

JAQUELINE DIAS PEREIRA

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE EPÍFITAS VASCULARES
DA TRILHA DO MURIQUI, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO
BRIGADEIRO, ARAPONGA, MINAS GERAIS**

**Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Botânica,
para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca UFV Campus de Rio Paranaíba**

T

D541a
2009

Dias-Pereira, Jaqueline, 1976-
Aspectos Ecológicos e Anatômicos de Epífitas
Vasculares da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra
do Brigadeiro, Araponga, Minas Gerais / Jaqueline Dias
Pereira – Viçosa, MG, 2009.
xvi, 91 f.: il. (algumas col.) ; 29 cm.

Orientador: Aristéa Alves de Azevedo.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Epífita. 2. Epífita-Ecologia. 3. Folhas-Anatomia.
4. Ecofisiologia Vegetal. 5. Parque Estadual da Serra do
Brigadeiro (MG). I.Universidade Federal de Viçosa.
II.Título.

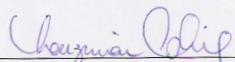
CDD 22.ed. 571.3

JAQUELINE DIAS PEREIRA

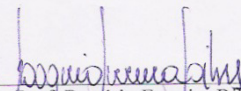
**ASPECTOS ECOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE EPÍFITAS VASCULARES
DA TRILHA DO MURIQUI, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO
BRIGADEIRO, ARAPONGA, MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.


APROVADA: 18 de setembro de 2009.



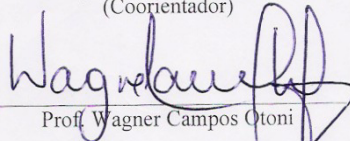
Prof. Luzimar Campos da Silva
(Coorientadora)



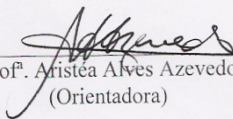
Prof. Rogério Ferreira Ribas
(Coorientador)



Prof. João Augusto Alves Meira Neto



Prof. Wagner Campos Otoni



Prof. Aristéa Alves Azevedo
(Orientadora)

*Aos meus pais, **Palmira** e **Reinaldo** (sempre presente), por acreditarem plenamente nos meus objetivos e por todo amor e compreensão. Ao meu esposo, **Luciano**, pelo respeito e admiração ao meu trabalho, além de toda compreensão e carinho.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Curso de Pós-Graduação em Botânica pela oportunidade de concretizar um objetivo.

Às Agências de Fomento à Pesquisa, FAPEMIG, no início do doutorado, e CAPES, posteriormente, pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de estudo.

Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) pela liberação das licenças no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), permitindo assim a execução deste trabalho.

À minha orientadora Aristéa A. Azevedo, professora dedicada, com aulas brilhantes e que transmite no olhar a sua paixão pela Botânica e por ensinar. Nesses quatro anos aprendi muito com você, não só com as suas aulas e com as exigências “aristeísticas” dos seminários, mas por toda convivência extra-acadêmica. O seu sorriso e a sua receptividade quando entrei, pela primeira vez, no laboratório para pegar sua assinatura para minha matrícula inicial na pós me fizeram optar, sem dúvidas, pela UFV. A você, meus sinceros agradecimentos e carinho.

Aos meus coorientadores, Luzimar Campos da Silva e Rogério Ferreira Ribas por acreditarem em meu trabalho e por toda contribuição desde o projeto até a tese. Luzimar, além de coorientadora e de me auxiliar plenamente na MEV, tornou-se grande amiga, uma pessoa que sei que poderei contar sempre. Obrigada pela ajuda na fase de professora substituta, por ter compartilhado comigo desde as aulas até todo o funcionamento burocrático que as disciplinas apresentam. Obrigada pelo carinho e por acreditar em mim!

Aos funcionários do PESB: José Roberto Mendes de Oliveira, diretor do Parque, e Ana Eurica de Oliveira Mendes pelo pronto atendimento; ao Anderson Luiz Filó, o Branco, e ao Francisco José de Oliveira Ramos, popularmente conhecido como Chico da Mata, por sempre nos acompanharem nas trilhas e por toda prestatividade; e a todos os outros funcionários que sempre nos atenderam com muita atenção e respeito.

Aos pesquisadores Renato Totti Maia, Leandro Santana Moreira e Thiago Henrique Gomide Alvim pelas coordenadas dos forófitos e ao Ricardo Soares Ramos, do IEF de Viçosa, pela confecção do mapa de localização da área de estudo.

Ao Márcio Edinei, popularmente Merrinho, pelas escaladas nos forófitos.

Aos pesquisadores Jefferson Prado, Maria das Graças da Lapa Wanderlei, Suzana Ehlin Martins, Rafael Louzada e Inês Cordeiro, do Instituto de Botânica de São Paulo; Elsie F. Guimarães, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Víctor P. Coelho, Pedro Paulo de Souza, João A. A. Meira Neto, Josiene Rossini, Amílcar W. Saporetti Jr., da UFV; Luís Menini, da UFJF; Emerson Antonio Rocha Melo de Lucena, da UESC, pela identificação das espécies de trabalho.

Aos professores do Departamento de Biologia Vegetal por todo apoio, especialmente às professoras do Laboratório de Anatomia Vegetal, Renata, pelas críticas e sugestões no projeto, muito importantes e significativas. Além disso, a Renata é sempre muito alegre e animada, sempre diz que pra tudo existe um jeito, afinal isso é só um “detalhe irrelevante”, à professora Marília pela convivência durante esses anos.

Professor Wagner, nosso querido coordenador da pós-graduação e um profissional muito dedicado e atencioso, sempre resolvendo os problemas e tentando fazer o melhor aos estudantes.

À Vânia Valente, nossa ex-técnica do laboratório, uma profissional muito competente e sempre muito prestativa.

À técnica, D. Edite, por toda ajuda, inclusive nos inúmeros cortes em parafina e resina, inclusão em parafina, organização dos bloquinhos de parafina e também pela amizade e carinho demonstrados nesses anos.

Ao Gilmar Valente, por todo apoio no campo, pelas identificações de algumas plantas, pela amizade, pelas brincadeiras, enfim... bença, padrinho!!!

Ao Celso, sempre muito prestativo e atencioso contribuindo com a separação dos materiais do herbário para as expedições. Ao Sr. Maurício, por ter costurado as plantas.

Ao Ângelo, secretário da pós, que sempre me atendeu com muita atenção e boa vontade e sempre resolvendo problemas burocráticos.

Às secretárias do DBV, Ilza e Francine pela agilidade nos atendimentos e por todo carinho e atenção.

Ao Núcleo de Microscopia e Microanálise da UFV, pelo suporte dado para a realização da microscopia eletrônica de varredura, em especial à Karla V. G.

Ribeiro, por me acompanhar nos “pontos críticos”, metalização e algumas fotos e à Cláudia Alencar Vanetti, sempre muito prestativa.

Ao professor Carlos Magalhães, do Campus de Rio Paranaíba e a pesquisadora Renata Stolf Moreira, da Embrapa Soja de Londrina-PR, que me auxiliaram na estatística.

Aos amigos de doutorado e mestrado em Botânica da UFV, com quem pude conviver mais diretamente por esses anos, amigos não só da Anatomia, mas também da Sistemática e Ecologia. Amigos presentes não só nas disciplinas durante o curso, mas também nas tradicionais festas de boas vindas e festas juninas, em especial, Virgínia e Walnir, por toda ajuda no campo e, principalmente a Vi por toda sua alegria, dinamismo, companheirismo e prestatividade.

Aos amigos do Laboratório de Anatomia Vegetal pela maravilhosa convivência durante esse período. Ao Diego, pela ajuda no campo e pelas desidratações para varredura, Vinícius sempre cortando as navalhas de vidro e também por me ajudar no micrótomo, Dayana sempre pronta a ajudar, inclusive na colagem dos moldes de parafina nos bloquinhos de madeira, ao Victor e ao Pedro Paulo, pela coleta da Moraceae e identificação das Rubiaceae, ao Bruno e à Kellen, meus amigos voluntário e substituta, respectivamente. Ao Advânio, sempre muito amigo e prestativo.

À grande amiga Flávia B. Ferrari, que desde o início me ensinou um pouco do “mineirês” e que eu nunca deveria recusar comida na casa de um mineiro. Amiga com quem pude compartilhar muitos momentos, desde as dificuldades iniciais em Viçosa, não conhecíamos nada nem ninguém, desde discussões das aulas, estudos para as provas, expedições ao PESB, laboratório, muito laboratório até viagens, viagens boas (congressos) e viagens um tanto quanto traumáticas (lembra da viagem para SP?), aulas experimentais em academias (lembra da aula experimental de Yoga?), problemas pessoais e histórias de vida. Obrigada por sempre me ajudar, não só na tese, mas também com os vários “papos-cabeça” e por toda sua amizade e carinho. Vou sentir saudades, madrinha!! Quero a sua visita em minha nova cidade.

Aos amigos especiais Cleber José e Karina Lucas, amigos que vão além do mundo profissional. Meus queridos padrinhos, quero vocês sempre por perto. A vocês, todo meu carinho e respeito!

Aos estagiários, Guilherme Carvalho, o primeiro estagiário a encarar as epífitas, sempre muito dedicado e atencioso, tornou-se um grande companheiro

nas várias jornadas no laboratório, depois chegaram Cleiton Guimarães, popular Cleitin safrablau e Leonardo D. de Figueiredo, o Léo, depois veio também a Carla Santin, todos da UFV e até estagiário de fora eu consegui, Edilmara Michelly Souza da Silva, da UNEMAT. Ao bolsista PIBIC, João Paulo, o famoso Pooh que entrou na fase da desparafinização dos materiais, ficou especializadíssimo. Agradeço ainda as meninas “BIC-Jr”, Daniela e Janaína, por toda ajuda no micrótomo de mesa e por sempre estarem prontas a auxiliar. Todos vocês foram imprescindíveis neste trabalho.

Aos amigos de perto e de longe que sempre torceram por mim, em especial, Gisele Bonacim que me estimulou a iniciar a pós-graduação e a Viviane Davanso Fabro que me apresentou a este mundo científico e me ensinou que devemos saber conciliar vida profissional com a vida pessoal.

Agora, um agradecimento mais do que especial, a “mulher da minha vida”, minha MÃE, a ela devo tudo que sou, ela que sabe muito bem tudo que passamos para eu poder estar aqui e concluir mais este trabalho, ela que sabe quanto a distância nos custou emocionalmente, esses mais de 1.000 Km que nos separaram não foram fáceis nesses 4 anos, principalmente pela perda de meu pai, mas, apesar de toda tristeza de ficar longe, ela sempre me apoiou, acreditou em mim e tenho certeza que agora está super orgulhosa e vai avisar Cambará inteira que sua filha é uma doutora.

Ao meu PAI, um homem simples que foi o meu exemplo de pessoa de caráter e de não ter medo do trabalho. Um homem que venceu muitas dificuldades, passou por inúmeros sofrimentos, às vezes, nem dá para entender... e que, apressadinho, não esperou para ver a sua filha doutora.

Neste período em Viçosa, ganhei muitos amigos e pessoas que ficarão guardadas pra sempre em minha memória e em meu coração. Em Viçosa, conheci o homem da minha vida, LUCIANO, que bem mineirinho mesmo, me conquistou plenamente, inclusive me levou ao altar. Esposo que participou não só dos momentos extra-tese, mas que foi junto ao laboratório nas suas horas vagas, que foi meu motorista para as expedições ao PESB nos finais de semana, que foi meu auxiliar em todos os trabalhos no laboratório, que levantou cedo vários domingos e feriados, tudo pela tese. Obrigada por todo apoio, amor, carinho e por permitir, em vários momentos, o meu total isolamento.

A Dona Rosa, minha sogra, que foi mais do que uma mãe pra mim em Viçosa, vivia pedindo vidros de maionese, azeitonas, etc. para as suas amigas e parentes para eu poder fixar os meus materiais. Vivia fazendo pães de queijo e comidas gostosas, pois eu não tinha tempo, por causa da tese (rsssss...). Enfim, meus sinceros agradecimentos.

Muitas pessoas passaram por este trabalho, àquelas que eu não citei, peço desculpas, todos vocês foram essenciais na execução deste trabalho, comprovando que embora seja “minha tese”, na verdade, ela é um trabalho conjunto de inúmeras pessoas que de uma forma ou de outra, contribuíram para esta conquista em minha vida profissional.

BIOGRAFIA

Jaqueline Dias Pereira, filha de Reinaldo Dias e Maria Palmira L. Dias, nascida em Cambará-PR, em 01 de julho de 1976.

Ingressou no curso de Ciências Noturno em 1995, na Faculdade Estadual de Filosofia Ciências e Letras de Jacarezinho - PR (FAFIJA), e concluiu em dezembro de 1997. De 1998 a 2001 cursou as habilitações de biologia e química e, no período de abril de 2001 a março de 2002 cursou a especialização “*Lato Sensu*” em Biologia e Educação Ambiental na mesma Instituição. De junho de 1995 a março de 2002 trabalhou como encarregada de departamento pessoal da Empresa Assamag Assaí Máquinas Agrícolas Ltda., em Cambará-PR e Ourinhos-SP.

Foi professora do Soma cursinho pré-vestibular, em Jacarezinho-PR, no ano de 2000 e do Cursinho Albert Einstein, em Santo Antonio da Platina-PR, em 2002.

Atuou como professora substituta, na FAFIJA, ministrando as disciplinas de Botânica, Biologia Celular, Ecologia, Anatomia Humana e Métodos e Técnicas de Pesquisa em Biologia, de 2002 a 2004.

Em 2003 iniciou o mestrado na Universidade Estadual de Londrina (UEL), pelo Departamento de Biologia Animal e Vegetal, com área de concentração em Botânica, trabalhando com Anatomia e Fisiologia Vegetal e concluiu o trabalho intitulado “Aspectos Morfoanatômicos e Fisiológicos de Folhas de Sol e de Sombra de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae)” em fevereiro de 2005.

Em março de 2005 iniciou o doutorado em Botânica, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo Departamento de Biologia Vegetal (DBV), trabalhando com Anatomia Vegetal. Atuou como professora substituta, no DBV, da UFV, de maio de 2007 a dezembro de 2008, lecionando as disciplinas Anatomia das Espermatófitas, Botânica Geral e Anatomia e Biologia das Plantas Vasculares.

Tomou posse como professora efetiva em Botânica, da UFV, Campus de Rio Paranaíba (MG) em janeiro de 2009.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas e Quadros.....	xii
Resumo.....	xiii
Abstract.....	xv
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2.OBJETIVOS.....	04
3. ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	04
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	05
CAPÍTULO I: EPÍFITAS VASCULARES DA TRILHA DO MURIQUI, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO BRIGADEIRO (PESB), ARAPONGA, MINAS GERAIS: ASPECTOS ECOLÓGICOS.....	08
Resumo.....	09
Abstract.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	13
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	22
Referências Bibliográficas.....	23
CAPÍTULO II: ANATOMIA E MICROMORFOMETRIA FOLIAR DE EPÍFITAS VASCULARES DE UM TRECHO DE MATA ATLÂNTICA NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS.....	41
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	46
Resultados.....	49
Anatomia foliar de monilófitas epífitas.....	49
Anatomia foliar de angiospermas epífitas.....	53
Discussão.....	58
Conclusões.....	62
Referências Bibliográficas.....	63
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	91

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1.** Área de estudo com os dez forófitos selecionados na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG, Brasil.....28
- Figura 2.** Morfologia externa do súber dos forófitos estudados na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....32
- Figura 3.** Morfologia externa do súber dos forófitos estudados na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....33
- Figura 4.** Intensidade luminosa ($\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$) incidente nas regiões da base (de 0 a 4 m de altura), meio (de 4 a 8 m de altura) e ápice (acima de 8 m) dos forófitos de 1 a 10, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....37

Capítulo II

- Figura 1.** Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas, epífitas da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....72
- Figura 2.** Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....73
- Figura 3.** Epiderme das faces adaxial e abaxial (dissociação) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....74
- Figura 4.** Epiderme da face abaxial de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....74
- Figura 5.** Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....75
- Figura 6.** Anatomia foliar de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....76
- Figura 7.** Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de *Pleopeltis hirsutissima* mostrando as escamas.....77
- Figura 8.** Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....78
- Figura 9.** Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....80

Figura 10. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de <i>Peperomia</i> epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	81
Figura 11. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	82
Figura 12. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de Bromeliaceae epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	83
Figura 13. Epiderme das faces adaxial e abaxial (dissociação) de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	84
Figura 14. Epiderme da face abaxial (diafanização) de espécies de Bromeliaceae epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	84
Figura 15. Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de espécies de <i>Vriesea</i> , epífitas da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	85
Figura 16. Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de <i>Sinningia cooperi</i> epífita, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	86
Figura 17. Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de espécies de Bromeliaceae epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	87
Figura 18. Anatomia foliar de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	88
Figura 19. Anatomia foliar de <i>Sinningia cooperi</i> (corte transversal) epífita, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.....	89

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Capítulo I

Tabela 1. Epífitas vasculares presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG e sua localização nos forófitos estudados.....29

Tabela 2. Forófitos selecionados para estudos de epífitas na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....31

Tabela 3. Diversidade de espécies de epífitas, nos forófitos selecionados, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....34

Tabela 4. Caracterização dos forófitos selecionados para o estudo das epífitas na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....36

Tabela 5. Parâmetros ecofisiológicos avaliados (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, altitude e taxa de evaporação) nos forófitos em estudo, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....38

Tabela 6. Distribuição das espécies de epífitas vasculares, monilófitas, eudicotiledôneas e monocotiledôneas, e variações de intensidades luminosas, nas diferentes regiões dos forófitos, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....39

Capítulo II

Tabela 1. Epífitas vasculares e sua distribuição e médias de intensidade luminosa nos forófitos estudados, presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....70

Quadro 1. Micromorfometria foliar de espécies de epífitas vasculares (monilófitas), ao longo da estratificação vertical, presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....79

Quadro 2. Micromorfometria foliar de espécies de epífitas vasculares (angiospermas), ao longo da estratificação vertical, presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.....90

RESUMO

DIAS-PEREIRA, Jaqueline. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2009. **Aspectos ecológicos e anatômicos de epífitas vasculares da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, Minas Gerais.** Orientadora: Aristéa Alves Azevedo. Coorientadores: Luzimar Campos da Silva e Rogério Ferreira Ribas.

As epífitas vasculares podem ocupar locais variados ao longo do fuste e nas copas das árvores, ficando expostas a diferentes condições de intensidade luminosa, nos diversos estratos do dossel florestal. Estudos sobre preferências das epífitas, por diferentes estratos do dossel, têm sido realizados, mas, os dados são escassos no que se refere à anatomia foliar e aspectos ecofisiológicos destas espécies. O hábito epifítico envolve várias estratégias adaptativas em resposta aos diversos estresses a que estas plantas estão expostas, especialmente aos estresses hídrico e nutricional, e muitos deles são evidenciados em suas folhas. O estudo foi realizado em um remanescente de Mata Atlântica, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. Objetivou-se identificar as espécies de epífitas em 10 forófitos, verificar as possíveis relações entre as características do forófito (rugosidade do súber, altura) e a comunidade de epífitas nele instalada, bem como caracterizar a anatomia foliar de todas as espécies e analisar a micromorfometria foliar em indivíduos da mesma espécie ao longo da estratificação vertical. Foram selecionados 10 forófitos com circunferência à altura do peito superior a 50 cm e que continham a maior quantidade de epífitas. O material botânico fértil, dos forófitos e das epífitas, foi depositado no Herbário VIC. Medições de luz foram realizadas por meio de um sensor quântico e medições de temperatura, umidade relativa do ar, altitude, taxa de evaporação e velocidade do vento foram realizadas com o aparelho Kestrel. Por meio de observações em campo e da análise de fotos digitais do tronco de cada forófito foi classificada a rugosidade do súber. Foram selecionadas amostras de 0,5 cm² da região apical, mediana e basal de folhas expandidas; para avaliação anatômica o material foi processado e corado, conforme metodologia específica para montagem de lâminas permanentes. Foram realizados cortes transversais e longitudinais, diafanizações e dissociações epidérmicas em 23 espécies de epífitas, além de testes histoquímicos, para algumas espécies. Para a micromorfometria foliar de sete

espécies, que estavam presentes ao longo da estratificação vertical, foi utilizado o software Anati Quanti. A digitalização das imagens foi realizada em fotomicroscópio. As avaliações micromorfológicas foram feitas na região mediana de folhas expandidas. Foram encontradas 25 espécies de epífitas vasculares, distribuídas em 17 gêneros e 9 famílias, predominando as monilófitas. Os forófitos foram distribuídos em 8 espécies, 8 gêneros e 6 famílias. Não houve uma especificidade epífita-forófito, no entanto, algumas espécies são mais restritas a locais extremamente sombreados e *Vriesea heterostachys* foi a espécie generalista, sendo encontrada em todos os forófitos, ao longo da estratificação vertical. A maioria das espécies apresentou epiderme uniestratificada e apenas as espécies de *Peperomia* apresentaram epiderme multiestratificada. A presença de hipoderme aquífera foi evidenciada nas espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae. Outros caracteres xeromórficos, além dos tecidos aquíferos, foram observados, como parede periclinal externa espessa e mesofilo compacto. As avaliações micromorfométricas, no geral, seguiram uma tendência de mesofilo mais espesso para os indivíduos expostos a maior luminosidade, porém não houve uma tendência demarcada nos indivíduos expostos a regiões intermediárias de luminosidade, na maioria das espécies. Espécies raras foram encontradas como *Cochlidium punctatum* e *Sinningia cooperi*. Os dados deste trabalho representam uma contribuição para o conhecimento das epífitas, espécies de fundamental importância na conservação da biodiversidade, além de fornecer dados ecológicos e anatômicos ao longo da estratificação vertical, raros na literatura, e subsídios para o manejo e preservação do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, importante remanescente florestal.

ABSTRACT

DIAS-PEREIRA, Jaqueline. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2009. **Ecological and anatomic aspects of vascular epiphytes of the Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, Minas Gerais.** Adviser: Aristéa Alves Azevedo. Co-advisers: Luzimar Campos da Silva and Rogério Ferreira Ribas.

Vascular epiphytes may occupy several locations along the trunk and in tree tops, becoming exposed to different conditions of light intensity, in the several extracts of the forest canopy. Studies on the preferences of epiphytes have been carried out by different extracts of the canopy, but data about leaf anatomy and ecophysiological aspects of these species are scarce. The epiphytic habit involves several adaptive strategies in response to the different kinds of stress to which these plants are exposed, mainly water and nutritional stress, which are usually evidenced by their leaves. The study was carried out in a remaining Atlantic Forest area, in the Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. The objective was to identify the species of epiphytes in ten phorophytes, verify the possible relations between the characteristics of the phorophyte (cork rugosity, height) and the community of epiphytes installed in it, as well as to characterize the leaf anatomy of all the species and analyze the leaf micromorphometry in individuals of the same species along the vertical stratification. Ten phorophytes with circumference at the breast height superior to 50 cm with the highest quantity of epiphytes were selected. The fertile botanic material from the phorophytes and epiphytes was placed in the Herbarium VIC. The light measurements were carried out with the use of a quantum sensor and the measurements of temperature, air relative humidity, altitude, evaporation rate and wind speed were performed with the use of a Kestrel device. The cork rugosity was classified by observations in the field and the analysis of digital photos of the trunk of each phorophyte. Samples with 0,5 cm² from the apical, median and basal regions of expanded leaves were selected; the material was processed and stained for anatomic evaluation, according the specific methodology for the mounting of permanent laminas. Cross and longitudinal cuttings, diaphanizations and epidermal dissociations were carried out in 23 species of epiphytes, besides the histochemical tests performed for some species. The Anati Quanti software system was used for the

leaf micromorphometry of seven species which were present along the vertical stratification. The image digitalization was carried out in a photomicroscope. The micromorphological evaluations were carried out in the median region of the expanded leaves. Twenty-five species of vascular epiphytes were found, distributed in 17 genera and nine families, with the predominance of monilophytes. The phorophytes were distributed into eight species, eight genera and six families. There was not any epiphyte-phorophyte specificity, but some species are more restricted to extremely shaded locations. *Vriesea heterostachys* was the generalist species, which could be found in all the phorophytes, along the vertical stratification. Most species presented unistratified epidermis, except for the species of *Peperomia*, which presented multistratified epidermis. The presence of aquiferous hypodermis was verified in the species of Bromeliaceae and Orchidaceae. Other xeromorphic characters were observed, such as the external periclinal wall and compact mesophyll, besides the aquiferous tissues. In general, the micromorphometric evaluations tended to present a thicker mesophyll for the individuals exposed to more luminosity, but there was not a delimited tendency in the individuals exposed to intermediate regions of luminosity. Rare species were found, such as *Cochlidium punctatum* and *Sinningia cooperi*. The data of this work can contribute for the knowledge of epiphytes, which are very important for biodiversity preservation, besides providing ecological and anatomic data along the vertical stratification, which are rare in literature, and subsidies for handling and preservation of the Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, an important remaining forest area.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Dentre as espécies vasculares, as epífitas contabilizam cerca de 10% com aproximadamente 25.000 espécies distribuídas em 84 famílias (Kress, 1986). As famílias Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae e Polypodiaceae concentram a maior parte das espécies, aproximadamente 80% (Arditti, 1992; Oliveira, 1997; Mantovani, 2000). A abundância e a diversidade de epífitas são fortemente influenciadas pelas mudanças de condições ecológicas ao longo de gradientes altitudinais, latitudinais e continentais (Gentry & Dodson, 1987; Gentry, 1988).

As epífitas vasculares podem ser classificadas em quatro categorias ecológicas de acordo com os tipos de substratos usados, mecanismos de absorção de água e balanço de nutrientes, arquitetura da planta e relação com o forófito (Benzing, 1995). Dessa forma, são denominadas holoepífitas características, habituais ou verdadeiras aquelas presentes principalmente em ambientes epidêndricos; facultativas, aquelas presentes tanto em ambientes epidêndricos como terrestres; acidentais, aquelas preferencialmente terrestres; e hemiepífitas, aquelas que têm conexão com o solo em alguma fase de sua vida, podendo ser primárias, quando germinam sobre o forófito e, posteriormente, estabelecem contato com o solo ou secundárias, quando germinam no solo e, em seguida, estabelecem contato com o forófito (Waechter, 1992; Benzing, 1995).

O hábito epifítico representa uma estratégia adaptativa que possibilita redução nos prejuízos causados por inundação e pelo fogo, além de evitar a predação por animais terrestres (Benzing, 1990; Lüttge, 1997). Entretanto, esta forma de vida pode ser limitada principalmente pela deficiência hídrica, nutricional e pelas condições variadas de intensidade luminosa, de acordo com a estratificação vertical (Lüttge, 1997). Água e nutrientes são recursos de difícil acesso já que as epífitas não mantêm raízes em contato direto com o solo. Adaptações comuns incluem o uso de húmus acumulado em árvores e características morfológicas que permitem a coleta de húmus, tais como, a formação de “cestas”, “ninhos” ou “tanques” (Lüttge, 1997).

A estratificação vertical das epífitas vasculares no interior das florestas e sua preferência por determinada região do forófito vêm sendo evidenciadas por vários autores, em estudos sobre ecologia de epífitas (por exemplo, Benzing, 1987; Brown, 1990; Fischer & Araújo, 1995; Hietz & Hietz-Seifert, 1995; Bonnet *et al.*, 2007).

As epífitas podem ocupar locais variados, ao longo do fuste e nas copas das árvores, ficando expostas a diferentes condições de intensidade luminosa, nos diversos estratos do dossel florestal. Estudos de distribuição de orquídeas epífitas têm demonstrado que somente um pequeno percentual de espécies é encontrado na porção superior do dossel, pois a maioria das espécies encontra-se no interior das copas. Dessa forma, existem espécies epifíticas adaptadas à intensa luminosidade e ao sombreamento (Lüttge, 1997).

