

LETÍCIA ESTELA CAVICHIOLO

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA FOLIAR DE *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.)
Ching (Dryopteridaceae) DE HÁBITOS EPIFÍTICO E TERRÍCOLA

Monografia apresentada ao Departamento de Botânica, disciplina Estágio II, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR) como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

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

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo H. L. Evangelista

CURITIBA
2004

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E FIGURAS	ii
RESUMO	1
INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS	6
Descrição da área de trabalho	6
Métodos	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXO	24

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

TABELA 1 – Médias obtidas e respectivos desvios padrão referentes ao 11 comprimento da fronde em (cm), peso seco foliar (g), área foliar (cm²), área específica foliar (cm² .g⁻¹) (n = 15) e diâmetro do rizoma (cm) (n= 8) de *Rumohra adiantiformis* de hábitos epifítico e terrícola.

TABELA 2 – Médias obtidas e respectivos desvios padrão referentes à 12 espessura total do mesofilo (n = 15), epiderme adaxial, epiderme abaxial e camadas sub-epidérmicas (µm) (n = 10), densidade estomática (nº.mm⁻²) (n = 30), comprimento e largura dos estômatos (µm) (n = 60) de *Rumohra adiantiformis* de hábitos epifítico e terrícola.

FIGURA 1 - *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico nos Mananciais da Serra 24

FIGURA 2 - *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola na região de dunas da 24 planície litorânea

FIGURA 3 - Secção transversal do pecíolo de *Rumohra adiantiformis* de hábito 24 terrícola, evidenciando epiderme, células sub-epidérmicas esclerificadas e parênquima.

FIGURA 4 - Representação gráfica da disposição dos meristelos no pecíolo de 24 *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola.

FIGURA 5 - Secção transversal do pecíolo, evidenciando os meristelos de 24 maior calibre do pecíolo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, formado por parênquima, bainha esclerificada, endoderme e floema envolvendo o xilema.

- FIGURA 6 - Secção transversal do pecíolo, evidenciando os meristelos de menor calibre do pecíolo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, constituídos por parênquima, bainha esclerificada, endoderme e floema envolvendo o xilema. 24
- FIGURA 7 - Secção transversal do mesofilo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, evidenciando a face adaxial da epiderme, camada sub-epidérmica e células braciiformes. 25
- FIGURA 8 - Secção transversal da face abaxial da epiderme de *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico, evidenciando estômatos e câmara sub-estomática. 25
- FIGURA 9 - Vista frontal da face abaxial da epiderme de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, com estômatos e paredes anticliniais sinuosas. 25
- FIGURA 10 - Vista frontal da face abaxial da epiderme de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola apresentando estômatos em M.E.V. 25
- FIGURA 11- Secção transversal do mesofilo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, com esporângios de ânulo vertical e estômio. 25
- FIGURA 12 - Vista frontal da face adaxial da epiderme de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, com paredes anticliniais retas. 25
- FIGURA 13 - Secção transversal do mesofilo homogêneo de *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico, com epiderme, células sub-epidérmicas e feixe vascular. 26
- FIGURA 14- Secção transversal do mesofilo homogêneo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, com epiderme, células sub-epidérmicas e feixe vascular. 26

- FIGURA 15 - Secção transversal do mesofilo homogêneo de *Rumohra* 26
adiantiformis de hábito epifítico, evidenciando as células braciiformes do parênquima clorofiliano adjacente à face adaxial da epiderme com maior quantidade de cloroplastos e presença de amido.
- FIGURA 16 - Secção transversal do mesofilo homogêneo de *Rumohra* 26
adiantiformis de hábito terrícola, evidenciando as células braciiformes do parênquima clorofiliano adjacente à face adaxial da epiderme com menor quantidade de cloroplastos e presença de amido.
- FIGURA 17 - Secção transversal da nervura central do limbo de *Rumohra* 26
adiantiformis de hábito epifítico, evidenciando epiderme, células sub-epidérmicas com paredes espessadas e feixe vascular envolto por endoderme e bainha esclerificada.
- FIGURA 18 - Secção transversal do mesofilo homogêneo de *Rumohra* 26
adiantiformis de hábito terrícola, evidenciando as células braciiformes do parênquima clorofiliano.

RESUMO

O presente estudo objetivou analisar as características morfológicas e anatômicas de *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching (Dryopteridaceae) nas formas epifítica e terrícola, procurando identificar as estratégias desta espécie frente aos diferentes hábitos de crescimento. Para tanto foram coletadas 15 frondes maduras, de cinco indivíduos de *Rumohra adiantiformis* em dois diferentes locais: dunas litorâneas, onde ocorre como terrícola e nos Mananciais da Serra (Floresta Ombrófila Densa Montana), onde ocorre como epífita. O material vegetal foi processado de acordo com as técnicas usuais de histologia vegetal. A análise de variância (ANOVA) mostrou diferenças significativas para as variáveis de comprimento total da fronde (cm), peso seco foliar (g), área foliar (cm^2g^{-1}) e diâmetro do rizoma (cm), que foram 64,46%, 59,37%, 121,22% e 54,25% significativamente maiores em *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico, enquanto que a espessura do mesofilo (μm) e a densidade estomática foram 47,26% e 61,7% significativamente maiores em *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola. Não houve diferença significativa para a espessura das camadas sub-epidérmicas, comprimento e largura dos estômatos. O mesofilo de *Rumohra adiantiformis* é homogêneo, constituído de células braciiformes. As plantas terrícolas apresentaram rizomas de menor calibre e lâmina foliar com mesofilo aparentando possuir mais espaços intercelulares. As plantas terrícolas apresentaram um maior número de características xeromórficas em relação às epifitas. Estas características (menor área foliar e AEF, maior espessura total da lâmina e densidade estomática, textura coriácea) são reconhecidas, também, como características escleromorfas.

INTRODUÇÃO

A plasticidade fenotípica, que é resultado das variações genéticas existentes em uma população, pode ser entendida como a capacidade de um organismo em retornar ao equilíbrio, o que pode envolver tanto homeostase (auto-ajuste a condições variáveis) fisiológica quanto respostas morfológicas decorrentes de variações ambientais. Tais respostas são consideradas adaptativas quando representam um mecanismo pelo qual o equilíbrio relativo é mantido em face às variações ambientais (THOMPSON, 1991).

As plantas apresentam uma ampla plasticidade anatômica e morfológica, numa resposta a diferentes condições ambientais. As folhas são órgãos que apresentam grande plasticidade fenotípica, como a aclimação fotossintética devido às mudanças das condições luminosas (CHAZDON e KAUFMANN, 1993), elevação e substrato (CORDELL *et al.*, 1998). Variações na estrutura foliar podem ocorrer nas dimensões foliares, peso seco, densidade estomática, tamanho, presença ou não de tricomas e composição da cutícula (OGURA, 1972; PÔRTO DE PAULA, 1996; GUTSCHICK, 1999) como respostas às diferentes condições ambientais.

As folhas, que são os principais órgãos responsáveis pela captação da energia luminosa, podem apresentar alterações ultraestruturais, bioquímicas e morfo-anatômicas em função da luminosidade ambiental. Vários estudos compararam as características morfológicas entre folhas de diferentes intensidades luminosas (ASTHON e BERLYN, 1992; SIMS e PEARCY, 1992; BOEGER *et al.*, 1998), inclusive em plantas de interesse comercial como o café (VOLTAN *et al.*, 1992; MIRANDA *et al.*, 1999) e a pimenta longa (SANTIAGO *et al.*, 2001).

A variação na concentração de nutrientes também pode ocasionar mudanças na morfologia e biomassa das plantas. Uma grave deficiência de nitrogênio, por exemplo, pode levar a planta a apresentar menor porte, células com tamanho reduzido em seus diferentes tecidos, espessamento de paredes celulares, além de antecipação do processo reprodutivo e da senescência (LARCHER, 2000). Estudos que avaliam a combinação de vários nutrientes, através da adubação, e suas conseqüências sobre a produtividade da planta, são reportados principalmente para espécies de interesse comercial, como o erva-mate (ZAMPIER *et al.*, 2000; LOURENÇO, 1997).

A temperatura também pode se constituir um fator causador de alterações no crescimento e fisiologia das plantas. Tais alterações são reportadas por STAMPS *et al.* (1989) e STAMPS *et al.* (1994) observadas em *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching.

Estudos de anatomia foliar de espécies vegetais (Angiospermas em sua grande maioria) em florestas tropicais em diferentes altitudes mostraram que as folhas dos indivíduos que se desenvolveram nas maiores altitudes apresentam-se menores e mais espessas, além de demonstrarem tendência ao maior desenvolvimento do parênquima paliçádico, espessura das células epidérmicas e cutícula quando comparadas com folhas de espécies em florestas de menores altitudes (SUGDEM, 1985). Outros estudos relacionados com plasticidade fenotípica decorrente de variações altitudinais mostraram menores valores para a freqüência estomática, tamanho das células-guarda e tamanho do poro estomático regiões de menor altitude (CITRON, 1970).

