

# Estrutura dos eófilos e cotilédones de quatro tipos de plântulas da Floresta de Restinga, Paraná<sup>1</sup>

Letícia Estela Cavichiolo<sup>2</sup>, Maria Regina Torres Boeger<sup>2</sup> & Márcia Cristina Mendes Marques<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora no Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Paraná.

<sup>2</sup>Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 19031, SCB, UFPR, 81531.990, Curitiba, Paraná.  
leticiaec\_bio@yahoo.com.br; rboeger@ufpr.br; mmarques@ufpr.br

Recebido em 27.XII.2009. Aceito em 30.VII.2009

**RESUMO** – As plântulas representam uma das etapas mais difíceis do ciclo de vida e dependem de adaptações morfo-funcionais as quais podem favorecer o seu estabelecimento em condições ambientais adversas. Neste estudo, a anatomia eofilar e cotiledonar de quatro tipos de plântulas de espécies arbóreas de Florestas de Restinga da Ilha do Mel, Paraná, foi analisada: (PEF: *Ilex pseudobuxus* – Aquifoliaceae; PER: *Tapirira guianensis*-Anacardiaceae; CHR: *Ocotea pulchella* – Lauraceae; CER: *Faramea marginata*-Rubiaceae) para investigar a relação entre estrutura anatômica e funcionalidade. Os eófilos das plântulas PER, CER e CHR possuem certa similaridade com a estrutura das folhas verdadeiras dos indivíduos adultos e são estruturalmente mais complexos que os cotilédones. Isto explica, em parte, a maior abundância de plântulas fotossintetizantes em ambientes mais iluminados e plântulas com cotilédones de reserva em ambientes sombreados nas comunidades tropicais.

Palavras-chave: morfotipos, anatomia, funcionalidade.

**ABSTRACT** – **Eophyll and cotyledon structure of four types of seedlings from the Restinga Forest, Paraná.** Seedlings represent one of the most fragile stages in the life cycle of plants and they depend on morpho-functional adaptations which may favor their establishment in adverse environmental conditions. We analyzed the eophyllar and cotyledonar anatomy of four seedling types in the Restinga Forest, Ilha do Mel, Paraná, (PEF: *Ilex pseudobuxus*-Aquifoliaceae; PER: *Tapirira guianensis*-Anacardiaceae; CHR: *Ocotea pulchella*-Lauraceae; CER: *Faramea marginata*-Rubiaceae) to investigate the relationships between the anatomical structure and function. Eophylls of PER, CER and CHR seedlings are structurally similar to true leaves of adult individuals and structurally more complex than cotyledons. This could explain the higher abundance of photosynthetic seedlings in high light environments and reserve's seedlings in shaded environments in the tropical communities.

Key-words: morphotypes, anatomy, functionality.

## INTRODUÇÃO

As plântulas são estágios efêmeros, mas indispensáveis ao processo de multiplicação de uma espécie (Míquel, 1987). A adequação morfológica das plântulas às condições ambientais pode interferir no sucesso reprodutivo da espécie (Garwood, 1996), sendo que o estabelecimento das plântulas é necessário para completar o ciclo de vida de populações vegetais

(Primack, 1990; Ibarra-Manríquez *et al.*, 2001). A morfologia inicial apresentada varia de acordo com a espécie e é vital no desempenho dos processos de estabelecimento e desenvolvimento das plântulas na comunidade (Ressel *et al.*, 2004).

Diversas classificações foram propostas para as plântulas. Mais recentemente, características como a exposição dos cotilédones (fanerocotiledonar e criptocotiledonar), suas posições na plântula

(epigeal ou hipogeal) e funções (fotossintetizante e de reserva) foram adotadas para a classificação morfológica das plântulas (Ressel *et al.*, 2004). Uma das classificações mais utilizadas é a de Míquel (1987), com abreviações de Garwood (1996), que separa as plântulas em cinco tipos morfofuncionais com base nas características morfológicas e função dos cotilédones. O tipo fanerocotiledonar epigeal fotossintetizante (PEF) caracteriza-se por apresentar cotilédones externos ao tegumento da semente e visíveis, foliáceos fotossintetizantes e localizados acima do nível do solo; o tipo fanerocotiledonar epigeal de reserva (PER) apresenta cotilédones visíveis e localizados acima do nível do solo, mas com função de reserva; o tipo fanerocotiledonar hipogeal de reserva (PHR) possui cotilédones visíveis, localizados abaixo ou ao nível do solo e apresentam função de reserva; o tipo criptocotiledonar hipogeal de reserva (CHR) é caracterizado pela presença de cotilédones encerrados no tegumento da semente, não sendo visíveis, pois estão localizados abaixo ou ao nível do solo e com função de reserva; e o tipo criptocotiledonar epigeal de reserva (CER) que possui cotilédones não visíveis por estarem encerrados no tegumento da semente, localizados acima do nível do solo e que apresentam função de reserva.

Diferentes morfologias das plântulas implicam em diferentes funcionalidades ecológicas das mesmas, devido às variações das condições ambientais, as quais influenciam no estabelecimento e no crescimento das vegetação (Kitajima, 1992; Marques, 2002). Portanto, tipos de plântulas similares podem ser observados em táxons distantemente relacionados, o que sugere um gradiente de convergência evolutiva entre estes (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2001). Tipos de plântulas que são melhor adaptados a determinadas condições ambientais, como luz, umidade, temperatura, além da herbivoria, permitem a coexistência de muitas espécies arbóreas em florestas tropicais pela variedade de especializações de nichos de estabelecimento (Primack, 1990).