A diferença de intensidade luminosa a que as epífitas estão expostas ao longo da estratificação vertical é um fator determinante na estrutura e fisiologia das espécies. Folhas de epífitas apresentam comumente caracteres xeromórficos e aquelas expostas à maior intensidade luminosa geralmente apresentam estes caracteres mais acentuados, como células armazenadoras de água, maior espessura de mesofilo, maior índice de esclerofilia e maior espessamento de cutícula, dentre outros, ao contrário das folhas de epífitas expostas ao sombreamento (Benzing, 1995). Segundo Dressler (1990), as condições de epifitismo equivalem, em muitos aspectos, às das regiões desérticas. Muitas espécies apresentam caracteres xeromórficos, como reserva de água em órgãos suculentos, tricomas especializados na absorção de água e nutrientes (em Bromeliaceae – Tillandsioideae) e aumento de ceras epicuticulares nas folhas (Salatino *et al.*, 1986; Dickison, 2000; Proença & Sajo, 2007).

Os diferentes substratos que são explorados pelas epífitas são definidos, principalmente, pelo diâmetro e ângulo dos galhos das árvores, também pela textura do súber e pelos distintos microclimas existentes em uma árvore. Estes fatores implicam em disponibilidade de nutrientes e água, que são importantes na distribuição das espécies nos vários estratos do forófito (Zotz & Vollrath, 2002).

As condições adversas a que estão submetidas as epífitas implicaram no desenvolvimento de um conjunto de adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas (Benzing, 1995; Zanenga-Godoy & Costa, 2003). As adaptações das epífitas envolvem tanto aspectos vegetativos, que garantem a sobrevivência da planta ao longo do fuste e no dossel das florestas, como reprodutivos, que garantem a colonização de espaços desocupados (Gonçalves & Waechter, 2003).

As espécies de epífitas proporcionam recursos alimentares (frutos, néctar, pólen e água) e microambientes especializados para a fauna do dossel, constituída por uma infinidade de organismos voadores, arborícolas e escansoriais.

Daí a sua importância ecológica, especialmente quanto à manutenção da diversidade biológica e na interação flora e fauna (Lüttge, 1989; Lugo & Scatena, 1992; Waechter, 1992).

A capacidade de elaborar quantidades consideráveis de biomassa suspensa, associada à retenção de água e detritos, confere às epífitas vasculares importante papel na produtividade primária e na ciclagem de nutrientes da floresta (Coxson & Nadkarni, 1995).

Tem sido sugerido que várias espécies podem ser usadas como bioindicadores de mudanças climáticas, poluição atmosférica e danos ecológicos (Lugo & Scatena, 1992; Hietz-Seifert *et al.*, 1996; Elias *et al.*, 2006). Desta forma, em função das características fisiológicas e nutricionais das epífitas, seu estudo fornece subsídios importantes sobre a interferência antrópica no ambiente e é essencial para o manejo adequado dos ecossistemas (Gonçalves & Waechter, 2003), uma vez que as epífitas também funcionam como bioindicadores do estágio sucessional da floresta, tendo em vista que comunidades em fases secundárias apresentam menor densidade e diversidade epifítica do que comunidades primárias (Rogalski & Zanin, 2003).

O Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) é uma das áreas prioritárias para conservação no estado de Minas Gerais. Nele ocorrem extensas áreas cuja flora ainda é pouco conhecida (Mendonça & Vanucci, 2000), assim como ocorrem em várias outras áreas do território nacional. Uma dessas áreas do PESB é conhecida como Trilha do Muriqui, por abrigar várias populações destes primatas, pertencentes ao gênero *Brachyteles*. Os muriquis são representantes expressivos da mastofauna da Mata Atlântica, da qual é um herbívoro endêmico. Atualmente, duas espécies são reconhecidas, *Brachyteles hypoxanthus* e *Brachyteles arachnoides*, sendo encontrada a espécie *Brachyteles hypoxanthus* no PESB. Ambas estão incluídas na “Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção”.

A Trilha do Muriqui apresenta uma grande quantidade de espécies epífitas que têm papel fundamental na sobrevivência dos muriquis, visto que eles dependem de muitas delas para se alimentar e, especialmente, das bromélias que formam “tanque” de onde retiram a água para beber. Ressalta-se também que esta

trilha é utilizada como trilha interpretativa recebendo costumeiramente estudantes e visitantes de várias regiões do país e pouco se conhece sobre sua vegetação.

Dessa forma, fazem-se necessários estudos, especialmente com respeito à identificação das espécies de epífitas e às características ecológicas e anatômicas, ao longo da estratificação vertical, para melhor interpretar as suas estratégias adaptativas, bem como contribuir para o manejo, fornecendo subsídios que possam embasar iniciativas de preservação e conservação das espécies tanto da flora como da fauna.

2. OBJETIVOS

Geral

- Identificar e caracterizar anatômica e ecofisiologicamente as espécies de epífitas em 10 forófitos, da Trilha do Muriqui, PESB, Araponga, MG.

Específicos

- Verificar possíveis relações entre as características do forófito (rugosidade do súber, altura) e a comunidade de epífitas nele instalada;
- Avaliar a anatomia e alguns parâmetros ecofisiológicos das espécies de epífitas encontradas e verificar as relações entre os dados obtidos e os fatores abióticos (luz, umidade, temperatura, velocidade do vento, taxa de evaporação e altitude) ao longo do fuste de 10 forófitos;
- Verificar a ocorrência de variações estruturais e micromorfométricas foliares em indivíduos da mesma espécie ao longo do fuste dos forófitos.

3. ORGANIZAÇÃO DA TESE

O presente trabalho encontra-se organizado em capítulos, como disposto nas normas de redação de teses da Universidade Federal de Viçosa.

O primeiro capítulo é referente às Epífitas Vasculares da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), Araponga, Minas Gerais: Aspectos Ecológicos.

O segundo capítulo refere-se à Anatomia e Micromorfometria Foliar de Epífitas Vasculares de um Trecho de Mata Atlântica na Zona da Mata de Minas Gerais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDITTI, J. **Fundamentals of orchid biology**. New York: John Wiley & Sons, 1992. 691p.

BENZING, D. H. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, p. 183-204, 1987.

BENZING, D. H. **Vascular epiphytes**. New York: Cambridge University Press, 1990. 354p.

BENZING, D. H. Vascular epiphytes. In: LOWMAN, M. D.; NADKARNI, N. M. (Eds.). **Forest Canopies**. New York: Academic Press, p. 225-251, 1995.

BONNET, A.; QUEIROZ, M. H. de; LAVORANTI, O. J. Relações de bromélias epifíticas com características dos forófitos em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Santa Catarina, Brasil. **Floresta**, v. 37, p. 83-94, 2007.

BROWN, A. D. El epifitismo em las selvas montanas del Parque Nacional “El Rey”, Argentina: composición florística y patrón de distribución. **Revista de Biología Tropical**, v. 38, p. 155-166, 1990.

COXSON, D. S.; NADKARNI, N. M. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of Forest Ecosystems. In: LOWMAN, M. D.; NADKARNI, N. M. (Eds.). **Forest Canopies**. New York: Academic Press, p. 225-251, 1995.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Academic Press, 2000. 533p.

DRESSLER, R. L. **The orchids: natural history and classification**. New York: Cambridge Harvard University Press, 1990. 332p.

ELIAS, C. DE NADAI FERNANDES, E. A.; FRANÇA, E. J.; BACCHI, M. A. Seleção de epífitas acumuladoras de elementos químicos na Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 6, p. 1-9, 2006.

FISCHER, A. E.; ARAÚJO, A. C. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 559-567, 1995.

GENTRY, A. H.; DODSON, C. H. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Garden**, v. 74, p. 205-233, 1987.

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

GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 89-100, 2003.

HIETZ, P.; HIETZ-SEIFERT, U. Intra and interspecific relations within an epiphyte community in a mexican humid montane forest. **Selbyana**, v. 16, p. 135-140, 1995.

HIETZ-SEIFERT, U.; HIETZ, P.; GUEVARA, S. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in Southern Veracruz, Mexico. **Biological Conservation**, v. 75, p. 103-111, 1996.

KRESS, W. J. A. Symposium. The biology of tropical epiphytes. **Selbyana**, v. 9, p. 1-22, 1986.

LÜTTGE, U. **Vascular plants as epiphytes. Evolution and ecophysiology**. New York: Springer-Verlag, 1989. 270p.

LÜTTGE, U. **Physiological ecology of tropical plants**. New York: Springer-Verlag, 1997. 371p.

LUGO, A. E.; SCATENA, F. N. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. **Selbyana**, v. 13, p. 123-130, 1992.

MANTOVANI, A. Leaf orientation in epiphytic aroids: effects on water and temperature balances of the leaves. **Leandra**, v. 15, p. 91-103, 2000.

MENDONÇA, M. P.; VANUCCI, L. (organizadores). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte, 2000.

OLIVEIRA, A. M. **Considerações iniciais sobre a conquista do hábito epifítico na família Araceae**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

PROENÇA, S. L.; SAJO, M. das G. Anatomia foliar de bromélias ocorrentes em áreas de Cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 657-673, 2007.

ROGALSKI, J. M.; ZANIN, E. M. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 551-556, 2003.

SALATINO, A.; MONTENEGRO, G.; SALATINO, M. L. F. Microscopia eletrônica de varredura de superfícies foliares de espécies lenhosas do Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p. 117-124, 1986.

WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.

ZANENGA-GODOY, R.; COSTA, C. G. Anatomia foliar de quatro espécies do gênero *Cattleya* Lindl. (Orchidaceae) do Planalto Central Brasileiro. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 101-118, 2003.

ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: an experimental approach. **Acta Oecologica**, v. 23, p. 99-102, 2002.

CAPÍTULO I

EPÍFITAS VASCULARES DA TRILHA DO MURIQUI, PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO BRIGADEIRO (PESB), ARAPONGA, MINAS GERAIS: ASPECTOS ECOLÓGICOS

RESUMO

As epífitas vasculares contribuem significativamente na biodiversidade das florestas tropicais, podendo ocupar locais variados ao longo do fuste e nas copas das árvores. Objetivou-se, com este estudo, identificar as espécies de epífitas presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, área prioritária para conservação em Minas Gerais, e suas possíveis relações com as características dos forófitos (rugosidade do súber, altura) e com os fatores microclimáticos. Foram selecionados 10 forófitos, ao longo da trilha, e realizadas medições dos dados microclimáticos em três regiões de cada forófito (até 4 m, de 4 a 8 m e acima de 8 m), por meio de escalada; foi utilizado um sensor quântico para determinação da intensidade luminosa mediante uso e o aparelho multifunção Kestrel para os outros fatores. O material botânico fértil (dos forófitos e das epífitas) foi depositado no Herbário VIC. Foram registradas 25 espécies de epífitas pertencentes a 17 gêneros e 9 famílias. Os forófitos foram distribuídos em 8 espécies, 8 gêneros e 6 famílias. Dentre as epífitas encontradas, as monilófitas apresentaram a maior diversidade em relação às angiospermas. Espécies raras foram encontradas como *Cochlidium punctatum* e *Sinningia cooperi*. Uma análise de agrupamentos deve ser considerada futuramente para confirmar a ausência de relação entre as famílias de forófitos com as epífitas presentes; e a ausência de relação entre forófitos da mesma espécie com as epífitas. *Vriesea heterostachys* foi a espécie generalista, sendo encontrada em todos os forófitos, ao longo da estratificação vertical, porém, ela ocorreu a partir de $2,894 \mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$. Os fatores microclimáticos analisados apresentaram um papel importante na estratificação vertical destas epífitas e devem sempre estar associados aos trabalhos de ecologia de epífitas. Este trabalho traz dados inéditos e importantes para o conhecimento da flora epifítica de remanescente de Mata Atlântica, da Zona da Mata Mineira, além de contribuir com o conhecimento de várias espécies de epífitas, inclusive, algumas raramente citadas, permitindo também comparações com trilhas de outros remanescentes florestais de Mata Atlântica.

Palavras-Chave: epífitas vasculares, monilófitas, eudicotiledôneas, monocotiledôneas, ecologia, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro.

ABSTRACT

Vascular epiphytes contribute significantly for the biodiversity of tropical forests, and may occupy different locations along the trunk and in the canopy. The present study aimed at identifying the species of epiphytes present in the Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, a priority preservation area in Minas Gerais, and their possible relations with the characteristics of phorophytes (cork rugosity, height) and with the microclimatic factors. Ten phorophytes were selected along the trail, and measurements of microclimatic data were carried out in three regions of each phorophyte (up to 4 m, from 4 to 8 m and above 8 m), by means of escalation; a quantum sensor was used to determine the light intensity with the use of a Kestrel multifunction device for the other factors. The fertile botanic material (from the phorophytes and epiphytes) was placed in the Herbarium VIC. Twenty-five species of epiphytes belonging to 17 genera and nine families were recorded. The phorophytes were distributed into eight species, eight genera and six families. Among the epiphytes found, the monilophytes presented the highest diversity in comparison to the angiosperms. Rare species were found, including *Cochlidium punctatum* and *Sinningia cooperi*. Eventually, a cluster analysis may be considered to corroborate the absence of relation between the families of phorophytes and epiphytes found; and the absence of relation between the phorophytes of the same species and the epiphytes. *Vriesea heterostachys* was the generalist species, which could be found in all the phorophytes, along the vertical stratification, but it started to occur at $2,894 \mu\text{mol. photons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$. The microclimatic factors analyzed played an important role in the vertical stratification of these epiphytes and should be always associated to the works on epiphyte ecology. The present work presents unpublished data which are important for the knowledge of the epiphytic flora of the remaining Atlantic Forest area in the Zona da Mata Mineira, besides contributing to the knowledge of several species of epiphytes, including some rarely mentioned, thus allowing comparisons with trails of other Atlantic Forest remaining areas.

Keywords: vascular epiphytes, monilophytes, eudicots, monocots, ecology, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro.

INTRODUÇÃO

As epífitas são plantas importantes na biodiversidade das florestas tropicais do mundo, contabilizam 10% das plantas vasculares (Mantovani, 2000) e desempenham um papel essencial na dinâmica de nutrientes das florestas (Coxson & Nadkarni, 1995). São principalmente representadas, em termos de riqueza de espécies, pelas monocotiledôneas, especialmente devido a grande quantidade de representantes de Orchidaceae e Bromeliaceae; pelas monilófitas como segundo grupo mais rico; e pelas eudicotiledôneas como terceiro grupo mais rico (Dubuisson *et al.*, 2008). As monilófitas podem também ser consideradas como o terceiro grupo taxonômico mais diverso, especialmente representadas pela família Polypodiaceae, depois de Orchidaceae e Bromeliaceae (Gonçalves & Waechter, 2003; Dubuisson *et al.*, 2008, Ranker & Haufler, 2008).

As epífitas distribuem-se de forma irregular ao longo dos forófitos, apresentando variação vertical, tanto em número de indivíduos como de espécies (Waechter, 1992), sendo sua distribuição e diversidade influenciadas, principalmente, pela umidade, intensidade luminosa, altitude e características do súber dos forófitos (Wolf, 1994; Basset *et al.*, 2003; Mucunguzi, 2007). Entre o dossel e o solo as diferenças microclimáticas são significativas; em geral, no dossel o ambiente é caracterizado por flutuações extremas de umidade, temperatura, maior intensidade luminosa, maior velocidade do vento e déficit hídrico (Matelson *et al.*, 1993). Diferentes combinações de luz, nutrientes e disponibilidade de água são exploradas por um conjunto de epífitas, formando grupos especializados em diferentes regiões do dossel (Zotz & Vollrath, 2002).

Um dos estágios críticos de perpetuação das epífitas é a capacidade de germinação das suas sementes que está diretamente relacionada às características do forófito como tipo de súber e inclinação (Migens & Ackerman, 1993). As características do súber, que variam com a espécie e com a idade, e a inclinação dos forófitos criam condições favoráveis também às epífitas não vasculares que, por sua vez, contribuem para o estabelecimento das epífitas vasculares (Mucunguzi, 2007). O grau em que a diversidade de epífitas numa floresta está diretamente ligada ao tipo de forófito ainda não está bem esclarecido (Cardelús *et al.*, 2006), uma vez que devem ser considerados, em conjunto, os fatores microclimáticos (Matelson *et al.*, 1993; Mehltreter *et al.*, 2005).

A estratificação vertical das epífitas vasculares, no interior de remanescentes florestais e a preferência por região do forófito vêm sendo destacadas por alguns autores, em estudos sobre ecologia de epífitas (por exemplo, Benzing, 1987; Zimmerman & Olmsted, 1992; Nieder *et al.*, 2000; Mehltreter *et al.*, 2005; Bonnet *et al.*, 2007).

Trabalhos sobre levantamento de epífitas vêm sendo realizados no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste (Dittrich *et al.*, 1999; Labiak & Prado, 1998; Dislich & Mantovani, 1998), mas, considerando a extensão do território nacional e os diferentes tipos de florestas, os dados são insuficientes, pois ainda restam muitos remanescentes florestais a serem estudados.

O Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), por exemplo, possui áreas extensas e contínuas bem preservadas, destacando-se pela alta importância biológica e presença de vegetação remanescente (Costa *et al.*, 1998). É uma das áreas prioritárias para conservação no estado de Minas Gerais e sua flora ainda é pouco conhecida (Mendonça & Vanucci, 2000).

Dentre as áreas que necessitam de maiores estudos no PESB, destaca-se a Trilha do Muriqui, que além de ser uma trilha interpretativa, muito frequentada por estudantes e visitantes da região e do Brasil, contém inúmeras epífitas e abriga populações de primatas como bugios, macacos-pregos, além da espécie *Brachyteles hypoxanthus*, que consta na lista de espécies ameaçadas de extinção.

Dessa forma, objetivou-se, com este estudo, responder às seguintes perguntas?

- Que espécies de epífitas são encontradas na Trilha do Muriqui em 10 forófitos?
- Quais são as espécies de forófitos selecionadas para este estudo?
- Existe especificidade epífita-forófito em relação ao tipo de súber?
- Existe relação entre forófitos da mesma família com a diversidade de epífitas?
- Os fatores luz, temperatura, umidade relativa do ar, altitude, velocidade do vento e taxa de evaporação interferem na estratificação vertical das espécies encontradas ao longo dos forófitos estudados?

MATERIAL E MÉTODOS

O PESB, localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais, ocupa uma área de 14.984 hectares no extremo norte da Serra da Mantiqueira, nos municípios de Araçuaia, Fervedouro, Miradouro, Ervália, Sericita, Pedra Bonita, Muriaé e Divino, onde predominam a Mata Atlântica, montanhas, vales, chapadas, encostas, além de diversos cursos d'água (<http://www.ief.mg.gov.br>).

A área de estudo foi a Trilha do Muriqui, localizada na região central do PESB, a 200 metros da sede administrativa. A trilha foi estabelecida e liberada para visitação em janeiro de 2006, apresenta 1,2 Km de extensão, altitude de 1274 m no início e 1230 m no final e as seguintes coordenadas geográficas: S 20° 43' 12" e W 42° 28' 47" (Figura 1). A área é caracterizada como vegetação secundária de Floresta Estacional Semidecidual Montana (Engelmann, 1995).

Foram selecionados 10 forófitos com mais de 10 metros de altura e circunferência à altura do peito (CAP) superior a 50 cm. Outro critério utilizado para seleção dos forófitos foi a maior quantidade de espécies (diversidade/riqueza) de epífitas na estratificação vertical, em relação aos outros forófitos. Cada forófito constituiu uma unidade amostral.

Todas as espécies de epífitas vasculares férteis presentes nos forófitos selecionados foram consideradas, incluindo as epífitas verdadeiras, acidentais, facultativas e hemiepífitas. Foi realizada a identificação das espécies de epífitas e também dos forófitos. Cada forófito foi dividido em 3 regiões: base (até 4 m), meio (de 4 a 8 m) e ápice (acima de 8 m de altura). A coleta de folhas das espécies de epífitas foi feita bimestralmente, à medida que estavam férteis, no período de agosto de 2007 a agosto de 2008, e realizada pela técnica de escalada em árvores, desde o solo até a copa de cada forófito.

O material botânico fértil (dos forófitos e das epífitas) foi depositado no herbário do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (Herbário VIC). A identificação das espécies foi executada por meio de consultas aos especialistas, além de comparações com a coleção do herbário VIC.

Para determinação da rugosidade do súber, nos 10 forófitos, foram feitas observações em campo e também foram tiradas fotografias digitais para classificação do tipo de súber quanto ao aspecto externo, conforme Mazzoni-

Viveiros & Costa (2006). Embora a maioria dos trabalhos faça referência às características da periderme ou da casca (Dislich, 1996; Mazzoni-Viveiros & Costa, 2006; Mucunguzi, 2007) a região caracterizada, na verdade, é a parte mais externa da periderme, o súber. Portanto, no presente trabalho, foi considerada a terminologia rugosidade do súber e não rugosidade da periderme ou da casca.

A determinação da altura dos forófitos e do fuste, altura do tronco até a primeira ramificação, foi registrada por meio do aparelho multifunção Kestrel (modelo 4300, Nielsen-Kellerman, Philadelphia, USA), a profundidade de copa foi determinada considerando a altura do forófito menos a altura do fuste.

Para a determinação da intensidade luminosa ($\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s), altitude (m) e taxa de evaporação ($\text{Kg.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$) foram realizadas 3 medidas, por região de cada forófito, totalizando 9 medidas por forófito. As medidas foram realizadas na região do forófito voltada para a trilha, de metro em metro, seguindo para a próxima região onde as epífitas foram coletadas. O valor das 3 regiões corresponde à média das medidas e, na região apical, foram considerados os valores acima de 8 m de altura, mas não atingindo necessariamente o dossel. O primeiro registro ocorreu em agosto de 2008, das 10 às 16 horas, iniciando no forófito 1, com céu limpo. Em outubro de 2008 foi efetuado o mesmo registro e no mesmo horário, com céu limpo, mas iniciando a partir do forófito 10 tendo um $n=6$. A intensidade luminosa foi determinada por meio do Sensor Quantum/Radiometer/Photometer, Li-Cor (modelo Li 185B, Lincoln, Nebraska, USA). A determinação da temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, altitude e taxa de evaporação foi registrada por meio do aparelho multifunção Kestrel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 10 forófitos analisados foram encontradas 25 espécies de epífitas vasculares, distribuídas em 17 gêneros e 9 famílias, predominando as monilófitas (Tabela 1) com 13 espécies, distribuídas em 8 gêneros e 4 famílias. Além destas, as Araceae foram encontradas em 7 forófitos, mas não foram aqui consideradas, pois os indivíduos estavam estéreis durante o período de coleta. Os dez forófitos analisados foram distribuídos em 8 espécies, 8 gêneros e 6 famílias (Tabela 2).

A maioria dos trabalhos de levantamento florístico inclui grande número de forófitos, em geral, superior a 60 (Kersten & Silva, 2001; Gonçalves & Waechter, 2003) ou, independentemente do número de forófitos, costuma-se separar em parcelas para quantificar as epífitas (Heitz-Seifert *et al.*, 1996). Embora o objetivo deste trabalho não tenha sido o levantamento florístico em si, foi possível evidenciar a grande diversidade e importância desta área no PESB, quando comparada com levantamentos realizados em outras áreas. Benavides *et al.* (2005), no estudo de levantamento de epífitas em floresta tropical, destacaram 117 espécies de monocotiledôneas, 49 de eudicotiledôneas e 45 de monilófitas em mais de 2700 forófitos analisados.

Neste trabalho, em apenas 10 forófitos, foi possível evidenciar, proporcionalmente, uma grande quantidade de espécies de epífitas. Evidentemente que ocorreu variação em relação aos grupos taxonômicos: no presente trabalho houve o predomínio das monilófitas e no levantamento de Benavides *et al.* (2005) foram as monocotiledôneas as mais bem representadas na área estudada. Cardelús *et al.* (2006), ao longo de um gradiente altitudinal (de 30 a 2600 m) em floresta da Costa Rica, verificaram maior quantidade de epífitas pertencentes ao grupo das monilófitas, seguido das monocotiledôneas, especialmente por grandes quantidades de representantes de Orchidaceae, e eudicotiledôneas, destacando que nem sempre é possível relacionar a diversidade de epífitas com o tipo de fitofisionomia, pois ocorrem variações numa mesma fitofisionomia.

Os forófitos 1 e 3 (*Bathysa australis*) apresentaram súber espesso e fissurado. O súber do forófito 2 (*Psychotria* sp.) foi classificado como fendilhado e dos forófitos 6 (*Alchornea triplinervea*) e 10 (Rubiaceae) como fissurado. Já os forófitos 5 e 8 (*Solanum*) e 7 (*Soroceae bonplandii*) apresentaram súber rendilhado enquanto que os forófitos 4 (*Dendropanax cuneatum*) e 9 (*Calyptantes clusifolia*) apresentaram súber escamoso e liso, respectivamente (Mazzoni-Viveiros & Costa, 2006) (Figuras 2 e 3 e Tabela 3). Todos os forófitos, excetuando o forófito 9, apresentaram-se colonizados por líquens e briófitas, oferecendo muitos substratos propícios ao desenvolvimento de epífitas vasculares.

Em geral, forófitos com grande quantidade de substratos no súber proporcionam maiores chances de estabelecimento das epífitas (Mucunguizi, 2007). Mas, outros fatores além do tipo de substrato e rugosidade de súber (Yeaton & Gladstone, 1982) devem ser considerados como: o diâmetro do galho ou do tronco; o

ângulo do ramo que serve de suporte; e a altura do próprio forófito, que normalmente tem correlação positiva com o número de espécies e de indivíduos epifíticos presentes (Yeaton & Gladstone, 1982; Kelly, 1985; Dislich, 1996). Além disso, a análise dos fatores microclimáticos é imprescindível (Benzing, 1990).

No forófito 1, que apresentou a maior diversidade de epífitas, foram encontradas 8 espécies, seguido do forófito 4, que apresentou 6 espécies e o forófito 3 com 5 espécies. Os forófitos 5, 6, 8, 9 e 10 apresentaram 4 espécies de epífitas ao longo da estratificação vertical. E, nos forófitos 2 e 7, foram encontradas apenas 3 espécies, predominando monilófitas e indivíduos de Bromeliaceae, respectivamente (Tabela 3).

A diversidade de epífitas, nos forófitos estudados, não está diretamente relacionada à espécie de forófito e, conseqüentemente, ao tipo de súber, visto que em *Bathysa australis* (forófitos 1 e 3) e *Solanum* sp. (forófitos 5 e 8), variaram as espécies e o número de espécies (Tabela 3). Esses dados estão de acordo com Gonçalves & Waechter (2003) que selecionaram 60 forófitos de mesma espécie e verificaram que as espécies de epífitas não tinham uma especificidade ao tipo de forófito e sim, provavelmente às diferenças de intensidade luminosa. A presença de líquens e briófitas no súber dos forófitos é bastante destacada nos trabalhos de especificidade epífita-forófito (Zotz & Vollrath, 2002; Mehlreter *et al.*, 2005; Mucunguzi, 2007) relacionando a sua importância no processo de colonização das epífitas vasculares; entretanto, isso não foi confirmado nos forófitos analisados a partir de análises qualitativas, uma vez que o forófito 9, cujo súber é liso e praticamente sem colonização de líquens e briófitas, apresentou a mesma diversidade de epífitas encontrada nos forófitos 10, 5, 6 e 8.

Algumas espécies de epífitas, quanto à especificidade sobre espécies forofíticas, podem ser consideradas exclusivas, preferenciais e generalistas (Kersten & Silva, 2001). As espécies de epífitas que ocorrem em forófitos com súber mais espesso, como, por exemplo, *Campyloneurum repens*, *Peperomia* sp. e *Vriesea heterostachys* também ocorreram no forófito 9, com súber liso (Tabela 3).