Estudos relacionados à anatomia de Pteridófitas são escassos. Um dos trabalhos pioneiros em anatomia de órgãos vegetativos de Pteridophyta é o de

OGURA (1972) que apresenta uma comparação de estruturas entre diversas famílias do grupo.

As Pteridófitas correspondem a um grupo taxonômico pobremente entendido devido à alta porcentagem de hibridização e outros fatores que dão origem a grupos artificiais. Neste quesito, estudos anatômicos e morfológicos podem constituir bases para a correta identificação das espécies. Alguns pesquisadores têm evidenciado a importância de estudos das características anatômicas para esclarecer melhor as relações filogenéticas e a evolução entre os diferentes grupos de Pteridófitas (GRAÇANO *et al*, 2001). Estima-se que 300 a 400 espécies de Pteridófitas ocorram no estado do Paraná, com a maioria delas distribuídas pela Floresta Atlântica da Serra do Mar Paranaense (EVANGELISTA, 2001).

Os principais estudos anatômicos com Pteridófitas têm como objetivo fornecer subsídios para a taxonomia da família Pteridaceae, como o de GRAÇANO *et al* (2001) os quais estudaram as características anatômicas das frondes de espécies ocorrentes em Floresta Estacional Semidecidual Submontana (ou Floresta Subcaducifolia).

Em Campos Rupestres de aproximadamente 1750 metros de altitude foi investigada a estrutura anatômica de sete espécies de Pteridófitas que apresentavam folhas xeromórficas, hipoderme adaxial e abaxial, alto índice de esclerofilia, índice de suculência relativamente baixo, conteúdos relativos de água e potenciais hídricos relativamente altos e maior média de duração da fronde como respostas à baixa umidade relativa do ar e outras condições adversas. Algumas destas espécies mostraram-se capazes de reverter os processos já citados quando as condições ambientais tornam-se propícias (PÔRTO DE PAULA, 1996).

A Família Dryopteridaceae inclui pteridófitas que em sua maioria apresentam hábito terrestre ou rupícola (especialmente em áreas temperadas e/ou montanhosas). A ocorrência de epifitismo no grupo é baixa, porém são descritas espécies de hábito epifítico verdadeiro no gênero *Rumohra*. A família possui distribuição cosmopolita, sendo mais conspícua nas regiões não tropicais. Muitas espécies ocorrem em florestas de grande elevação e também em locais mais expostos (KRAMER e GREEN, 1990).

O gênero *Rumohra* cresce em uma grande variedade de habitats. Na América, *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching. cresce em dunas, sobre rochas de rios, em áreas arbustivas, em florestas e raramente em penhascos. Ocorre desde o nível do mar até mais de 2400 metros de altitude (TRYON e TRYON, 1982).

A samambaia-preta, como *R. adiantiformis* é conhecida popularmente, destaca-se dentre as demais pteridófitas por sua importância econômica. As suas frondes são utilizadas, mundialmente, em arranjos de flores. Na maioria das vezes, a extração das frondes é direta do ambiente natural. Um significativo número de agricultores familiares da Encosta Atlântica Brasileira tem na extração desta espécie, muitas vezes de maneira ilegal, a principal fonte de renda (RIBAS *et al.*, 2002).

Até o presente, a maioria dos estudos sobre *Rumohra adiantiformis* são relacionados à manipulação do número de soros (VAN-WYK *et al.*, 1994); efeitos de diferentes níveis de sombreamento sobre a morfologia e/ou fisiologia (CHEN *et al.*, 1999; VAN-WYK *et al.*, 1996); efeitos da temperatura sobre o crescimento e fisiologia das frondes (STAMPS *et al.*, 1989; STAMPS *et al.*, 1994); proteção ao frio através de copas de árvores e irrigação em casa de vegetação sombreada (STAMPS, 1991; STAMPS, 1995); estrutura populacional e crescimento sobre efeitos da coleta quanto à produção de frondes (GELDENHUYS *et al.*, 1988); efeitos

da coleta sobre a produção de frondes (NELL *et al.*, 1985 ;MILTON, 1987; MILTON e MOLL, 1988); relações hídricas e corte da fronde (NELL *et al.*, 1983), práticas de gerenciamento de nutrientes e irrigação (STAMPS, 1996) e efeitos de diferentes substratos e volumes de irrigação (RODRIGUEZ *et al.*, 1998).

Indivíduos de *Rumohra adiantiformis* foram observados no interior de matas apresentando hábito terrestre e rupícola, possuindo forma de crescimento reptante em morros cuja altitude máxima não ultrapassou 255 metros. Nesta mesma região, hábitos, formas de crescimento e habitats são descritos para outras 47 espécies de pteridófitas (SENNA e KAZMIRCZAK, 1997).

Apesar da variação de hábitos em *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching ser relatada na literatura, suas adaptações morfológicas e anatômicas frente a esta variação não são bem compreendidas. A grande maioria das investigações que relacionam modificações morfo-anatômicas de espécies vegetais frente diferentes altitudes, habitats e hábitos de crescimento têm por enfoque principal as Angiospermas.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo identificar as características morfo-anatômicas de *Rumohra adiantiformis* de hábitos epifítico e terrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

Área dos Mananciais da Serra.

Os Mananciais da Serra estão localizados na Floresta Ombrófila Densa, que consiste em uma formação vegetacional situada em altitude que varia de 500/700 a 1000/1200 metros e está sujeita ao escoamento do ar frio planáltico, o que não raro

pode ocasionar geadas (RODERJAN, 1994). Os mananciais da serra apresentam ainda, uma região écotone entre a Floresta Atlântica e a Floresta com Araucária. A intensidade luminosa foi mensurada em 589 foot candles na região dos Mananciais da Serra. Não há ocorrência de uma estação seca definida, onde de outubro à dezembro é o período mais chuvoso e de julho à agosto, o período mais seco. O clima é geralmente temperado no inverno, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C, e quente e chuvoso no verão, onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C. *Rumohra adiantiformis* ocorre como epífita nesta formação florestal.

Planície Litorânea: região de dunas

A área de estudo está localizada na praia de Guaratuba, município de Guaratuba, Paraná – Brasil, sob as coordenadas 25°56'64"S e 48°35'23"W. O clima da região é classificado segundo Köppen como Af (Clima tropical superúmido), sem estação seca, com temperatura média em todos os meses igual ou superior a 18°C (megatérmico). O mês mais seco apresenta precipitação média acima de 60mm e isento de geadas. A elevação da maré é de 6m e a linha da praia (maré baixa sizigia) é de 26 metros. A intensidade luminosa foi mensurada em 8610 foot candles. Neste ambiente, *Rumohra adiantiformis* ocorre como herbácea de hábito terrícola.

2. MÉTODOS

Para cada local foram amostrados seis indivíduos, sendo coletadas cinco frondes maduras de cada indivíduo.

As frondes maduras foram mensuradas com trena, prensadas entre papel

jornal e desidratadas em estufa a 50°C até atingirem peso constante para a mensuração de seus pesos secos (g) em balança analítica no laboratório de Microtécnicas do Departamento de Botânica da UFPR. Posteriormente, a área foliar (cm²) foi estimada através da imagem digitalizada das frondes em scanner de mesa acoplado à computador, pelo programa SigmaScan (Versão 2.1, SPSS Inc, Chicago IL, USA). A partir dos dados de área foliar e peso seco calculou-se a área específica foliar AEF= área do limbo/ peso seco (cm².g⁻¹) (WITKOWSKI e LAMONT, 1991).

Para a mensuração da espessura do limbo foi utilizado o terço médio, do qual foram retirados dois folíolos por indivíduo, fixados em FAA 70 (etanol 70°, formaldeído e ácido acético 18:1:1 v/v) (JOHANSEN, 1940).

Para contagem estomática foi utilizada a modelagem com esmalte incolor da epiderme do terço médio das frondes, para posterior observação e contagem em microscópio fotônico provido de escala micrometrada e câmara clara. A densidade estomática foi determinada através da contagem de estômatos situada numa área de 1mm². O comprimento e largura estomáticos foram mensurados em microscópio óptico provido de ocular micrometrada e câmara clara.

O diâmetro do rizoma foi obtido com o auxílio de paquímetro digital.

As observações anatômicas das frondes foram feitas na região mediana do limbo, por meio de lâminas permanentes confeccionadas seguindo as técnicas usuais para emblocamento em glicolmetacrilato (FEDER e O'BRIEN, 1968) e através de lâminas semipermanentes, seccionadas com lâmina de barbear, clarificadas com hipoclorito de sódio a 10% e coradas com azul de toluidina a 0,5% em solução aquosa. Os tecidos do limbo foliar foram mensurados em microscópio fotônico com ocular micrometrada.

