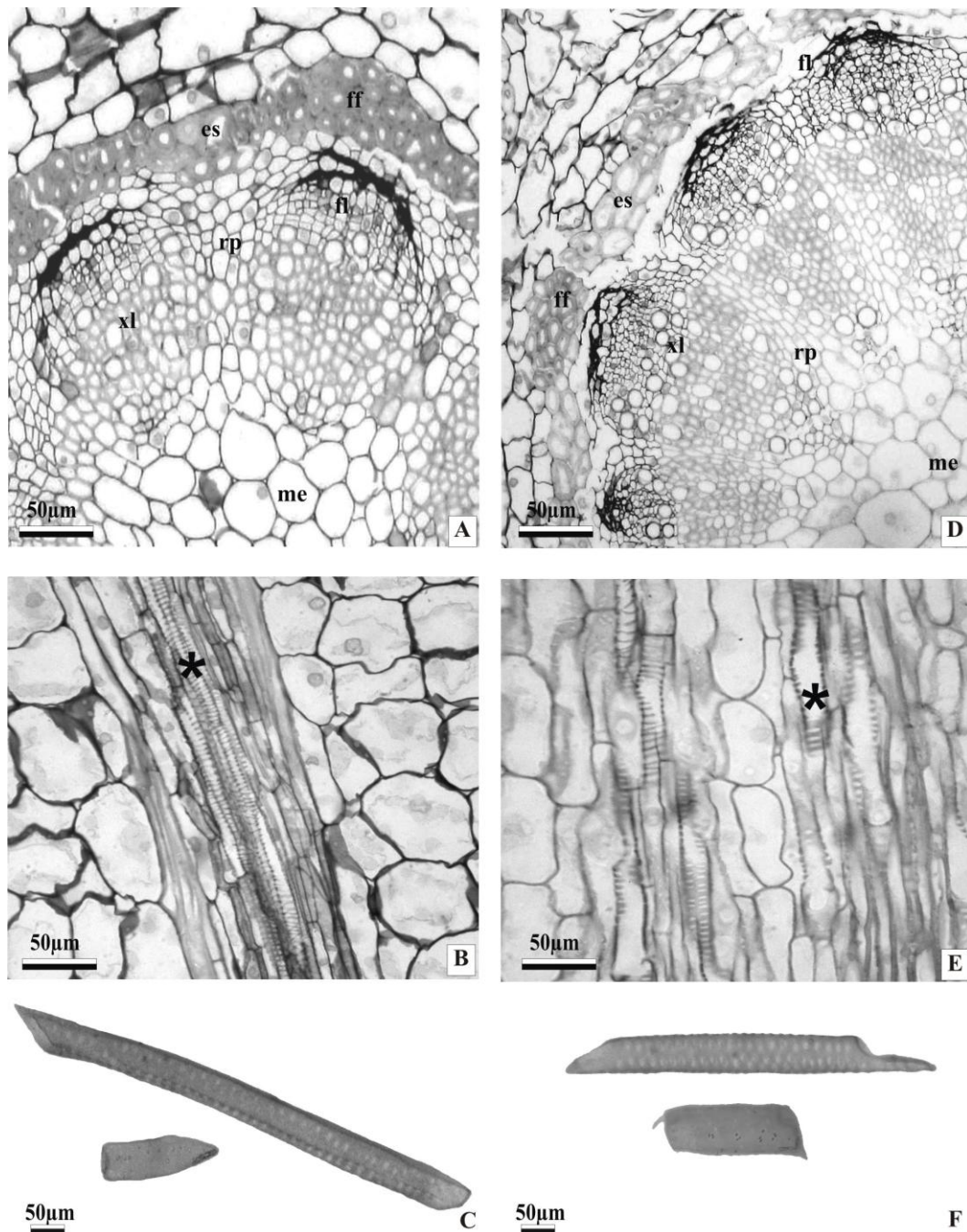


Figura 4 - SECÇÕES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS DE (A-B) *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* (LEM.) BARTHOLOTT E (D-E) *RHIPSALIS FLOCCOSA* SALM-DYCK. A; D: SECÇÃO TRANSVERSAL MOSTRANDO DETALHE DO CILINDRO VASCULAR. B; E SECÇÃO LONGITUDINAL MOSTRANDO ESPESSAMENTO ESCALARIFORME DOS ELEMENTOS DE VASO DO XILEMA SECUNDÁRIO (ASTERISCO). FF: FIBRAS; ES: ESCLEREÍDES; FL: FLOEMA; XL: XILEMA; RP: RAIOS PARENQUIMÁTICOS; ME: MEDULA. E-F: ELEMENTOS DE VASO DE *LEPISMIUM LUMBRICOIDES* E (D; E) *RHIPSALIS FLOCCOSA* MOSTRANDO PLACA DE PERFURAÇÃO SIMPLES E ESPESSAMENTO ESCALARIFORME A PONTA DO PAREDE DOS ELEMENTOS DE VASO.

As características morfológicas e anatômicas das espécies estudadas são apresentadas nas tabelas 1 e 2. As duas espécies apresentaram morfologia semelhante, porém com características quantitativas significativamente diferentes. Enquanto *L. lumbricoides* apresenta os maiores valores de comprimento e diâmetro dos caules e, conseqüentemente, maior área fotossintetizante, *R. floccosa* possui os maiores valores para os tecidos mecânicos.