Não foi verificada relação entre família de forófito com a diversidade de epífitas. Os forófitos pertencentes, por exemplo, à família Rubiaceae (forófitos 1, 2, 3 e 10) apresentaram variações na diversidade de epífitas entre eles e diversidade semelhante com os forófitos 5, 8, 6 e 9 (Tabela 3). Já os forófitos da família Solanaceae apresentaram o mesmo número de espécies, mas apenas *V. heterostachys*

foi comum entre eles, indicando, mais uma vez, que outros fatores devem ser considerados no estudo de epífitas, especialmente os fatores microclimáticos e arquitetura das copas das árvores (Osada *et al.*, 2004).

O CAP mínimo dos forófitos foi de 53,5 cm e máximo de 179,4 cm, sendo o forófito 10 o único perfilhado e a altura variou de 12 a 20 metros. A altura do fuste variou de 7 a 16 metros e a profundidade de copa de 3 a 6 metros de altura (Tabela 4). Para estudos de epífitas são utilizados valores de CAP sempre superior a 30 cm, visto que a escalada ou outra técnica de coleta exige um tronco mais resistente (Lowman, 2001). Além disso, forófitos com CAP superior a 30 cm e com alturas superiores a 5 m têm maior probabilidade de apresentar maior quantidade de epífitas, uma vez que expõem uma superfície maior de súber à colonização de propágulos de epífitas, aumentando as chances de que estas plantas se estabeleçam (Dislich, 1996; Laube & Zotz, 2003). No entanto, os resultados encontrados por Dislich (1996) destacam que árvores baixas sempre apresentavam poucas epífitas, mas árvores altas nem sempre portavam muitos indivíduos.

Embora tenha ocorrido variação de 12 a 20 m na altura dos forófitos, em alguns deles (forófitos 8, 9 e 10) a profundidade de copa foi muito semelhante, indicando que mesmo nos forófitos de menor altura, a profundidade de copa se manteve (Tabela 4). Alguns trabalhos de ecologia de epífitas (Rogalski & Zanin, 2003; Osada *et al.*, 2004; Cardelús, 2006) destacaram a profundidade de copa como um aspecto importante para verificar se a colonização por epífitas, associada aos dados de arquitetura da copa, ocorre principalmente ao longo do fuste ou na copa. Rogalski & Zanin (2003) verificaram em uma floresta estacional decidual maior distribuição vertical das epífitas na base da copa e ramos primários, provavelmente, devido à maior disponibilidade e qualidade de substrato (bifurcação, ramos horizontais e acúmulo de matéria orgânica). No presente estudo, não foram analisados dados de arquitetura, porém a maioria das epífitas foi observada ao longo do fuste. Mucunguzi (2007) ressaltou a relação da distribuição de epífitas vasculares com o tipo de substrato, devendo ser consideradas, no entanto, a espécie de forófito, a idade e a inclinação dos ramos em conjunto.

Na trilha do remanescente florestal estudado, na região da base dos forófitos a intensidade luminosa variou de 1,157 a 8,571 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$ (forófitos 1 e 3, respectivamente) e na região apical de 3,123 a 12,310 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$ (forófitos 9 e 2, respectivamente) (Figura 4). Numa floresta tropical,

encontram-se gradientes de intensidade luminosa do solo até a superfície das copas das árvores (Nieder *et al.*, 2000; Rogalski & Zanin, 2003; Mucunguzi, 2007), uma vez que, tanto por ação antrópica, natural ou deciduidade cíclica (Padmawathe *et al.*, 2004; Gandolfi *et al.*, 2009), a intensidade luminosa pode ser alterada ao longo da estratificação vertical.

No interior de uma floresta tropical, a intensidade luminosa é bem menor do que em áreas abertas dentro da própria floresta (Leakey *et al.*, 2004). Trabalhos com folhas de sol e de sombra, realizados em regiões tropicais destacaram variações de 2000 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$ para as folhas expostas ao sol e de 40 a 70 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$ para as folhas expostas à sombra. Além disso, numa floresta devem ser considerados os “sunflecks”, provocados pela luz solar que passa através de pequenas clareiras no dossel e alcança as folhas expostas a menor intensidade luminosa (Paiva *et al.*, 2003; Pandey & Kushwha, 2005; Taiz & Zeiger, 2009). Estes “sunflecks” devem ser considerados nos estudos de anatomia, fisiologia e, inclusive nos estudos de preferências das espécies (Leakey *et al.*, 2004).

Estatisticamente, ficou complicado destacar as diferenças de intensidade luminosa, uma vez que foram blocos ao acaso (3 regiões em cada forófito), mas não se tinham repetições dos blocos. Em trabalho de campo é perfeitamente esperada esta dificuldade, onde forófitos ocorrem aleatoriamente na natureza, ao contrário de um experimento conduzido em casa de vegetação, onde se determina o número de blocos e o número de repetições em cada bloco, além de poder monitorar cuidadosamente os fatores microclimáticos.

Apesar de as medidas ecofisiológicas deste trabalho terem ocorrido numa determinada época do ano, no campo, onde as plantas estão expostas a variações constantes do ambiente, destaca-se a importância destes resultados e a preocupação de sempre considerá-los nos trabalhos de ecologia de epífitas. Em geral, as condições ambientais do dossel são mais xéricas em relação ao solo (Lüttge, 1989; Benzing, 1990; Larcher, 2000) mas, isso não necessariamente ocorrerá em todas as condições de uma floresta que é um ambiente dinâmico (Ricklefs, 2003). Trabalho recente sobre abertura de clareiras de deciduidade e clareiras cíclicas em florestas tropicais, destaca a influência das alterações microclimáticas na ecologia da floresta, pois, mesmo que momentaneamente, ocorrem aumento de intensidade luminosa e outras alterações microclimáticas em seu interior (Gandolfi *et al.*, 2009). Na trilha do remanescente florestal estudado, verificou-se uma estratificação vertical

dos dados microclimáticos, dentre eles a intensidade luminosa. No entanto, o ambiente da trilha é bastante sombreado, quando comparado às áreas mais abertas, e os valores médios obtidos podem estar refletindo apenas a radiação difusa do período avaliado.

Os forófitos 1 e 3, *Bathysa australis*, por exemplo, estão a aproximadamente 25 metros de distância um do outro, apresentam a mesma altura e estão na mesma trilha. Porém, como foi confirmado nos dados ecofisiológicos, as condições microclimáticas entre eles são diferentes refletindo, inclusive na diversidade das espécies (Tabela 5). Assim, considerar preferências de espécies de epífitas apenas por regiões do forófito ou por espécie de forófito, sem considerar os fatores microclimáticos pode levar a interpretações equivocadas.

Todos os forófitos estavam sombreados, entretanto, destacam-se os forófitos 1, 8 e 9 em condições mais extremas de sombreamento (Figura 4). Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, altitude, velocidade do vento e taxa de evaporação variaram entre os forófitos (Tabela 5). A umidade relativa do ar seguiu a tendência esperada de mais seco no ápice e mais úmido na base em todos os forófitos. A temperatura apresentou pouca variação, mas, com tendência de maior temperatura na região apical do forófito, como destacado na literatura (Lüttge, 1989; Benzing, 1990; Larcher, 2000).

As monilófitas correspondem ao terceiro grupo de maior riqueza de espécies de epífitas, depois de Orchidaceae e Bromeliaceae, no mundo (Ranker & Haufler, 2008). Neste estudo, foram encontradas 13 espécies, distribuídas em 8 gêneros e 4 famílias (Tabela 1), sendo Polypodiaceae a família mais representativa. O maior número de representantes da família Polypodiaceae tem sido destacado em vários levantamentos realizados em fragmentos florestais (Colli *et al.*, 2004; Paciencia & Prado, 2004; Freitas & Prado, 2005; Dittrich *et al.*, 2005; Valeriano *et al.*, 2006; Melo & Salino, 2007; Escher *et al.*, 2007), provavelmente por ser uma família com ampla distribuição geográfica constituída quase que exclusivamente por espécies epífitas (Tryon & Tryon, 1982).

As monilófitas ocorreram em todos os forófitos, apresentando a maior diversidade, em relação às eudicotiledôneas e às monocotiledôneas (Tabelas 1, 3 e 6). Segundo Page (1979), as monilófitas são encontradas nos mais variados ecossistemas e em vários tipos de ambientes, com maior diversidade nos trópicos úmidos e nas montanhas subtropicais (Tryon & Tryon, 1982). As eudicotiledôneas

foram encontradas nos forófitos 1, 3, 4, 5, 9 e 10 e as monocotiledôneas, em todos os forófitos, representadas pela família Orchidaceae (forófitos 4, 5 e 9) e Bromeliaceae, especialmente pela presença de *Vriesea heterostachys* em todos os forófitos (Tabelas 3 e 6).

Asplenium oligophyllum, *Campyloneurum angustifolium*, *Pecluma sicca*, *Vandenboschia radicans* e *Peperomia alata* ocorreram no forófito 1 (Tabela 1). Embora o forófito 1 seja da mesma espécie que o forófito 3, ele apresentou menores valores médios para os dados microclimáticos, especialmente luz, temperatura e umidade relativa do ar, levando a supor que a presença destas espécies apenas no forófito 1 deve estar relacionada aos dados microclimáticos (Tabela 5). Segundo Ranker & Haufler (2008), estas espécies de epífitas monilófitas ocorrem preferencialmente em locais sombreados. *C. angustifolium* e *P. sicca*, espécies encontradas na Trilha do Muriqui, foram citadas apenas no sul do México (Hietz-Seifert *et al.*, 1996) e, em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (Borgo & Silva, 2003), respectivamente, dentre os trabalhos de levantamento florístico analisados, indicando a sua importância na trilha.

Hattoria salicornioides ocorreu no forófito 3 (Tabela 1), na região apical (Tabela 6). É uma espécie que apresenta estratégias específicas à deficiência hídrica e nutricional, em resposta ao próprio hábito. Em geral, as Cactaceae apresentam adaptações como tecidos aquíferos desenvolvidos, podendo ser encontradas em várias fitofisionomias (Borgo & Silva, 2003, Gonçalves & Waechter, 2003). A presença desta espécie apenas no forófito 3 pode estar relacionada aos dados microclimáticos, visto que no forófito 1, da mesma espécie que o forófito 3, e, portanto, com a mesma rugosidade do súber, ela não ocorreu.

Rhpsalis russelli, *Epidendrum armeniacum*, *Niphidium crassifolium*, *Rumohra adiantiformis* e *Sinningia cooperi* ocorreram no forófito 4 (Tabela 1), sendo que as 3 primeiras espécies ocorreram na mesma região do forófito. No entanto, *Sinningia cooperi* ocorreu só neste forófito e nas três regiões (Tabela 6). O gênero *Sinningia*, de hábito epifítico, foi registrado em várias fitofisionomias, porém *S. cooperi* não foi relatada (Gonçalves & Waechter, 2003; Borgo & Silva, 2003).

Peperomia tetraphylla e *Pleurothallis saundersiana* ocorreram no forófito 5 (Tabela 1), não havendo relação, provavelmente, com a rugosidade do súber, uma vez, que este forófito é da mesma espécie que o forófito 8.

Cochlidium punctatum só ocorreu no forófito 6 (Tabela 1). Esta espécie apresenta uma distribuição mais restrita, sendo citada em poucos trabalhos. Foi encontrada em Floresta Atlântica e Sul da Cadeia do Espinhaço (Labiak & Prado, 2003; Dittrich *et al.*, 2005).

Vriesea longicaulis foi encontrada somente no forófito 7 (Tabela 1), que apresentou a menor diversidade de epífitas, visto que, neste forófito, foi encontrado o maior número de indivíduos de *Vriesea heterostachys*. As espécies de *Vriesea* foram citadas no PESB, em vários ambientes (interior de mata e campos de altitude) e, com hábito terrestre e epifítico (Bittencourt, 2000).

Promenaea xanthina foi encontrada apenas no forófito 9 (Tabela 1). Este forófito, além dos forófitos 4, 5, 7 e 10 foram os que apresentaram maior quantidade de espécies de angiospermas em relação às monilófitas, tendo o forófito 9 súber liso e os demais forófitos, súber espesso. Parece não haver relação entre o tipo de súber e a maior quantidade de espécies de angiospermas. Os forófitos 9 e 10 estão mais distanciados entre si e, em relação aos outros forófitos (Figura 1).

As espécies *Asplenium scandicinum*, *Campyloneurum major*, *Campyloneurum repens*, *Niphidium crassifolium*, *Pecluma recurvata*, *Peperomia* sp., *Pleopeltis hirsutissima* e *Vriesea heterostachys* ocorreram em mais de um forófito (Tabelas 1, 3 e 6). Os indivíduos de *C. major* ocorreram em 2 forófitos, *C. repens*, em 4 e *V. heterostachys*, em 10 forófitos. *Vriesea heterostachys* foi a espécie generalista de todas as epífitas estudadas, uma vez que ocupou ao longo do fuste todos os ambientes e colonizou espécies de forófitos com os mais variados tipos de súber (Tabela 3). Embora *V. heterostachys* tenha ocorrido em todas as regiões dos forófitos, ela somente ocorreu a partir de 2,894 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$.

Evidenciou-se no campo a relação direta entre as espécies de *Vriesea* com os muriquis, pois estes macacos retiram as folhas de *Vriesea*, tomam água armazenada no “tanque”, às vezes, comem a região basal da folha e depois a jogam fora, destacando assim uma importante interação ecológica entre eles. Muito provavelmente, a grande quantidade de muriquis encontrada nesta trilha deve-se, em parte, a esta interação (observação pessoal).

Estudos posteriores, nesta trilha, com levantamentos mais abrangentes de espécies de epífitas, envolvendo uma quantidade maior de forófitos e por um período maior de coleta seriam muito interessantes, pois poderiam ser selecionados

vários grupos de forófitos com o mesmo tipo de súber para um estudo da correlação entre rugosidade e características químicas do súber e preferências de epífitas.

CONCLUSÕES

- A Trilha do Muriqui apresenta alta diversidade de epífitas, especialmente monilófitas.
- As angiospermas não ocorreram em todos os forófitos.
- Uma análise de agrupamentos deve ser considerada futuramente para confirmar a ausência de relação entre as famílias de forófitos com as epífitas presentes; e a ausência de relação entre forófitos da mesma espécie com as epífitas. *Vriesea heterostachys* foi a espécie generalista.
- Espécies raramente citadas em trabalhos de ecologia de epífitas foram encontradas, como *Cochlidium punctatum* e *Sinningia cooperi*, na trilha do Muriqui.
- Os fatores microclimáticos foram importantes na distribuição das epífitas e devem sempre ser considerados nos trabalhos de ecologia de epífitas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSET, Y.; HAMMOND, P. M.; BARRIOS, H.; HOLLOWAY, J. D.; MILLER, S. E. Vertical stratification of arthropod assemblages. In: BASSET, Y.; NOVOTNY, V.; MILLER, S. E.; KITCHING, R. L. (Eds.). **Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy**. New York: Cambridge University Press, p. 17-27, 2003.

BENAVIDES, A. M. D.; DUQUE, A. J. M.; DUIVENVOORDEN, J. F.; VASCO, A. G. A first quantitative census of vascular epiphytes in rain forests of Colombian Amazônia. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, p. 739-758, 2005.

BENZING, D. H. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, p. 183-204, 1987.

BENZING, D. H. **Vascular epiphytes**. New York: Cambridge University Press, 1990. 354p.

BITTENCOURT, A. H. C. **Anatomia foliar de espécies do gênero *Vriesea* Lindl. (Bromeliaceae) no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro-MG**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

BONNET, A.; QUEIROZ, M. H. de; LAVORANTI, O. J. Relações de bromélias epifíticas com características dos forófitos em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Santa Catarina, Brasil. **Floresta**, v. 37, p. 83-94, 2007.

BORGIO, 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.

CARDELÚS, C. L.; COLWELL, R. K.; WATKINS JR, J. Vascular epiphytes distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. **Journal of Ecology**, v. 94, p. 144-156, 2006.

COLLI, A. M. T.; SALINO, A., SOUZA, S. A. de.; LUCCA, A. L. T. de.; SILVA, R. T. da. Pteridófitas do Parque Estadual da Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP), Brasil. Glebas Capetinga Leste e Capetinga Oeste. **Revista Instituto Florestal**, v.16, p. 25-30, 2004.

COSTA, C. M. R.; HERMANN, G.; MARTINS, P. S.; LINS, L. V.; LAMAS, I. R. (Orgs). **Biodiversidade em Minas Gerais. Um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998, 94p.

COXSON, D. S.; NADKARNI, N. M. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of Forest Ecosystems. In: LOWMAN, M. D.; NADKARNI, N. M. (Eds.). **Forest Canopies**. New York: Academic Press, p. 225-251, 1995.

DISLICH, R. **Florística e estrutura do componente vascular na mata da reserva da cidade universitária “Armando de Salles Oliveira”**. 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. 17, p. 61-83, 1998.

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

DITTRICH, V. A. O.; WAECHTER, J. L.; SALINO, A. Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 519-525, 2005.

DUBUISSON, J.-Y.; SCHNIDER, H.; HENNEQUIN, S. Epiphytism in ferns: diversity and history. **Comptes Rendus Biologies**, v. 331, p. 1-9, 2008.

ENGEVIX. **Caracterização do meio físico da área autorizada para a criação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro** – Relatório técnico final dos estudos- 8296-RG-H4-003/94, “VER. 1”. Instituto Estadual de Floresta, BIRD/PRÓ-FLORESTA/SEPLAN, 1995.

ESCHER, E.; BONIN, A.; SILVA, L. da C.; SILVA, V. M.; BALDIN, R. F.; COLLI, A. M. T. Pteridófitas da Fazenda Califórnia, Bebedouro, SP. **Fafibe**, v. 3, p. 1-4, 2007.

FREITAS, C. A. A. de; PRADO, J. Lista anotada das pteridófitas de florestas inundáveis do alto Rio Negro, município de Santa Isabel do Rio Negro, AM, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 399-406, 2005.

GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; LEITÃO FILHO, H. de F. “Gaps of deciduousness”: cyclical gaps in tropical forests. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 280-284, 2009.

GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 89-100, 2003.

HIETZ-SEIFERT, U.; HIETZ P.; GUEVARA, S. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in Southern Veracruz, Mexico. **Biological Conservation**, v. 75, p. 103-111, 1996.

KELLY, D. L. Epiphytes and climbers of a Jamaican rain forest: vertical distribution, life forms and life histories, **Journal Biogeography**, v. 12, p. 223-241, 1985.

KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. Composição florística do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 213-226, 2001.

LABIAK, P. H.; PRADO, J. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá-Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 11, p. 1-79, 1998.

LABIAK, P. H.; PRADO, J. Grammitidaceae (Pteridophyta) no Brasil com ênfase nos gêneros *Ceradenia*, *Cochlidium* e *Grammitis*. **Hoehnea**, v. 30, p.243-283, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LAUBE, S.; ZOTZ, G. Wich abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? **Functional Ecology**, v. 17, p. 598-604, 2003.

LEAKEY, A. D. B.; SCHOLE, J. D.; PRESS, M. C. Physiological and ecological significance of sunflecks for dipterocarp seedlings. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, p. 469-482, 2004.

LOWMAN, M. D. Plants in the forest canopy: some reflections on current research and future direction. **Plant Ecology**, v. 153, p. 39-50, 2001.

LÜTTGE, U. **Vascular plants as epiphytes. Evolution and ecophysiology**. New York: Springer-Verlag, 1989. 270p.

MANTOVANI, A. Leaf orientation in epiphytic aroids: effects on water and temperature balances of the leaves. **Leandra**, v. 15, p. 91-103, 2000.

MATELSON, T. J.; NADKARNI, N. M.; LONGINO, J. T. Longevity of fallen epiphytes in a Neotropical Montane Forest. **Ecology**, v. 74, p. 265-269, 1993.

MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; COSTA, C. G. Periderme. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Eds.). **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: UFV, p. 237- 262, 2006.

MEHLTRETER, K.; FLORES-PALACIOS, A.; GARCÍA-FRANCO, J. G. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, p. 651-660, 2005.

MELO, L. C. N.; SALINO, A. Pteridófitas em fragmentos florestais da APA Fernão Dias, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, p. 207-220, 2007.

MENDONÇA, M. P.; VANUCCI, L. (organizadores). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte, 2000.

MIGENS, L. E.; ACKERMAN, J. D. Orchid-epiphyte relationship in a Forest watershed in Puerto Rico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 231-240, 1993.

MUCUNGUZI, P. Diversity and distribution of vascular epiphytes in the Forest lower canopy in Kibale National Park, western Uganda. **African Journal of Ecology**, v. 45, p. 120-125, 2007.

NIEDER, J.; ENGWALD, S.; KLAUN, M.; BARTHLOTT, W. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Amazonian rain forest (Surumoni crane plot) of southern Venezuela. **Biotropica**, v. 32, p. 385-396, 2000.

OSADA, N.; TATENO, R.; HYODO, F.; TAKEDA, H. Changes in crown architecture with tree height in two deciduous tree species: developmental constraints or plastic response to the competition. **Forest Ecology and Management**, v. 188, p. 337-347, 2004.

PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Uma, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 641-653, 2004.

PADMAWATHE, R.; QURESHI, Q.; RAWAT, G. S. Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of Eastern Himalaya, India. **Biological Conservation**, v. 119, p. 81-92, 2004.

PAGE, C. N. **The diversity of ferns. An ecological perspective.** In: **DYER, A. F. (Ed.). The experimental biology of the ferns.** London: Academic Press, p. 10-56, 1979.

PAIVA, E. A. S.; ISAIAS, R. M. dos S.; VALE, F. H. A.; QUEIROZ, C. G. de S. The influence of light intensity on anatomical structure and pigment contents of *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. Purpurea Boom (Commelinaceae) leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, p. 617-624, 2003.

PANDEY, S.; KUSHWAHA, R. Leaf anatomy and photosynthetic acclimation in *Valeriana jatamansi* L. grown under high and low irradiance. **Photosynthetica**, v. 43, p. 85-90, 2005.

PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO BRIGADEIRO. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br>> Acesso em: 04 mai 2009.

RAMOS, R. S. Mapa da Trilha do Muriqui. Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, Viçosa, Minas Gerais, 2008.

RANKER, T. A.; HAUFLE, C. H. **Biology and evolution of Ferns and Lycophytes.** New York: Cambridge University Press, 2008. 480p.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003, 503p.

ROGALSKI, J. M.; ZANIN, E. M. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 551-556, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820p.

TRYON, R. M.; TRYON, A. F. **Ferns and allied plants, with special reference to Tropical America**. New York: Springer-Verlag, 1982.

VALERIANO, S.; COLLI, A. M. T. Pteridófitas da Cachoeira Santa Helena, São José do Rio Pardo, SP. **Revista Logos**, v. 13, p. 3-10, 2006.

WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.

WOLF, J. H. D. Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the Northern Andes. **Vegetatio**, v. 112, p. 15-25, 1994.

YEATON, R. I.; GLADSTONE, D. E. The pattern of colonization of epiphytes on calabash trees (*Crescentia alata* HBK) in Guanacaste Province, Costa Rica. **Biotropica**, v. 14, p. 137-140, 1982.

ZIMMERMAN, J. K.; OLMSTED, L. C. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. **Biotropica**, v. 24, p. 402-407, 1992.

ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: an experimental approach. **Acta Oecologica**, v. 23, p. 99-102, 2002.

Mapa de localização da trilha do Muriqui no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro

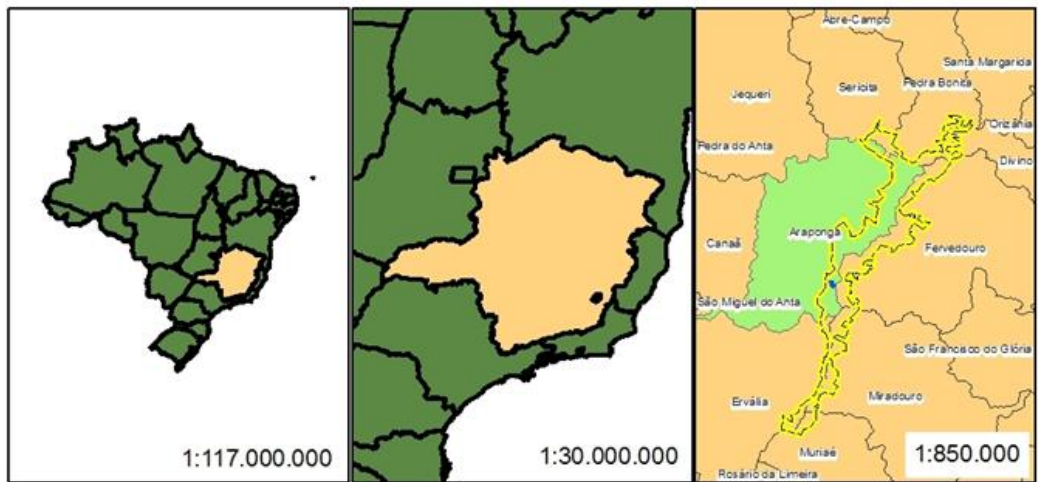


Figura 1. Área de estudo com os dez forófitos selecionados na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG, Brasil. Fonte: Ramos, 2008.

Tabela 1. Epífitas vasculares presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG e sua localização nos forófitos estudados.

Família/Espécie	Localização das Epífitas nos Forófitos	Nº VIC *	Nº Indivíduos coletados
Monilófitas			
Aspleniaceae			
<i>Asplenium oligophyllum</i> Kaulf.	1	31.830	2
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	2, 7 e 8	31.831	3
Dryopteridaceae			
<i>Rumohra adiantiformis</i> (Forst.) Ching	4	21.572	1
Hymenophyllaceae			
<i>Vandenboschia radicans</i> Sw.Copel.	1	31.836	2
Polypodiaceae			
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	1	21.464	1
<i>Campyloneurum major</i> (Hieron. Ex Hicken) Lellinger	1 e 3	21.465	3
<i>Campyloneurum repens</i> (Aubl.) C. Presl.	1, 2, 3 e 9	31.838/31.839	7
<i>Cochlidium punctatum</i> (Raddi) L. E. Bishop	6	21.570	1
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	3, 4 e 5	21.468	3
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M. G. Price	6 e 8	21.462/21.463	2
<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M. G. Price	1	31.842	1
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) De La Sota	6 e 8	21.571	3
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	10	21.467	1
Eudicotiledôneas			
Cactaceae			
<i>Hatiora salicornioides</i> (Haw) Britton & Rose	3	21.449	1
<i>Rhipsalis rosselli</i> Britton & Rose	4	21.561	1
Gesneriaceae			
<i>Sinningia cooperi</i> (Paxton) Wiehler	4	21.562	3

*VIC: Viçosa – Sigla do Herbário da Universidade Federal de Viçosa.

Cont.

Família/Espécie	Localização das Epífitas nos Forófitos	Nº VIC*	Nº Indivíduos Coletados
Piperaceae			
<i>Peperomia alata</i> Ruiz & Pav.	1	21.455	1
<i>Peperomia</i> sp.	9 e 10	21.563	2
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst) Hook & Arn.	5	21.454	1
Monocotiledôneas			
Bromeliaceae			
<i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L. B. Sm.	1 ao 10	21.566/21.568	27
<i>Vriesea longicaulis</i> (Baker) Mez	7	21.567	1
<i>Tillandsia geminiflora</i> (Brongn.)	10	21.565/31.828	2
Orchidaceae			
<i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl.	4	21.569	1
<i>Pleurothallis saundersiana</i> Rchb. f.	5	21.452	2
<i>Promenaea xanthina</i> Lindl.	9	21.453	1

*VIC: Viçosa – Sigla do Herbário da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 2. Forófitos selecionados para estudos de epífitas na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.