Para a análise da microscopia eletrônica de varredura, o material foi fixado em FAA 70, desidratado em série etanólica crescente, seco via ponto crítico com CO₂. As amostras foram montadas em suporte metálico e metalizadas com ouro, a vácuo. As observações e fotos foram feitas em microscópio eletrônico de varredura GEOL JSM – 6360 LV.

Foram calculadas as médias e respectivos desvios padrão de todas as variáveis quantitativas. Para comparar os diferentes tratamentos será utilizada análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com $p=0,05\%$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indivíduos de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola apresentaram frondes orientadas mais verticalmente em relação ao solo do que os indivíduos de hábito epifítico, os quais apresentaram as frondes mais horizontais em relação ao solo (Figuras 1 e 2). Segundo MANTOVANI (2000), folhas verticais apresentam benefícios nos balanços hídricos e térmicos nas aráceas epifíticas. As frondes de ambiente terrícola são mais coriáceas do que as frondes das epifitas. A textura coriácea é interpretada como o resultado das características anatômicas presentes na lâmina como presença de paredes cutinizadas espessas, presença de camadas sub-epidérmicas, tecido esclerenquimático abundante e espessura do mesofilo (ROTH, 1984; TURNER, 1994).

As folhas de *R. adiantiformis* são classificadas como macrofilas (OGURA, 1972) em função do comprimento e largura da fronde (Tabela 1). Os valores médios de comprimento total da fronde foram de 64,46 % maiores em *R. adiantiformis* de hábito epifítico, sendo significativamente diferente ($p<0,05$) das frondes de indivíduos

terrícolas. Da mesma forma, os valores médios de peso seco foliar, área foliar e diâmetro do rizoma (59,37%, 121,22% e 54,24%, respectivamente) foram significativamente maiores ($p < 0,05$) nas epífitas (Tabela 1).

As plantas terrícolas de *R. adiantiformis* desenvolveram-se sob condições xéricas impostas pelo excesso de luminosidade ocorrente na Planície Litorânea. Vários trabalhos demonstram que as folhas expostas ao sol apresentam uma menor área foliar como estratégia para uma diminuição da superfície, que está sujeita a maiores taxas de transpiração (MEDRI e LLERAS, 1980; THOMPSON *et al.*, 1992; LEITE e LLERAS, 1977; BOEGER *et al.*, 1998; ESPINDOLA JUNIOR *et al.*, 2001; VOLTAN *et al.*, 1992). Associado a condição de luz, solos arenosos, como os solos das dunas da região litorânea, encontram-se expostos à seca devido a menor capacidade em reter água, induzindo as plantas que ali crescem, desenvolvam mecanismos de conservação de água, como a redução da área foliar (BRÜNIG, 1973).

O valor médio da área específica foliar (AEF), apesar de não apresentar diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 1), varia entre os grupos estudados, sendo que as epífitas apresentam 14,5% maior AEF do que as terrícolas. Utilizando este parâmetro como índice de esclerofilia, pode-se considerar que as frondes terrícolas são mais esclerofilas que as epífitas.

Os valores médios da espessura total da lâmina e da densidade estomática foram 47,26% e 61,7% significativamente maiores ($p < 0,05$) em *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola quando comparadas com as frondes das epífitas (Tabela 2). O comprimento e largura dos estômatos não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) as plantas de *R. adiantiformis* de hábitos epifítico e terrícola (Tabela 2). A

As diferenças de espessura total da lâmina e densidade estomática também podem estar relacionadas com a alta incidência luminosa ocorrente na região das dunas.

Como era esperado, as maiores espessuras ocorrem em plantas que se desenvolvem em ambientes com maior intensidade luminosa. Segundo CUTTER (1986), as mesófitas expostas ao sol desenvolvem características xeromórficas, onde o aumento na espessura do mesofilo tem a função de proteger o aparelho fotossintético, além de permitir um volume maior de células protegidas da desidratação e ressecamento pelo sol. Vários autores relatam o aumento na espessura do mesofilo em consequência de maior luminosidade (ASTHON & BERLYN, 1992; KLICH, 2000; BOEGER *et al.*, 1998; ESPINDOLA JUNIOR *et al.*, 2001).

Densidades estomáticas maiores estão associadas às condições mais xéricas, porque quanto maior a frequência estomática por unidade de área, maior é a eficiência das trocas gasosas. Os estômatos em maior número podem ficar abertos num período menor de tempo, quando as condições ambientais são mais favoráveis (LLERAS, 1977; KORNER *et al.*, 1986).

TABELA 1 – Médias obtidas e respectivos desvios padrão referentes ao comprimento da fronde em (cm), peso seco foliar (g), área foliar (cm²), área específica foliar (cm².g⁻¹) (n = 15) e diâmetro do rizoma (cm) (n= 8) de *Rumohra adiantiformis* de hábitos epifítico e terrícola. Letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significantes entre plantas de diferentes hábitos ao teste estatístico de Tukey, com p =0,05%. cv% = coeficiente de variação (%).

Parâmetros Morfológicos	Hábito Epifítico	Hábito Terrícola	cv%
Comprimento da fronde	98,43 (\pm 20,31) B	62,13 (\pm 9,11) A	20
Peso seco foliar	7,33 (\pm 2,94) B	4,60 (\pm 1,91) A	40
Área foliar	638,00 (\pm 243,00) B	335,15 (\pm 114,26) A	74
Área específica foliar	90,79 (\pm 25,41) A	79,26 (\pm 26,87) A	30
Diâmetro do rizoma (cm)	1,60 (\pm 0,22) A	1,04 (\pm 0,22) B	6

TABELA 2 – Médias obtidas e respectivos desvios padrão referentes à espessura total do mesofilo ($n = 15$), epiderme adaxial, epiderme abaxial e camadas sub-epidérmicas (μm) ($n = 10$), densidade estomática ($\text{n}^\circ.\text{mm}^{-2}$) ($n = 30$), comprimento e largura dos estômatos (μm) ($n = 60$) de *Rumohra adiantiformis* de hábitos epifítico e terrícola. Letras diferentes correspondem a diferenças estatísticas significantes entre plantas de diferentes hábitos ao teste estatístico de Tukey, com $p = 0,05\%$. Cv% = Coeficiente de variação ambiental, em porcentagem.

Parâmetros Morfológicos	Hábito Epifítico	Hábito Terrícola	cv%
Espessura total do mesofilo	224,12 ($\pm 35,29$) A	330,04 ($\pm 36,94$) B	13
Espessura da epiderme adaxial	12,96 ($\pm 2,37$) A	13,79 ($\pm 2,25$) A	17
Espessura da epiderme abaxial	14,00 ($\pm 1,72$) A	14,63 ($\pm 2,61$) A	15
Espessura das camadas sub-epidérmicas	19,79 ($\pm 6,60$) A	17,95 ($\pm 2,85$) A	27
Densidade estomática	134,50 ($\pm 17,48$) A	217,49 ($\pm 34,21$) B	15
Comprimento estomático	31,97 ($\pm 3,83$) A	31,81 ($\pm 1,41$) A	9
Largura do estômato	28,08 ($\pm 1,88$) A	28,25 ($\pm 1,37$) A	6

Os rizomas de plantas epifitas de *R. adiantiformis* se apresentaram 54,25% maiores do que os rizomas de plantas terrícolas (Tabela 1). Os solos arenosos, como os que ocorrem nas planícies litorâneas brasileiras geralmente tem baixa fertilidade, com baixas concentrações de nitrogênio e fósforo, concentrações intermediárias de cátions, baixa disponibilidade de nutrientes no solo, alta lixiviação e intemperismo aos quais são impostos (THOMPSON *et al.*, 1992). Acredita-se que os rizomas das plantas terrícolas de *R. adiantiformis* apresentam-se menos desenvolvido do que os rizomas de plantas epifitas em decorrência do baixo teor nutricional do solo.

O pecíolo de *R. adiantiformis*, na sua região mediana, é revestido por uma epiderme uniestratificada, cujas células em vista frontal são tabulares, com parede celular espessa. Em vista transversal, as células são pequenas, isodiamétricas, com

parede uniforme e espessa (Figura 3). Na posição sub-epidérmica, ocorrem várias camadas de células com lúmen pequeno e parede lignificada (Figura 3).