No crescimento inicial das plântulas, os cotilédones são fundamentais na absorção dos recursos maternos antes da germinação e na transferência de substâncias ou ainda após a germinação, quando emergem do tegumento da semente, realizando a função de fotossíntese (Marshall & Kozlowski, 1976; Kitajima, 1992).

Os limbos eofilares tendem a apresentar uma maior complexidade estrutural quando comparados aos limbos cotiledonares, onde a efemeridade e funções atribuídas a estes podem justificar tal

tendência (Moreira-Coneglian & Oliveira, 2006). Apesar da importância de tais estruturas para o estabelecimento das plantas, poucos são os estudos morfológicos que enfocam o desenvolvimento foliar das plântulas (Moreira-Coneglian & Oliveira, 2006). Neste contexto, o presente trabalho investigou comparativamente a anatomia dos limbos cotiledonares e eofilares, bem como a presença de substâncias de reserva e fenólicas em quatro tipos morfofuncionais de plântulas de espécies abundantes e representativas de Florestas de Restinga no estado do Paraná, com o objetivo de compreender a relação entre estrutura anatômica e as diferentes funções entre os tipos de plântulas deste ambiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Local de estudo:** a Ilha do Mel possui aproximadamente 2760 ha e localiza-se no município de Paranaguá, PR, Brasil, entre as coordenadas 25°29'25"34'32"S e 48°17'15"/48°23'16"W. O clima dessa região é considerado de transição entre a região tropical e subtropical (Maack, 1981). A maior parte da ilha consiste de uma extensa planície de solo arenoso formada por sedimentos continentais e costeiros, sobre a qual se desenvolveu uma vegetação bastante heterogênea (Silva & Brites, 2005), denominada genericamente por Restinga.

Esse estudo foi realizado na Floresta de Restinga, caracterizada pelo predomínio de espécies arbóreas, ambiente sombreado e solo arenoso (Silva & Brites, 2005). Foram investigadas quatro espécies arbóreas, cada uma pertencente a um tipo morfo-funcional de plântula, ocorrentes na área de estudo e cujo critério de escolha baseou-se em levantamentos fitossociológicos prévios (Marques & Oliveira, 2005). Os tipos morfo-funcionais foram classificados por Marques & Oliveira (2005) de acordo com a classificação proposta por Míquel (1987), com abreviações de Garwood (1996).

**Material botânico de estudo:** *Faramea marginata* Cham. (Rubiaceae), ocorre preferencialmente em locais sombreados (Gomes, 2003) e possui plântula do tipo criptocotiledonar epigeal de reserva – CER. *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) é uma espécie secundária inicial (Paula *et al.*, 2004), ocorrendo em todas as fitofisionomias da Ilha do Mel, apresenta plântula do tipo criptocotiledonar hipogeal de reserva – CHR. *Ilex pseudobuxus* Reiss. (Aquifoliaceae) é heliófita, seletiva higrófila (Edwin & Reitz, 1967), característica e quase exclusiva da vegetação das restingas; apresenta plântula fanerocotiledonar do

tipo epigeal de foliáceo – PEF. *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae) é esciófita ou de luz difusa enquanto jovem e heliófita quando adulta. É uma árvore característica e exclusiva da Floresta Atlântica (planície sub-montana) e das florestas de restinga (Fleining, 1967) e apresenta plântula do tipo fanerocotiledonar epigeal de reserva – PER.

Para a análise anatômica, seis plântulas de cada espécie foram coletadas nas parcelas previamente delimitadas para o estudo florístico na Floresta de Restinga e identificadas por meio de comparação com material herborizado (UPCB) e plantas adultas da própria área de estudo.

A análise anatômica foi realizada na região mediana de limbos cotiledonares e eofilares previamente fixados em FAA 70 e armazenados em álcool 70° (Johansen, 1940). A estrutura da lâmina foi analisada em amostras de limbos cotiledonares e eofilares seccionados à mão livre com auxílio de lâmina da barbear e clarificados com hipoclorito de sódio 15% (Johansen, 1940). Após o processo de clarificação, as secções foram coradas com azul de toluidina 0,1 M em tampão fosfato (O' Brien *et al.*, 1965) e/ou azul de astra e fucsina básica (Alves de Brito & Alquini, 1996) e montadas em gelatina glicerinada. A epiderme foi estudada em secções paradermicas obtidas com o auxílio de lâminas de barbear, clarificadas com hipoclorito de sódio 15% (Johansen, 1940) e coradas com azul de toluidina 0,1M em tampão fosfato (O' Brien *et al.*, 1965)

Na confecção de lâminas permanentes, o material previamente fixado foi desidratado em série etanólica crescente (Johansen, 1940), infiltrado em meta-acrilatoglicol de acordo com as especificações fornecidas pelo fabricante (Leica ®). Os materiais foram seccionados em micrótomo rotativo a 7µm, corados com azul de toluidina 0,1 M em tampão fosfato (O' Brien *et al.*, 1965) ou azul de astra e fucsina básica (Alves de Brito & Alquini, 1996) e montados em Entellan ®. As análises microscópicas e os registros fotográficos foram realizados em microscópio fotônico Axielab com câmara digital Sony acoplada.