Forófito	Família/Espécie	Nº VIC *
	Araliaceae	
4	<i>Dendropanax cuneatum</i> (DC) Decne & Planch	21.447
	Euphorbiaceae	
6	<i>Alchornea triplinervea</i> (Spreng) Müll. Arg.	21.450
	Moraceae	
7	<i>Soroceae bonplandii</i> (Baill.)W.C. Burger, Lanj. & Wess	31.827
	Myrtaceae	
9	<i>Calyptantes clusiifolia</i> (Miq.) O. Berg	21.451
	Rubiaceae	
1	<i>Bathysa australis</i> (A. St. - Hil.) Benth. & Hook	21.456
3	<i>Bathysa australis</i> (A. St. - Hil.) Benth. & Hook	21.456
2	<i>Psychotria</i> sp.	21.296
10	sp.	31.884
	Solanaceae	
5	<i>Solanum</i> sp.	21.458
8	<i>Solanum</i> sp.	21.564

*VIC: Viçosa – Sigla do Herbário da Universidade Federal de Viçosa.

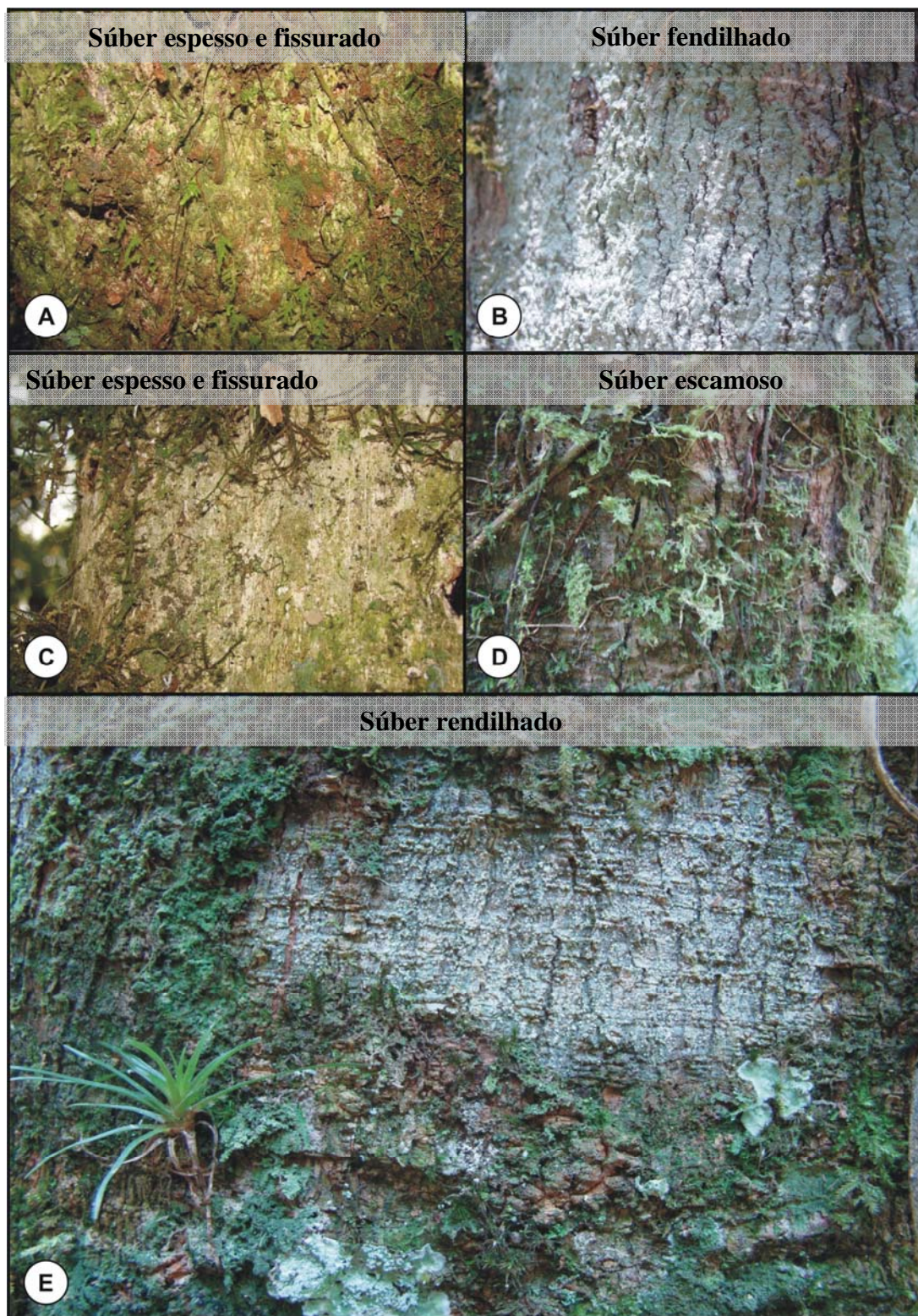


Figura 2. Morfologia externa do súber dos forófitos estudados na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. *Bathysa australis*, forófitos 1 (A) e 3 (C) com súber espesso e fissurado, *Psychotria* sp., forófito 2 (B) com súber fendilhado, *Dendropanax cuneatum*, forófito 4 (D) com súber escamoso, *Solanum* sp., forófito 5 (E) com súber rendilhado.

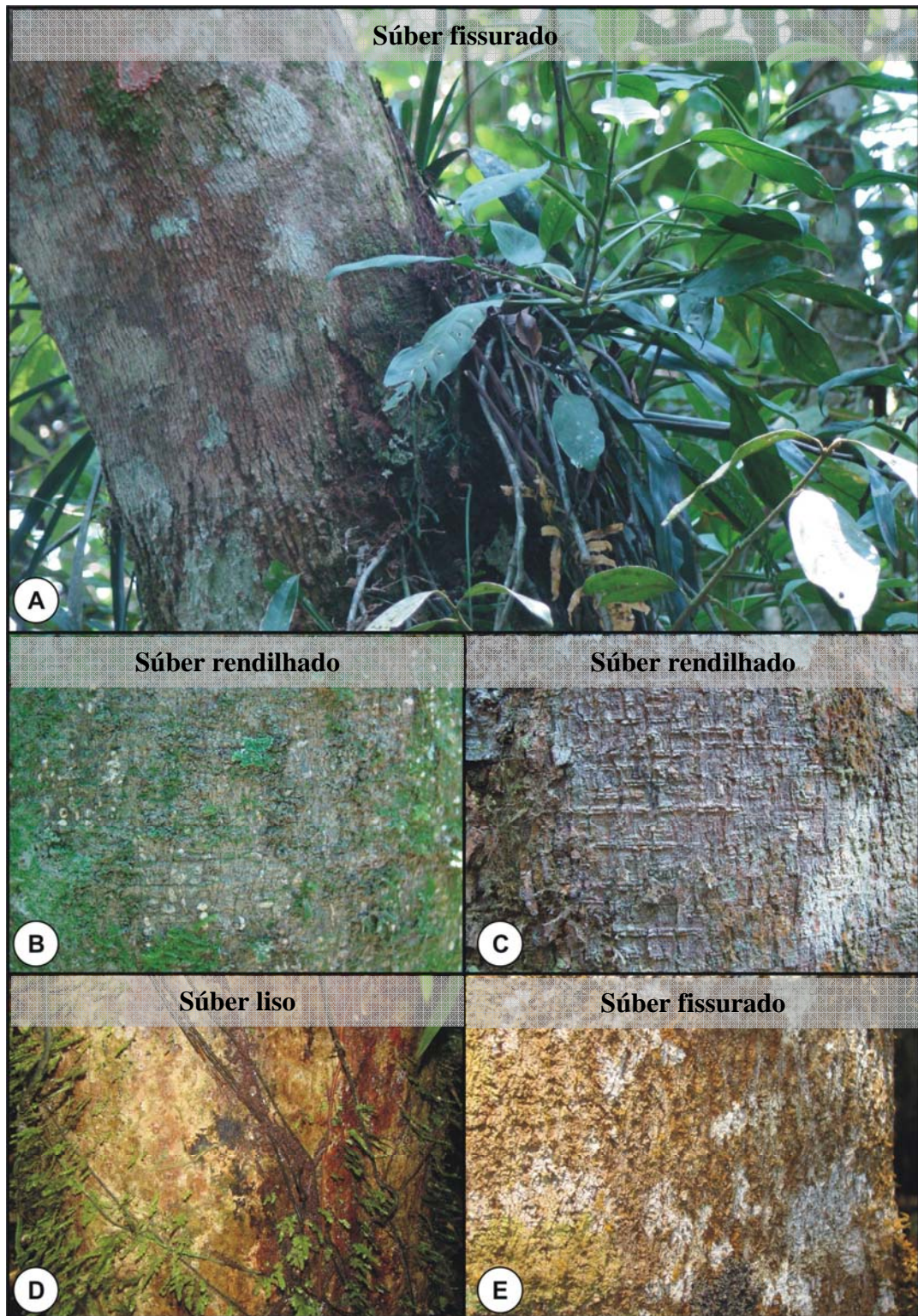


Figura 3. Morfologia externa do súber dos forófitos estudados na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. *Alchornea triplinervea*, forófito 6 (A) com súber fissurado, *Soroceae bonplandii*, forófito 7 (B) com súber rendilhado, *Solanum* sp., forófito 8 (C) com súber rendilhado, *Calyptantes clusiifolia*, forófito 9 (D) com súber lido e Rubiaceae, forófito 10 (E) com súber fissurado.

Tabela 3. Diversidade de espécies de epífitas, nos forófitos selecionados, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.

Nº do Forófito	Espécie do Forófito/ Família	Característica do Súber	Espécies de Epífitas
1	<i>Bathysa australis</i> (Rubiaceae)	Espesso e fissurado	<i>Asplenium oligophyllum</i> , <i>Campyloneurum angustifolium</i> , <i>Campyloneurum major</i> , <i>Campyloneurum repens</i> , <i>Pecluma sicca</i> , <i>Vandenboschia radicans</i> , <i>Peperomia alata</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>
3	<i>Bathysa australis</i> (Rubiaceae)	Espesso e fissurado	<i>Campyloneurum major</i> , <i>Campyloneurum repens</i> , <i>Niphidium crassifolium</i> , <i>Hatiora salicornioides</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>
6	<i>Alchornea triplinervea</i> (Euphorbiaceae)	Fissurado	<i>Cochlidium punctatum</i> , <i>Pecluma recurvata</i> , <i>Pleopeltis hirsutissima</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>
10	Rubiaceae	Fissurado	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> , <i>Peperomia</i> sp., <i>Tillandsia geminiflora</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>
7	<i>Soroceae bonplandii</i> (Moraceae)	Rendilhado	<i>Asplenium scandicinum</i> , <i>Vriesea heterostachys</i> e <i>Vriesea longicaulis</i>
5	<i>Solanum</i> sp. (Solanaceae)	Rendilhado	<i>Niphidium crassifolium</i> , <i>Peperomia tetraphylla</i> , <i>Pleurothallis saundersiana</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>
8	<i>Solanum</i> sp. (Solanaceae)	Rendilhado	<i>Asplenium scandicinum</i> , <i>Pecluma recurvata</i> , <i>Pleopeltis hirsutissima</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>
2	<i>Psychotria</i> sp. (Rubiaceae)	Fendilhado	<i>Asplenium scandicinum</i> , <i>Campyloneurum repens</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>

Cont.

Nº Forófito	Espécie do Forófito	Característica do Súber	Espécies de Epífitas
4	<i>Dendropanax cuneatum</i> (Araliaceae)	Escamoso	<i>Niphidium crassifolium</i> , <i>Rumohra adiantiformis</i> , <i>Rhipsalis rosselli</i> , <i>Sinningia cooperi</i> , <i>Epidendrum armeniacum</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>
9	<i>Calytrantes clusiifolia</i> (Myrtaceae)	Liso	<i>Campyloneurum repens</i> , <i>Peperomia</i> sp., <i>Promenaea xanthina</i> e <i>Vriesea heterostachys</i>

Tabela 4. Caracterização dos forófitos selecionados para o estudo das epífitas na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.

Espécies/Família	Forófito	Altura (m)	Altura do fuste (m)	Profundidade de copa (m)	CAP* (cm)
<i>Bathysa australis</i> (Rubiaceae)	1	13	10	3	105
<i>Psychotria</i> sp. (Rubiaceae)	2	13	10	3	70
<i>Bathysa australis</i> (Rubiaceae)	3	13	10	3	89,3
<i>Dendropanax cuneatum</i> (Araliaceae)	4	20	16	4	179,4
<i>Solanum</i> sp. (Solanaceae)	5	20	16	4	106,7
<i>Alchornea triplinervea</i> (Euphorbiaceae)	6	20	16	4	129,5
<i>Soroceae bonplandii</i> (Moraceae)	7	12	8	4	53,5
<i>Solanum</i> sp. (Solanaceae)	8	20	14	6	168,8
<i>Calyptantes clusiifolia</i> (Myrtaceae)	9	14	10	4	78,2
Rubiaceae (sp.) **	10	12	7	5	67,7+ 103,8

*CAP: Circunferência à altura do peito.

** indivíduo perfilhado

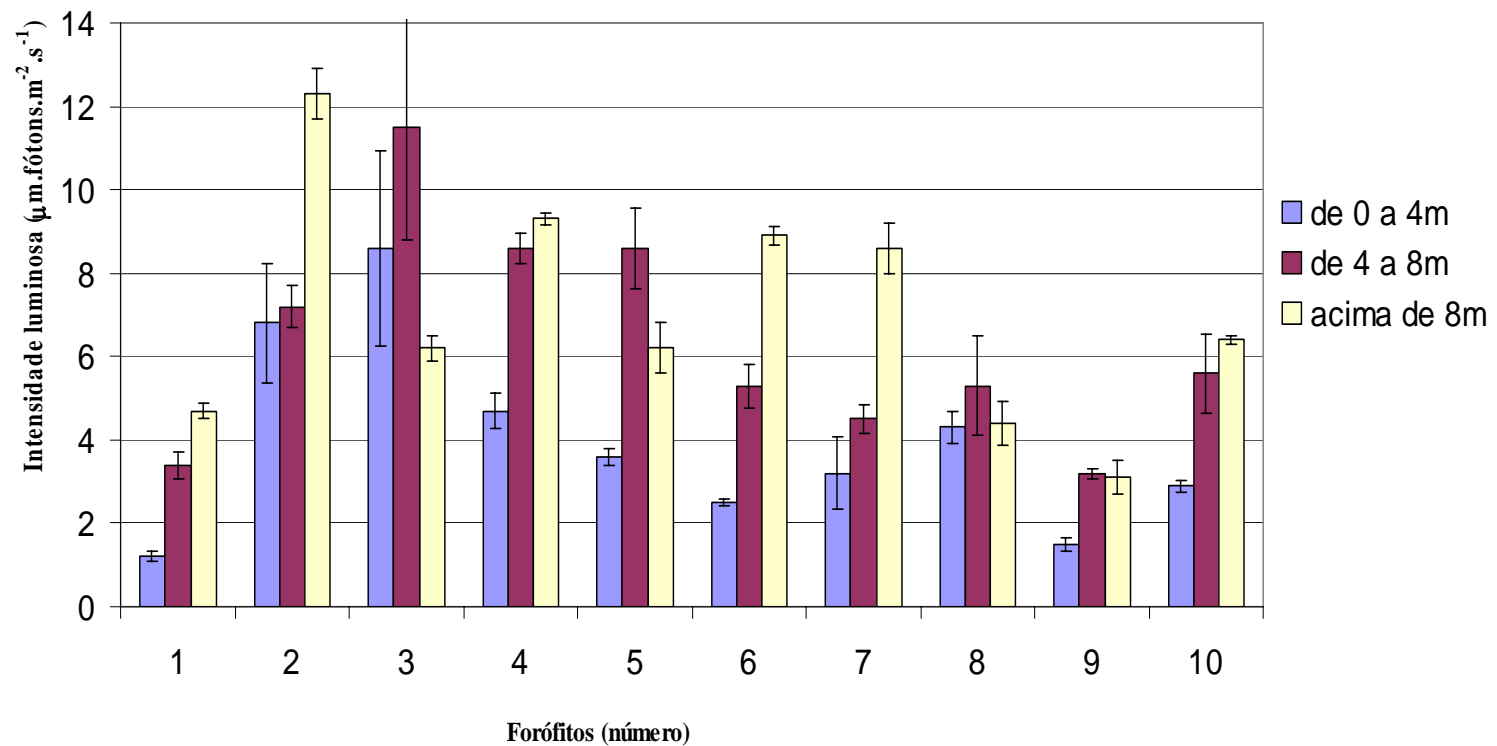


Figura 4. Intensidade luminosa ($\mu\text{mol. de fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$) incidente nas regiões da base (0 a 4 m de altura), meio (4 a 8 m de altura) e ápice (acima de 8 m de altura) dos forófitos de 1 a 10, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.

* Barras em cima da cada coluna indicam o erro padrão.

Tabela 5. Parâmetros ecofisiológicos avaliados (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, altitude e taxa de evaporação) nos forófitos em estudo, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.

Nº Forófito	Temperatura (°C)			Umidade Relativa do Ar (%)			Velocidade do Vento (m/s)		
	0 a 4m	4 a 8m	Acima de 8m	0 a 4m	4 a 8m	Acima de 8m	0 a 4m	4 a 8m	Acima de 8m
1	15,8 (±0,28)	16,6 (±0,40)	16,3 (±0,23)	73,6 (±3,74)	72,8 (±1,01)	72,2 (±2,17)	0,5 (±0,10)	0,6 (±0,20)	0,5 (±0,10)
2	17,9 (±0,17)	18,0 (±0,21)	17,8 (±0,12)	71,7 (±3,31)	69,1 (±2,92)	66,3 (±1,68)	0,5 (±0,11)	0,4 (±0,05)	0,9 (±0,20)
3	17,1 (±0,37)	18,7 (±0,60)	18,5 (±0,58)	68,3 (±2,75)	63,4 (±3,27)	63,5 (±1,85)	0,5 (±0,17)	0,5 (±0,10)	0,8 (±0,41)
4	18,8 (±0,94)	19,6 (±0,10)	20,0 (±1,15)	63,8 (±4,05)	59,7 (±1,42)	55,7 (±2,95)	0,6 (±0,23)	0,5 (±0,05)	0,6 (±0,05)
5	19,0 (±0,37)	19,3 (±0,23)	19,4 (±0,15)	59,0 (±1,15)	63,9 (±10,86)	57,9 (±0,52)	0,5 (±0,05)	0,9 (±0,32)	0,6 (±0,40)
6	18,6 (±0,26)	19,0 (±0,17)	19,4 (±0,36)	59,5 (±3,45)	59,9 (±0,50)	58,3 (±0,40)	1,1 (±0,25)	0,9 (±0,20)	0,5 (±0,10)
7	19,2 (±0,60)	20,2 (±0,96)	20,3 (±0,98)	60,3 (±1,95)	53,0 (±2,04)	52,7 (±3,11)	0,5 (±0,15)	0,7 (±0,05)	0,7 (±0,14)
8	19,2 (±2,11)	19,4 (±1,11)	20,5 (±0,60)	66,0 (±8,00)	63,0 (±5,50)	61,2 (±4,02)	0,5 (±0,05)	0,8 (±0,37)	0,5 (±0,10)
9	18,2 (±0,87)	19,3 (±0,23)	19,5 (±0,98)	74,9 (±3,47)	67,4 (±0,05)	61,2 (±4,00)	0,4 (±0,05)	0,4 (±0,00)	0,5 (±0,26)
10	20,3 (±0,50)	20,8 (±0,79)	20,9 (±0,00)	59,6 (±3,52)	57,3 (±4,20)	50,3 (±0,00)	0,4 (±0,12)	0,5 (±0,15)	0,7 (±0,00)

Cont.

Nº Forófito	Altitude (m)			Taxa de evaporação (Kg.m ⁻² .h ⁻¹)		
	0 a 4m	4 a 8m	Acima de 8m	0 a 4m	4 a 8m	Acima de 8m
1	1272 (±1,00)	1277 (±1,00)	1280 (±1,52)	0,20 (±0,06)	0,14 (±0,00)	0,18 (±0,02)
2	1273 (±1,52)	1279 (±1,00)	1282 (±1,00)	0,27 (±0,03)	0,18 (±0,04)	0,23 (±0,05)
3	1277 (±1,00)	1281 (±1,00)	1285 (±1,00)	0,23 (±0,01)	0,16 (±0,03)	0,21 (±0,06)
4	1281 (±1,00)	1285 (±1,00)	1289 (±1,00)	0,20 (±0,02)	0,18 (±0,03)	0,18 (±0,02)
5	1285 (±1,00)	1289 (±1,52)	1293 (±1,52)	0,21 (±0,05)	0,24 (±0,06)	0,22 (±0,02)
6	1288 (±1,00)	1292 (±1,00)	1296 (±1,00)	0,24 (±0,07)	0,26 (±0,11)	0,20 (±0,05)
7	1294 (±1,00)	1299 (±1,00)	1302 (±0,70)	0,16 (±0,50)	0,24 (±0,02)	0,18 (±0,05)
8	1295 (±1,00)	1299 (±1,00)	1303 (±1,00)	0,16 (±0,04)	0,22 (±0,04)	0,15 (±0,05)
9	1302 (±1,00)	1306 (±1,00)	1310 (±1,00)	0,13 (±0,00)	0,15 (±0,03)	0,18 (±0,03)
10	1266 (±1,00)	1270 (±1,00)	1272 (±1,00)	0,24 (±0,14)	0,18 (±0,04)	0,24 (±0,00)

* Valores entre parênteses indicam o desvio padrão.

Tabela 6. Distribuição das espécies de epífitas vasculares, monilófitas, eudicotiledôneas e monocotiledôneas, e variações de intensidades luminosas, nas diferentes regiões dos forófitos, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.

Espécies	Nº do Forófito	Regiões dos Forófitos					
		Ocorrência das Espécies			Luz ($\mu\text{mol.fótons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		
		Base	Meio	Ápice	Base	Meio	Ápice
MONILÓFITAS							
<i>Asplenium oligophyllum</i>	1	X			1,157	3,434	4,745
<i>Asplenium scandicinum</i>	2	X			6,773	7,228	12,310
<i>Asplenium scandicinum</i>	7	X			3,203	4,451	8,639
<i>Asplenium scandicinum</i>	8		X		4,334	5,347	4,353
<i>Campyloneurum angustifolium</i>	1			X	1,157	3,434	4,745
<i>Campyloneurum major</i>	1		X		1,157	3,434	4,745
<i>Campyloneurum major</i>	3		X	X	8,571	11,547	6,201
<i>Campyloneurum repens</i>	1	X			1,157	3,434	4,745
<i>Campyloneurum repens</i>	2	X			6,773	7,228	12,310
<i>Campyloneurum repens</i>	3	X			8,571	11,547	6,201
<i>Campyloneurum repens</i>	9	X		X	1,479	3,203	3,123
<i>Cochlidium punctatum</i>	6			X	2,546	5,256	8,919
<i>Niphidium crassifolium</i>	3		X		8,571	11,547	6,201
<i>Niphidium crassifolium</i>	4			X	4,718	8,570	9,323
<i>Niphidium crassifolium</i>	5			X	3,564	8,573	6,160
<i>Pecluma recurvata</i>	6		X		2,546	5,256	8,919
<i>Pecluma recurvata</i>	8		X		4,334	5,347	4,353
<i>Pecluma sicca</i>	1			X	1,157	3,434	4,745
<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	6		X	X	2,546	5,256	8,919
<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	8			X	4,334	5,347	4,353
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	10	X			2,894	5,585	6,387
<i>Rumohra adiantiformis</i>	4			X	4,718	8,570	9,323
<i>Vandenboschia radicans</i>	1	X			1,157	3,434	4,745

* Valores em negrito indicam a intensidade luminosa em que cada espécie de epífita ocorreu.

Cont.

Espécies	Nº do Forófito	Regiões dos Forófitos					
		Ocorrência das Espécies			Luz ($\mu\text{mol.fótons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		
		Base	Meio	Ápice	Base	Meio	Ápice
EUDICOTILEDÔNEAS							
<i>Hatiora salicornioides</i>	3		X		8,571	11,547	6,201
<i>Peperomia alata</i>	1			X	1,157	3,434	4,745
<i>Peperomia sp.</i>	9			X	1,479	3,203	3,123
<i>Peperomia sp.</i>	10		X		2,894	5,585	6,387
<i>Peperomia tetraphylla</i>	5			X	3,564	8,573	6,160
<i>Rhipsalis russelli</i>	4			X	4,718	8,570	9,323
<i>Sinningia cooperi</i>	4	X	X	X	4,718	8,570	9,323
MONOCOTILEDÔNEAS							
<i>Epidendrum armeniacum</i>	4			X	4,718	8,570	9,323
<i>Pleurothallis saundersiana</i>	5			X	3,564	8,573	6,160
<i>Promenaea xanthina</i>	9	X			1,479	3,203	3,123
<i>Tillandsia geminiflora</i>	10	X			2,894	5,585	6,387
<i>Vriesea heterostachys</i>	1		X		1,157	3,434	4,745
<i>Vriesea heterostachys</i>	2	X		X	6,773	7,228	12,310
<i>Vriesea heterostachys</i>	3	X	X	X	8,571	11,547	6,201
<i>Vriesea heterostachys</i>	4			X	4,718	8,570	9,323
<i>Vriesea heterostachys</i>	5	X	X		3,564	8,573	6,160
<i>Vriesea heterostachys</i>	6		X	X	2,546	5,256	8,919
<i>Vriesea heterostachys</i>	7	X	X	X	3,203	4,451	8,639
<i>Vriesea heterostachys</i>	8	X	X	X	4,334	5,347	4,353
<i>Vriesea heterostachys</i>	9		X	X	1,479	3,203	3,123
<i>Vriesea heterostachys</i>	10	X		X	2,894	5,585	6,387
<i>Vriesea longicaulis</i>	7		X		3,203	4,451	8,639

* Valores em negrito indicam a intensidade luminosa em que cada espécie de epífita ocorreu.

CAPÍTULO II

ANATOMIA E MICROMORFOMETRIA FOLIAR DE EPÍFITAS VASCULARES DE UM TRECHO DE MATA ATLÂNTICA NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS.

RESUMO

As epífitas são plantas expostas aos estresses luminoso, hídrico e nutricional, por isso, adaptações anatômicas em suas folhas podem ser evidenciadas em resposta ao hábito. Objetivou-se, com este estudo, evidenciar a anatomia e variações micromorfológicas foliares de epífitas, presentes ao longo da estratificação vertical, na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. Foram estudadas 23 espécies de epífitas vasculares, em 10 forófitos, com mais de 10 metros de altura e circunferência à altura do peito (CAP) superior a 50 cm, divididos em três regiões cada um. Todas as espécies de epífitas férteis foram depositadas no Herbário VIC da UFV. Foram coletadas folhas expandidas das 23 espécies para avaliação anatômica, sendo as amostras de 0,5 cm² da região apical, mediana e basal. Foram realizados cortes transversais e longitudinais, diafanizações e dissociações epidérmicas, histoquímica, para algumas espécies, e as lâminas foram processadas, coradas e montadas, conforme metodologia específica. A micromorfometria foliar foi realizada em sete espécies que ocorreram ao longo da estratificação vertical utilizando o software Anati Quanti. A digitalização das imagens foi realizada em fotomicroscópio. As avaliações micromorfológicas foram feitas na região mediana de folhas expandidas, conforme metodologia específica. Foram realizadas as medições dos dados de intensidade luminosa utilizando o sensor quântico acoplado a um datalogger e para os outros dados, o Kestrel. A maioria das espécies apresentou epiderme uniestratificada, apenas as espécies de *Peperomia* apresentaram epiderme multiestratificada, no entanto, a presença de hipoderme aquífera foi evidenciada nas espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae. Além de tecidos aquíferos, foram observados outros caracteres xeromórficos, como parede periclinal externa espessa e mesófilo compacto. Algumas dessas características foram influenciadas pelas diferenças dos dados microclimáticos ao longo da estratificação vertical. As avaliações micromorfológicas, no geral, evidenciaram uma tendência de mesófilo mais espesso para os indivíduos coletados na parte mais alta do forófito.

Palavras-Chave: epífitas vasculares, anatomia foliar, micromorfometria foliar, monilófitas e xeromorfia.