Cada feixe vascular (meristelo) é envolvido por uma bainha de esclerênquima cujas células apresentam parede bem espessada e mais internamente, a endoderme e o periciclo. Em secção transversal, observam-se vários feixes vasculares dispostos em forma de arco (Figura 4). Nas porções apicais do arco, os feixes vasculares apresentam o xilema na forma de “cavalo marinho” (Figura 5) e são de maior porte, onde, as extremidades de protoxilema possuem terminações recurvadas (Figura 5). Os feixes posicionados mais internamente no arco, não apresentam esta forma, sendo elípticos ou arredondados (Figura 6). São formados por xilema central e floema externo envolvendo quase que totalmente o xilema (Figuras 5 e 6). Este tipo de disposição é denominado por OGURA (1972) de tipo “*Aspidium*”.

As células do parênquima cortical também apresentam-se espessadas e algumas com conteúdo escuro, provavelmente compostos fenólicos (Figuras 5 e 6). PORTO DE PAULA (1996) também observou esclerênquima em quantidade abundante adjacente a epiderme e bainha esclerificada contínua ao redor de cada feixe vascular.

A estrutura anatômica do pecíolo encontrada para *R. adiantiformis* é descrita também para outros gêneros como *Blechnum* e *Dryopteris* (OGURA, 1972). É importante salientar que a organização dos feixes (meristelos) pode variar de acordo com a posição do pecíolo, podendo ocorrer a fusão dos meristelos na porção mais apical ou basal do pecíolo, variando de espécie para espécie (OGURA, 1972, GRAÇANO et al, 2001). A organização e disposição dos feixes vasculares (meristelos) ao longo dos pecíolos constituem uma importante ferramenta taxionômica para as Pteridófitas (GRAÇANO et al, 2001; OGURA, 1972; TRYON e

TRYON, 1982). Não foram observadas diferenças na estrutura anatômica dos pecíolos das plantas terrícolas e epífitas.

A epiderme da fronde de *Rumohra adiantiformis* é uniestratificada. Na face adaxial, em vista transversal, as células epidérmicas variam de alongadas a isodiamétricas, com parede espessada, sendo a parede periclinal externa cutinizada (Figura 7). Na face abaxial, as células epidérmicas comuns também variam de forma e possuem as paredes espessadas (Figura 8). Nesta face, encontram-se os estômatos (Figuras 8, 9 e 10) e soros (Figura 11). Os esporângios apresentam annulus verticais (Figura 11), resultando em deiscência transversal (GIFFORD e FOSTER, 1989).

Em vista frontal, a face adaxial é formada por células tabulares com paredes anticlinais retas e espessas (Figura 12), enquanto que na face abaxial, as células possuem paredes anticlinais sinuosas e espessadas (Figuras 9 e 10). Segundo WATSON (1942), as paredes das células epidérmicas que se desenvolvem em ambientes mais sombreados permanecem mais plásticas e delicadas, possibilitando o desenvolvimento de sinuosidades, ao passo que as células epidérmicas que se desenvolvem em ambientes mais ensolarados expandem-se menos e endurecem mais rapidamente, apresentando paredes celulares mais retilíneas. Os estômatos são do tipo anomocítico (Figura 9 e 10).

Abaixo da epiderme, na face adaxial, observa-se de uma a duas camadas de células sub-epidérmicas de forma e tamanho variados, com parede espessada. Algumas células apresentam conteúdo escuro, provavelmente compostos fenólicos. Segundo GRAÇANO *et al.* (2001), a presença de compostos fenólicos é uma característica marcante nas Pteridophyta. Tais compostos conferem coloração marrom, principalmente aos tecidos de sustentação e parênquima próximo aos

feixes vasculares (OGURA, 1972). A camada sub-epidérmica mais interna não é contínua. A espessura desta camada não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as plantas epífitas e as terrícolas. PÔRTO DE PAULA (1996) denominou esta camada sub-epidérmica de hipoderme. No entanto, como neste estudo não foi feito a ontogênese foliar, optou-se por denominar esta camada de camada sub-epidérmica. Segundo OGURA (1972), a lâmina foliar das pteridófitas pode apresentar hipoderme abaixo da epiderme, com uma a duas camadas celulares de parede espessadas. A hipoderme pode ser adaxial, como em *Equisetum*, abaxial como em *Camocladus grandis* ou ser colenquimatosa como nas Marattiaceae.

As camadas sub-epidérmicas (hipoderme ou epiderme múltipla) quando apresentam células pequenas e parede espessada são interpretadas por vários autores como uma estrutura protetora do tecido fotossintético quando a taxa de metabolismo pode ser limitada pela deficiência de nutrientes e/ou luz excessiva (FELLER, 1996).

O mesofilo de *R. adiantiformis* é homogêneo, constituído de células parenquimáticas braciiformes (Fig 13 e 14). Estas células apresentam um arranjo mais compactado em *R. adiantiformis* de hábito epífita. *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola apresentou uma espessura do limbo 50,54% maior (Tabela 2) e aparentou apresentar maior quantidade de espaços intercelulares (Figura 14).

O mesofilo de *R. adiantiformis* terrícola apresentou dois estratos de células com menor quantidade de cloroplastos, cuja espessura apresenta cerca de 81,6 μm (Fig 15). Tal situação não foi observada em *R. adiantiformis* de hábito epifítico (Figura 16). As plantas terrícolas se encontravam mais expostas à luz do que as epífitas e podem ter desenvolvido estas camadas de células com menos cloroplastos para maior proteção do aparelho fotossintético.

As plantas epífitas apresentaram mesofilo com maior tendência à estrutura dorsiventral, apresentando maior compactação das células do mesofilo próximo a face adaxial. Tais plantas possuíam frondes orientadas mais horizontalmente ao substrato (Fig 1). Segundo PÔRTO DE PAULA (1996), a folha apresenta mesofilo dorsiventral, sendo que o parênquima palicádico é atípico.

Rumohra adiantiformis de hábito terrícola apresentaram folhas orientadas mais verticalmente em relação ao substrato do que as plantas de hábito epifítico (Fig 2). Segundo MANTOVANI (2000), folhas verticais apresentam benefícios nos balanços hídricos e térmicos nas aráceas epifíticas, pois esta posição reduz a incidência de luz sobre a lâmina, evitando altas temperaturas internas e, conseqüentemente, maiores taxas de transpiração. GRAÇANO *et al.* (2001) observou que o mesofilo da pteridófito *Adiantum serratodentatum* de folhas verticais, coletadas em pleno sol, se apresentava indiferenciado, enquanto que outras espécies de pteridófitas também coletadas em pleno sol, apresentavam uma tendência à estrutura dorsiventral do mesofilo. Este mesmo autor sugere que a posição vertical das folhas de *A. serratodentatum* faria com que duas faces da lâmina recebam intensidade luminosa semelhante, induzindo a formação de um mesofilo homogêneo.

Segundo OGURA (1972), o mesofilo de pteridófitas e seus tecidos constituintes não são constantes e nem relatado para muitas espécies. O autor supracitado comenta que o mesofilo pode se constituir somente de camadas de parênquima esponjoso (lacunoso), como em *Pyrrhosia penangiana*, ou pode ainda, apresentar um parênquima paliçádico de um a dois estratos celulares cheio de espaços intracelulares, como em *Anarthopsis dictyopteris* e *Gramitis setigerium*.

A nervura nos folíolos é proeminente na face adaxial. A forma e o arranjo dos feixes vasculares no mesofilo recebe grande importância evolutiva (OGURA, 1972; TRYON e TRYON, 1982; GIFFORD e FOSTER, 1989). O feixe vascular apresenta xilema primário, envolto por floema primário, sendo delimitado por endoderme uniestratificada e periciclo que algumas vezes pode ser biestratificado. Uma bainha esclerificada constituída por camada de tecido com células de paredes espessadas circunda todo o feixe vascular (Figura 17). Não foram observadas diferenças morfo-anatômicas entre as nervuras das epífitas e terrícolas de *R. adiantiformis*.

Alguns dos parâmetros analisados (menor área foliar e AEF, maior espessura total da lâmina e densidade estomática) são reconhecidos como características escleromorfas (TURNER, 1994; ESAU, 1960; CUTTER, 1987) e utilizadas para avaliar o grau de esclerofilia da vegetação, que podem ocorrer conjunta ou isoladamente a outros fatores como textura coriácea da folha, abundância do tecido esclerenquimático como hipoderme e bainhas esclerificadas, estômatos em criptas, criptas estomáticas e/ou lâmina foliar com tricomas e parede periclinal externa cutinizada espessa.

Adicionalmente, a menor área foliar e AEF, a maior espessura total da lâmina e densidade estomática são também interpretadas como respostas morfológicas às altas intensidades luminosas e apresentam um alto grau de correlação (VOLTAN *et al.*, 1992; BOEGER *et al.*, 1998; ESPINDOLA JUNIOR *et al.*, 2001).