Para *Lepismium lumbricoides* os maiores valores médios foram para o índice de água, sendo 10,18% maior; comprimento (14,07%), diâmetro (26,77%), área fotossintetizante (53,06%) e volume dos caules (79,53%), espessura do córtex (segmentos basal (32,49%), mediano (37,84%) e apical (15,58%) espessura do cilindro central do segmento apical. A maior espessura do córtex se dá principalmente pela presença do parênquima aquífero, que é bem desenvolvido e significativamente diferente entre as espécies.

Rhipsalis floccosa apresentou os maiores valores médios para percentagem de tecido lignificado (94,81%); espessuras da epiderme e hipoderme dos segmentos basal (17,67%), mediano (50,87%) e apical (15,57%). A hipoderme do segmento apical apresentou a maior variação de espessuras de tecidos (89,04%), seguido do segmento basal e mediano (70,67% e 68,49%), respectivamente.

Ambas as espécies apresentaram nas regiões mais basais dos caules ou onde ocorreu alguma injúria, o desenvolvimento da periderme, em substituição a epiderme. Porém, a epiderme se manteve como o principal tecido de revestimento.

Ao comparar as três regiões do caule, as espécies variaram diferentemente. *Rhipsalis floccosa* apresentou diferenças entre as três regiões caulinares analisadas; as mais significativas ocorreram entre a região basal e a região apical para o diâmetro (44,26%), área fotossintetizante (68,71%) e volume caulinar (46,87%). Já para *L. lumbricoides*, as variações mais significativas ocorreram entre as regiões basal e mediana da área fotossintetizante (81,48%), do volume caulinar (99,37%), da espessura do córtex (27,10%) e do cilindro central (42,07%).

A densidade estomática foi maior em *R. floccosa* do que em *L. lumbricoides*, nos três segmentos caulinares (FIGURA 5). Já a densidade areolar foi menor somente na região basal em *L. lumbricoides* e, nesta espécie, houve diferença significativa da densidade areolar somente entre as regiões basal e apical (FIGURA 5).

Rhipsalis floccosa apresentou maior área de cilindro central, com maior quantidade de tecido lignificado, além de maior diâmetro dos vasos (42,8%). Já *L.lumbricoides* apresenta uma quantidade maior de parênquima aquífero, menor espessura dos demais tecidos e menor percentual de tecido lignificado.

Os testes histoquímicos apresentaram resultados positivos, para ambas as espécies, para Lugol, indicando a grande quantidade de amido no córtex e para Sudan III, que evidenciou a presença de cutícula.