ABSTRACT

Epiphytes are plants exposed to light, water and nutrition stress. Therefore, anatomic adjustments in their leaves may be evidenced in response to their habits. The present work aimed at demonstrating the anatomy and leaf micromorphometric variations in epiphytes, present along the vertical stratification, in the Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. Twenty-three species of vascular epiphytes were studied, in ten phorophytes, with more than 10 meters of height and circumference at the breast height (CAP) superior to 50 cm, each one divided into three regions. All the species of fertile epiphytes were placed in the Herbarium VIC of the UFV. Expanded leaves of 23 species were collected for anatomic evaluation. The samples with 0,5 cm² were taken from the apical, median and basal regions. Cross and longitudinal cuttings, diaphanizations and epidermic (and histochemical for some species) dissociations were performed. The laminas were processed, stained and mounted according to the specific methodology. The leaf micromorphometry was carried out in seven species found along the vertical stratification using the Anati Quanti software system. The image digitalization was performed in a photomicroscope. The micromorphologic evaluations were carried out in the median region of the expanded leaves, according to the specific methodology. The measurements of the data of light intensity were carried out with the use of a quantum sensor attached to a datalogger. Kestrel was used for the other data. Most species presented unistratified epidermis, excepting the species of *Peperomia*, which presented multistratified epidermis. Nevertheless, the presence of aquiferous hypodermis was evidenced in the species of Bromeliaceae and Orchidaceae. Besides the aquiferous tissues, other xeromorphic characters were observed, such as thick external periclinal wall and compact mesophyll. Some of these characteristics were affected by the differences in the microclimatic data along the vertical stratification. In general, the micromorphometric evaluations demonstrated a tendency for a thicker mesophyll for the individuals collected in the highest part of the phorophyte.

Keywords: vascular epiphytes, leaf anatomy, leaf micromorphometry, monilophytes and xeromorphy.

INTRODUÇÃO

Variações na estrutura das plantas geralmente refletem as condições ambientais, como disponibilidade de água, intensidade luminosa, temperatura e umidade; essas variações são, comumente, evidenciadas, na morfologia e anatomia das folhas (Dickison, 2000; Raven *et al.*, 2007). A folha é o órgão mais exposto e apresenta uma alta capacidade de aclimatação aos diferentes ambientes e hábitos das plantas (Mendes & Paviani, 1997).

Estudos têm destacado que folhas de plantas expostas ao déficit hídrico, nutricional ou a uma maior intensidade luminosa apresentam características xeromórficas e/ou escleromórficas, como menor área foliar, folhas mais espessas e coriáceas, folhas suculentas, cutícula espessa, parênquima paliádico compacto e em várias camadas, dentre outras (Seddon, 1974; Martinez & Medri, 1985; Dickison, 2000; Waldhoff & Furch, 2002; Boeger & Wisniewski, 2003; Dias *et al.*, 2007; Bieras & Sajo, 2008). Os caracteres xeromórficos estão, normalmente, associados ao déficit hídrico e permitem minimizar a perda de água; no entanto, em plantas de Cerrado observam-se folhas com características xeromórficas e escleromórficas em resposta ao tipo de solo, pobre em nutrientes e aluminotóxico, e não à falta de água (Bieras & Sajo, 2008). Assim, diferentes estresses podem provocar a mesma resposta adaptativa nas plantas e da mesma forma estresses semelhantes podem desencadear respostas adaptativas diferentes (Fahn & Cutler, 1992; Larcher, 2000).

As epífitas, por não apresentarem as raízes no solo, estão continuamente expostas a déficits hídricos e nutricionais. Além disso, a luz é outro fator altamente variável, de acordo com a estratificação vertical ao longo do forófito e do dossel florestal (Benzing, 1990; Lüttge, 1997), influenciando na variação anatômica destas espécies. A exploração do hábito epifítico pelas plantas exige adaptações a diferentes tipos de estresses, dos quais o mais drástico é o déficit hídrico (Zanenga-Godoy & Costa, 2003). As epífitas apresentam estratégias que permitem a reserva de água em órgãos suculentos, quer sejam raízes, caules ou folhas. Entre as estruturas envolvidas nesse processo, a hipoderme é uma das mais citadas (Dressler, 1990; Scatena & Menezes, 1993; Oliveira & Sajo, 1999), particularmente em espécies de Orchidaceae (Khassim & Mohana-Rao, 1990; Oliveira & Sajo, 1999).

A estratificação vertical das epífitas vasculares no interior das florestas e a preferência por determinada região do forófito vêm sendo evidenciada por vários autores, ao longo dos estudos sobre ecologia de epífitas (Johansson, 1974; Benzing, 1987; Brown, 1990; Zimmerman & Olmsted, 1992; Waechter, 1992; Fischer & Araújo, 1995; Hietz & Hietz-Seifert, 1995; Nieder *et al.*, 2000; Kersten & Silva, 2001; Zotz & Vollrath, 2002). Porém, poucos trabalhos ressaltam a anatomia das epífitas, ficando restritos a anatomia de um gênero, num ambiente específico, ou a anatomia de poucas espécies de uma determinada família (Aoyama & Sajo, 2003; Proença & Sajo, 2004; Silva & Milaneze-Gutierrez, 2004; Proença & Sajo, 2007; Dettke *et al.*, 2007). Trabalhos que destaquem as variações anatômicas de várias espécies de epífitas vasculares ao longo da estratificação vertical e com a avaliação micromorfológica são escassos na literatura.

As variações de intensidade luminosa ao longo da estratificação vertical bem como outros fatores microclimáticos como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e outros, podem interferir na estrutura das folhas durante o seu desenvolvimento (Vogelmann & Martin, 1993; Svenning, 2000). A intensidade luminosa, em particular, promove alterações na organização estrutural e fisiológica das folhas, resultando em folhas de sol e de sombra (Cutter, 1978; Martinez & Medri, 1985; Paiva *et al.*, 2003; Dias *et al.*, 2007). Essas variações anatômicas podem ser comprovadas não só a partir de análise qualitativa, mas também, de análise quantitativa dos tecidos foliares ou do órgão em estudo.

A micromorfometria foliar é uma ferramenta importante no entendimento das estratégias adaptativas das plantas (Paiva *et al.*, 2003; Tuffi *et al.*, 2006), quer seja em resposta aos diversos estresses ambientais ou em relação aos hábitos das plantas. Além disso, a avaliação quantitativa dos tecidos, como a determinação da espessura da epiderme, do mesofilo e do limbo foliar e a proporção relativa entre os tecidos do mesofilo, tem sido destacada na literatura com o objetivo de tentar elucidar a relação entre as trocas gasosas e a estrutura foliar (Abrams *et al.*, 1994) e de identificar nas características anatômicas uma função preditiva de respostas ecofisiológicas ao estresse ambiental, em nível de comunidade e de paisagem.

A abundância e a diversidade de epífitas são fortemente influenciadas pelas mudanças de condições ecológicas ao longo de gradientes altitudinais, latitudinais e continentais (Gentry & Dodson, 1987; Gentry, 1988). Além disso,

deve-se destacar a importância das epífitas na interação com a fauna, contribuindo, também, para a diversidade de animais em florestas tropicais e subtropicais úmidas (Rocha *et al.*, 2004; Bonnet *et al.*, 2007).

A Mata Atlântica está entre as mais importantes florestas tropicais do mundo, sendo considerada prioritária em termos de conservação devido a sua diversidade biológica e por ser um ecossistema altamente ameaçado pela ação antrópica (Martinelli *et al.*, 2008). A alta diversidade das florestas tropicais deve-se, em parte, à presença das epífitas vasculares (Oliveira, 2004) que constituem cerca de 10% de todas as espécies vasculares, aproximadamente 25.000 espécies, distribuídas em 84 famílias (Kress, 1986), sendo as principais, Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae e Polypodiaceae (Arditti, 1992; Oliveira, 1997; Mantovani, 2000).

O Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) por possuir áreas extensas e contínuas bem preservadas de Mata Atlântica, destaca-se pela alta importância biológica e presença de vegetação remanescente (Costa *et al.*, 1998). O PESB é uma das áreas prioritárias para conservação no estado de Minas Gerais e a Trilha do Muriqui, além de ser uma trilha interpretativa, é muito frequentada por estudantes e visitantes da região e do Brasil, pois abriga populações de muriquis que se alimentam de espécies epífitas. A flora do PESB tem sido pouco estudada e são poucos os trabalhos sobre anatomia de espécies desta área de conservação. Assim, com este trabalho, pretende-se fornecer dados para o entendimento das estratégias adaptativas, através da anatomia foliar, das espécies de epífitas.

Dessa forma, objetivou-se, com este estudo, responder as seguintes perguntas:

- Quais são as características anatômicas foliares de espécies de epífitas observadas em 10 forófitos na Trilha do Muriqui?
- Que variações estruturais e micromorfométricas ocorrem nas espécies de epífitas em consequência da estratificação vertical?

MATERIAL E MÉTODOS

O PESB, localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais, ocupa uma área de 14.984 hectares no extremo norte da Serra da Mantiqueira, nos municípios de Araponga, Fervedouro, Miradouro, Ervália, Sericita, Pedra Bonita,

Muriaé e Divino, onde predominam a Mata Atlântica, montanhas, vales, chapadas, encostas, além de diversos cursos d'água (<http://www.ief.mg.gov.br>).

A área de estudo foi a Trilha do Muriqui, localizada na região central do PESB, a 200 metros da sede administrativa. A trilha foi estabelecida e liberada para visitação em janeiro de 2006, apresenta 1,2 Km de extensão, altitude de 1274 m no início e 1230 m no final e as seguintes coordenadas geográficas: S 20° 43' 12" e W 42° 28' 47". A área é caracterizada como vegetação secundária de Floresta Estacional Semidecidual Montana (Engevix, 1995).

Foram estudadas 23 espécies de epífitas vasculares (Tabela 1) ocorrentes em 10 forófitos com mais de 10 metros de altura e circunferência à altura do peito (CAP) superior a 50 cm. As espécies de Cactaceae apresentadas no capítulo I não foram aqui consideradas por não apresentarem folhas. Cada forófito foi dividido em 3 regiões: base (até 4 m), meio (de 4 a 8 m) e ápice (acima de 8 m de altura). A coleta de folhas das espécies de epífitas foi feita bimestralmente, à medida que estavam férteis, no período de agosto de 2007 a agosto de 2008, e realizada pela técnica de escalada em árvores, desde o solo até a copa de cada forófito.

Todas as espécies de epífitas vasculares férteis presentes nos forófitos foram consideradas, incluindo as epífitas verdadeiras, acidentais, facultativas e hemiepífitas. O material botânico fértil (dos forófitos e das epífitas) foi depositado no herbário do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa (Herbário VIC) e foram identificadas conforme capítulo I.

Para os estudos anatômicos foram selecionadas amostras de 0,5 cm², da região apical, mediana e basal do limbo de folhas expandidas (n=3), variando o número de indivíduos de acordo com as espécies de epífitas encontradas na trilha. No caso das Bromeliaceae foram selecionadas amostras das regiões apical, mediana e basal das folhas mais internas (denominadas de I), em contato com o tanque, das medianas (denominadas de M) e das mais externas (denominadas de E). As amostras foram fixadas em FAA₅₀, desidratadas em série etílica crescente e incluídas em parafina; algumas delas também foram incluídas em metacrilato (Historesina, Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha).

Cortes transversais e longitudinais foram realizados em micrótomo rotativo de avanço automático (Leica RM 2155), com espessura de 10 µm para os cortes em parafina e 5 µm para os cortes em resina. Cortes à mão livre foram realizados em algumas espécies. A coloração utilizada foi azul de astra e fucsina

básica, para os cortes incluídos em parafina, azul de toluidina pH 4,0 (O'Brien & McCully, 1981), para os cortes incluídos em historesina, e safrablau para os feitos à mão livre. As lâminas permanentes foram montadas com Permout (SP15-500, Fisher Scientific, New Jersey, USA) e as lâminas temporárias, em gelatina glicerinada.

Para a micromorfometria foliar foram analisadas somente as espécies que ocorreram ao longo da estratificação vertical (sete espécies) (Quadros 1 e 2). As medições foram realizadas em três cortes de cada indivíduo, em cada corte foram amostrados três campos e em cada campo foram realizadas três medidas, na região mediana do limbo de folhas expandidas. Todos os indivíduos da mesma espécie que se apresentaram ao longo da estratificação vertical, no mesmo forófito ou não, foram avaliados. Para as bromélias, foram mensuradas, conforme acima, a região mediana do limbo das folhas I, M e E. Foram selecionados três indivíduos de cada espécie, exceto para *Asplenium scandicum* e *Campyloneurum major*, que foram 2 e *Campyloneurum repens*, que foram quatro, considerando aqueles que estavam expostos a diferentes condições microclimáticas. Foram mensuradas as espessuras do limbo, do mesofilo e da epiderme (da face adaxial e da face abaxial) da folha com o auxílio do software Anati Quanti (Aguiar *et al.*, 2007).

Os valores de intensidade luminosa, temperatura, umidade relativa do ar, altitude, taxa de evaporação, velocidade do vento e altura dos forófitos foram os mesmos obtidos no capítulo I.

Para a classificação dos estômatos, segundo Metcalfe & Chalk, (1950); Ogura (1972) e Van Cotthem (1973), amostras foliares (n=3) foram submetidas à dissociação epidérmica e diafanização seguindo metodologias propostas por Jeffrey (Johansen, 1940) e Kraus & Arduim (1997), respectivamente.

Foram realizados testes histoquímicos somente nas espécies em que houve dúvidas em relação à natureza química da parede ou de conteúdos celulares. Secções de material fixado em FAA₅₀ foram submetidas ao Sudan IV, para evidenciar substâncias lipídicas (Gerlach, 1984); ao floroglucinol em meio ácido, para evidenciar paredes lignificadas (Sass, 1951); ao lugol, para verificar a presença de amido (Johansen, 1940); ao vermelho de rutênio para evidenciar substâncias pécticas (Chamberlain, 1932- modificado).

As observações e a digitalização das imagens foram realizadas em fotomicroscópio (modelo Olympus AX70TRF, Olympus Optical, Tokyo, Japão) com

sistema U-Photo, acoplado com câmera digital, do laboratório de Anatomia Vegetal, da Universidade Federal de Viçosa.

Para microscopia eletrônica de varredura, as amostras da região mediana de folhas, completamente expandidas, foram fixadas em FAA₅₀ e desidratadas em série etílica. A secagem ao ponto crítico foi realizada com CO₂ líquido em equipamento apropriado (modelo CPD 030, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein). Após cobertura com ouro, em metalizador (modelo FDU010, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein), o material vegetal foi documentado em microscópio eletrônico de varredura (LEO, modelo 1430 – VP, Inglaterra), com câmera digital acoplada, do Núcleo de Microscopia e Microanálise da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Para as análises estatísticas dos resultados micromorfométricos foram realizadas a análise de variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, em nível de significância de 5%, utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS).

RESULTADOS

Em relação à intensidade luminosa destacada no capítulo I, os valores médios entre as monilófitas foram de 1,157 a 11,547 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$, entre as eudicotiledôneas foram de 3,123 a 9,323 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$ e entre as monocotiledôneas de 1,479 a 12,310 $\mu\text{mol. fótons. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$ (Tabela 1).

Dentre as espécies de epífitas estudadas, *Vriesea heterostachys* foi encontrada em todas as alturas e em diferentes condições de intensidade luminosa, ao longo dos 10 forófitos analisados (Tabela 1).

1. Anatomia Foliar de Monilófitas Epífitas

As espécies de monilófitas analisadas apresentaram epiderme uniestratificada em ambas as faces da folha (Figura 1).

As paredes periclinais externas da epiderme na maioria das espécies de monilófitas apresentaram-se mais espessas que as demais (Figura 2A-C), sendo este espessamento proeminente em *Campyloneurum angustifolium*, principalmente, na epiderme da face adaxial (Figura 2B). Nas espécies de *Asplenium* estudadas

parece não ter havido relação entre espessura de parede com os dados microclimáticos avaliados (Figura 2D).

Em vista frontal, o contorno da parede das células epidérmicas é sinuoso, nas duas faces da folha, na maioria das espécies (Figuras 3, 4A-B), entretanto, nos indivíduos de *Niphidium crassifolium* e *Rumohra adiantiformis* expostos a maior intensidade luminosa, notou-se uma menor sinuosidade da parede comparada às demais espécies, enquanto que *Vandenboschia radicans*, espécie de local extremamente sombreado, apresentou contorno reto (Figura 4C).

Cloroplastos foram evidenciados nas células epidérmicas da maioria das monilófitas (Figuras 1E, 3C). Foram encontradas em algumas células da epiderme gotas de compostos escuros, tanto na epiderme da face adaxial como na face abaxial nas espécies de *Campyloneurum*, *Pecluma recurvata* e *Pecluma sicca* (Figuras 1D, 2B).

As folhas são hipostomáticas (Figuras 3C-D, 4), excetuando *Vandenboschia radicans*, que não apresenta estômatos (Figuras 1E, 4C). Na maioria das espécies, independentemente dos dados microclimáticos, os estômatos encontram-se predominantemente no mesmo nível das demais células da epiderme (Figura 5).

As células-guarda possuem cristas bem evidentes em *Asplenium scandicinum* e *Cochlidium punctatum*. Câmaras subestomáticas marcantes foram encontradas em *Campyloneurum repens*, *Cochlidium punctatum*, *Niphidium crassifolium*, *Pecluma sicca*, *Pleopeltis hirsutissima* e *Pleopeltis macrocarpa* (Figura 5).

Os estômatos observados foram predominantemente polocíticos (Figura 3C-D), excetuando *Pleopeltis macrocarpa* que apresenta estômatos anomocíticos (Figura 4A) e *Niphidium crassifolium* que apresentou estômatos anomocíticos e diacíticos (Figura 4B). Em *Asplenium oligophyllum*, *Pecluma recurvata* e *Pecluma sicca*, além de estômatos polocíticos foram observados estômatos anomocíticos. Em *Campyloneurum major* e *Campyloneurum repens*, além de estômatos polocíticos foram encontrados estômatos copolocíticos.

Tricomas tectores ocorreram nos representantes da família Polypodiaceae, em ambas as faces da folha, sendo que em *Campyloneurum major*, *Campyloneurum repens* e *Pecluma recurvata*, além dos tectores foram observados tricomas glandulares claviformes (Figura 3C). Os tricomas tectores encontrados são

uni e bicelulares (Figura 6A-B) e os tricomas glandulares são bicelulares (Figura 3C). Estes tricomas aparecem agrupados e em maior quantidade nas nervuras mais proeminentes das folhas, especialmente na face abaxial, e mais espaçadamente distribuídos fora das nervuras (Figura 6A).

Escamas foram evidenciadas tanto na epiderme da face adaxial como na face abaxial em *Niphidium crassifolium*, *Pleopeltis hirsutissima* e *Pleopeltis macrocarpa* (Figuras 6C-E, 7). As escamas são multicelulares, com a base formada por células dispostas radialmente e projeção afilada, multisseriadas com pequenas ramificações. Foram observadas escamas, em maior quantidade, na face abaxial e nas margens da folha em *P. hirsutissima* e *P. macrocarpa* (Figuras 6C-E, 7). Fungos foram encontrados sobre a epiderme em todas as espécies, desde as mais sombreadas até as mais iluminadas.

Camadas subepidérmicas formadas por células não contínuas foram observadas em *Campyloneurum angustifolium* e *Campyloneurum major*, em ambas as faces. *Rumohra adiantiformis* e *Niphidium crassifolium* apresentam camadas subepidérmicas contínuas apenas voltadas para epiderme da face adaxial (Figura 1C).

Excetuando *Vandenboschia radicans*, que não apresenta mesofilo (Figura 1E), na maioria das espécies observa-se mesofilo homogêneo e frouxo, com espaços intercelulares proeminentes (Figura 1A-B, 1D); *Rumohra adiantiformis*, *Cochlidium punctatum* e *Campyloneurum angustifolium* caracterizam-se por um mesofilo mais compacto na face adaxial (Figura 1C), tendendo a dorsiventral, enquanto *Pleopeltis hirsutissima* e *Niphidium crassifolium* têm mesofilo dorsiventral típico (Figura 6D).

Observou-se variação no mesofilo de indivíduos da mesma espécie expostos a condições microclimáticas diferentes. *Pleopeltis hirsutissima* e *Niphidium crassifolium* apresentaram o mesofilo mais compacto e espesso em indivíduos expostos a maior intensidade luminosa da superfície do forófito (Tabela 1 e Quadro 1).

Observou-se nas espécies de *Asplenium* características anatômicas semelhantes e variações principalmente em relação aos espaços intercelulares do mesofilo que são mais proeminentes em *Asplenium oligophyllum*, espécie encontrada na região basal do forófito 1. Outra diferença entre as espécies deste gênero foi observada na nervura mediana: em *Asplenium scandicinum* a epiderme da face abaxial apresenta células altas (Figura 2D), ao contrário do observado em *A.*

oligophyllum cuja nervura é proeminente na face adaxial e não ocorrem células altas na epiderme. Em *C. repens* observou-se mesofilo com espaços intercelulares mais proeminentes e parede periclinal externa da epiderme mais delgada do que nas outras duas espécies de *Campyloneurum* (Figuras 1D, 2A-C).

Pecluma recurvata e *Pecluma sicca* (Figuras 1A, 5A) apresentaram características anatômicas comuns entre elas, em relação aos espaços intercelulares do mesofilo e espessura de parede das células epidérmicas. Entre *Pleopeltis hirsutissima* e *Pleopeltis macrocarpa* (Figura 6C-E) foram destacadas algumas diferenças como: menor número de camadas de parênquima paliçádico, que apresenta células mais curtas e mesofilo com espaços intercelulares em *P. macrocarpa*, enquanto *P. hirsutissima* apresentou mesofilo mais compacto, com 2 camadas de parênquima paliçádico e estas células apresentaram-se alongadas (Figura 6C-E).

Cloroplastos bem evidentes foram observados na epiderme e no mesofilo nas espécies e indivíduos expostos a diferentes condições microclimáticas (Figuras 1D, 3C). Gotas de compostos escuros foram evidenciadas no mesofilo de *Campyloneurum major*, *C. repens*, *Pecluma recurvata* e *Pecluma sicca*.

Fibras foram confirmadas, a partir de cortes longitudinais, nas margens das folhas em *Campyloneurum angustifolium*, *Campyloneurum repens*, *Niphidium crassifolium* e *Pleopeltis macrocarpa* (Figura 6E) e na nervura mediana, em *Campyloneurum major* e *C. repens*. A nervura mediana é proeminente na face adaxial em *C. repens*, *Asplenium oligophyllum*, *Rumohra adiantiformis*, *N. crassifolium* e *P. macrocarpa* (Figura 8A-B).

As espécies de Polypodiaceae e Aspleniaceae estudadas apresentaram o meristelo envolvido por uma endoderme, com estrias de Caspary evidentes, com composto escuro, provavelmente compostos fenólicos, na maioria dos indivíduos, nas regiões apical e mediana do limbo foliar. Foram evidenciadas, na nervura mediana destas espécies, 1-2 camadas de periciclo, 2-3 camadas de esclerênquima voltadas para a epiderme da face adaxial e abaxial, com parênquima fundamental mais interno. Estas espécies apresentaram uma bainha parenquimática com um espessamento na parede periclinal interna e, na maioria das espécies, ocorre a presença de compostos escuros (Figura 8), exceto em *Cochlidium punctatum* que apresenta fibras com impregnação destes compostos envolvendo por completo o meristelo, nas três regiões da folha analisadas (Figura 8D). Foi observado em

Pleopeltis hirsutissima e *Pecluma recurvata* extensão de bainha esclerenquimática (Figuras 1A, 8C). Os feixes são anficrivais, com o floema envolvendo completamente o xilema, que tem forma de “V” ou “arco”, na maioria das espécies (Figura 8).

As espécies *Asplenium scandicinum*, *Campyloneurum repens*, *Campyloneurum major*, *Niphidium crassifolium* e *Pleopeltis hirsutissima* ocorreram ao longo da estratificação vertical, em diversos forófitos, com condições microclimáticas específicas. Os dados de micromorfometria foliar e condições microclimáticas estão resumidos no quadro 1.

Em todas as espécies analisadas, a epiderme da face adaxial, em geral, é mais espessa que a epiderme da face abaxial. Em *Pleopeltis hirsutissima* o parênquima paliçádico é mais espesso que o lacunoso. E, em *Niphidium crassifolium* a espessura maior é do parênquima lacunoso em relação ao parênquima paliçádico (Quadro 1).

2. Anatomia Foliar de Angiospermas Epífitas

As espécies de angiospermas analisadas (Tabela 1) apresentaram epiderme uniestratificada (Figura 9), excetuando as espécies de *Peperomia*, que apresentaram epiderme multiestratificada que varia de 3-9 camadas de células (Figura 10A-E). As paredes anticlinais da epiderme multiestratificada das espécies de *Peperomia* apresentaram dobras paralelas à superfície. *Peperomia tetraphylla* foi a única que apresentou a parede periclinal externa mais espessa entre elas (Figura 10E-F).

Nas espécies de *Peperomia* e de Orchidaceae e em *Tillandsia geminiflora* a epiderme apresentou células tabulares, principalmente, na face abaxial (Figuras 9C, 10 e 11). Em *Promenaea xanthina* algumas células da epiderme da face abaxial são irregulares (Figura 9C). Em *Sinningia cooperi*, as células epidérmicas da face adaxial são altas enquanto que as células da face abaxial são achatadas (Figura 9A-B). *Vriesea heterostachys* e *Vriesea longicaulis* apresentaram células da epiderme com corpos silicosos, paredes lignificadas em forma de “U” (Figura 12A-B), sendo que na base das folhas I, M e E o espessamento foi bem evidente na epiderme da face abaxial, independentemente das condições microclimáticas.

As folhas são hipostomáticas e os estômatos ocorrem no mesmo nível das demais células epidérmicas na maioria das espécies (Figuras 9, 13, 14, 15). Em *Sinningia cooperi* (Figura 9A-B) e *Promenaea xanthina* (Figura 9C) localizam-se em nível superior. *Tillandsia geminiflora* apresentou predominantemente indivíduos com estômatos num nível inferior às demais células da epiderme e ocorreu em uma das regiões mais sombreadas do forófito. Câmaras subestomáticas bem evidentes foram encontradas em *S. cooperi*, nas espécies de *Peperomia*, *P. xanthina* e em *Pleurothallis saundersiana* (Figuras 9A-B, 10A).

A maioria das angiospermas, deste estudo, apresentou contorno reto nas paredes das células epidérmicas, em ambas as faces (Figuras 13, 14A), excetuando as espécies de *Vriesea* que apresentaram contorno sinuoso (Figuras 14B-C, 15). Foi evidenciada também a presença de ornamentação da parede em *Pleurothallis saundersiana* e nas espécies de *Peperomia* (Figura 13D).

Nas espécies de *Peperomia* foram observados estômatos anisocíticos e tetracíticos, no entanto em *Peperomia alata*, predominou estômatos anisocíticos. Nas espécies de Orchidaceae e Bromeliaceae predominaram estômatos tetracíticos (Figura 13B, 14), mas, em *Promenaea xanthina* foram encontrados vários estaurocíticos e, em *Tillandsia geminiflora*, anomocíticos. Em *Sinningia cooperi* não foi possível identificar o tipo estomático devido a grande quantidade de tricomas (Figura 16).

Nas espécies de *Peperomia* foram observados tricomas glandulares bicelulares que ocorrem em invaginações da epiderme, em ambas as faces da folha (Figura 10B, 10F). Tricomas tectores unicelulares foram observados em ambas as faces das folhas de *Peperomia* sp., principalmente no ápice da folha (Figura 10D).