Entre as características morfo-anatômicas analisadas, a textura, a área foliar, a espessura total da lâmina, a espessura dos tecidos clorofilianos e a densidade estomática, além da presença de tecidos esclerificados das plantas

terrícolas parecem possuir maior plasticidade, auxiliando esta espécie a se desenvolver em ambientes distintos e adversos como as dunas da planície litorânea (hábito terrícola) e sobre as árvores de áreas mais sombrias da floresta ombrófila montana (hábito epifítico).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

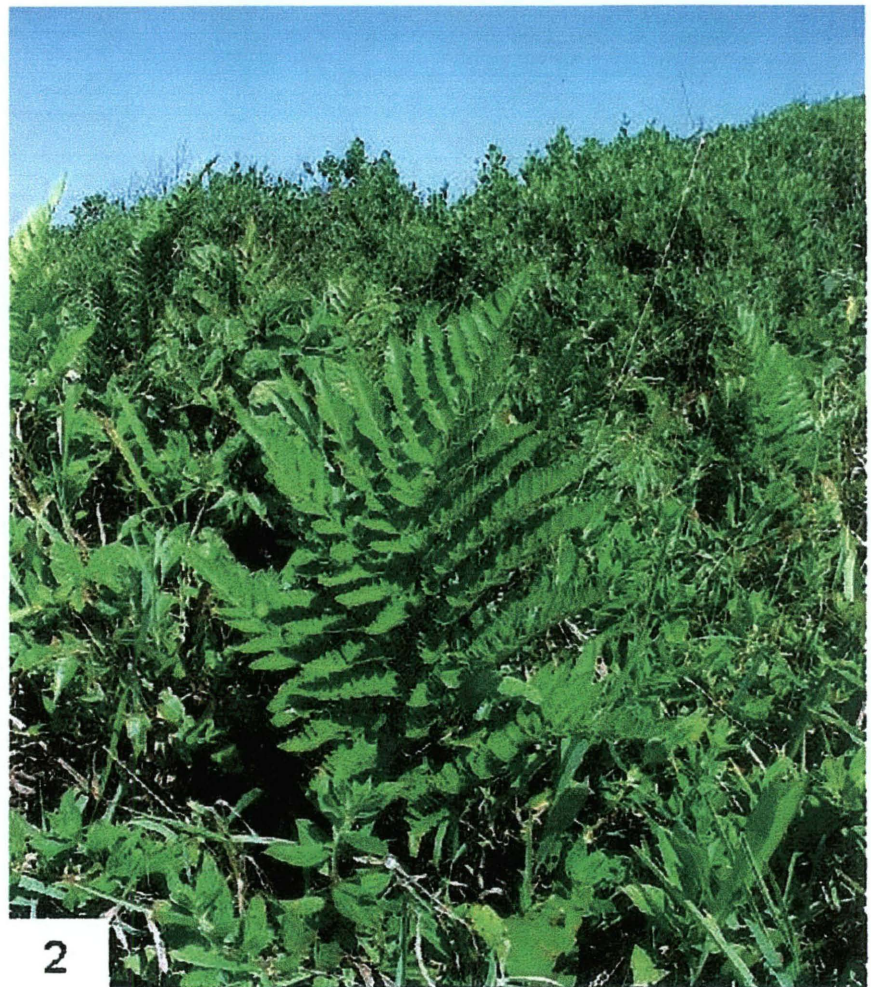
- ASTHON, P.M.S. e BERLYN, G.P. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. *New Phytologist*, v. 121, p.:587-596, 1992.
- BOEGER, M.R.T.; ALVES, L.C. e NEGRELLE, R.R.B. Variações morfo-anatômicas dos folíolos de *Tapirira guianensis* Aubl. em relação a diferentes estratos da floresta. *Biotemas*, v.11, n. 2, p. 27 – 38, 1998.
- BRÜNIG, E. F. Species richness and stand diversity in relation to site and succession of forest in Sarawak and Brunei (Borneo). *Amazoniana*. V. 4, n. 3, p. 293 – 320. 1973.
- CHAZDON, R.L.; KAUFMANN, S. Plasticity of leaf anatomy of two rain forest shrubs in relation to photosynthetic light acclimation. *Functional Ecology*. Nº 7, p. 385 – 394.
- CHEN, R.; ZENG, Q.; SU, W.; WU, X.; LI, Z. Effect of shading treatments on growth and some physiological effects in *Rumohra adiantiformis*. *Journal of South China-Agricultural University*. V. 20, nº 3, p. 77-79 , 1999.
- CITRON, G. Variation in size and frequency of stomata with altitude in the Luquillo Montains. US Atomic Energy Commission – A Tropical Rain Forest. **Office of Information Service**. Chapter H-9, p. 133 - 135 , 1970
- CORDELL, S.; GOLDSTEIN, G.; MUELLER-DOMBOIS, D; WEBB, D; VITOUSEK, P.M. Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an altitudinal gradient: the role of phenotypic plasticity. *Oecologia*. Nº 113, p. 188 – 196. 1998.
- CUTTER, E.G. **Anatomia Vegetal**. Parte 2. Órgãos. São Paulo: Roca, 1987.
- ESPINDOLA JUNIOR, A.; JONK, C.R.; GUIMARÃES O.G.; BONA, C.; CAVICHIOLO, L.E.; CUNHA, M.R.; BORGER, M.R.; CORRÊA DE BARROS, R. Adaptações Morfo-Anatômicas das folhas de Sol e Sombra de cinco espécies em um remanescente de floresta (Ombrófila Mista) com Araucária. **52º Congresso Nacional de Botânica e XXIV Reunião Nordestina de Botânica**, João Pessoa-Paraíba. Resumos do congresso, pág 105. 2001
- ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. New York, John Wiley & Sons, ed. 1960.
- EVANGELISTA, P.H.L. situação atual do conhecimento sobre a diversidade de Pteridófitas nos estados do Paraná e Santa Catarina. **Resumos do VI encontro regional de botânicos do Paraná e Santa Catarina**. p. 46. 2001.
- FEDER, N. & O'BRIEN. T. P. Plant micritechnique some principles and new methods. *Amer. J. Bot.* V. 55, nº 1, p. 123-142, 1968.
- FELLER, I.C. Effects of nutrient enrichment on leaf anatomy of dwarf *Rhizophora mangle* L. (Red mangrove). *Biotropica*. V. 28, n1, p. 13-22, 1996.

- GELDENHUYS, C. J.; VAN-DER-MERWE, C. J. Population structure and growth of the fern *Rumohra adiantiformis* in relation to frond harvesting in the southern Cape forests (South Africa). **South African Journal Of Botany** V. 54, n° 4, p. 351-362, 1988.
- GIFFORD, M. E.; FOSTER, A. S. **Morphology and evolution of vascular plants**. W. H. Freeman and Company, New York. 1989.
- GRAÇANO, D.; ALVES AZEVEDO, A e PRADO, J. Anatomia foliar das espécies de Pteridaceae do Parque Estadual do Rio Doce (PERD) – MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo. V 24, nº 3, p 333-347, 2001.
- GUTSCHICK, V. P. Biotic and abiotic consequences of differences in leaf structure. **New Phytol.** 143, p. 3-18, 1999.
- IPARDES – Instituto Paranaense De Desenvolvimento Econômico e Social. **Zoneamento do litoral paranaense – fundação Edson Vieira**. Curitiba- PR, 175p., 1989
- JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnique**. Mc Graw Hill Book, New York, 1940.
- JURIK, T.W.; CHABOT, J.F.; CHABOT, B.F. Effects of light and nutrients on leaf size, CO₂ exchange, and anatomy in wild Strawberry (*Fragaria virginiana*). Section of Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York. January. **Plant Physiology** 70, pág 1044-1048, 1982.
- KLICH, M. G. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany**. V. 44, p 171-183. 2000.
- KÖRNER, C. H.; BANNISTER, P.; MARK, A. F. Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zeland. **Oecologia**. V. 69, p. 557 – 588. 1986
- KRAMER, K.U. and GREEN, P.S. Pteridophytes and Gymnosperms. **The Families and Genera of Vascular Plants** – KUBITZKI, K. Springer- Verlag, V. 1, p. 103-107, 1990.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima artes e textos, São Carlos, São Paulo. 531 p., 2000.
- LEITE, A. M. C.; LLERAS, E. Ecofisiologia de plantas da Amazônia. Anatomia foliar e ecofisiologia de *Phogonophora schomburgkiana* Miers. (Euphorbiaceae). **Acta Amazônica**. V.8, n. 3, p. 365-370. 1978.
- LLERAS, E. Differences in stomatal number per unit area within the same species under different micro-environmental conditions: a working hypothesis. **Acta Amazônica**. V. 7, n. 3, p. 447-588. 1977.
- LOURENÇO, R.S. Adubação da Erva-Mate. I congresso sul americano da erva-mate, II Reunião técnica do Cone Sul sobre a cultura da erva-mate. Curitiba, Paraná, Brasil, 24 à 27 de novembro; **Anais EMBRAPA**, documentos 33, Colombo PR, 1997.