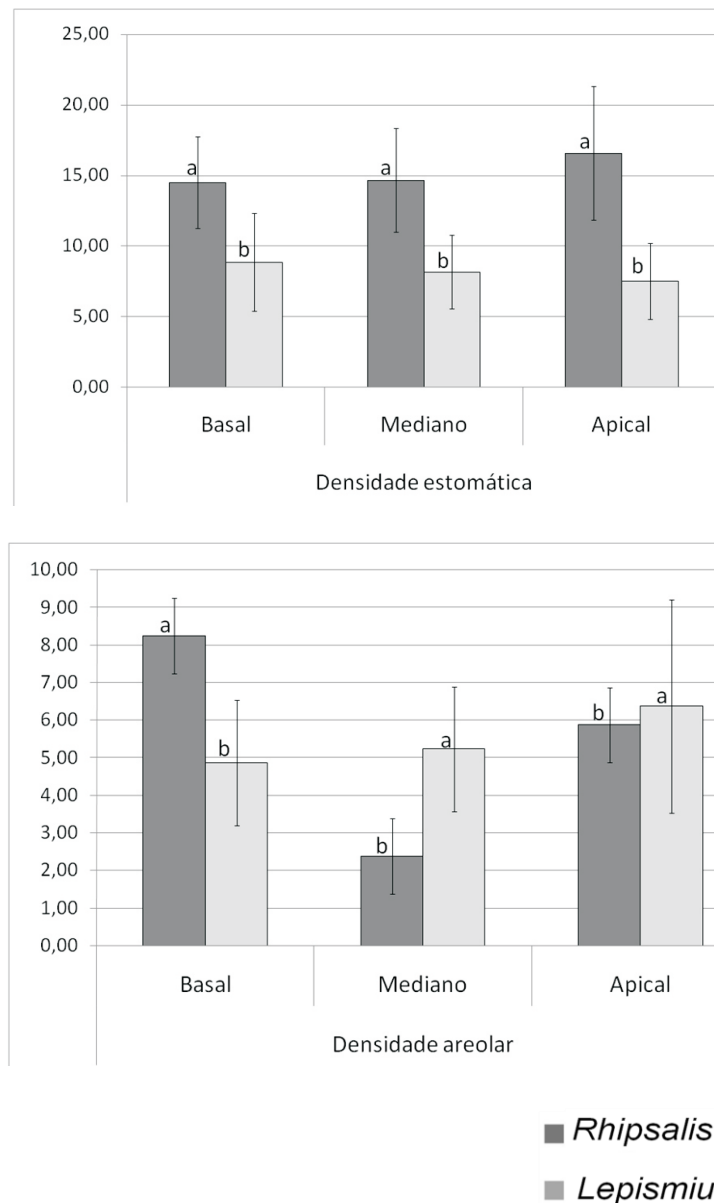


Figura 5 - A: DENSIDADE ESTOMÁTICA MÉDIA (N°/MM²) DOS SEGMENTOS BASAL, MEDIANO E APICAL DE *R. FLOCCOSA* E *L. LUMBRICOIDES*. B: DENSIDADE AREOLAR MÉDIA DA (N°/CM) DOS SEGMENTOS BASAL, MEDIANO E APICAL DE *R. FLOCCOSA* E *L. LUMBRICOIDES*. BARRAS REPRESENTAM DESVIO PADRÃO. LETRAS DIFERENTES INDICAM QUE OS VALORES SÃO ESTATISTICAMENTE SIGNIFICANTES (T-TEST, P<0,05).

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIOS-PADRÃO (ENTRE PARÊNTESES) DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ANATÔMICAS DE *RHIPSALIS FLOCCOSA* SALM-DYCK E *LEPISMIUM LUMBRICOIDES*(LEM.)BARTHLOTT.LETRAS DIFERENTES NA MESMA LINHA INDICAM QUE OS VALORES SÃO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (T-TEST, P<0,05).

Características Morfológicas e Anatômicas	<i>Rhipsalis floccosa</i>	N	<i>Lepismium lumbricoides</i>	N
Índice de água (%)	71,85 ($\pm 5,9$) ^b	30	79,17 ($\pm 3,25$) ^a	30
Massa seca total (g)	2,38 (1,34) ^a	30	2,35 (1,05) ^a	30
Comprimento dos segmentos (cm)	14,93 (3,16) ^b	248	17,03 (5,16) ^a	223
Diâmetro dos segmentos (mm)	1,98 (0,41) ^b	248	2,51 (0,23) ^a	223
Área fotossintetizante dos segmentos (mm ²)	6,65 (3,13) ^b	248	10,18 (1,88) ^a	223
Volume dos segmentos (mm ³)	98,72 (45,46) ^b	248	177,23 (74,79) ^a	223
Volume/Área	14,35 (13,01) ^b	248	19,17 (7,78) ^a	223
Percentual de tecido lignificado (%)	18,39 ($\pm 10,42$) ^a	30	9,44 ($\pm 3,18$) ^b	30
Espessura da cutícula do segmento basal (μm)	12,68 (3,97) ^a	30	12,68 (4,17) ^a	30
Espessura da cutícula do segmento mediano (μm)	12,19 (4,20) ^a	30	11,21 (3,42) ^a	30
Espessura da cutícula do segmento apical (μm)	10,40 (2,79) ^a	30	10,89 (3,05) ^a	30
Espessura da epiderme do segmento basal (μm)	20,15 (5,54) ^a	30	14,95 (6,39) ^b	30
Espessura da epiderme do segmento mediano (μm)	19,66 (6,20) ^a	30	13,33 (4,23) ^b	30
Espessura da epiderme do segmento apical (μm)	17,88 (4,67) ^a	30	11,86 (3,77) ^b	30
Espessura da hipoderme do segmento basal (μm)	51,03 (9,12) ^a	30	29,90 (6,74) ^b	30
Espessura da hipoderme do segmento mediano (μm)	50,38 (9,61) ^a	30	29,90 (7,65) ^b	30
Espessura da hipoderme do segmento apical (μm)	50,38 (20,34) ^a	30	26,65 (4,39) ^b	30
Espessura do córtex do segmento basal(μm)	873,28 (300,86) ^b	30	1157,00 (290,94) ^a	30
Espessura do córtex do segmento mediano (μm)	820,30 (205,30) ^b	30	1130,68 (145,60) ^a	30
Espessura do córtex do segmento apical (μm)	824,20 (158,83) ^b	30	952,58 (183,07) ^a	30
Espessura do cilindro central do segmento basal (μm)	1281,15 (431,50) ^a	30	1088,75 (254,96) ^b	30
Espessura do cilindro central do segmento mediano (μm)	1152,78 (510,71) ^a	30	764,08 (245,33) ^b	30
Espessura do cilindro central do segmento apical (μm)	442,65 (137,85) ^b	30	511,55 (126,03) ^a	30
Diâmetro dos vasos	35,66 (3,24) ^a	30	24,96 (2,89) ^b	30

TABELA 2 - COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS E RESPECTIVOS DESVIOS-PADRÃO (ENTRE PARÊNTESES) DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ANATÔMICAS DOS SEGMENTOS APICAIS, MEDIANOS E BASAIS DE CADA ESPÉCIE. LETRAS IGUAIS NA MESMA LINHA, PARA CADA ESPÉCIE, REPRESENTAM MÉDIAS SIGNIFICATIVAMENTE IGUAIS (TEST DE TURKEY, $P < 0,05$).