Sinningia cooperi apresentou a superfície epidérmica, em ambas as faces, recoberta por tricomas tectores e glandulares (Figuras 9A, 16). Os tricomas tectores são multicelulares apresentando uma base radiada, com no mínimo cinco células, num nível superior às demais células da epiderme de onde saem às células afiladas, variando de 2 a 4 células, todas articuladas umas com as outras, sendo que a célula da extremidade apresenta um comprimento menor em relação às outras (Figura 16A). Os tricomas glandulares são pequenos e curtos quando comparados aos tricomas tectores; apresentam uma célula na base e uma cabeça secretora e são encobertos pelos tricomas tectores.

Escamas foram evidenciadas na epiderme, em ambas as faces da folha, das espécies de Bromeliaceae (Figura 17). Em *Tillandsia geminiflora* a escama possui escudo central bem evidente, com quatro células centrais circundadas por duas outras circunferências de células contendo oito células mais internas, e dezesseis células mais externas. Este disco central é circundado por células dispostas radialmente que formam a ala. As escamas ocorrem imbricadas e encobrem os estômatos (Figura 17A). Nas espécies de *Vriesea*, o escudo apresenta as mesmas características observadas em *Tillandsia*, no entanto, a ala é mais curta e as escamas têm distribuição aleatória e dispersa (Figura 17B-C). Foi observada uma redução na quantidade de escamas gradativamente da base em direção ao ápice que apresenta poucas escamas.

Fungos foram encontrados em diversas epífitas desde as mais sombreadas até as mais iluminadas; nos representantes da família Orchidaceae foram encontrados, provavelmente, macroconídeos de *Fusarium* sp., em ambas as faces da folha, mas, em maior proporção na epiderme da face adaxial, especialmente em *Promenaea xanthina* (Figura 9C).

As eudicotiledôneas analisadas apresentaram mesofilo dorsiventral (Figuras 9A-B, 10A, 10C-E) enquanto as monocotiledôneas apresentaram mesofilo homogêneo, com variações na espessura e composição dos tecidos presentes (Figuras 9C, 11, 12). *Sinningia cooperi* apresentou 1 camada de parênquima paliçádico e 2-3 camadas de parênquima lacunoso (Figura 9A-B). Esta espécie ocorreu ao longo da estratificação vertical verificando-se um aumento gradativo da espessura do mesofilo e do limbo foliar à medida que os indivíduos eram encontrados mais próximos ao ápice do forófito (Quadro 2).

As espécies de *Peperomia* apresentaram algumas peculiaridades no mesofilo. A epiderme multiestratificada é separada do parênquima lacunoso por uma camada de parênquima paliçádico, como em *Peperomia alata* e *Peperomia tetraphylla*, ou por duas camadas, em *Peperomia* sp. cujas células apresentam cristais de oxalato de cálcio, na forma de drusas (Figura 10A, 10C-E). Neste parênquima, os cloroplastos se dispõem em arco, somente na parede periclinal interna (Figura 18F). O parênquima lacunoso apresenta de 5-6 camadas de células em *P. alata* e *P. tetraphylla* e três camadas em *Peperomia* sp., com grãos de amido, comprovados com reação ao lugol. Cada espécie deste gênero apresenta estratégias diferentes em resposta à luminosidade e ao hábito epifítico, enquanto *P. alata* apresenta células

alongadas do parênquima paliçádico (Figura 10A), *Peperomia sp.* e *P. tetraphylla* apresentam maior porcentagem (cerca de 80%) de epiderme multiestratificada (Figura 10C-E). Em *P. tetraphylla* observou-se também parede periclinal externa da epiderme mais espessa quando comparada às demais espécies deste gênero (Figura 10F).

As espécies de Orchidaceae apresentaram variações na espessura do mesofilo (Figuras 9C, 11A-B), sendo *Promenaea xanthina* a que apresentou a menor espessura quando comparada às outras duas espécies desta família (Figura 9C). *Pleurothallis saundersiana* apresentou o mesofilo mais espesso dentre as três espécies de Orchidaceae independente das condições de intensidade luminosa (Figura 11B e Tabela 1). Em *Epidendrum armeniacum* observou-se parede periclinal externa mais espessada quando comparada às outras duas, além disso, o mesofilo foi mais espesso em relação à *P. xanthina* (Figuras 9C, 11A). As espécies de Orchidaceae apresentaram um parênquima aquífero com a presença de barras de espessamentos em suas paredes, ao longo do mesofilo (Figura 18A). Essas barras apresentaram padrões de espessamentos diferentes: em espiral e em barras parietais, principalmente, em *P. saundersiana* e *E. armeniacum*.

Nas espécies de Bromeliaceae, internamente à epiderme da face adaxial e abaxial, foi observado parênquima aquífero e no centro, parênquima clorofiliano homogêneo (Figuras 11C, 12A, 12C). Os feixes vasculares se intercalam com parênquima braciiforme formando canais de ar conectados, em geral, às câmaras subestomáticas (Figura 12A, 12C-D).

As espécies de Bromeliaceae também apresentaram variações no mesofilo (Figuras 11C e 12). *Tillandsia geminiflora* apresentou a menor espessura de mesofilo em relação às outras espécies com 3-4 camadas de parênquima aquífero adjacentes às epidermes da face adaxial e abaxial, sendo as células mais alongadas deste parênquima adjacente à epiderme da face adaxial (Figura 11C).

Vriesea heterostachys foi a espécie de epífita que apresentou a maior quantidade de indivíduos e foi a espécie generalista encontrada na Trilha do Muriqui, exposta a várias condições microclimáticas (Tabela 1 e Quadro 2). *Vriesea longicaulis* só ocorreu à altura mediana do forófito (Tabela 1) e apresentou características anatômicas muito semelhantes a *V. heterostachys*, entretanto, as células do parênquima aquífero são menos alongadas e mais compactadas em relação à *V. heterostachys* (Figura 12A, 12C).

Foram visualizados cristais de oxalato de cálcio, na forma de estilóides, em *Sinningia cooperi* (Figura 18B), na forma de ráfides em *Epidendrum armeniacum*, *Tillandsia geminiflora* e nas espécies de *Vriesea* (Figura 18E) e ráfides e drusas em *Promenaea xanthina* (Figura 18C-D). Nas espécies de *Peperomia*, além de drusas no parênquima paliçádico, idioblastos com paredes espessadas na região do parênquima lacunoso foram encontrados e a coloração com o azul de toluidina indica uma possível natureza mucilagínosa (Figuras 10A, 18F).

Nervuras medianas proeminentes foram encontradas em *Sinningia cooperi*, *Peperomia alata* e nas espécies de Orchidaceae (Figuras 9A, 11A). Na região da nervura mediana de *S. cooperi*, na parte basal do limbo foliar, foram encontradas estruturas semelhantes a lenticelas, com um meristema bem evidente (Figura 19).

As espécies de *Peperomia* apresentaram feixes vasculares colaterais envolvidos por bainha parenquimática, na maioria, e os feixes encontrados ao longo do mesófilo são menores em relação ao feixe central.

Foram observados nas espécies de Orchidaceae feixes colaterais, com calotas de fibras ou envolvidos por fibras (Figuras 11A-B) e em *Pleurothallis saundersiana* foram observados também esclereídes. Em *Epidendrum armeniacum* ocorrem corpos silicosos nas nervuras laterais, na camada mais externa das fibras. A epiderme que recobre a nervura das Orchidaceae apresenta invaginação (Figura 11A) e, mais internamente, encontra-se uma hipoderme aquífera, não tão conspícua como em *Promenaea xanthina*. Os feixes ao longo do mesófilo são semelhantes ao feixe de maior porte. Nas espécies de Bromeliaceae foram observadas fibras envolvendo o feixe vascular colateral (Figuras 11C, 12A, 12C).

As espécies *Sinningia cooperi* e *Vriesea heterostachys* ocorreram ao longo da estratificação vertical, sendo que *S. cooperi* ocorreu nas três regiões (base, meio e ápice) do forófito 4 e *V. heterostachys* ocorreu em todos os forófitos, com condições microclimáticas específicas (Quadro 2).

Sinningia cooperi apresentou uma tendência de mesófilo mais compacto quando exposta a maior altura do forófito, no entanto, *Vriesea heterostachys* foi a espécie que apresentou a maior plasticidade fenotípica, ocorrendo em todas as alturas ao longo dos forófitos (Tabela 1 e Quadro 2).

DISCUSSÃO

Entre as vinte e três espécies de epífitas aqui descritas várias apresentaram caracteres xeromórficos, dentre eles, parede periclinal das células epidérmicas espessa, epiderme lignificada, epiderme multiestratificada, estômatos posicionados num nível inferior às demais células da epiderme, presença de hipoderme aquífera, células parenquimáticas com espessamentos parietais, dentre outros. Caracteres xeromórficos são descritos na literatura para espécies expostas a alta intensidade luminosa, déficit hídrico e nutricional e entre as epífitas (Kessler & Siorak, 2007; Dubuisson *et al.*, 2008; Gurevitch *et al.*, 2009) e contribuem para minimizar a perda de água, diminuir o aquecimento no interior e manter a arquitetura do órgão (Dickison, 2000). Além disso, esses caracteres são marcantes em epífitas, visto que as condições de epifitismo equivalem, em muitos aspectos, às das regiões desérticas (Dressler, 1990; Benzing, 1995; Dickison, 2000).

A Trilha do Muriqui é uma trilha muito sombreada, mas ocorreu uma estratificação vertical em relação às condições microclimáticas (capítulo I) e, isso, pode levar a adaptações anatômicas específicas. Muitos dos caracteres xeromórficos foram evidenciados e representaram uma estratégia já fixada geneticamente em função do hábito epifítico das espécies, onde, além das condições microclimáticas avaliadas, outros fatores, como déficit hídrico e nutricional, determinam a estrutura da planta, conforme observado em algumas espécies (*Campyloneurum angustifolium*, *Campyloneurum repens*, *Pleopeltis macrocarpa*, *Vriesea heterostachys*, entre outras). Variações nas condições microclimáticas, ao longo da estratificação vertical, vêm sendo destacadas em vários trabalhos envolvendo adaptações tanto da fauna como da flora (Davidson *et al.*, 2003; Oliveira, 2004), entretanto, nenhum destes trabalhos destaca especificamente as variações anatômicas das epífitas ao longo da estratificação vertical, ficando restritos às preferências das espécies ou à anatomia de algum gênero (Nadkarni, 2000; Nieder *et al.*, 2000; Proença & Sajo, 2004; Scatena & Segecin, 2005).

A maioria das epífitas observadas apresentou epiderme uniestratificada, sendo que em *Peperomia* as várias camadas de células subepidérmicas foram interpretadas como epiderme multiestratificada e não hipoderme, tendo em vista que os trabalhos ontogenéticos com outras espécies do gênero verificaram origem protodérmica destas camadas (Takemori, 2002; Takemori *et al.*, 2003; Souza *et al.*,

2004). Além disso, nessas espécies foram observadas células pregueadas que aumentam a superfície celular, as células em concertina, indicando uma capacidade maior para acumular água e uma retração em momentos de déficit hídrico. Tecidos aquíferos foram destacados em outras espécies deste estudo (*Pleurothallis saundersiana* e *Tillandsia geminiflora*, *Epidendrum armeniacum*, somente na região da nervura), indicando que esta estratégia é um caráter importante nas epífitas. Os tecidos aquíferos, provavelmente, auxiliam indiretamente na fotossíntese, proporcionando água para o tecido fotossintético, em período mais drástico de déficit hídrico (Takemori *et al.*, 2003; Scatena & Segecin, 2005), a que comumente as epífitas estão expostas, além das variações microclimáticas ao longo da estratificação vertical.

A presença de corpos silicosos, em Bromeliaceae, é relacionada à reflexão de raios luminosos, minimizando com isso, o aquecimento foliar e a consequente perda de água dos tecidos internos (Krauss, 1949). Porém, neste estudo, todos os indivíduos de *Vriesea*, independentemente das condições microclimáticas, apresentaram corpos silicosos, indicando uma característica taxonômica importante das espécies de Bromeliaceae como destacado por Tomlinson (1969).

O contorno da parede das células epidérmicas das espécies de epífitas deste estudo foi sinuoso, exceto em *Vandenboschia radicans*, independentemente das condições microclimáticas. Na literatura, em geral, destaca-se contorno sinuoso em espécies expostas ao sombreamento enquanto que espécies desenvolvidas a pleno sol tendem a apresentar contorno reto das paredes epidérmicas (Watson, 1942; Krauss, 1949; Pyykkö, 1966; Sharma & Dunn, 1968; Wilkinson, 1979). Esta característica das epífitas, deste estudo, parece mais relacionada com o grupo taxonômico e, isso ficou evidente nas monilófitas. Trabalhos de anatomia de monilófitas, especialmente, da família Aspleniaceae e Polypodiaceae destacaram a sinuosidade das paredes tanto da epiderme da face adaxial como da face abaxial (Ogura, 1972; Chaerle & Viane, 2004; Bercu, 2005). A intensidade luminosa na Trilha do Muriqui é baixa e, por isso, seria interessante realizar trabalhos com a anatomia de algumas espécies das famílias estudadas expostas a condições microclimáticas mais drásticas, especialmente luz, que permitisse a comparação de microambientes bastante distintos.

Algumas espécies de monilófitas apresentaram cloroplastos na epiderme das faces adaxial e abaxial, independentemente das condições microclimáticas. Esta característica é típica de plantas expostas a locais sombreados,

como a Trilha do Muriqui, visto que a epiderme também realiza fotossíntese, proporcionando um melhor aproveitamento da menor intensidade luminosa que chega ao interior da floresta (Larcher, 2000; Gurevitch, 2009).

Sinningia cooperi apresentou estômatos em nível mais elevado que as demais células epidérmicas em todas as alturas do forófito. Nesta espécie uma grande quantidade de tricomas cria um microclima úmido, evitando a perda excessiva de água para o ambiente. Características semelhantes foram observadas por Proença & Sajo (2007) em *Dyckia tuberosa*, do Cerrado. *Tillandsia geminiflora* apresentou estômatos predominantemente localizados em nível inferior ao das demais células epidérmicas e ocorreu na menor altura do forófito. Esta característica foi evidenciada em várias espécies de bromélias epífitas e não epífitas e, presentes em vários biomas, independentemente das condições microclimáticas (Tomlinson, 1969; Benzing, 2000; Aoyama & Sajo, 2003; Proença & Sajo, 2004; Proença & Sajo, 2007).

As escamas são estruturas típicas de algumas espécies, especialmente, as Bromeliaceae epífitas, e, em geral, estão relacionadas à captação de água e nutrientes nela diluídos que estão disponíveis no ambiente atmosférico, como neblina, orvalho e chuva, possibilitando a estas espécies sobrevivência em condições drásticas do ambiente, como variações constantes de vento, temperatura, umidade relativa do ar e escassez de nutrientes (Tomlinson, 1969; Proença & Sajo, 2004; Scatena & Segecin, 2005). No entanto, Pierce *et al.* (2001) ressaltam que algumas escamas podem ser hidrofóbicas, não ocorrendo assim a absorção de água.

Os tipos de mesofilo encontrados nas epífitas deste estudo foram característicos de cada espécie, no entanto, observações qualitativas indicam variações no espessamento e na área dos espaços intercelulares influenciados pela altura dos forófitos. Estudos com folhas de sol e de sombra destacam mesofilos mais compactos e com menos espaços intercelulares em folhas expostas a maior altura e luminosidade, enquanto o contrário ocorre em folhas expostas a menor altura e luminosidade (Paiva *et al.*, 2003). Mesofilos mais frouxos foram encontrados em vários indivíduos que ocorreram em alturas inferiores dos forófitos como nas espécies de Aspleniaceae e *Campyloneurum repens*.

Foram observadas no mesofilo as mais diversas estratégias adaptativas em resposta, principalmente ao hábito epifítico, como grupos de fibras, barras de espessamento lignificado, muito comum em Orchidaceae, camadas não contínuas de hipoderme esclerificada, comum em Bromeliaceae. Grupos de fibras, barras de

espessamento e camadas não contínuas de hipoderme esclerificada estão relacionados à manutenção da arquitetura do órgão, principalmente quando exposto ao déficit hídrico e nutricional, como ocorre nas epífitas (Lüttge, 1989; Fahn & Cutler, 1992). Além disso, as barras de espessamento foram citadas em vários estudos de espécies da família Orchidaceae (Williams, 1974; Pridgeon, 1982; Zanenga-Godoy & Costa, 2003; Silva *et al.*, 2006), podendo este espessamento ser celulósico ou lignificado. A camada de hipoderme esclerificada foi evidenciada em vários trabalhos sobre anatomia foliar de Bromeliaceae (Benzing, 1990; Dickison, 2000; Scatena & Segecin, 2005; Proença & Sajo, 2007).

A conexão observada no mesofilo entre os canais de ar e as câmaras subestomáticas em algumas Bromeliaceae epífitas permite uma maior circulação de gases em seu interior, além de conferir maior flexibilidade às folhas (Mauseth, 1988).

Cristais de oxalato de cálcio foram observados em folhas de algumas epífitas deste estudo, sendo ráfides, muito comuns nas Orchidaceae, costumeiramente relatada na literatura em todos os órgãos da planta (Arditti, 1992). A presença dos cristais, em geral, está relacionada a proteção contra a herbivoria, suporte mecânico, equilíbrio osmótico de cálcio e oxalato, balanço iônico e reflexão de luz incidente (Nakata, 2003). No entanto, a função do oxalato na biologia vegetal é ainda muito discutida e com várias controvérsias (Franceschi & Nakata, 2005).

Estruturas semelhantes a lenticelas foram encontradas na folha de *Sinningia cooperi* e, estas estruturas, são geralmente citadas em caule, raízes e frutos (Dietz *et al.*, 1988) e são relacionadas com a função de aeração dos tecidos internos (Mauseth, 1988), sendo raras nas folhas. Acredita-se que esta estrutura observada em *S. cooperi* não se trata de lenticelas típicas e existem sugestões de que ela seja uma resposta a agentes bióticos em determinados ambientes, podendo ser um meristema de cicatrização (Solereder, 1908).

Variações micromorfométricas, evidenciadas ao longo da estratificação vertical, são importantes na minimização da perda de água como mesofilo mais espesso e compacto em plantas expostas a maior intensidade luminosa (Martinez & Medri, 1985; Kubinová, 1991; Waldhoff & Furch, 2002; Boeger & Wisniewski, 2003; Paiva *et al.*, 2003). Neste estudo, *Sinningia cooperi* apresentou maior espessamento do limbo foliar quando encontrada na maior altura do forófito e menor espessamento quando encontrada na menor altura. Em *Vriesea heterostachys* não se observou esta tendência. Deve-se lembrar que a maioria dos trabalhos onde se utiliza

a micromorfometria foliar ocorre em casa de vegetação, sob condições microclimáticas monitoradas e que no campo diversas variáveis estão atuando sobre o desenvolvimento foliar.

Por outro lado, é essencial destacar que foi considerado o resultado de medições dos dados microclimáticos (luz, temperatura, umidade relativa do ar, taxa de evaporação, velocidade do vento e altitude) realizadas numa determinada época do ano e analisadas folhas já expandidas. Durante o desenvolvimento das folhas analisadas, é provável que as plantas estivessem expostas a condições microclimáticas diferentes. Assim, deve-se salientar a necessidade de efetuar medidas em várias épocas do ano e, preferencialmente, acompanhar o desenvolvimento das folhas que serão avaliadas anatomicamente, pois só assim, poder-se-á determinar com precisão a influência dos fatores microclimáticos nas variações anatômicas ao longo da estratificação vertical.

CONCLUSÕES

- As espécies de epífitas deste estudo apresentaram caracteres xeromórficos marcantes como, parede periclinal externa espessa, epiderme multiestratificada, tecidos aquíferos, células parenquimáticas parietais, dentre outras.
- Algumas características anatômicas como mesofilo espesso, parede periclinal externa espessa, dentre outras, das epífitas destacadas neste estudo, foram influenciadas pela diferença de altura ao longo do forófito, enquanto que outras estiveram relacionadas diretamente ao hábito epifítico, especialmente ao déficit hídrico e nutricional.
- Os dados de micromorfometria foliar seguiram a tendência de mesofilo mais espesso para as plantas expostas a maior luminosidade dos forófitos, na maioria das epífitas.
- Merecem destaques outros fatores como temperatura e umidade relativa do ar que devem ser mais explorados em estudos posteriores, uma vez que influenciam também na anatomia e distribuição das epífitas ao longo da estratificação vertical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, M. D.; KUBISKE, M. E.; MOSTOLLER, S. A. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. **Ecology**, v. 75, p. 123-133, 1994.
- AGUIAR, T. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; AZEVEDO, A. A.; FERREIRA, R. S. Anati quanti: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. **Planta Daninha**, v. 25, p. 649-659, 2007.
- AOYAMA, E. M.; SAJO, M. das G. Estrutura foliar de *Aechmea* Ruiz & Pav. Subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker e espécies relacionadas (Bromeliaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 461-473, 2003.
- ARDITTI, J. **Fundamentals of orchid biology**. New York: John Wiley & Sons, 1992. 691p.
- BENZING, D. H. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, p. 183-204, 1987.
- BENZING, D. H. **Vascular epiphytes**. New York: Cambridge University Press, 1990. 354p.
- BENZING, D. H. Vascular epiphytes. In: LOWMAN, M. D.; NADKARNI, N. M. (Eds.). **Forest Canopies**. New York: Academic Press, p. 225-251, 1995.
- BENZING, D. H. **Bromeliaceae profile of an adaptative radiation**. New York: Cambridge Harvard University Press, 2000. 690p.
- BERCU, R. Contributions to the anatomy of *Asplenium ruta-muraria*. **Studia Botanica Hungarica**, v. 36, p. 13-20, 2005.
- BIERAS, A. C.; SAJO, M. das G. Leaf structure of the Cerrado (Brazilian savanna) woody plants. **Trees**, v. 23, p. 451-471, 2008.
- BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 61-72, 2003.
- BONNET, A.; QUEIROZ, M. H. de; LAVORANTI, O. J. Relações de bromélias epifíticas com características dos forófitos em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Santa Catarina, Brasil. **Floresta**, v. 37, p. 83-94, 2007.
- BROWN, A. D. El epifitismo em las selvas montanas del Parque Nacional "El Rey", Argentina: composición florística y patrón de distribución. **Revista de Biología Tropical**, v. 38, p. 155-166, 1990.

CHAERLE, P.; VIANE, R. L. L. Leaf anatomy and the occurrence of false veins in *Asplenium* (Aspleniaceae, Pteridophyta). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 145, p. 187-194, 2004.

CHAMBERLAIN, C. J. **Methods in plant histology**. 5 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1932. 416 p.

COSTA, C. M. R.; HERMANN, G.; MARTINS, P. S.; LINS, L. V.; LAMAS, I. R. (Orgs.). **Biodiversidade em Minas Gerais. Um Atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Biodiversitas, 1998, 94p.

CUTTER, E. G. **Plant anatomy: cells and tissues. part I**. London: William Clowes and Sons, 1978. 315p.

DAVIDSON, D. W.; COOK, S. C.; SNELLING, R. R.; CHUA, T. H. Explaining the abundance of ants in Lowland Tropical Rainforest canopies. **Science**, v. 300, p. 969-972, 2003.

DETTKE, G. A.; SANCHES-MARQUES, A. M. M.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Anatomia vegetativa de três espécies de *Maxillaria* Ruiz et Pavón (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 531-533, 2007.

DIAS, J.; PIMENTA, J. A.; MEDRI, M. E.; BOEGER, M. R. T.; FREITAS, C. de T. Physiological aspects of sun and shade leaves of *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, p. 91-99, 2007.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Academic Press, 2000. 533p.

DIETZ, T. H.; THIMMA-RAJU, K. R.; JOSHI, S. S. Structure and development of cuticles of lenticels in fruits of certain cultivars of mango. **Acta Horticultura**, v. 231, p. 457-460, 1988.

DRESSLER, R. L. **The orchids: natural history and classification**. New York: Cambridge Harvard University Press, 1990. 332p.

DUBUISSON, J.-Y.; SCHNIDER, H.; HENNEQUIN, S. Epiphytism in ferns: diversity and history. **Comptes Rendus Biologies**, v. 331, p. 1-9, 2008.

ENGEVIX. **Caracterização do meio físico da área autorizada para a criação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro – Relatório técnico final dos estudos-8296-RG-H4-003/94, “VER. 1”**. Instituto Estadual de Floresta, BIRD/PRÓ-FLORESTA/SEPLAN, 1995.

FAHN, A.; CUTLER, D. F. **Xerophytes**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1992, 180p.

FISCHER, A. E.; ARAÚJO, A. C. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 559-567, 1995.

FRANCESCHI, V. R.; NAKATA, P. A Calcium oxalate in plants: formation and function. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, p. 41-71, 2005.

GENTRY, A. H.; DODSON, C. H. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Garden**, v. 74, p. 205-233, 1987.

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

GERLACH, D. **Botanische mikrotechnik**. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1984. 298p.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 574p.

HIETZ, P.; HIETZ-SEIFERT, U. Intra and interespecific relations within an epiphyte community in a mexican humid montane forest. **Selbyana**, v. 16, p. 135-140, 1995.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523p.

JOHANSSON, D. R. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica**, v. 59, p. 1136, 1974.

KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. Composição florística do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 213-226, 2001.

KESSLER, M.; SIORAK, Y. Desiccation and rehydration experiments on leaves of 43 Pteridophyte species. **American Fern Journal**, v. 97, p. 175-185, 2007.

KHASSIM, J. E.; MOHANA-RAO. Anatomy in relation to taxonomy in some members of Epidendroideae (Orchidaceae). **Phytomorphology**, v. 40, p. 243-250, 1990.

KRAUS, J. E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Edur, 1997.

KRAUSS, B. H. Anatomy of the vegetative organs of Pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. **Botanical Gazette**, v. 110, p. 333-404, 1949.

KRESS, W. J. A symposium. The biology of tropical epiphytes. **Selbyana**, v. 9, p. 1-22, 1986.

KUBINOVÁ, L. Stomata and mesophyll characteristics of barley leaf as affected by light: stereological analysis. **Journal of Experimental Botany**, v. 42, p. 995-1001, 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LÜTTGE, U. **Vascular plants as epiphytes. Evolution and ecophysiology.** New York: Springer-Verlag, 1989. 270p.

LÜTTGE, U. **Physiological ecology of tropical plants.** New York: Springer-Verlag, 1997. 371p.

MANTOVANI, A. Leaf orientation in epiphytic aroids: effects on water and temperature balances of the leaves. **Leandra**, v. 15, p. 91-103, 2000.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, P.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F. da.; FORZZA, R. C. Bromeliaceae na Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, v. 59, p. 209-258, 2008.

MARTINEZ, M. M.; MEDRI, M. E. Alguns aspectos da anatomia-ecológica de *Persea americana* Mill (abacateiro) e interpretações fisio-ecológicas. **Semina**, v.6, p. 140-146, 1985.

MAUSETH, J. D. **Plant anatomy.** California: The Benjamin Cumming Publishing Company, 1988. 560p.

MENDES, I. DA C.; PAVIANI, T. I. Morfo-anatomia comparada de folhas do par vicariante *Plathymenia foliolosa* Benth. e *Plathymenia reticulata* Benth. (Leguminosae – Mimosoideae). **Revista Brasileira Botânica**, v. 20, 185-195, 1997.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons.** v.2. Oxford: Clarendon Press, 1950. 724p.

NAKATA, P. A. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. **Plant Science**, v. 164, p. 901-909, 2003.

NADKARNI, N. Colonization of stripped branch surfaces by epiphytes in a Lower Montane Cloud Forest, Monteverde, Costa Rica. **Biotropica**, v. 32, p. 358-363, 2000.

NIEDER, J.; ENGWALD, S.; KLAUN, M.; BARTHLOTT, W. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Amazonian rain forest (Surumoni crane plot) of southern Venezuela. **Biotropica**, v. 32, p. 385-396, 2000.

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. **The study of plant structure principles and select methods.** Melbourne Austrália: Termarcaphi Pty. Ltda., 1981. 45p.

OGURA, Y. **Comparative anatomy of vegetative organs of the pteridophytes.** 2 edition. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1972. 502p.