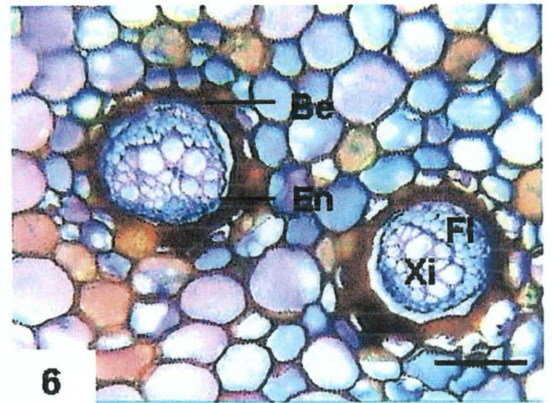
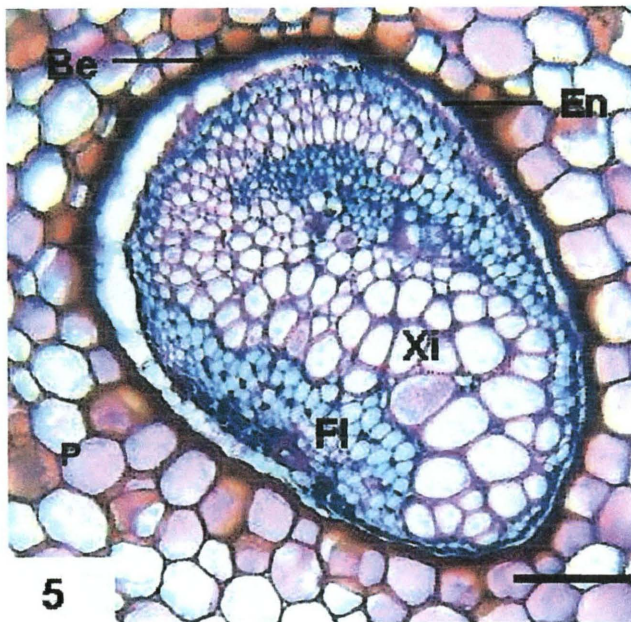
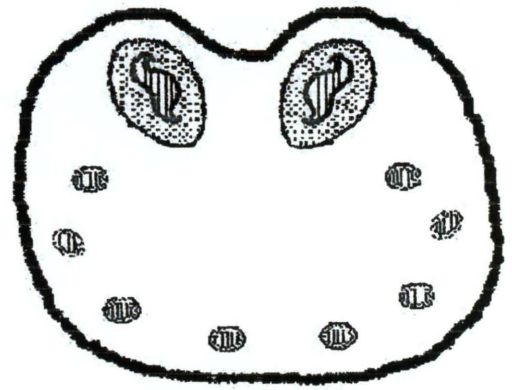
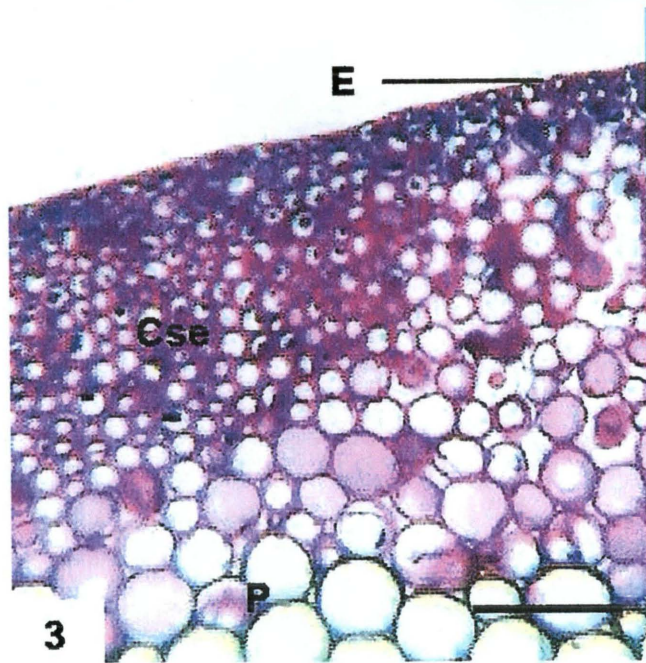
- MANTOVANI, A. Leaf orientation in epiphytic aroids: effect on water and temperature balances of the leaves. *Leandra*. V. 15. p.91-103. 2000.
- MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. *Acta Amazônica*. V. 10, n. 3, p. 463-493. 1980.
- MILTON, S. J. Growth of seven weeks fern (*Rumohra adiantiformis*) in the southern Cape forests: Implications for management. *South African Forestry Journal*. nº143, p. 1-4, 1987.
- MILTON, S. J; MOLL, E. J. Effects of harvesting on frond production of *Rumohra adiantiformis* (Pteridophyta: Aspidiaceae) in South Africa. *Journal Of Applied Ecology*. V. 25, n °2, p. 725-744, 1988
- MIRANDA, E.M.; PEREIRA, R.C.A.; BERGO, C.L. Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica* L.) em condições de sombreamento e pleno sol no Estado do Acre, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, vol 23, n.1 de jan/mar, pag 62-69, 1999.
- NELL, T. A; BARRETT, J. E; STAMPS, R. H. Water relations and frond curl of cut leatherleaf fern (*Rumohra adiantiformis*). *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. 108, nº 4: p. 516-519, 1983.
- NELL, T. A; CONOVER, C. A.; BARRETT, J. E.; POOLE, R. T. Effects of pre-harvest and post-harvest anti-transpirant applications on vase life of leatherleaf fern (*Rumohra adiantiformis*). *Scientia Horticulturae* (Amsterdam) Vol. 26, nº 3:p. 225-230, 1985.
- OGURA, Y. **Comparative anatomy of vegetative organs of the Pteridophytes**. 2ª ed. Gebrüder Borntraeger, Berlim, 1972.
- OLIVEIRA, F.; SAITO, M. L. **Práticas de morfologia vegetal**. Livraria Atheneu editora. 1991.
- PÔRTO DE PAULA, L.M. **As Estratégias Adaptativas de Sete espécies de Pteridófitas ocorrentes nos Campos Rupestres da Serra da Piedade, Caeté, MG**. Tese de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e manejo da Vida Silvestre – Universidade Federal De Minas Gerais (UFMG). 1996.
- RIBAS, R. P.; GUIMARÃES, L. A.; KUBO, R. R.; COELHO DE SOUZA, G. **A cadeia produtiva da samambaia-preta ('Rumohra adiantiformis' (G.Forest.) Ching) na região da Encosta Atlântica do Estado do RS**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, UFRGS, 2002.
- RODERJAN, C. V. Classificação da vegetação do Estado do Paraná. A Vegetação Natural do Estado do Paraná. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES**; Programa de capacitação de recursos humanos para o planejamento e gestão governamental no Estado do Paraná, 1994.

- RODRIGUEZ, D.; PIRE, R.; MACIEL, N.; MOGOLLON, N. Efecto de la laminas de riego y tipos de sustrato sobre el crecimiento del helecho cuero [*Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching] en Cabudare, Venezuela. XXXXIII Annual Meeting, Guatemala City, Guatemala, 1-4 September, 1997. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. Vol. 41, p. 77-83, 1998.
- ROTH, I. Stratification of tropical forest as seen in leaf structure. **Tasks for Vegetation Science**. Hauge, Ed Lieth. Junk. 1984
- SANTIAGO, E.J.A.; PINTO, J.E.B.P.; CASTRO, E.M.; LAMEIRA, O.A.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; GAVILANES, M.L. Aspectos da anatomia foliar da Pimenta Longa (*Piper spidinervium* C.DC.) sob diferentes condições de luminosidade. **Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, Ciências Agrotécnicas**. Vol 25, pag 1035-1042, set/out, 2001.
- SENN, R.M. & KAZMIRCZAK, C. Pteridófitas de um remanescente Florestal no Morro da Extrema, Porto Alegre, RS. **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro. Uruguaiana**, Vol. 4, nº 1, p. 47-57, 1997.
- SIMS, D.A. e PEARCY, R.W. Response of leaf anatomy and photosynthetic capacity in *Alocasia macrorrhiza* (Araceae) to a transfer from low to high light. **American Journal of Botany**, v. 79, p.:449-455, 1992.
- STAMPS, R. H. Cold protection of leatherleaf fern using crop covers and overhead irrigation in shadehouses. **Hortscience**. Vol. 26, nº 7, p. 862-865, 1991.
- STAMPS, R. H. Intermittent irrigation for cold protection conserves water in iced shadehouses during radiation freezes. 107th Annual meeting of the Florida State Horticultural Society, Orlando, Florida, USA, 30 October-1 November 1994. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. Vol. 107, p. 204-207, 1995.
- STAMPS, R. H. Developing improved irrigation and nutrient management practices: a case study-leatherleaf fern. **Proceedings Soil and Crop Science Society of Florida**. Vol. 55, p. 71-73 , 1996.
- STAMPS, R. H.; NELL, T. A.; BARRETT, J. E. Production temperatures influence growth and physiology of leatherleaf fern. **Hortscience**. Vol 29, nº 2, p. 67-70, 1994.
- STAMPS, R. H.; NELL, T. A.; CANTLIFFE, D. J. Production temperature affects leatherleaf fern postharvest desiccation. **Hortscience**. Vol. 24, nº 2, p. 325-327, 1989.
- SUGDEN, A. M. Leaf anatomy in a Venezuelan Montane Forest. **Botanical Journal of the Linnean Society**. Vol. 90, nº 231-241, 1985.
- THOMPSON, J. D. Phenotypic plasticity as a component of evolutionary change. **Tree**. Vol 6, nº 8. 1991.