Características Morfológicas e Anatômicas dos segmentos	<i>Rhipsalis floccosa</i>				<i>Lepismium lumbricoides</i>			
	Basal	Mediano	Apical	F	Basal	Mediano	Apical	F
Densidade estomática (n°/mm ²)	15,00 (±3,25)a	15,00 (±3,68)a	17,00 (±4,74)a	2,55	9,00 (±3,46)a	8,00 (±2,63)a	7,00 (±2,68)a	1,62
Densidade areolar (n°/cm)	2,13 (±1,10)a	2,23 (±1,36)a	2,23 (±1,10)a	0,07	4,87 (±1,68)b	5,23 (±1,65)ab	6,37 (±2,84)a	4,03
Comprimento dos segmentos (cm)	12,39 (±6,5)b	15,79 (±4,5)a	13,72 (±4,9)ab	3,04	19,79 (±12,6)a	18,28 (±9,0)a	16,09 (±8,5)a	0,99
Diâmetro dos segmentos (mm)	3,05 (±0,88)a	2,27 (±0,55)b	1,70 (±0,52)c	31,02	2,77 (±0,48)a	2,58 (±0,40)a	2,22 (±0,30)b	14,92
Área fotossintetizante dos segmentos (mm ²)	15,79 (±10,22)a	8,58 (±4,35)b	4,94 (±3,33)b	20,45	1,98 (±0,68)c	10,69 (±3,16)a	7,88 (±2,11)b	119,34
Volume dos segmentos (mm ³)	219,87 (±275,9)a	133,80 (±73,3)ab	68,82 (±55,3)b	6,11	12,44 (±4,3)c	198,68 (±112,8)a	136,08 (±100,9)b	35,25
Espessura da cutícula do caule (µm)	12,68 (± 3,97)a	12,19 (± 4,20)a	10,40 (± 2,79)a	3,14	12,68 (± 4,17)a	11,21 (± 3,42)a	10,89 (± 3,05)a	2,12
Espessura da epiderme do caule (µm)	20,15 (± 5,54)a	19,66 (± 6,20)a	17,88 (± 4,67)a	1,42	14,95 (±6,39)a	13,33 (±4,23)ab	11,86 (±3,77)b	2,94
Espessura da hipoderme do caule (µm)	51,03 (± 9,12)a	50,38 (± 9,60)a	50,38 (± 20,34)a	0,02	29,90 (±6,74)a	29,90 (±7,65)a	26,65 (±4,39)a	2,57
Espessura do córtex do caule (µm)	873,28(± 300,9)a	1157,00(± 205,3)a	820,30(± 158,8)a	0,50	1130,68(±290,9)a	824,20(±145,6)c	952,58(±183,1)b	26,67
Espessura do cilindro central do caule (µm)	1281,15(±431,5)a	1088,75(± 510,7)a	1152,78(± 137,9)b	39,39	764,08(±255,0)a	442,65(±245,2)c	511,55(±126,0)b	53,43

4 DISCUSSÃO

Ambas as espécies possuem características morfoanatômicas indicadoras de xeromorfismo, como epiderme coberta por cutícula espessa, hipoderme colenquimática, parênquima clorofiliano sub-epidérmico e parênquima aquífero com células mucilaginosas e feixes corticais (TERRAZAS; MAUSETH, 2002; SOFFIATTI; ANGYALOSSY, 2007; CALVENTE *et al.*, 2008), além da ausência de folhas, resultando num caule especializado para a fotossíntese, caracterizando as principais adaptações morfológicas típicas de Cactaceae (DETTKE *et al.*, 2008a; DETTKE *et al.*, 2008b).

Em Cactaceae, a espessura da cutícula é altamente variável e considerada espessa (GIBSON; NOBEL, 1986; MAUSETH, 1996; MAUSETH, 1998; LOZACORNEJO; TERRAZAS, 2003). A presença de cutícula espessa funciona como uma barreira de proteção à perda de água para o ambiente através da transpiração (GIBSON; NOBEL, 1986; DOMÍNGUEZ *et al.*, 1998), além da proteção contra patógenos, contaminantes e radiação solar (DOMÍNGUEZ *et al.*, 1998). A cutícula em *L. lumbricoides* e *R. floccosa* (12 µm) pode ser considerada pouco espessa quando comparada com as espécies da família Cactaceae (MORRIS *et al.*, 1996; MAUSETH, 2006), apesar de serem encontradas em ambiente com condições métricas, se desenvolvem em um microambiente xérico devido a condição epifítica, onde há necessidade de proteção contra o ressecamento. Boeger *et al.* (2010) também observaram a cutícula pouco espessa em *Lepismium cruciforme*.

Rhipsalis floccosa e *L. lumbricoides* possuem epiderme uniestratificada, observada na maioria das espécies de Cactaceae (TERRAZAS; ARIAS, 2002; DETTKE, 2008b; CALVENTE *et al.*, 2008; BOEGER *et al.*, 2010). A epiderme das duas espécies se diferencia, no entanto, no aspecto e na espessura. *R. floccosa* apresentou a epiderme lisa e mais espessa (Tabela 1), enquanto *L. lumbricoides* possui a epiderme com aspecto ondulado. Este padrão foi observado por Calvente *et al.*, (2008) e Dettke (2008a) para várias espécies de *Rhipsalis* e é considerado um caráter taxonômico importante para a diferenciação das espécies (CALVENTE *et al.*, 2008). A epiderme, juntamente com a hipoderme, desempenha também função de

proteção e controle da perda de água e estes tecidos, conjuntamente são denominados de “skin” (GIBSON; NOBEL, 1986).