OLIVEIRA, A. M. **Considerações iniciais sobre a conquista do hábito epifítico na família Araceae.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

OLIVEIRA, R. R. de. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 793-799, 2004.

OLIVEIRA, V. del C.; SAJO, M. das G. Anatomia foliar de espécies de epífitas Orchidaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 365-374, 1999.

PAIVA, E. A. S.; ISAIAS, R. M. dos S.; VALE, F. H. A.; QUEIROZ, C. G. de S. The influence of light intensity on anatomical structure and pigment contents of *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. Purpurea Boom (Commelinaceae) Leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, p. 617-624, 2003.

PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO BRIGADEIRO. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br>> Acesso em: 04 mai 2009.

PIERCE, S.; MAXWELL, K.; GRIFFITHS, H.; WINTER, K. Hydrophobic trichome layers and epicuticular wax powders in Bromeliaceae. **American Journal of Botany**, v. 88, p. 1371-1389, 2001.

PRIDGEON, A. M. Diagnostic anatomical characters in the Pleurothallidinae (Orchidaceae). **American Journal of Botany**, v. 69, p. 921-938, 1982.

PROENÇA, S. L.; SAJO, M. das G. Estrutura foliar de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 319-331, 2004.

PROENÇA, S. L.; SAJO, M. das G. Anatomia foliar de bromélias ocorrentes em áreas de Cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 657-673, 2007.

PYYKKÖ, M. The leaf anatomy of east Patagonian xeromorphic plants. **Annals of Journal of Botany**, v. 68, p. 64-71, 1966.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

ROCHA, C. F. D.; COCLIATTI-CARVALHO, L.; NUNES-FREITAS, A. F.; ROCHA-PESSOA, T. C.; DIAS, A. S.; ARIANI, C. V.; MORGADO, L. N. Conservando uma larga proporção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. **Vidalia**, v.2, p. 52-68, 2004.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. 2 ed. Ames: The Iowa State College Press, 1951. 228p.

SCATENA, V. L.; MENEZES, N. L. Considerações sobre a natureza da câmara subestomática e das células epidérmicas das folhas de *Syngonanthus* Ruhl., seção *Thysanocephalus* Koern. (Eriocaulaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 16, p. 159-165, 1993.

SCATENA, V. L.; VICH, D. V.; PARRA, L. R. Anatomia de escapos, folhas e brácteas de *Syngonanthus* sect. *Eulepis* (Bong. Ex Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 825-837, 2004.

SCATENA, V. L.; SEGECIN, S. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 635-649, 2005.

SEDDON, G. Xerophytes, xeromorphys and sclerophylls: the history of some concepts in ecology, **Biology Journal Linnean Society**, v. 6, p. 65-87, 1974.

SHARMA, G. K.; DUNN, D. B. Effect of environment on the cuticular features in *Kalanchoë fedtschenkoi*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 95, p. 464-473, 1968.

SILVA, C. I. da; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae). **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 91-100, 2004.

SILVA, I. V. da; MEIRA, R. M. S. A.; AZEVEDO, A. A.; EUCLYDES, R. M. de. A. Estratégias anatômicas foliares de treze espécies de Orchidaceae ocorrentes em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB)-MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 741-750, 2006.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. London: Oxford University Press, 1908. 643p.

SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; OLIVEIRA, J. H. G. Comparative morphology and anatomy of the leaf and stem of *Peperomia dahlstedtii* C. DC., *Ottonia martiana* Miq. And *Piper diospyrifolium* Kunth (Piperaceae). **Gayana Botanica**, v. 61, p. 6-17, 2004.

SVENNING, J-C. Small canopy gaps influence plant distribution in the rain forest understory. **Biotropica**, v. 32, p. 252-261, 2000.

TAKEMORI, N. K. **Anatomia comparada de *Peperomia catharinae* Miquel, *P. emarginella* (Sw.) C.DC., *P. quadrifolia* (L.) Kunth e *P. rotundifolia* (L.) Kunth (Piperaceae)**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

TAKEMORI, N. K.; BONA, C.; ALQUINI, Y. Anatomia comparada das folhas de *Peperomia* (Piperaceae) - I. Ontogênese do tecido aquífero e dos estômatos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 387-394, 2003.

TOMLINSON, P. B. Comelinales-Zingiberales. In: METCALF, C. R. (ed.). **Anatomy of the Monocotyledons**. v.3. London: Oxford University Press, p. 193-294, 1969.

TUFFI SANTOS, L. D.; IAREMA, L.; THADEO, M.; FERREIRA, F. A.; MEIRA, R. M. S. A. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, p. 513-520, 2006.

VAN COTTHEM, W. R. J. Somatal types and systematics. In: JERMY, A. C.; CRABBE, J. A.; THOMAS, B. A. In: **The Phylogeny and classification of the ferns**. Linnean Society of London: Academic Press (Supplement nº 1), v. 67, p. 59-71, 1973.

VOGELMANN, T. C.; MARTIN, G. The functional significance of palisade tissue: penetration of directional versus diffuse light. **Plant, Cell and Environment**, v. 16, p. 65-72, 1993.

WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.

WALDHOFF, D.; FURCH, B. Leaf morphology and anatomy in eleven tree species from Central Amazonian floodplains (Brazil). **Amazoniana**, v. 17, p. 79-94, 2002.

WATSON, R. W. The effect of cuticular hardening on the form of epidermal cells. **New Phytologist**, v. 4, p. 223-229, 1942.

WILKINSON, H. P. The plant surface, In: METCALFE, C. R.; CHALK., L. (Eds.) **Anatomy of the Dicotyledons- Systematic Anatomy of the leaf and stem**. London: Oxford University Press, 1969, v. 1, p. 97-165, 1979.

WILLIAMS, N. H. **The value of plant anatomy in orchid taxonomy**. In: Ospina, O. World Orchid Conference. Medellin. Proceedings, p. 281-288, 1974.

ZANENGA-GODOY, R.; COSTA, C. G. Anatomia foliar de quatro espécies do gênero *Cattleya* Lindl. (Orchidaceae) do Planalto Central Brasileiro. **Acta Botanica Brasílica**, v. 17, p. 101-118, 2003.

ZIMMERMAN, J. K.; OLMSTED, L. C. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. **Biotropica**, v. 24, p. 402-407, 1992.

ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: an experimental approach. **Acta Oecologica**, v. 23, p. 99-102, 2002.

Tabela 1. Epífitas vasculares e sua distribuição e médias de intensidade luminosa nos forófitos estudados, presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG.

Espécie	Família/Grupo	Distribuição nos Forófitos (Nº de Forófitos)	Médias de intensidade luminosa ($\mu\text{mol.fótons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
<i>Asplenium oligophyllum</i> Kaulf.	Aspleniaceae/Monilófitas	1	1,157
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	Aspleniaceae/Monilófitas	3	3,203 - 6,773
<i>Rumohra adiantiformis</i> (Forst.) Ching	Dryopteridaceae/ Monilófitas	1	9,323
<i>Vandenboschia radicans</i> Sw. Copel.	Hymenophyllaceae/ Monilófitas	1	1,157
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	Polypodiaceae/ Monilófitas	1	4,745
<i>Campyloneurum major</i> (Hieron. Ex Hicken) Lellinger	Polypodiaceae/ Monilófitas	2	3,434 - 11,547
<i>Campyloneurum repens</i> (Aubl.) C. Presl.	Polypodiaceae/ Monilófitas	4	1,157 - 8,571
<i>Cochlidium punctatum</i> (Raddi) L. E. Bishop	Polypodiaceae/ Monilófitas	1	8,919
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	Polypodiaceae/ Monilófitas	3	6,160 - 11,547
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M. G. Price	Polypodiaceae/ Monilófitas	2	5,256 - 5,347
<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M. G. Price	Polypodiaceae/ Monilófitas	1	4,745
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) De La Sota	Polypodiaceae/ Monilófitas	2	4,353 - 8,919
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	Polypodiaceae/ Monilófitas	1	2,894
<i>Sinningia cooperi</i> (Paxton) Wiehler	Gesneriaceae/ Eudicotiledônea	1	4,718 - 9,323
<i>Peperomia alata</i> Ruiz & Pav.	Piperaceae/ Eudicotiledônea	1	4,745
<i>Peperomia</i> sp.	Piperaceae/ Eudicotiledônea	2	3,123- 5,585
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst) Hook & Arn.	Piperaceae/ Eudicotiledônea	1	6,160

Cont.

Espécie	Família/Grupo	Distribuição nos Forófitos (Nº de Forófitos)	Médias de intensidade luminosa ($\mu\text{mol.fótons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
<i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L. B. Sm.	Bromeliaceae/ Monocotiledônea	10	2,894 - 12,310
<i>Vriesea longicaulis</i> (Baker) Mez	Bromeliaceae/ Monocotiledônea	1	4,451
<i>Tillandsia geminiflora</i> (Brongn.)	Bromeliaceae/ Monocotiledônea	1	2,894
<i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl.	Orchidaceae/ Monocotiledônea	1	9,323
<i>Pleurothallis saundersiana</i> Rchb. f.	Orchidaceae/ Monocotiledônea	1	6,160
<i>Promenaea xanthina</i> Lindl.	Orchidaceae/ Monocotiledônea	1	1,479

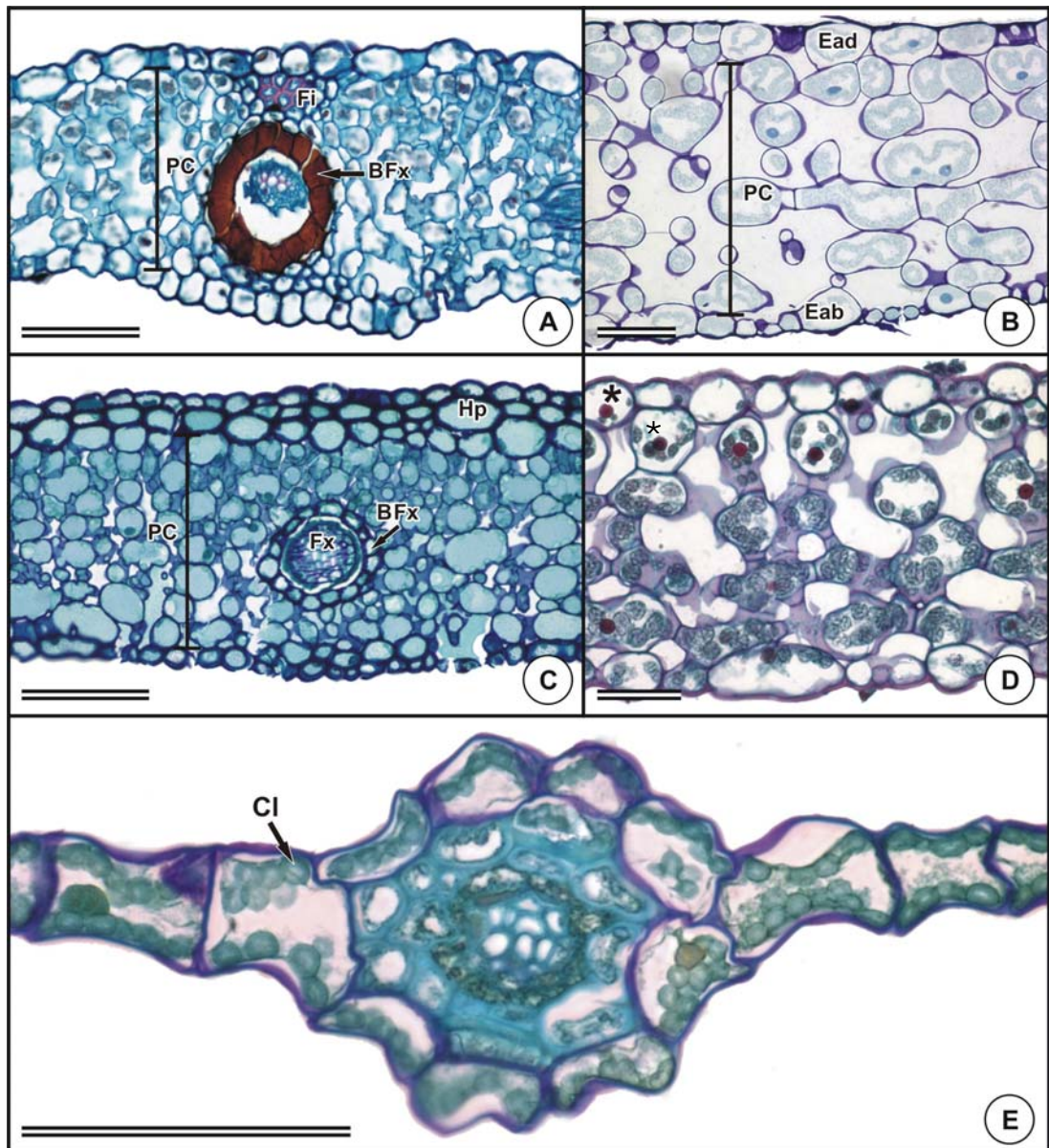


Figura 1. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: *Pecluma recurvata*, B: *Asplenium oligophyllum*, C: *Rumohra adiantiformis*, D: *Campyloneurum repens*, E: *Vandemboschia radicans*. Abreviaturas - BFX: bainha do feixe vascular, Cl: cloroplasto, Eab: epiderme da face abaxial, Ead: epiderme da face adaxial, Fi: fibras, Fx: feixe vascular, Hp: hipoderme, PC: parênquima clorofiliano, * indica composto escuro na epiderme e mesófilo. A-C: Barras= 100 µm, D-E: Barra= 50 µm.

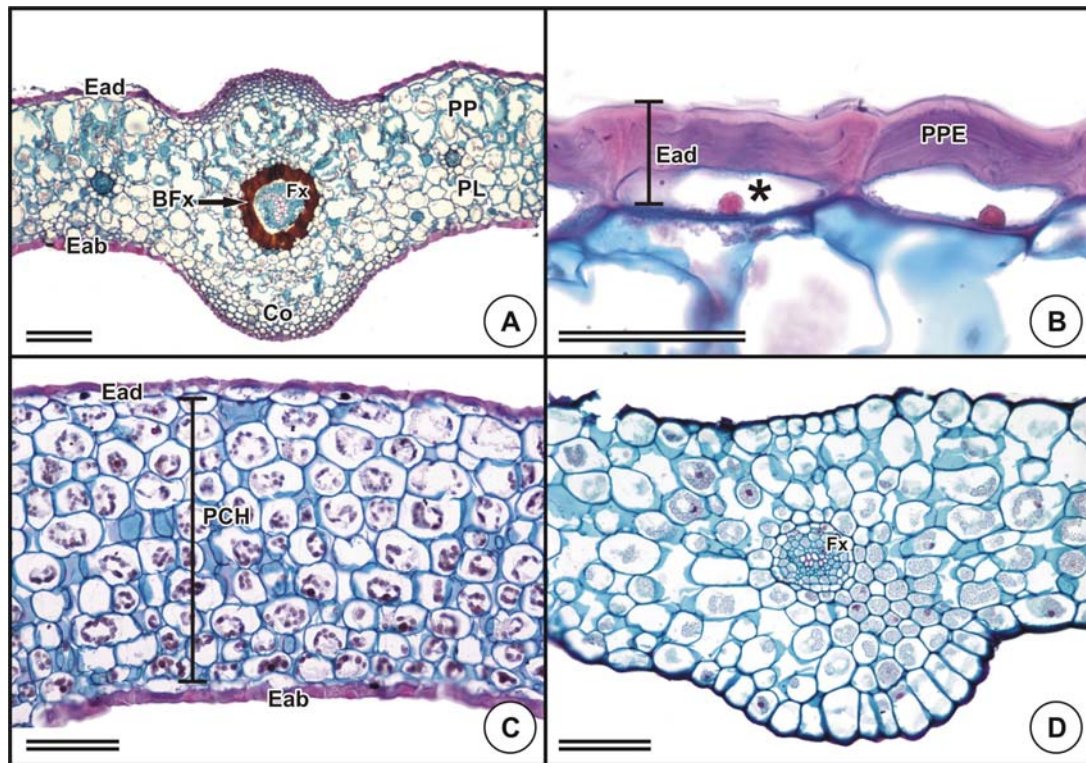


Figura 2. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: *Campyloneurum angustifolium*, B: Detalhe da parede periclinal externa de *Campyloneurum angustifolium*, C: *Campyloneurum major*, D: *Asplenium scandicinum*. Abreviaturas - BFX: bainha do feixe vascular (com composto escuro), Co: colênquima, Eab: epiderme da face abaxial, Ead: epiderme da face adaxial, Fx: feixe vascular, PCH: parênquima clorofiliano homogêneo, PP: parênquima paliçádico, PL: parênquima lacunoso, PPE: parede periclinal externa, * indica composto escuro na epiderme da face adaxial. A: Barra= 200 μm , B: Barra=50 μm , C-D: Barras=100 μm .

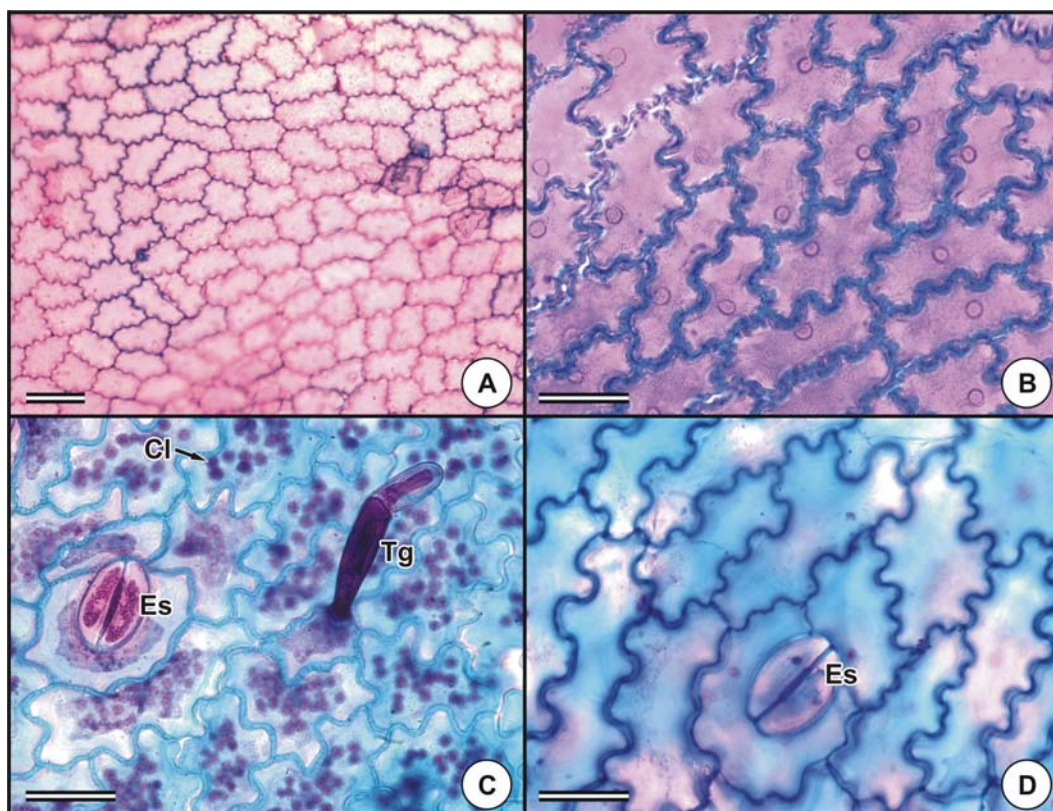


Figura 3. Epiderme das faces adaxial e abaxial (dissociação) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. A e C: *Campyloneurum repens*, B e D: *Asplenium oligophyllum*, A-B: Epiderme da face adaxial, C-D: Epiderme da face abaxial. Abreviaturas - Cl: cloroplasto, Es: estômato, Tg: tricoma glandular. A: Barra= 100 µm, B-D: Barras= 50 µm.

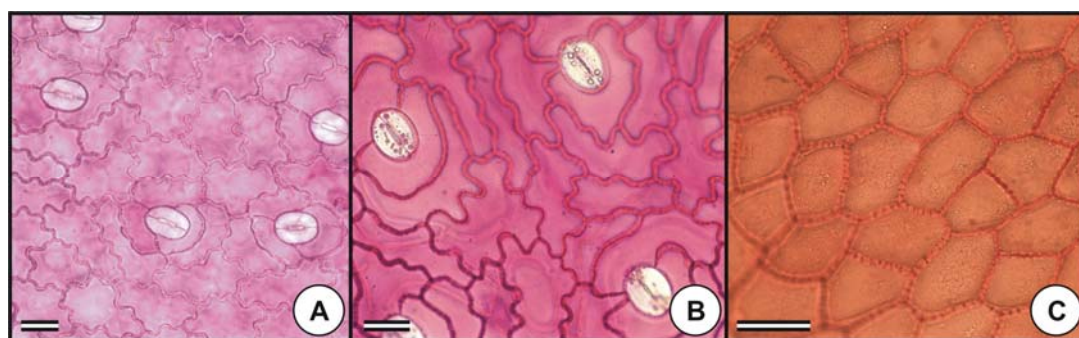


Figura 4. Epiderme da face abaxial de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. A: *Pleopeltis macrocarpa*, B: *Niphidium crassifolium*, C: *Vandenboschia radicans*. Barras= 50 µm.

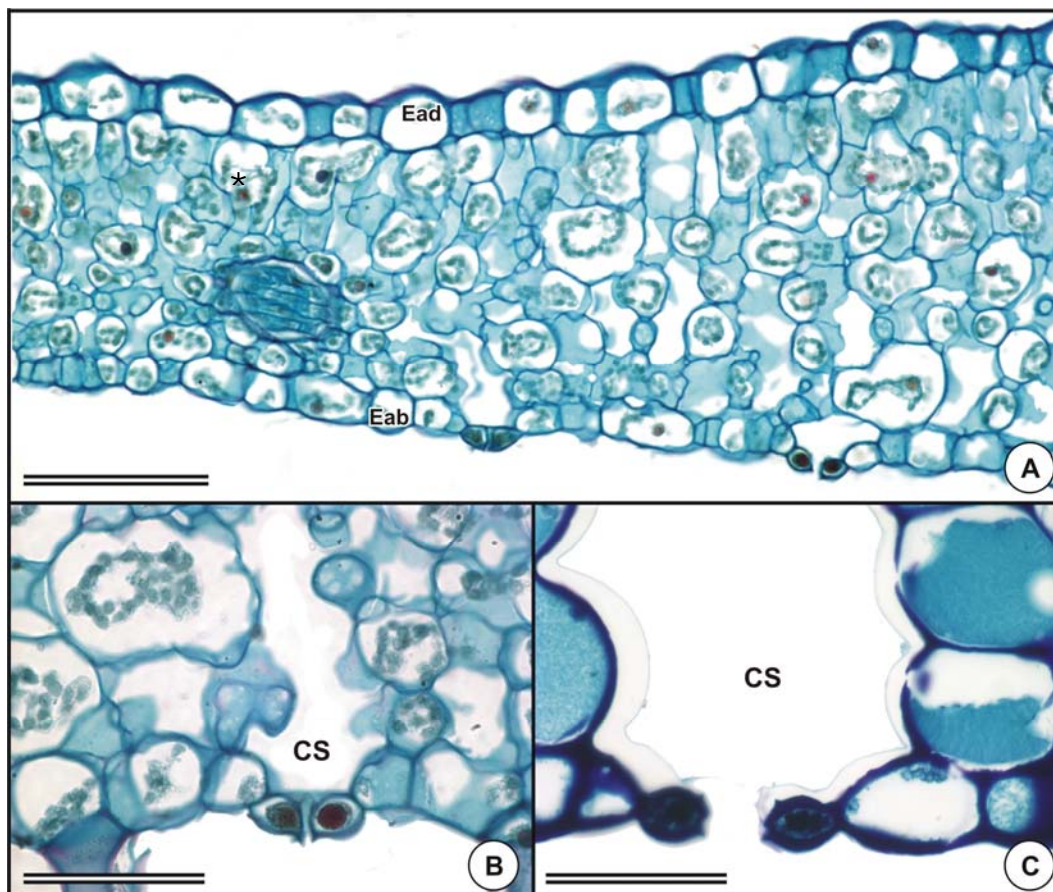


Figura 5. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: *Pecluma sicca*, B: Detalhe da câmara subestomática de *Pecluma sicca*. C: Detalhe da câmara subestomática de *Niphidium crassifolium*. Abreviaturas - CS: câmara subestomática, Eab: epiderme da face abaxial, Ead: epiderme da face adaxial, * indica composto escuro no mesofilo. A: Barra= 100 µm, B-C: Barras= 50 µm.

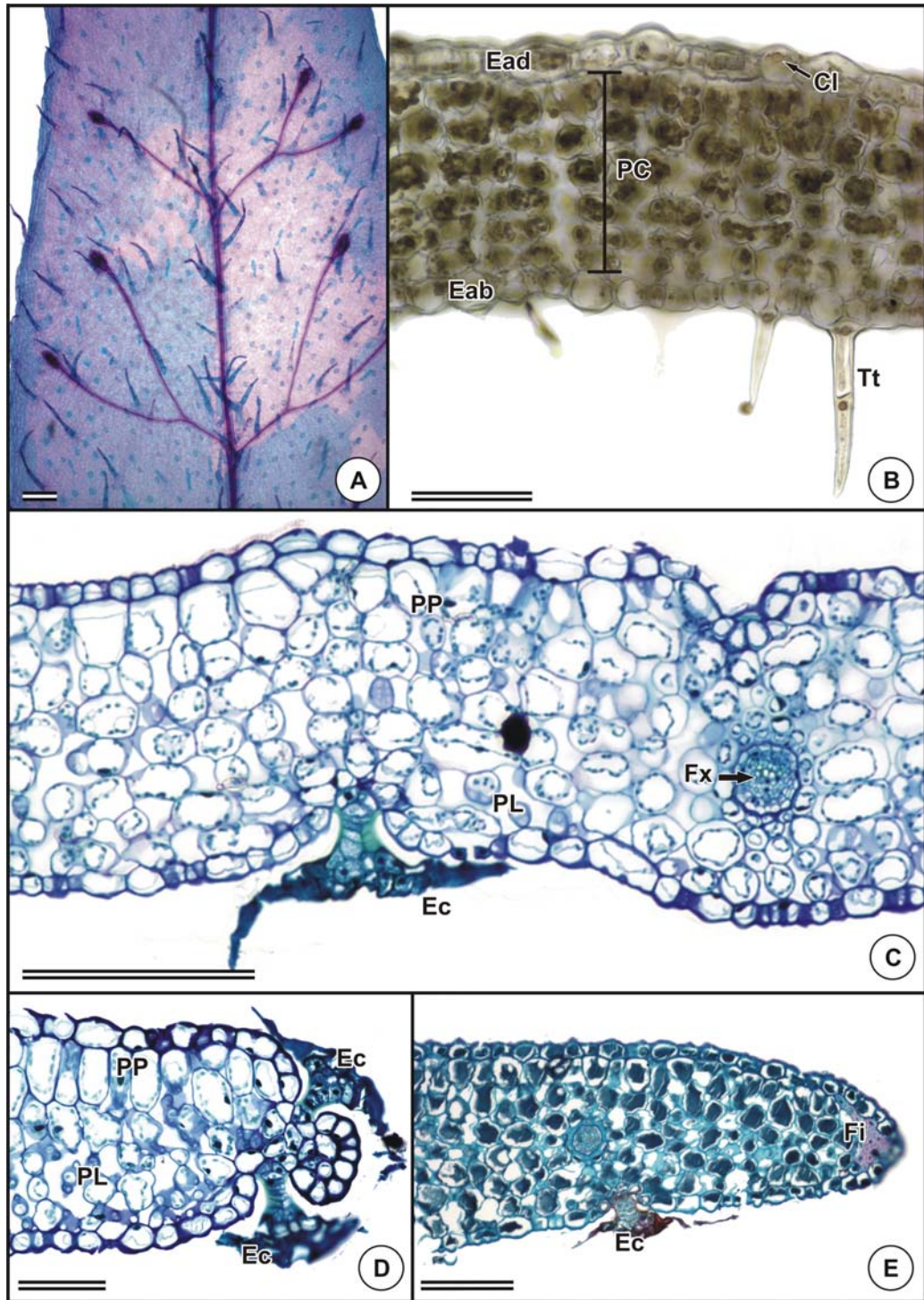


Figura 6. Anatomia foliar de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. A: Epiderme da face abaxial de *Pecluma recurvata* (diafanização), B-E: corte transversal. B: *Pecluma sicca*, C-D: *Pleopeltis hirsutissima*, E: *Pleopeltis macrocarpa*. Abreviaturas - Cl: cloroplasto, Eab: epiderme da face abaxial, Ead: epiderme da face adaxial, Ec: escama, Fi: fibras, Fx: feixe vascular, PC: parênquima clorofiliano, PP: parênquima paliçádico, PL: parênquima lacunoso, Tt: tricoma tector. A: Barra= 50 µm, B e D: Barras= 100 µm, C e E: Barras= 200 µm.