A detecção de substâncias fenólicas foi efetuada pela reação com cloreto férrico (Johansen, 1940), o amido, com lugol (Berlyn & Miksche, 1976) e as substâncias lipídicas com sudam III e IV (Sass, 1951).

Para microscopia eletrônica de varredura (MEV), o material fixado previamente foi desidratado em série etanólica crescente, embebido em álcool absoluto e submetido ao ponto crítico com equipamento

Baltec CPD 030 Critical Point Dryer, à 32°C. As amostras foram metalizadas em metalizador FL9496 Balzers SCD 030, observadas e documentadas em microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM – 6360 LV.

## RESULTADOS

A caracterização anatômica dos eofilos está sumarizada na Tabela 1. A estrutura anatômica dos eofilos das espécies estudadas é semelhante entre si. Características como paredes sinuosas das células epidérmicas, tipo de estômatos e número de camadas do parênquima esponjoso variaram entre as espécies. Todos os eofilos são revestidos por epiderme uniestratificada, possuem mesofilo heterogêneo e são hipoestomáticos (Figs 1, 2, 3 e 7). O parênquima paliádico é formado por uma única camada de células (Figs. 1, 2, 3 e 7), sendo que o formato das células variou de células alongadas a cônicas e/ou triangulares. A razão entre o parênquima paliádico e esponjoso é apresentado na Tabela 1.

Na maioria das espécies (Figs. 5, 6 e 10), a nervura central apresenta um feixe colateral, com exceção de *F. marginata* que possui feixe anficrival (Fig. 4). A única espécie que apresentou estruturas secretoras, na forma de ductos associados ao floema foi *T. guianensis* (Fig. 10).

A caracterização anatômica dos cotilédones está sumarizada na Tabela 1. Os cotilédones de *F. marginata* estão aderidos aos tecidos de reserva da semente, mais precisamente ao endosperma, e os de *O. pulchella* envoltos pelo tegumento da semente, o que dificultou a visualização das células epidérmicas cotiledonares, em vista frontal, destas duas espécies. *Ilex pseudobuxus* foi a única que apresentou estômatos nos cotilédones, na epiderme da face abaxial, sendo caracterizada como hipoestomática, semelhante ao eofilo. Os cotilédones de *T. guianensis* são revestidos por células epidérmicas irregulares, assim como os de *I. pseudobuxus*. Os cotilédones diferiram quanto à presença de cloroplastos, sendo que a única espécie que apresentou cotilédones clorofilados foi *I. Pseudobuxus*, onde foi observada uma pequena diferenciação da primeira camada do mesofilo, caracterizando este como heterogêneo (Fig. 9). O mesofilo homogêneo ocorreu nas demais espécies (Figs. 8, 11 e 12) e é caracterizado pelo número variado de camadas com células de tamanhos e formas variadas. Todos os cotilédones

apresentaram epiderme unisseriada. Nas nervuras de pequeno porte, os feixes vasculares são colaterais como em *F. marginata*. Em *T. guianensis*, os ductos secretores estão associados ao floema, semelhante ao eofilo (Fig. 12).

Substâncias de reserva (amido) foram encontradas em todas as espécies, com exceção de *F. Marginata*, enquanto que as substâncias fenólicas ocorrem apenas em *T. guianensis* e *O. pulchella*. Nesta última, também ocorrem substâncias lipídicas.

## DISCUSSÃO

Os eofilos das espécies estudadas e o limbo cotiledonar de *I. pseudobuxus* apresentaram estrutura anatômica semelhante, indicando que, apesar das espécies não serem filogeneticamente próximas, apresentam uma convergência evolutiva. A organização anatômica simplificada apresenta algumas similaridades com as folhas de sombra de florestas tropicais (Dickson, 2000; Boeger *et al.*, 2006), caracterizadas pela epiderme uniestratificada, mesofilo heterogêneo, constituído de apenas uma camada de parênquima paliçádico, e três a seis camadas de parênquima esponjoso, além de pouco tecido de sustentação. Essas características parecem ser estratégias para maximizar a captação da luz, que no subosque é predominantemente difusa. As células epidérmicas, com forma plano-convexa ou esférica, são transparentes à luz visível, permitindo que as mesmas atuem como lentes celulares, captando a luz difusa e direcionando-a para o interior da folha (Smith *et al.*, 1997). Em locais sombreados, plantas cujas células epidérmicas apresentem tais características parecem ter uma vantagem adicional para obter maior disponibilidade de luz (Vogelmann *et al.*, 1996).

O hipoestomatismo, encontrado em todas as espécies estudadas e nos cotilédones de *I. Pseudobuxus*, é o padrão mais comum para plantas de ambientes sombreados e entre as eudicotiledôneas (Pyykkö, 1979; Dickson, 2000). Além disso, em ambientes úmidos, o hipoestomatismo relaciona-se à prevenção do desenvolvimento de organismos epífilos que podem obliterar os poros estomáticos (Coley *et al.*, 1993).