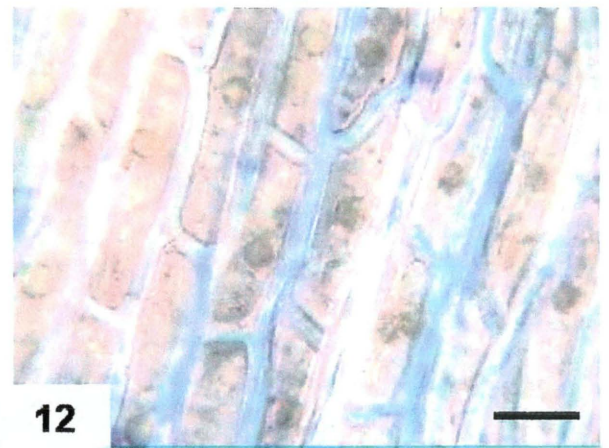
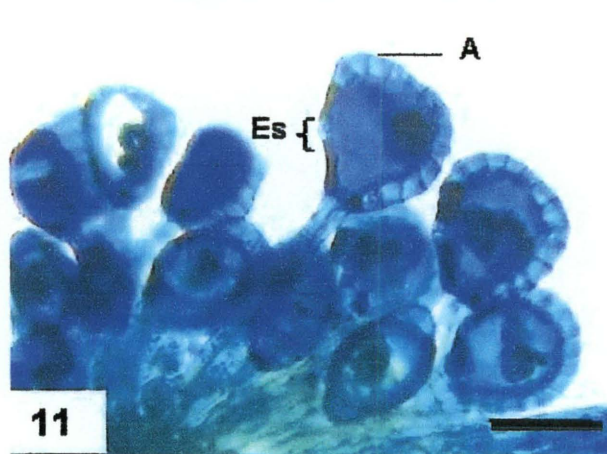
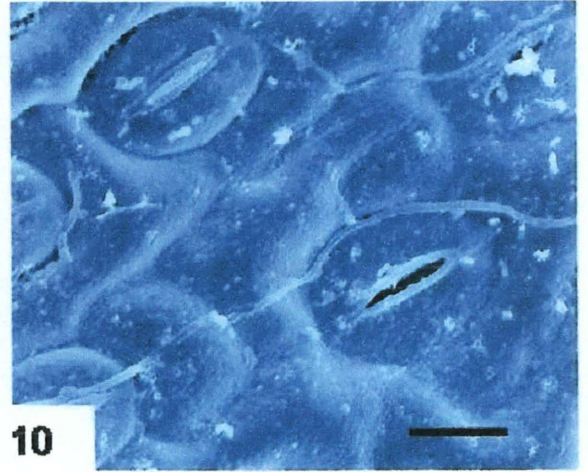
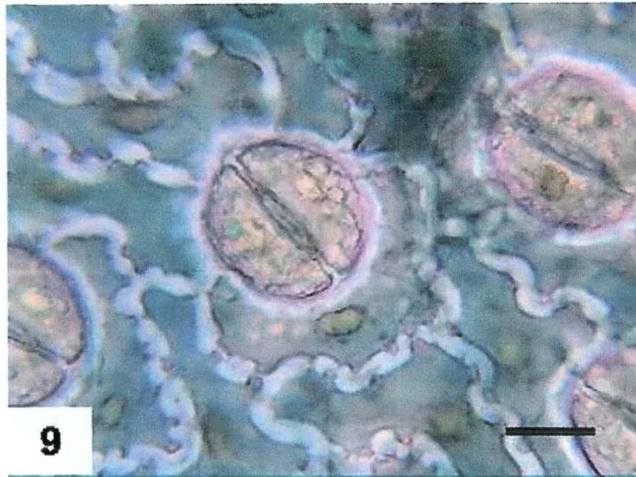
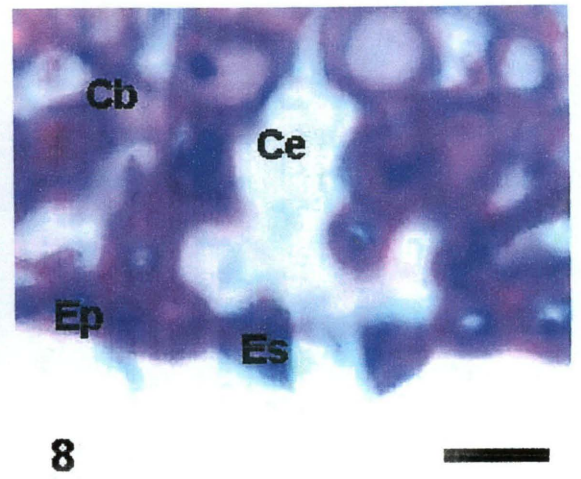
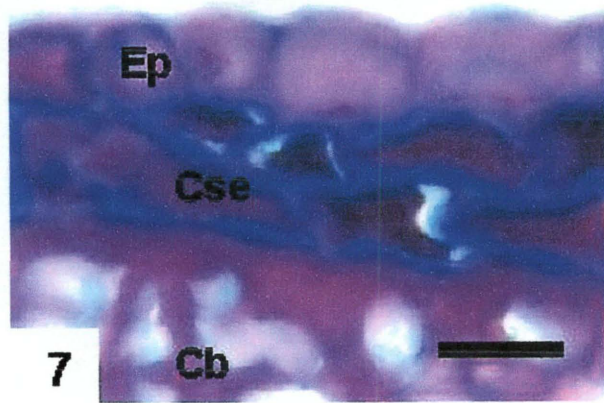
- THOMPSON, J., PROCTOR, J., VIANA, V., MILLIKEN, W., RATTER, J.A. & SCOTT, D.A. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. I. Physical environment, forest structure and leaf chemistry. *Journal of Ecology*. V. 80, p. 689-703. 1992.
- TRYON, R. M.; TRYON, A. F. **Ferns and allied plants with special reference to Tropical America**. Springer-Verlang New York Heidelberg Berlin. p 487- 490 , 1982.
- TURNER, I. M. A quantitative anlysis of leaf form in woody plants from the world's major brodleaves forest types. *Journal of Biogeography*. V. 21, p. 413-419. 1994.
- VAN-WYK, E. S. ; WESSELS, A. B. ; OWEN, R. Manipulation of sori numbers on *Rumohra adiantiformis* leaves. *South African Journal of Plant and Soil*. Vol. 11, nº 3, p. 142-144, 1994.
- VAN-WYK, E. S.; WESSELS, A. B.; ROBBERTSE, P. J. Effect of different shade levels on the vase life of *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching fronds. *Applied Plant Science*. Vol 10, nº 1, p. 21-25, 1996.
- VOLTAN, R.B.Q.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. Variações na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. *Revista Brasileira de fisiologia Vegetal*, 4 (2), pág 99-105. 1992.
- ZAMPIER, A.C.;SEITZ, R.A.; REISSMANN, C.B. Avaliação dos níveis de nutrientes após adubação e sua relação com a produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.) e determinação de cafeína e tanino. **2º Congresso Sul Americano da erva-mate, 3ª Reunião técnica da erva-mate. Anais-Centro de Convenções Encantado**, Rio Grande do Sul, Brasil. 19 a 23 de novembro de 2000, pág 20 a 23. Ed. dos organizadores
- WATSON, R.W. The effect of cuticular hardening on the form of epidermal cells. *New Phytologists*. V. 41, p. 223 – 229. 1942.
- WITKOWSKI, E.T.F.; LAMONT, B.B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. *Oecologia*, Berlin. V. 88, p. 486-493, 1991.



Figuras 1 e 2. 1. *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico nos Mananciais da Serra.
2- *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola na região de dunas na planície litorânea.