Os estômatos são do tipo paralelocíticos, sendo o tipo mais comum encontrado na família (TERRAZAS; ARIAS 2002; CALVENTE *et al.*, 2008). Conforme observado por Calvente *et al.*, (2008), que analisaram seis espécies de *Rhipsalis*, e por Boeger *et al.* (2010), que analisaram duas espécies de *Lepismium*, as duas espécies apresentaram baixa densidade estomática, ainda menor do que a média da família, que é de 20 a 80 por mm² (NOBEL, 1999; NOBEL; DE LA BARRERA, 2000). A densidade estomática não diferiu, nas duas espécies, entre as regiões basal, mediana e apical, entretanto os valores são significativamente diferentes entre as espécies, sendo a densidade maior em *R. floccosa*. Era esperado que a região apical apresentasse maior densidade estomática em relação às demais regiões devido ao processo de maturação do caule (HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2007; BOEGER *et al.*, 2010).

A menor densidade estomática encontrada parece ser uma resposta a maior umidade local onde essas espécies ocorrem, permitindo que os estômatos permaneçam abertos por mais tempo. Ao contrário do observado para muitas espécies de Cactáceas (LOZA-CORNEJO; TERRAZAS, 2003; SOFFIATTI; ANGYALOSSY, 2009), os estômatos de *R. Floccosa* estão localizados abaixo das demais células epidérmicas, como observado para algumas espécies de *Rhipsalis* (CALVENTE, *et al.* 2008).

Semelhante às outras espécies do gênero (BOEGER *et al.*, 2010; CALVENTE, 2010), e que ocorrem no mesmo tipo de ambiente, as duas espécies são desprovidas de espinhos. Espinhos curtos ou ausentes são típicos de cactáceas epífitas (CALVENTE, 2010), como *Pfeiffera ianthothele* (MAUSETH *et al.*, 2002). Aos espinhos são atribuídas às funções de proteção contra a reflexão da luz incidente sobre o caule (GIBSON; NOBEL, 1986). Em regiões sombreadas, a ausência ou a redução do número de espinhos é esperada, uma vez que a pouca luz incidente não precisa ser refletida e sim absorvida para a realização da fotossíntese.

As cactáceas apresentam caules tipicamente arredondados e com costelas (GIBSON; NOBEL, 1986; MAUSETH *et al.*, 2002). Porém, as cactáceas epífitas apresentam uma redução no número de costelas, provavelmente como uma característica selecionada no grupo. As costelas são responsáveis pela contração e

expansão do caule quando há a perda ou o ganho excessivo de água. Nas duas espécies estudadas, as costelas encontram-se ausentes, fato também observado por Calvente *et al.*(2008) e Boeger *et al.* (2010), provavelmente devido ao ambiente onde essas espécies ocorrem, onde não há grande oscilação hídrica (MAUSETH *et al.*, 2002).

As duas espécies apresentaram hipoderme formada por colênquima, caráter típico para a maioria dos representantes de Cactaceae (GIBSON; NOBEL, 1986). A hipoderme apresenta a sua função relacionada à sustentação, armazenagem de água e à economia de calor, principalmente para plantas xerófitas, como as Cactaceae (GIBSON & NOBEL 1986). O colênquima, por ser um tecido viscoelástico, dá maior flexibilidade ao caule, pois de acordo com a disponibilidade de água, permite sua contração ou expansão e atua na manutenção da integridade das costelas (GIBSON; NOBEL, 1986).

Segundo Terrazas; Arias (2002), em Cactaceae, a espessura da hipoderme pode variar dentro da espécie de acordo com as condições em que a planta se encontra; como entre plantas nativas e plantas cultivadas. Assim como o encontrado por Calvente *et al.*, (2008) e por Boeger *et al.*, (2010), as espécies estudadas apresentam hipoderme delgada, sendo em *Rhipsalis floccosa* mais espessa, com uma a duas camadas, enquanto que *L. lumbricoides* apresenta somente uma camada. Nas duas espécies a hipoderme não apresentou variação em função das regiões da planta.

Internamente à hipoderme, ambas as espécies apresentam parênquima clorofiliano composto por várias camadas (3 a 6), constituído por células isodiamétricas com pequenos espaços entre elas. A presença do parênquima clorofiliano homogêneo nas espécies estudadas parece ser uma resposta a condição de luz, que geralmente é difusa no interior da floresta ombrófila. O formato irregular das células parenquimáticas clorofilianas, associado aos espaços intercelulares, permite a melhor captura da luz difusa, devido à reflexão e refração da luz no interior do tecido, aumentando as chances de absorção (VOGELMANN *et al.*, 1996; TAIZ; ZEIGER, 2004). Esse parênquima é mais eficiente na distribuição e absorção da luz difusa, do que o parênquima paliçádico (VOGELMANN *et al.*, 1996).

O parênquima aquífero é responsável pela reserva de água das Cactaceae e é importante para as epífitas, pois uma das principais restrições do epifitismo é a

disponibilidade hídrica (ZOTS; HIETZ, 2001). Porém, algumas cactáceas epífitas reduziram as reservas de água no caule para diminuir o seu volume e peso (WALLACE; GIBSON, 2002; BOEGER *et al.*, 2010). Nas espécies estudadas, o índice de água do caule é baixo, quando comparado com outras cactáceas, provavelmente devido à alta umidade e precipitação das florestas ombrófilas, onde estas espécies ocorrem. Entretanto, o grau de suculência pode ser considerado ainda alto, quando comparado com outras eudicotiledôneas (BOEGER *et al.*, 2006).