O mesofilo heterogêneo (dorsiventral), observado nos eofilos assim como nos cotilédones de *I. Pseudobuxus*, possuem uma razão parênquima paliçádico/esponjoso <1 (Tab. 1), comumente encontrada em plantas de subosque (Boeger *et al.*,

2006). As células do parênquima esponjoso, cuja forma é mais irregular do que o parênquima paliçádico, associadas à maior fração de espaços intercelulares geram maiores quantidades de luz difusa, aumentando a absorção da luz pelos cloroplastos dentro do mesofilo (Vogelmann *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 1997; Taiz & Zeiger, 2004). Assim, o parênquima esponjoso é mais eficiente na distribuição da luz difusa no interior da folha do que as células do parênquima paliçádico (Vogelmann *et al.*, 1996).

A estrutura anatômica dos eofilos das plântulas apresenta certa similaridade à descrita na literatura para os indivíduos adultos (Boeger & Wisniewski, 2002). Entretanto, algumas variações como o número de camadas dos tecidos clorofilianos em função da posição que as folhas ocupam nos diferentes estratos da floresta podem ocorrer em indivíduos adultos, como em *T. guianensis* (Boeger *et al.*, 1998).

Apesar dos eofilos apresentarem pouco tecido de sustentação, em função da espessura foliar inconspícua, as folhas dos indivíduos adultos de *O. pulchella* possuem extensões de bainha esclerenquimática associadas ao feixe vascular (Boeger & Wisniewski, 2002). Em folhas adultas de *T. guianensis*, os feixes vasculares de menor porte estão envolvidos por fibras (Boeger & Wisniewski, 2002), o que não ocorre na fase plântula, onde feixes vasculares se encontram associados a ductos secretores.

No mesofilo dos eofilos de *O. pulchella*, ocorrem idioblastos dispersos, contendo substâncias fenólicas, e também estão presentes nas folhas de indivíduos adultos. A concentração de substâncias fenólicas, que pode alterar o crescimento de plântulas, é negativamente relacionada a herbivoria (Hanley & Lamont, 2002).

Ao contrário dos eofilos, a estrutura anatômica dos cotilédones diferenciou-se em dois grupos. Os cotilédones de *I. pseudobuxus* apresentaram mesofilo heterogêneo, semelhante aos eofilos, enquanto que os demais cotilédones apresentaram mesofilo homogêneo. Tal diferenciação ocorre devido à função (reserva ou fotossintetizante) dos cotilédones (Garwood, 1996).

A semelhança entre o limbo eofilar e o cotiledonar de *I. pseudobuxus* parece ser uma estratégia para aumentar a sua área fotossintetizante, uma vez que as reservas parecem ser limitadas na fase plântula devido ao tamanho reduzido das sementes desta espécie (Marques, 2002). Apesar de vários autores ressaltarem a diferença na organização dos

TABELA 1 – Características anatômicas dos eófilos das espécies estudadas.

Característica anatômica	<i>Faramea marginata</i>	<i>Ilex pseudobuxus</i>	<i>Ocotea Pulchella</i>	<i>Tapirira guianensis</i>
Epiderme da face adaxial	uniestratificada, células alongadas com paredes anticlinais sinuosas	uniestratificada, células com paredes anticlinais sinuosas	uniestratificada, células retangulares com paredes anticlinais sinuosas	uniestratificada, células retangulares com paredes anticlinais pouco sinuosas
Epiderme da face abaxial	uniestratificada, células alongadas com paredes anticlinais sinuosas	uniestratificada, células com paredes anticlinais sinuosas	uniestratificada, células arredondadas a retangulares com paredes anticlinais sinuosas	uniestratificada, células arredondadas a retangulares com paredes anticlinais pouco sinuosas
Estômatos	anisocíticos; epiderme da face abaxial	anomocíticos; epiderme da face abaxial	anomocíticos; epiderme da face abaxial	anomocíticos; epiderme da face abaxial
Tricomas	ausentes	ausentes	tectores unicelulares; sobre os feixes vasculares da epiderme da face abaxial	ausentes
Mesofilo Parênquima paliçádico	heterogêneo 1 camada, células em forma de funil	heterogêneo 1 camada; células em forma de funil	heterogêneo 1 camada; células mais longas	heterogêneo 1 camada; células mais longas não justapostas
Parênquima esponjoso	5 camadas; frouxamente dispostas	3 a 4 camadas	5 camadas; grande quantidade de espaços intercelulares	3 camadas
Relação parênquima paliçádico/esponjoso	< 1	< 1	< 1	< 1
Feixes vasculares do limbo foliar	colaterais	colaterais; em forma de arco	colaterais	colaterais; com ductos associados ao floema
Nervura central	colênquima subepidérmico; feixe anficrival com endoderme evidente	proeminente na face abaxial; feixe colateral	feixe colateral com esclerênquima subepidérmico	colênquima em ambas as faces; ductos associados aos feixes colaterais
Epiderme da face adaxial	uniestratificada, células arredondadas a quadradas, com parede periclinal mais espessada	uniestratificada, células com paredes anticlinais pouco sinuosas	uniestratificada, células arredondadas	uniestratificada, células arredondadas a retangulares

(continua)