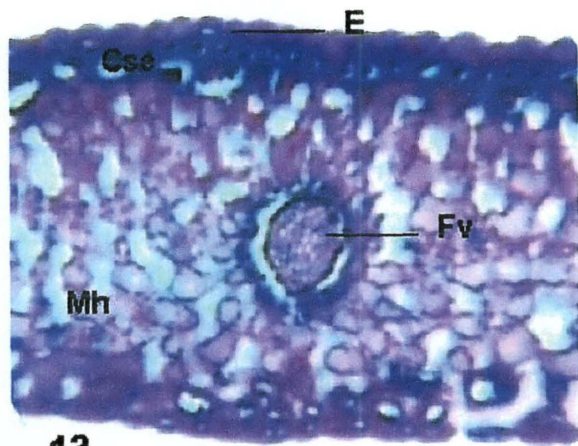


Figuras 3 a 6. 3 – Secção transversal do pecíolo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola evidenciando epiderme , células sub-epidérmicas esclerificadas e parênquima . 4 - Representação gráfica da disposição dos meristelos no pecíolo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola. 5 – Secção transversal do pecíolo, evidenciando os meristelos de maior calibre de *Rumohra adiantiformis*, de hábito terrícola formado por parênquima, bainha esclerificada, endoderme e floema envolvendo o Xilema. 6 - Secção transversal do pecíolo, evidenciando os meristelos de menor calibre de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, constituídos por parênquima, bainha esclerificada, endoderme e floema envolvendo o xilema . (E) = epiderme, (Cse) = células sub-epidérmicas esclerificadas, (P) = parênquima, (Be) = bainha esclerificada, (En) = endoderme, (Fl) = floema, (Xi) = xilema. Barra = 100 μ m.

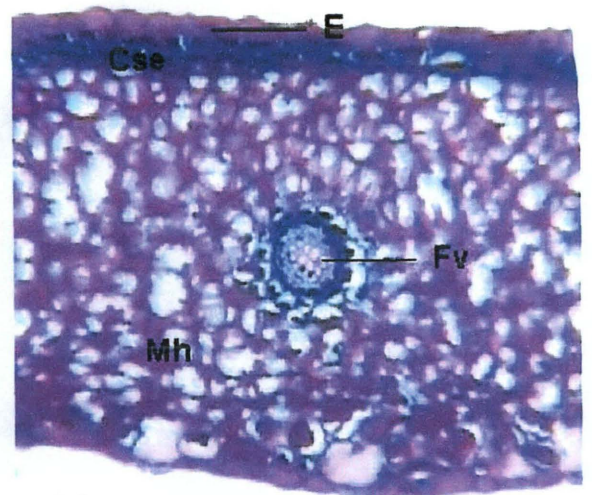


Figuras 7 a 12. 7 - Secção transversal do mesofilo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola evidenciando a face adaxial da epiderme, camada sub-epidérmica e células braciformes. 8 - Secção transversal da face abaxial da epiderme de *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico, evidenciando estômatos e câmara sub-estomática. 9 - Vista frontal da face abaxial da epiderme de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola com estômatos e paredes anticlinais sinuosas. 10 - Vista frontal da face abaxial da epiderme de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola apresentando estômatos em M.E.V. 11- Secção transversal do mesofilo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, com esporângios de annulus vertical e estômio. 12 - Vista frontal da face adaxial da epiderme de *R. adiantiformis* de hábito terrícola, com paredes anticlinais retas. (Ep) = epiderme; (Cse) = camada sub-epidérmica; (Cb) = célula braciforme; (A) = annulus vertical; (Es) = estômio. Figuras 7 a 10 e 12, barra = 20 μm ; Figura 11, barra = 100 μm .

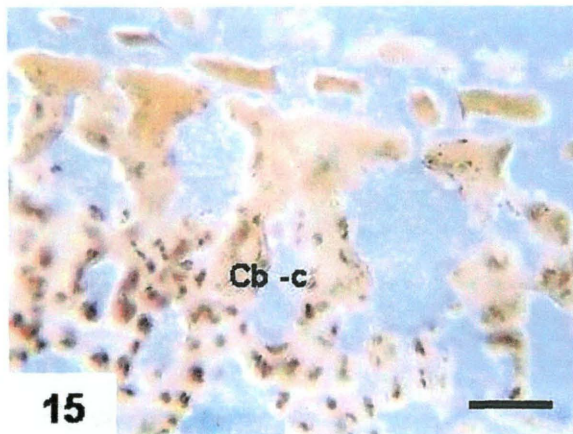
Figuras 13 a 18. 13. Secção transversal do mesofilo homogêneo de *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico, com epiderme, células sub-epidérmicas e feixe vascular. 14. Secção transversal do mesofilo homogêneo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, com epiderme, células sub-epidérmicas e feixe vascular. 15. Secção transversal do mesofilo de *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico, evidenciando as células braciiformes do parênquima clorofiliano adjacente a face adaxial da epiderme com maior quantidade de cloroplastos e presença de amido. 16. Secção transversal do mesofilo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, evidenciando as células braciiformes do parênquima clorofiliano adjacente a face adaxial da epiderme com menor quantidade de cloroplastos e ausência de amido. 17. Secção transversal da nervura central do limbo de *Rumohra adiantiformis* de hábito epifítico evidenciando epiderme, células sub-epidérmicas com paredes espessadas e feixe vascular envolto por endoderme e bainha esclerificada. 18. Secção transversal do mesofilo de *Rumohra adiantiformis* de hábito terrícola, evidenciando as células braciiformes do parênquima clorofiliano. (E) = epiderme, (Cse) = células sub-epidérmicas esclerificadas, (Fv) = feixe vascular, (Mh) = mesofilo homogêneo, (Cb-c) = células braciiformes com maior quantidade de cloroplasto e amido, (Cb-p) = células braciiformes com menor quantidade de cloroplasto e amido, (Be) = bainha esclerificada, (En) = endoderme, (Cb) = célula braciiforme. Figuras 13,14 e 17, barra = 100µm; Figuras 15, 16 e 18, barra = 20µm



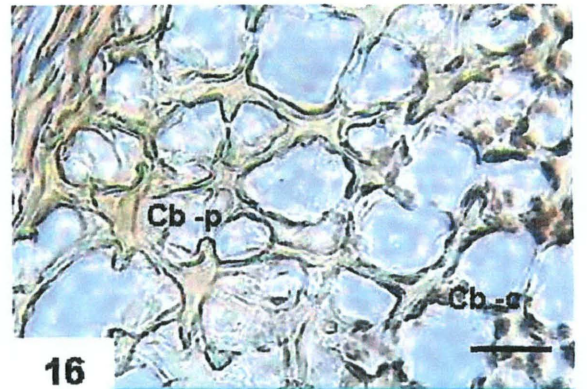
13



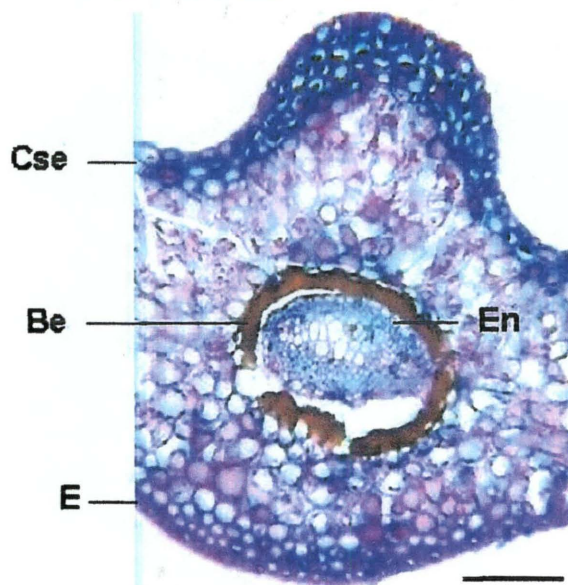
14



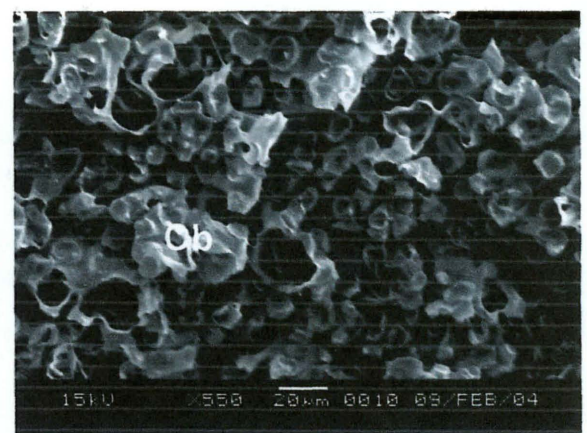
15



16



17



18