A área fotossintetizante, que corresponde ao corpo vegetativo das espécies estudadas, difere entre elas, sendo que *L. lumbricoides* apresenta os maiores valores de diâmetro e comprimento dos segmentos caulinares e, conseqüentemente, maior área fotossintetizante, o que permite uma maior taxa fotossintética, considerando o tamanho absoluto dos indivíduos (MAUSETH, 2000). A relação volume total/área total para ambas as espécies é considerada alta se comparada com as 200 espécies de Cactaceae estudadas por Mauseth (2000) devido ao longo comprimento dos caules.

As cactáceas epífitas, cujos caules são pendentes, ao contrário da maioria das cactáceas, possuem pouca rigidez, pois necessitam de maior flexibilidade sob a ação do vento (MAUSETH *et al.*, 2002). *L. lumbricoides* e *R. floccosa* possuem características típicas de cactáceas epífitas, como as dos gêneros *Epiphyllum* e *Hatiora*, que apresentam redução no volume de água e na quantidade de tecidos lignificados (WALLACE; GIBSON, 2002). O percentual de tecido lignificado, representado pela área de tecido lignificado/área total de tecidos, apesar de ser considerado alto para as angiospermas em geral, em ambas as espécies estudadas foi baixo comparando com a média da família; sendo significativamente maior em *R. floccosa*. O tecido lignificado é representado pelos feixes vasculares corticais e o cilindro central, formado pelo cilindro de esclerênquima ao redor do floema e por xilema secundário. *R. floccosa* apresentou o menor volume e diâmetro dos segmentos e espessura do córtex, os maiores valores para diâmetro do cilindro central e espessura da hipoderme. O maior investimento em tecido de suporte não era esperado em *R. floccosa*, devido ao seu menor volume (55,70%) em relação a *L. lumbricoides*. Possivelmente, certas diferenças encontradas podem estar relacionadas às particularidades morfológicas dos gêneros, mais do que ao ambiente.

Mesmo sendo semelhantes às demais cactáceas epífitas, que apresentam baixo teor de água e tecido lignificado (GIBSON, 2002), cada espécie parece ter um investimento próprio. *R. floccosa*, que apresentou maior percentagem de tecido lignificado, parece investir mais na manutenção da sua estrutura, evitando o excesso de perda de água; enquanto que *L. lumbricoides* parece investir mais na manutenção do nível de água no interior do caule, devido a maior quantidade de parênquima aquífero (ZOTS; HIETZ, 2001).

As duas espécies mantêm características típicas de Cactaceae, independente do ambiente ombrófilo onde se desenvolvem, como a presença de cutícula espessa (apesar de ser considerada pouco espessa quando comparada com outras cactáceas), hipoderme e feixes vasculares corticais. Contudo, as espécies de cactáceas epífitas sofreram algumas modificações para se adaptarem às condições de alta umidade e baixa incidência luminosa, como baixa densidade estomática, hipoderme pouco desenvolvida, ausência de parênquima paliçádico e de costelas, menor quantidade de tecido aquífero. Adaptações ao hábito epífítico estão relacionadas à redução do tecido mecânico e do grau de suculência. Entretanto, embora o epifitismo represente uma condição de estresse nutricional e hídrico, o fato destas plantas evolutivamente pertencerem a um grupo adaptado à condição xerofítica, possibilitou a redução das características xeromorfas, levando ao aparecimento de toda uma linhagem especializada ao hábito epífito.

5 CONCLUSÕES

- As duas espécies mantêm características típicas de Cactaceae como epiderme unisseriada, cutícula espessa, hipoderme colenquimática, presença de parênquima clorofiliano, parênquima aquífero e feixes corticais dispersos no córtex.

- A cutícula pode ser considerada fina quando comparada com as demais cactáceas, mas espessa em relação às demais angiospermas.

- As espécies de cactáceas epífitas sofreram algumas modificações para se adaptarem às condições de alta umidade e baixa incidência luminosa, como baixa densidade estomática, hipoderme pouco desenvolvida, ausência de parênquima paliçádico e aquífero, e de costelas.

- Adaptações ao hábito epífítico estão relacionadas à redução do tecido mecânico e do grau de suculência.

- A condição hídrica pode ter reduzido as características xeromorfas em um grupo evolutivamente já adaptado ao xerofitismo, levando ao aparecimento de toda uma linhagem especializada ao hábito epífito onde as certas características foram amenizadas em função das condições abióticas: luz, temperatura e condição pendente.