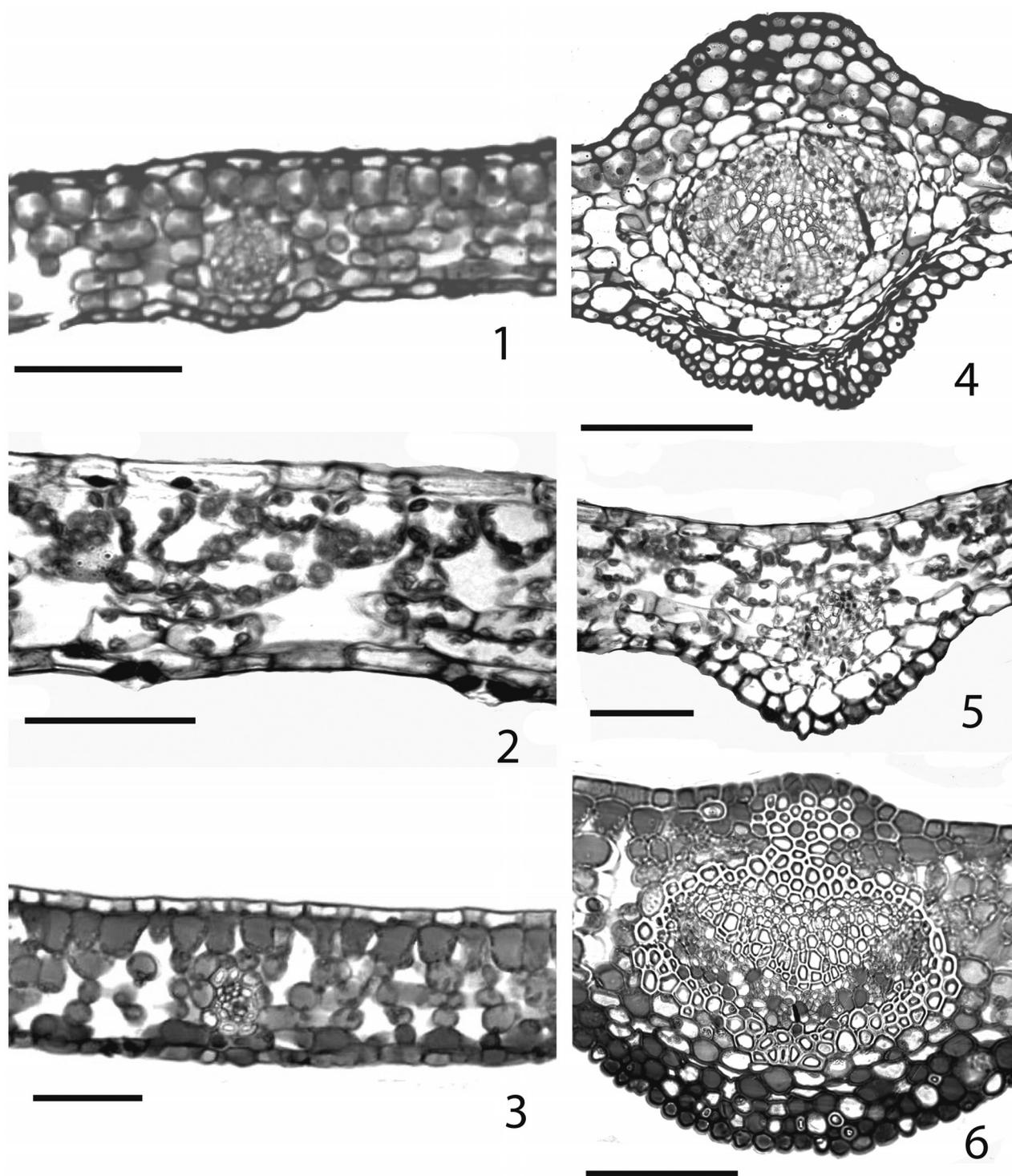
TABELA 1 – Continuação

Característica anatômica	<i>Farama marginata</i>	<i>Ilex pseudobuxus</i>	<i>Ocotea Pulchella</i>	<i>Tapirira guianensis</i>
Epiderme da face abaxial	uniestratificada, células arredondadas a quadradas, com parede periclinal mais espessada	uniestratificada, células com paredes anticliniais pouco sinuosas	uniestratificada, células arredondadas	uniestratificada, células arredondadas a retangulares com paredes anticliniais pouco sinuosas
Estômatos	ausentes	anomocíticos; epiderme da face abaxial	ausentes	ausentes
Mesofilo	aclorofilado; homogêneo; 4 a 5 camadas de células arredondadas justapostas	clorofilado; heterogêneo; 5 a 7 camadas	aclorofilado; homogêneo e espesso; várias camadas de células de tamanho e formas variadas	aclorofilado; homogêneo; várias camadas de células com tamanho e formas variadas
Parênquima paliçádico		1 camada de células em formato cônico		
Parênquima esponjoso		9 camadas; frouxamente arrançadas		
Feixes vasculares	colaterais	colaterais; fibras associadas ao floema	colaterais; dispostos linearmente, próximo à face adaxial	colaterais; com ductos associados ao floema
Substâncias Ergásticas	ausentes	amido	amido, substâncias lipídicas e substâncias fenólicas	amido e substâncias fenólicas

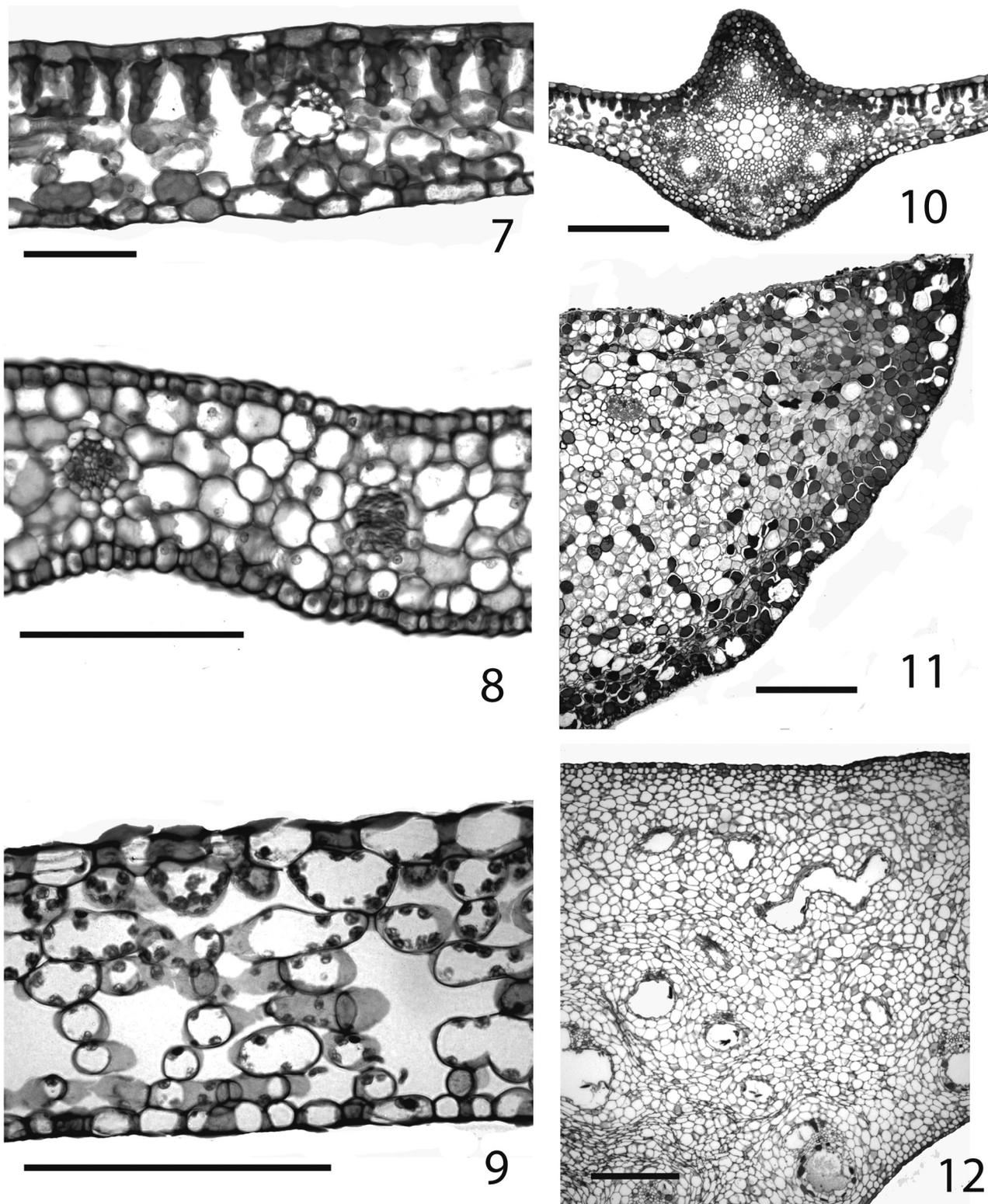
tecidos e disposição de estômatos entre os limbos fotossintetizantes cotiledonares e eofilares para diversas plântulas (Souza, 2003; Souza & Oliveira, 2004; Moreira-Coneglian & Oliveira, 2006), isto não foi observado em *I. pseudobuxus*, sugerindo que os cotilédones podem contribuir tanto quanto os eofilos para a fotossíntese total da plântula.

*Ilex pseudobuxus* foi a única espécie que apresentou mesofilo cotiledonar heterogêneo. A relação entre mesofilos heterogêneos e homogêneos com os aspectos ambientais não é explorada na literatura referente a plântulas. Mesofilos cotiledonares podem variar de homogêneos a heterogêneos dentro de um mesmo táxon (Souza, 2003). Cotilédones com mesofilos heterogêneos

foram descritos para *Tabebuia chrysotricha* (Souza & Oliveira, 2004), enquanto que mesofilo homogêneos foram descritos para *Tabebuia avellanadae* (Souza & Oliveira, 2004), *Trichilia catigua* e *Trichilia elegans* (Mourão *et al.*, 2002). Os limbos eofilares tendem a apresentar uma maior complexidade estrutural quando comparados aos limbos cotiledonares, em função da efemeridade e funções atribuídas a estas folhas (Moreira-Coneglian & Oliveira, 2006). A ocorrência de mesofilo homogêneo dos cotilédones parece ser relacionada com a função de reserva, sendo mais espessos do que os cotilédones fotossintetizantes (Kitajima, 2002), com células isodiamétricas e com pouco espaço intercelular.