REFERÊNCIAS

- ALVES DE BRITO, C.J.F.; ALQUINI, Y. A new method for staining botanical material embedded in glycol methacrylate. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39 p.949-951, 1996.
- ARRUDA, E.; MELO-DE-PINNA, G. F.; ALVES, M. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28 n.3 p.589-601, jul.-set, 2005.
- ARZUA, M. **Bioecologia do parasitismo de carrapatos (Acarilxodidae) em aves silvestres do Bosque Reinhard Maack, Curitiba, Paraná. Descrição, diagnóstico morfológico e molecular da larva de Amblyomma aureolatum (Pallas, 1772).** 88p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- BARTHLOTT, W. Biogeography and evolution in neo- and paleotropical Rhipsalinae (Cactaceae). **Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburgn**, v.7 p. 241-248, 1983.
- BARTHLOTT, W.; TAYLOR, N. P. 1995. Notes towards a monograph of Rhipsalideae (Cactaceae). **Bradleya**, v.13 p.43-79, 1995.
- BAUER, D.; WAECHTER, J. L. Sinopse taxonômica de Cactaceae epifíticas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.20 p.225-239, 2006.
- BENZING, D. H. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. **Selbyana**, v.16 p.159-168, 1995.
- BOEGER, M. R. T.; KAEHLER, M.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; GOMES, M. Z.; OLIVEIRA, L. S.; CHAVES, C. R. M.; SCHOTTZ, E. S. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Hoehnea**, v.33 p.521-531, 2006.
- BOEGER, M. R. T.; SOFFIATTI, P.; SOUTO, M. A. G.; BUDCHEN, M.; BAGATINI, K. P.; DALFORNO, M. Functional morphology of two *Lepismium* species (Rhipsalideae, Cactaceae). **Revista Mexicana de Biodiversidad**, 2010, *Accepted*.

BORGO, M.; SILVA, S. M. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** v.26 p.391-401, 2003.

BRAGA, P.I.S. Orquídeas. Biologia floral. **Ciência Hoje** n.5 p.53-55, 1987.

BRUXEL, J.; JASPER, A. A família Cactaceae na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** v.19(1) p.71-79, 2005.

CALVENTE, A. **Filogenia molecular, evolução e sistemática de *Rhipsalis* (Cactaceae)**. 197p. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CALVENTE, A.; ANDREATA, R. H. P.; VIEIRA, R. C. Stem anatomy of *Rhipsalis* (Cactaceae) and its relevance for taxonomy. **Plant System Evolution** v.276 p.271–277, 2008.

CALVENTE, A. M.; FREITAS, M. F.; ANDREATA, R. H. P. Listagem, distribuição geográfica e conservação das Cactaceae no Estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia** v.56(87) p.141–162, 2005.

CAO, K.; Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 wood species in contrasting light condition in a Borean heath forest. **Canadian Journal of Botany** n.78 p. 1245-1253, 2000.

DETTKE, G. A.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Anatomia caulinar de espécies epífitas de Cactaceae, subfamília Cactoideae. **Hoehnea** v.35 p.583-595, 2008a.

DETTKE, G. A.; ORFRINI, A.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Composição florística e distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional Semidecidual do Paraná, Brasil. **Rodriguésia** v.59 p.859-872, 2008b.

DISLICH, R. **Florística e estrutura do componente epifítico vascular na mata da Reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira", São Paulo, SP**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

DISLICH, R.; MANTOVANI, W. Flora de epífitas vasculares da Reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" (São Paulo, Brasil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** v.17p.61-83, 1998.

DITTRICH, V. A. O.; KOZERA, C.; SILVA, S. M. Levantamento florístico de epífitos vasculares no Parque Barigüi, Paraná, Brasil. **Iheringia (Série Botânica)** v.52 p.11-22, 1999.

DOMÍNGUEZ, E.; HEREDIA, A., SERRANO, J. M.; LAGUNA, L., REINA, J. J.; CASADO, C. G. La cutícula vegetal: estructura y funciones. **Ecología** v.12 p.293-305, 1998.

EGGLI, U.; MARCHESI, E.; BONIFACINO, M.; NYFFELER, R. Taxonomy and Distribution Of Epiphytic Cacti In Uruguay—Notes Towards A Checklist Of Cactaceae Of Uruguay, Part 3. **Haseltonia** v.14 p.161-169. 2008.

FEDER, N.; T. P. O'BRIEN. Plant microtechnique: some principles new methods. **American Journal of Botany** v.55 p.123-142, 1968.

FERRI, M.G. Evolução do conceito de xerofitismo. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. Botânica** v.19 p.101-114, 1963.

FONTOURA, T.; SYLVESTRE, L. S.; VAZ, A. M. S.; VIEIRA, C. M. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. *In Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica* (H.C. Lima; R.R. Guedes-Bruni, eds.). **Editora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** p.89-101, 1997.

GENTRY, A. H. Changes in plant community diversity and floristic composition on enviromental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden** v.75 p.1-34, 1988.

GENTRY, A. H.; DODSON, C. H. Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain Forest. **Biotropica** v.19 p.149-156, 1987.

GERALDINO, H. C. L.; CAXAMBÚ, M. G.; SOUZA, D. C. Composição florística da comunidade de epífitas vasculares em uma área de ecótono em Campo Mourão, Pr, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.24 n.2, abril/junho, 2010.

GIBSON, A.; HORAK, K. Systematic anatomy and phylogeny of Mexican cacti. **Annals of the Missouri Botanical Garden** v.65 p.999-1057, 1978.

GIBSON, A. C.; NOBEL. P. S. **The Cactus Primer**. Harvad University Press, Cambridge 286 p., 1986.