**Figs. 1-6.** 1. *Faramea marginata*. Secção transversal da região mediana do limbo eofilar; 2. *Ilex pseudobuxus*. Secção transversal da região mediana do limbo eofilar; 3. *Ocotea pulchella*. Secção transversal da região mediana do limbo eofilar; 4. *Faramea marginata*. Secção transversal da nervura central; 5. *Ilex pseudobuxus* Secção transversal da nervura central; 6. *Ocotea pulchella*. Secção transversal da nervura central.



**Figs. 7-12.** 7. *Tapirira guianensis*. Secção transversal da região mediana do limbo eofilar; 8. *Farama marginata*. Secção transversal do limbo cotiledonar; 9. *Ilex pseudobuxus*. Secção transversal do limbo cotiledonar; 10. *Tapirira guianensis*. Secção transversal da nervura central; 11. *Ocotea pulchella*. Secção transversal do limbo cotiledonar; 12. *Tapirira guianensis*. Secção transversal do limbo cotiledonar.

As reservas amiláceas foram observadas nos cotilédones de *I. pseudobuxus*, *O. pulchella*, *T. guianensis*, enquanto que substâncias lipídicas ocorreram em idioblastos dos cotilédones de *O. pulchella*. As reservas amiláceas são comuns nos cotilédones de muitas espécies (Scott & Smith, 1998), como por exemplo nas do gênero *Acacia* (cerca de 50%) e nos cotilédones de duas espécies de *Trichilia*, assim como as substâncias lipídicas (Mourão *et al.*, 2002). As reservas cotiledonares fornecem energia e nitrogênio requeridos para a produção de partes hipógeas e epigeas da plântula, que atuam de maneira importante para o estabelecimento da mesma (Kitajima, 2002). As substâncias fenólicas que ocorreram em idioblastos dos cotilédones de *O. pulchella* e de *T. guianensis* são reconhecidos como defesa química contra a herbivoria em plântulas (Hanley & Lamont, 2002) porque podem conferir uma menor palatabilidade aos herbívoros (Fritz *et al.*, 2001). Alguns autores sugerem que a presença de defesas químicas seja maior na fase de plântula do que nos indivíduos maduros, uma vez que a herbivoria afeta fortemente esta fase da vida (Hanley & Lamont, 2002) porque os eófilos apresentam pouco tecido mecânico, o que os torna mais palatáveis. Assim, era esperado que as outras espécies estudadas também apresentassem idioblastos com substâncias fenólicas.

De maneira geral, os limbos eofilares e os cotiledonares fotossintetizantes de *I. pseudobuxus* tenderam a ser heterogêneos, enquanto que os cotiledonares de reserva tenderam a ser homogêneos. As diferenças anatômicas observadas para as espécies estudadas indicaram que as plântulas com cotilédones de reserva (PER, CER e CHR) apresentam limbo eofilar estruturalmente semelhante às folhas adultas, quando comparado às plântulas fotossintetizantes (PEF). Isto sugere que as reservas cotiledonares podem capacitar os tipos morfofuncionais de reserva (PER, CER e CHR) a investirem em eófilos mais complexos e mais eficientes para o aproveitamento da luz difusa de ambientes mais sombreados, como a produção de parênquima paliádico com células mais alongadas, pois dependem das reservas cotiledonares por períodos mais longos e apresentam um crescimento mais lento (Kitajima, 2002). Por outro lado, as plântulas PEF utilizam os eófilos e os cotilédones para fixar carbono via fotossíntese, em função das suas sementes possuírem poucas reservas. Isto explica, pelo menos em parte, a diferença em abundância das plântulas nas comunidades tropicais, onde as plântulas fotossintetizantes são mais

abundantes em ambientes iluminados e as plântulas com cotilédones de reserva em ambiente sombreados (Míquel, 1987; Primack, 1990; Kitajima, 2002; Marques & Oliveira, 2005).

## REFERÊNCIAS

- ALVES DE BRITO, C.J.F.; ALQUINI, Y. 1996. A new method for staining botanical material embedded in glycol – methacrylate (GMA). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39, n. 4, p. 949–951.
- BERLYN, W.; MIKSCHE, J.P. 1976. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: Iowa State Press. 326 p.
- BOEGER, M.R.; ALVES, L.C.; NEGRELLE, R.R.B. 1998. Variações morfo-anatômicas dos folíolos de *Tapirira guianensis* Aubl. em relação a diferentes estratos da floresta. **Biotemas**, v.11, p. 27-38.
- BOEGER, M.R.T.; KAEHLER, M.; MELO JR., J.C.F. de; GOMES, M.Z.; OLIVEIRA, L. da S.; CHAVES, C.R.M.; SCHOTTZ, E. de S. 2006. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Hoehnea**, v. 33, p. 521-531.
- BOEGER, M.R.; WISNIEWSKI, C. 2002. Estrutura e teores de nutrientes foliares de seis espécies arbóreas ao longo de um gradiente sucessional da planície litorânea do estado do Paraná, Brasil. **Iheringia**. Série Botânica, v. 57, n. 2, p. 243-262.
- COLEY, P.D.; KURSAR, T.A.; MACHADO, J.L. 1993. Colonization of tropical rain forest leaves by epiphylls: effects of site and host plant leaf lifetime. **Ecology**, v. 74, p. 619-623.
- DICKSON, W.C. 2000. **Integrative Plant Anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press. 533p.
- EDWIN, G.; REITZ, P.R. 1967. Aquifoliaceae. **Flora Ilustrada Catarinense**. n. AQUI, p. 1-47.
- FLEINING, M. 1967. Anacardiaceae. **Flora Ilustrada Catarinense**, n.ANAC, p.1-69.
- FRITZ, R.S.; HOCHWENDER, C.G.; LEWKIEWICZ, D.A.; BOTHWELL, S.; ORIAN, C.M. 2001. Seedling herbivory by slugs in a willow hybrid system: developmental changes in damage, chemical defense, and plant performance. **Oecologia**, v.129, p.87–97.
- GARWOOD, N.C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: Unesco. p. 59-129.
- GOMES, M. 2003. Reavaliação taxonômica de algumas espécies dos gêneros *Coussarea* Aubl. e *Faramea* Aubl. (Rubiaceae, tribo Coussareae). **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p. 449-466.
- HANLEY, M.E.; LAMONT, B.B. 2002. Relationships between physical and chemical attributes of congeneric seedlings: how important is seedling defence? **Functional Ecology**, v. 16, p. 216–222.

- IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; RAMOS, M.M.; OYAMA, K. 2001. Seedling functional types in lowland rain forest in Mexico. **American Journal of Botany**, v. 88, p.1801–1812.
- JOHANSEN, D.A. 1940. **Plant Microtechnique**. New York: Mc Graw Hill. 523 p.
- KITAJIMA, K. 1992. Relationship between photosynthesis and thickness of cotyledons for tropical tree species. **Functional Ecology**, v. 6, p. 582–589.
- \_\_\_\_\_. 2002. Do shade-tolerant tropical tree seedlings depend longer on seed reserves? Functional growth analysis of three Bignoniaceae species. **Functional Ecology**, v. 16, p. 433–444.
- MAACK, R. 1981. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: J. Olympio. 442p.
- MARQUES, M.C.M. 2002. **Dinâmica da dispersão de sementes e regeneração de plantas da Planície Litorânea da Ilha do Mel, PR**. 145f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Área de Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MARQUES, M.C.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. 2005. Características reprodutivas das espécies vegetais da planície costeira. In: MARQUES, M.C.M.; BRITZ, R.M. (Org.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Ed. UFPR. p. 169-188.
- MARSHALL, P.E.; KOZLOWISKI, T.T. 1976. Importance of photosynthetic cotyledons for early growth of woody angiosperms. **Physiologia Plantarum**, v. 37, p. 336–340.
- MÍQUEL, S. 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle**, v. 1, p. 101–121.
- MOREIRA-CONEGLIAN, I.R.; OLIVEIRA, D.M.T. 2006. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Cesalpinoideae (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.2, p. 193-207.
- MOURÃO, K.S.M.; PINTO, D.D.; SOUZA, L.A.; MOSCHETA, I.S. 2002. Morfo-anatomia da plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw. (Meliaceae). **Acta Scientiarum**, v. 24, p. 601-610.
- O'BRIEN, T.F.; FEDER, N; MCCULLY, M.E. 1965. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, v. 59, p. 368 –373.
- PAULA, A.; SILVA, A.F.; MARCO JÚNIOR, P. SANTOS, F.A.M.; SOUZA, A. L. 2004. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, p. 407-423.
- PRIMACK, R.B. 1990. Seed physiology, seed germination and seedling ecology – commentary. In. BAWA, K.S.; HADLEY, M. (Ed.) **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris: UNESCO. p. 233–236.
- PYYKKÖ, M. 1979. Morphology and anatomy of leaves from some woody plants in a humid tropical forest of Venezuelan Guayana. **Acta Botanica Fennica**, v. 112, p. 1–41.
- RESSEL, K.; GUILHERME, F.A.G.; SCHIAVINI, I; OLIVEIRA, P.E. 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 311-323.
- SASS, J. E. 1951. **Botanical Microtechnique**. Ames: Iowa State College Press. 98 p.
- SCOTT, R.C.; SMITH, D.L. 1998. Cotyledon architecture and anatomy in the Acacieae (Leguminosae: Mimosoideae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 128, p.15-44.
- SILVA, S. M.; BRITZ, R.M. 2005. A Vegetação da Planície Costeira. In: MARQUES, M.C.M.; BRITZ, R.M. (Org.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Ed. UFPR. p. 49-84.
- SMITH, W.K.; VOGELMANN, T.C.; DELUCIA, E.H.; BELL, D.T.; SHEPHERD, K.A. 1997. Leaf form and photosynthesis: Do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? **Bioscience**, v. 47, p. 785-793.
- SOUZA, L.A.; OLIVEIRA, J.H.G. 2004. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lor. Ex Griseb e *T. chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 217-226.
- SOUZA, L.A. 2003. **Morfologia e anatomia vegetal (célula, tecidos, órgãos e plântula)**. Ponta Grossa: Ed. da Universidade Estadual de Ponta Grossa. 259 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 719 p.
- VOGELMANN, T.C.; NISHIO, J.N.; SMITH, W.K. 1996. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science**, v.1, p. 65-70.