GIONGO, C.; WAECHTER, J. L. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**. v.27, n.3, p.563-572, jul.-set. 2004.

HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, O.; VILLARREAL, O. B., 2007. Crassulacean acid metabolism photosynthesis in columnar cactus seedlings during ontogeny: the effect of light on nocturnal acidity accumulation and chlorophyll fluorescence. **American Journal of Botany**.V. 94, p.1344-1351, 2007.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book Co., New York, 1940.

KRESS, W. J. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. **Selbyana** v.9 p.2-22, 1986.

LOZA-CORNEJO, S.; TERRAZAS, T. Epidermal and hypodermal characteristics in North American Cactoideae (Cactaceae). **Journal of Plant Research** v.116 p.27-35, 2003.

MADISON, M. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana** v. 2 p. 1-13. 1977.

MARTIN, CE. Physiological ecology of the Bromeliaceae. **Botanical Review**, 60: 1-82, 1994.

MAUSETH, J. D. Comparative anatomy of tribes Cereeae and Browningieae (Cactaceae). **Bradleya** v.14 p.66-81, 1996.

MAUSETH, J. D. Ontogenetic mechanisms the evolution of Cactaceae. *In* Proceedings of the IV Congreso Latinoamericano de Botánica. R. Fortunato and N. Bacigalupo (eds.). **Missouri Botanical Garden Press. St. Louis** p.355-362, 1998.

MAUSETH, J. D. Theoretical aspects of surface-to-volume ratios water storage capacities of succulent shoots. **American Journal of Botany** v.87 p.1107-1115, 2000.

MAUSETH, J. D. Invited Review. Structure-function relationships in highly modified shoots of Cactaceae. **Annals of Botany** v.98 p.901-926, 2006.

MAUSETH, J. D.; KIESLING, R.; OSTOLAZA, C. **A cactus odyssey: journeys in the wilds of Bolivia, Peru, and Argentina**. Portland, OR: Timber Press, 2002.

MAUSETH, J. D.; TERRAZAS, T.; LOZA-CORNEJO, S. Anatomy of relictual members of subfamily Cactoideae, IOS Group 1a (Cactaceae). **Bradleya** 16: 31-43. 1998.

MORRIS, M. W.; STERN, W. L.; JUDD, W. S. Vegetative anatomy and systematic of subtribe *Dendrobiinae* (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society** v.120 p.89-114, 1996.

NOBEL, P. S. **Physicochemical and environmental plant physiology**, 2nd edn. San Diego, CA, USA: Academic Press. 1999

NOBEL P.S.; DE LA BARRERA E. Carbon and water balances for young fruits of platyopuntias. **Physiologia Plantarum** v.109 p.160–166, 2000.

SILVA, D. C.; ALVES, J. L. H. Anatomia dos órgãos vegetativos de seis espécies de *Pilosocereus* Byles & Rowley (Cactaceae). **Bol. Bot. Univ. São Paulo** 18: 53-60. 1999.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY V. Anatomy of brazilian Cereeae (subfamily Cactoideae, Cactaceae): *Arrojadoa* Britton; *Rose*, *Stephanocereus* A. Berger and *Brasilicereus* Backeberg. **Acta Botanica Brasilica** v.21 p.813-822, 2007.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Increased water storage capacity in cactus wood: a study in the tribe Cereeae (Cactoideae, Cactaceae) **Haseltonia** p.15: 1-6. 2009.

STATSOFT, INC. **STATISTICA** (data analysis software system), version 8.0, 2007. www.statsoft.com

TAIZ, L.; E. ZEIGER. **Fisiologia Vegetal**. 3^o. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. C. Cacti of Eastern Brazil. **Royal Botanic Gardens**. Kew. UK. 499p., 2004.

TERRAZAS, T.; MAUSETH, J. D. Shoot anatomy and morphology. In: Nobel PS (ed) *Cacti: biology and uses*. **Berkeley** 23–40, 2002.

TERRAZAS, T.; ARIAS, S. Comparative stem anatomy in the subfamily Cactoideae. **The Botanical Review** v.68 p.444-473, 2002.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE 123 p., 1991.

VOGELMANN, T. C.; NISHIO, J. N.; SMITH, W.K. Leaves light capture: light propagation gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science** v.1 p.65-70, 1996.

WAECHTER, J. L. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura** v.20 p.29-42, 1998.

WALLACE, R. S.; GIBSON, A.C. Evolution and systematics. *In*. Nobel, P.S [ed.], **Cacti: biology and uses**, 1–21. University of California Press, Berkeley, California, USA, 2002.

WITHNER, C.L.; NELSON, P.K. & WEJKSNORA, P.J. The anatomy of Orchids. *In*: C.L. Wither. **The Orchids Cientific Studies**. New York, John Wiley. 1974.

ZAPPI, D.; AONA, L.Y.S.; TAYLOR, N. Cactaceae. *In*: Wanderley, M.G.L. et al. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo** v.5 p.163-193, 2007.

ZOTZ, G.; HIETZ, P. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. **Journal of Experimental Botany** v.52 p.2067-2078, 2001.

ZOTZ, G.; LIST, C. Zufallsepiphyten – Pflanzen auf dem Weg nach oben? **Bauhinia** v.17 p.25–37, 2003.