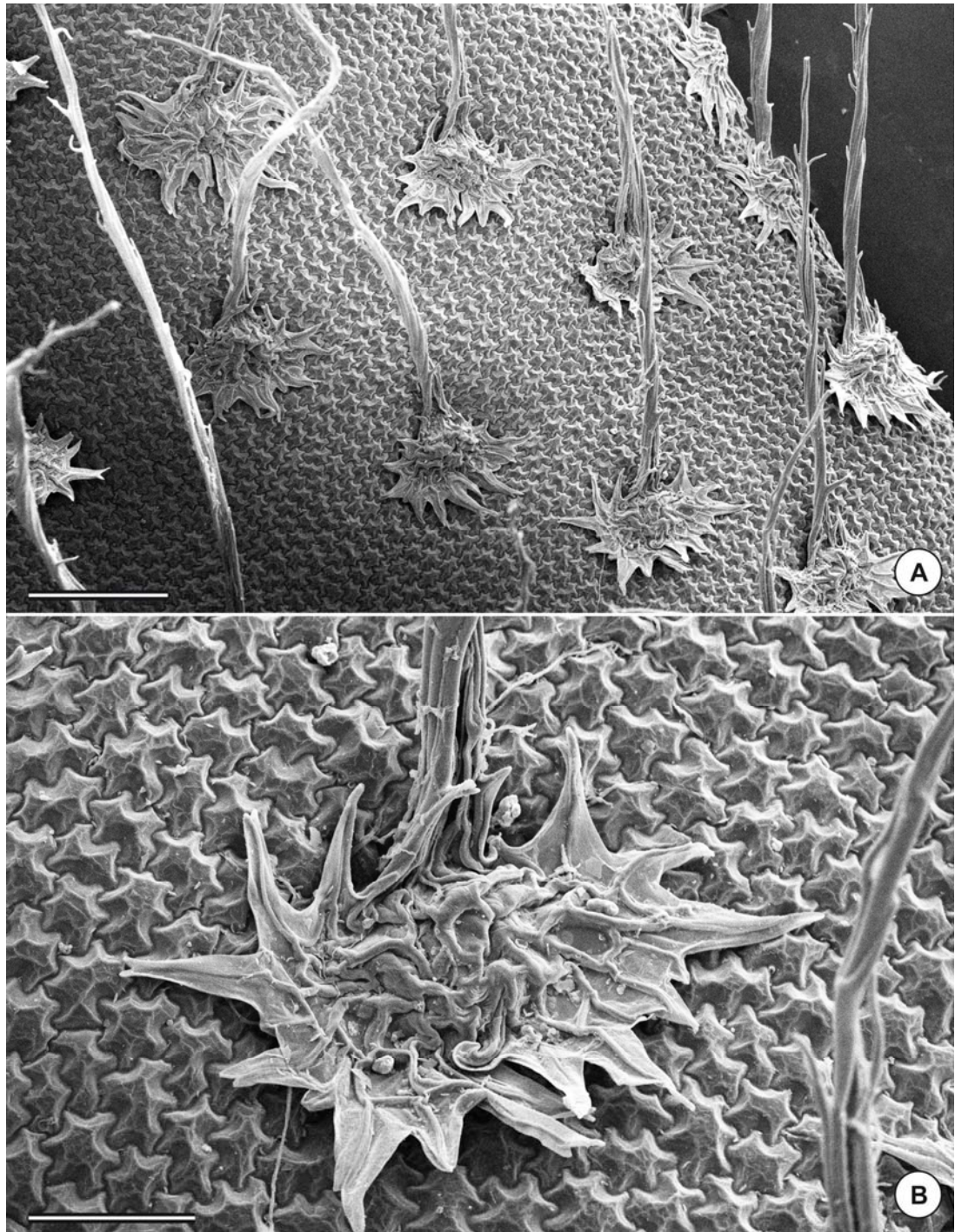


Figura 7. Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de *Pleopeltis hirsutissima* mostrando as escamas. A: Barra= 300 µm, B: Barra= 100 µm.

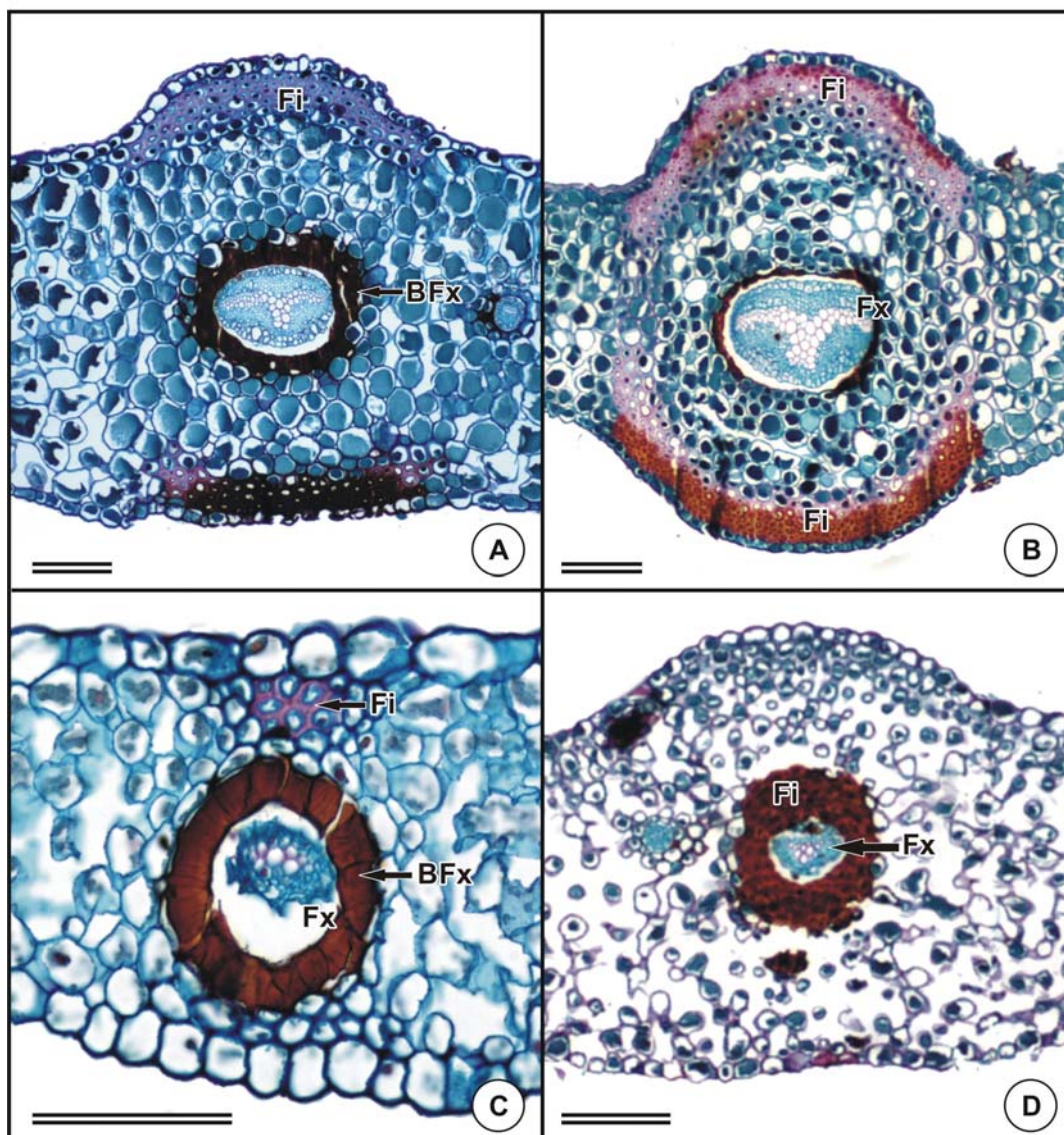


Figura 8. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de monilófitas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: *Niphidium crassifolium*, B: *Pleopeltis macrocarpa*, C: *Pecluma recurvata*, D: *Cochlidium punctatum*. Abreviaturas - BFx: bainha do feixe vascular (com composto escuro), Fi: fibras (com composto escuro em A, B e D), Fx: feixe vascular. A, B e D: Barras= 200 μ m, C: 100 μ m.

Quadro 1. Micromorfometria foliar de espécies de epífitas vasculares (monilófitas), ao longo da estratificação vertical, presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.

Espécie	Nº do Forófito	Altura	EAD (µm)	PP (µm)	PL (µm)	MES (µm)	EAB (µm)	LF (µm)	Luz (µmol.fótons. m ⁻² .s ⁻¹)	Temp. °C	UR %	Altitude (m)	Taxa de evaporação (Kg.m ⁻² .h ⁻¹)	Velocidade do Vento (m/s)
<i>Asplenium scandicinum</i>	2	até 4m	41,79 a	-	-	194,37 a	31,31 a	267,48 a	6,77 a	17,85 b	71,67 a	1273 b	0,27 a	0,47 b
	7	até 4m	48,36 a	-	-	131,32 b	30,88 a	210,56 b	3,20 b	19,20 a	60,29 b	1294 a	0,16 b	0,53 a
<i>Campyloneurum repens</i>	9	acima de 8m	31,62 b	-	-	407,84 a	36,27 a	475,74 a	3,12 c	19,58 a	61,27 b	1310 a	0,18 b	0,48 a
	2	até 4m	36,65 ab	-	-	381,18 b	34,29 a	452,12 b	6,77 b	17,92 c	61,13 b	1273 d	0,26 a	0,47 a
	3	até 4m	49,17 a	-	-	358,61 c	34,25 a	442,03 c	8,57 a	17,13 d	68,31 b	1276 c	0,23 a	0,50 a
<i>Campyloneurum major</i>	9	até 4m	35,46 ab	-	-	192,64 d	31,37 a	259,48 d	1,48 d	19,27 b	75,01 a	1302 b	0,13 c	0,43 a
	1	de 4 a 8m	25,17 a	-	-	306,72 b	29,64 a	361,53 b	3,43 b	16,67 b	72,90 a	1277 b	0,14 b	0,64 a
<i>Niphidium crassifolium</i>	3	de 4 a 8m	25,30 a	-	-	386,90 a	24,93 b	437,12 a	11,5 a	18,70 a	63,37 b	1280 a	0,16 a	0,50 b
	3	de 4 a 8m	42,08 a	166,67 a	471,13 a	637,79 a	36,85 a	716,71 a	11,50 a	18,73 b	63,41 a	1280 c	0,16 c	0,18 b
	5	acima de 8m	18,23 b	118,99 b	292,28 b	411,27 c	19,16 b	448,66 c	6,14 c	19,46 a	58,82 b	1294 a	0,22 a	0,61 a
<i>Pleopeltis hyrsutissima</i>	4	acima de 8m	25,77 b	190,32 a	398,68 a	589,00 b	25,77 b	640,54 b	9,35 b	19,67 a	55,67 c	1289 b	0,18 b	0,63 a
	6	de 4 a 8m	21,66 b	101,68 c	79,80 c	181,48 c	20,874 a	224,02 c	5,27 b	19,00 c	59,90 b	1292 c	0,27 a	0,87 a
	6	acima de 8m	32,44 a	238,27 a	202,12 a	440,39 a	23,00 a	495,83 a	8,92 a	19,40 b	58,33 c	1296 b	0,20 b	0,50 b
	8	acima de 8m	23,81 b	165,17 b	141,24 b	306,41 b	27,22 a	357,44 b	4,31 c	20,50 a	61,23 a	1302 a	0,15 c	0,48 b

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical, para cada espécie, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.

EAD: Epiderme da face adaxial, PP: parênquima paliçádico, PL: parênquima lacunoso, MES: Mesofilo, EAB: Epiderme da face abaxial, LF: limbo foliar, Temp.: temperatura, UR: Umidade Relativa do Ar.

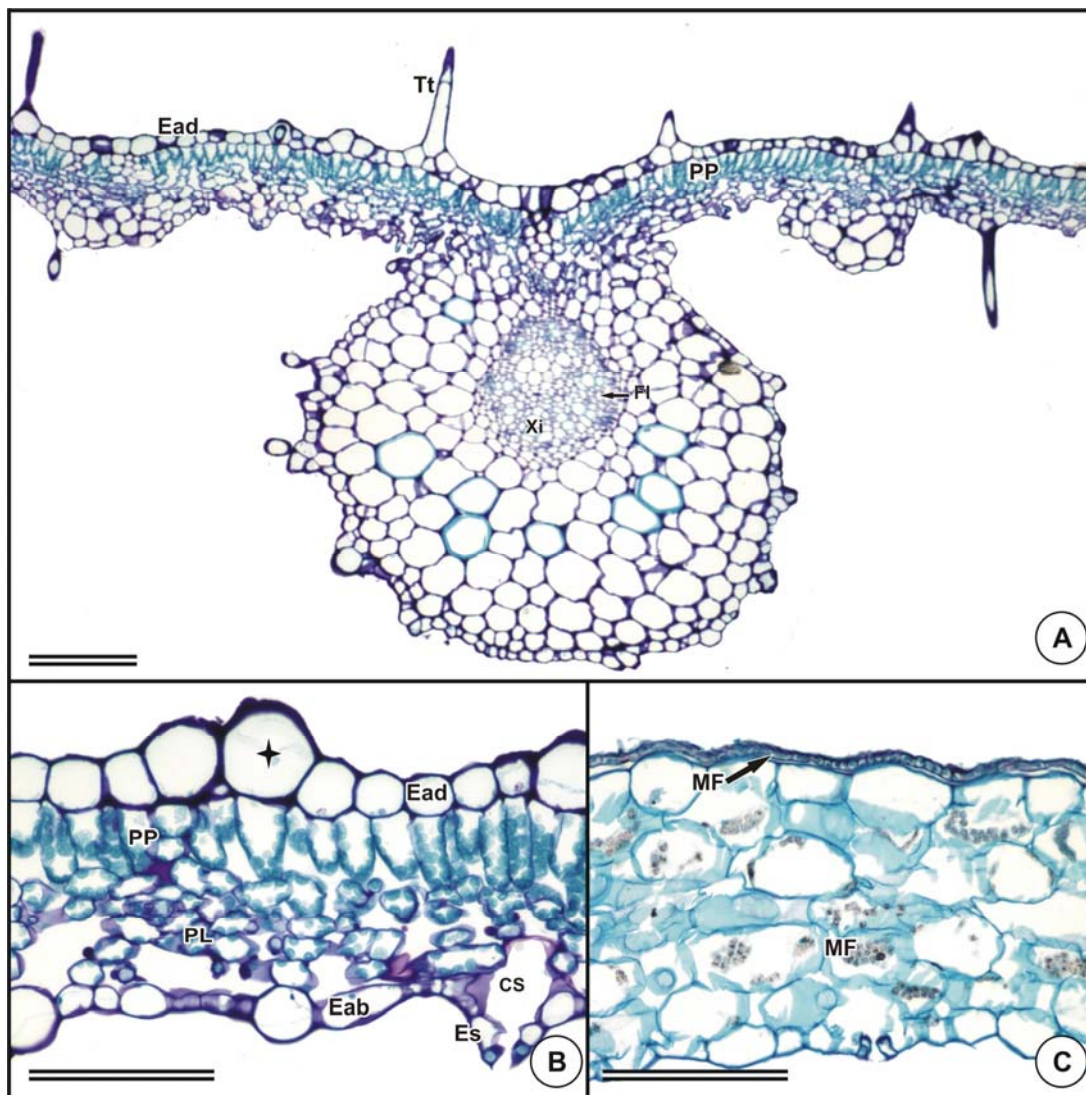


Figura 9. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A e B: *Sinningia cooperi*, C: *Promenaea xanthina*. Abreviaturas - CS: câmara subestomática, Eab: epiderme da face abaxial, Ead: epiderme da face adaxial, Es: estômato, Fl: floema, MF: macroconídeo de *Fusarium* sp., PP: parênquima paliçádico, PL: parênquima lacunoso, Xi: xilema, Tt: tricoma tector, estrela indica células altas da epiderme. A: Barra= 200 μ m, B e C: Barras= 100 μ m.

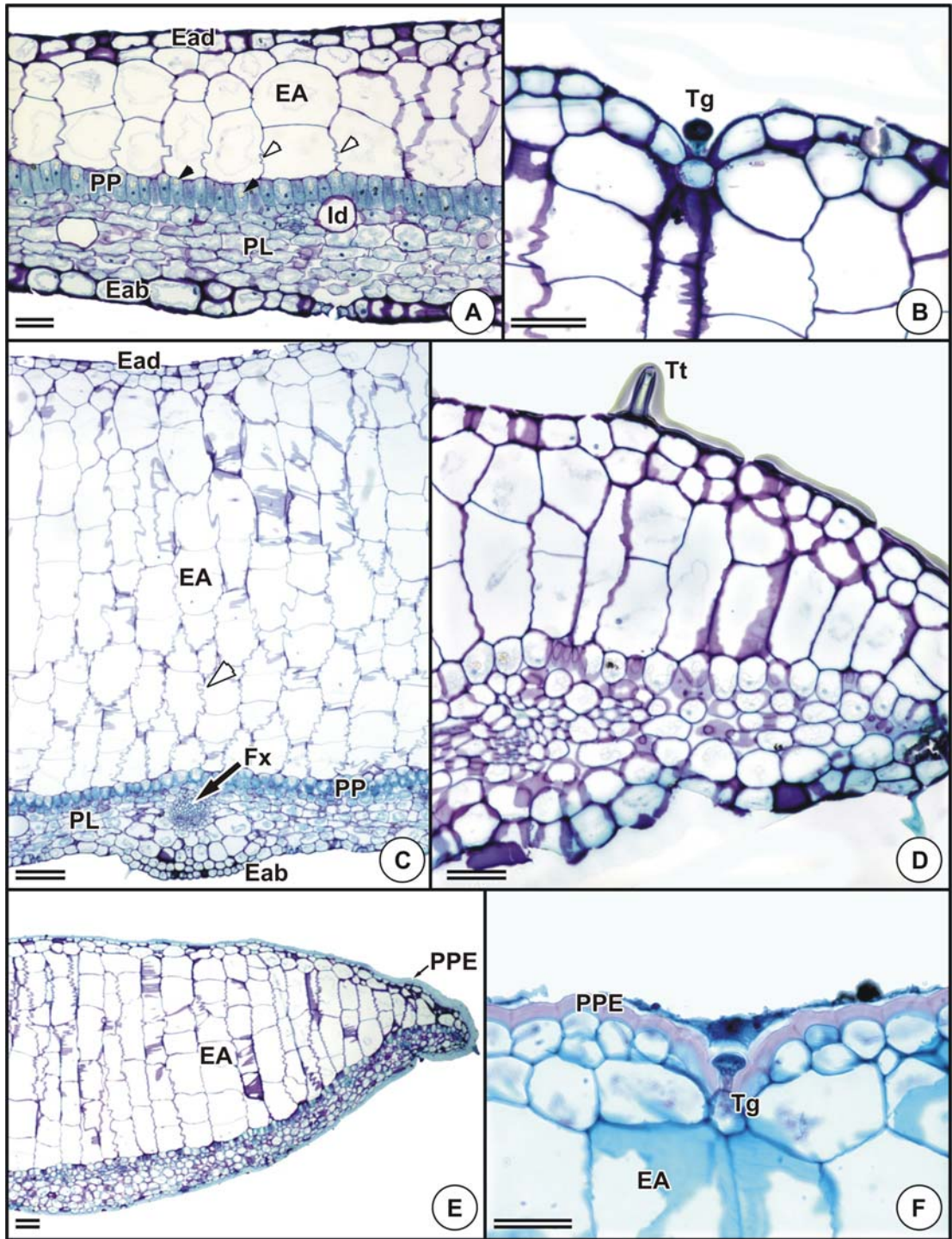


Figura 10. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de *Peperomia* epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A-B: *Peperomia alata*, C-D: *Peperomia* sp., E-F: *Peperomia tetraphylla*. Abreviaturas - EA: epiderme aquífera, Eab: epiderme da face abaxial, Ead: epiderme da face adaxial, Fx: feixe vascular, Id: idioblasto, PP: parênquima paliçádico, PPE: parede periclinal externa, PL: parênquima lacunoso, Tg: tricoma glandular, Tt: tricoma tector, ponta da seta sem preenchimento indica células em concertina, ponta da seta com preenchimento indica drusas. A-B, D e F: Barras= 100 μ m, C e E: Barras= 200 μ m.

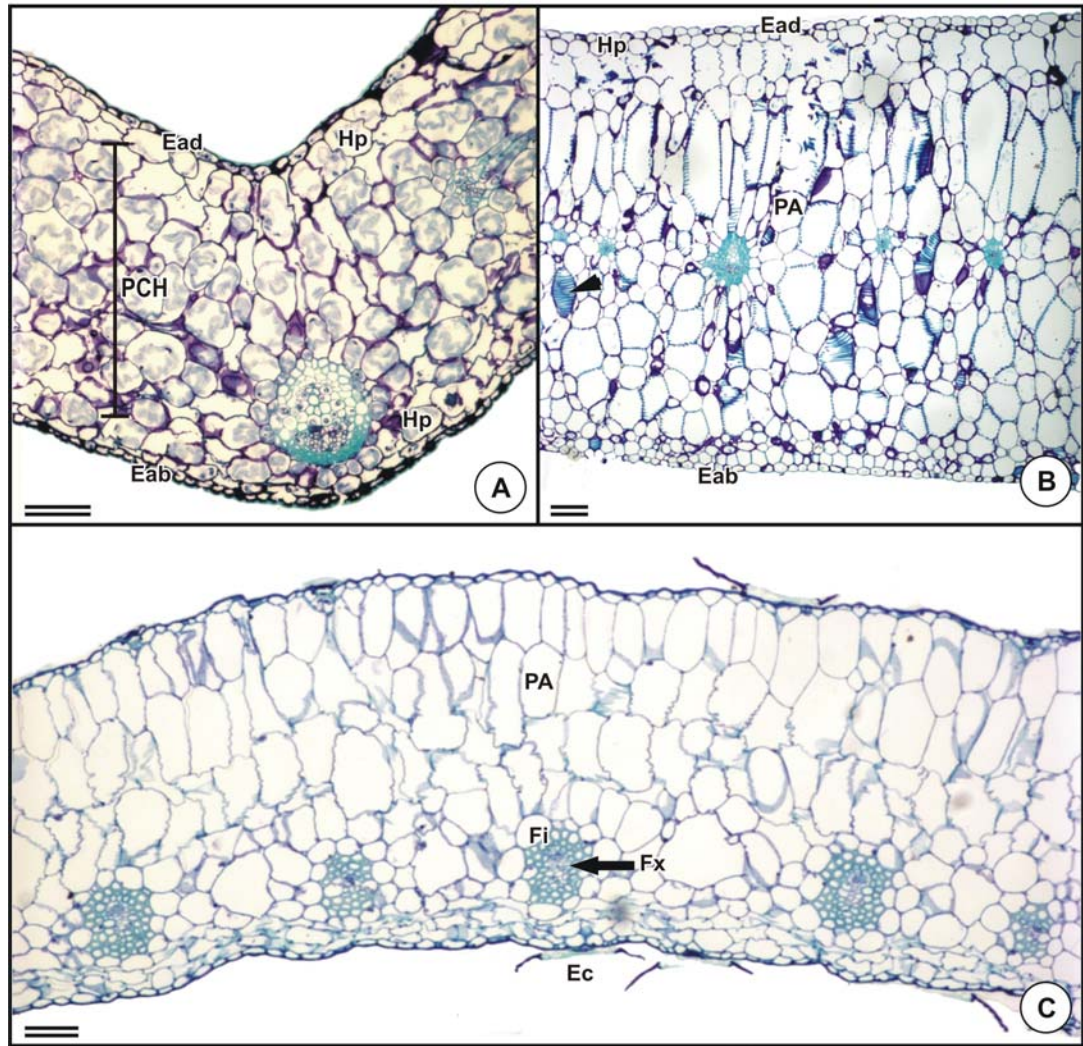


Figura 11. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. A: *Epidendrum armeniacum*, B: *Pleurothallis saundersiana*, C: *Tillandsia geminiflora*. Abreviaturas- Eab: epiderme da face abaxial, Ead: epiderme da face adaxial, Ec: escama, Fi: fibras, Fx: feixe vascular, Hp: hipoderme, PA: parênquima aquífero, PCH: parênquima clorofiliano homogêneo, ponta da seta indica espessamento da parede. A: Barra= 100 μm , B e C: Barras=200 μm .

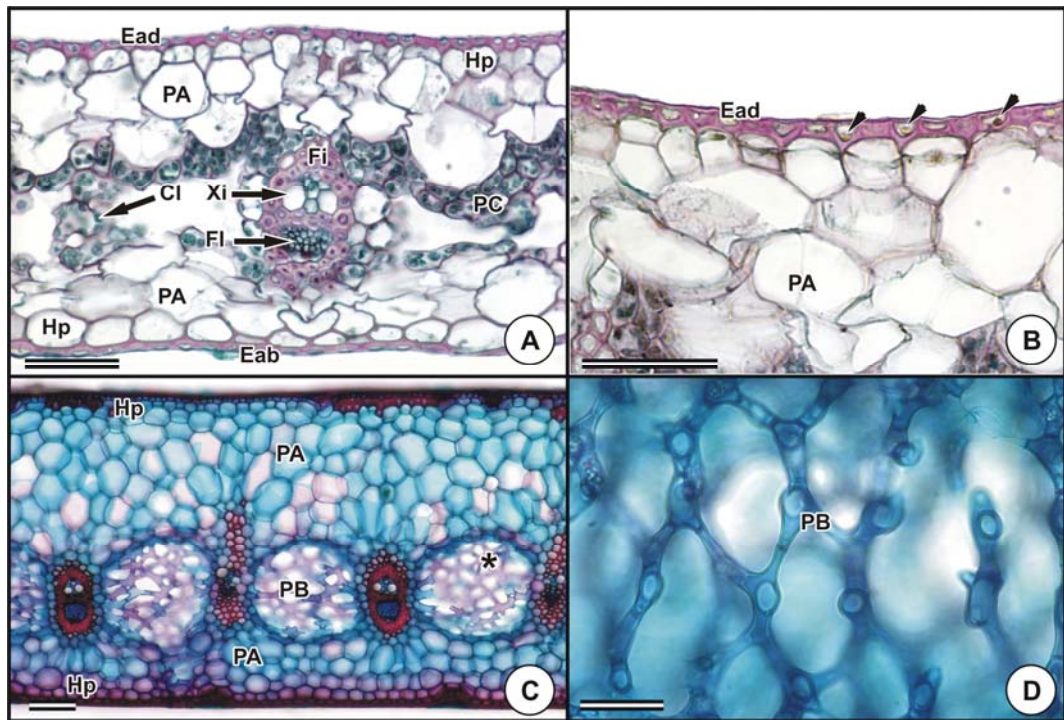


Figura 12. Anatomia foliar (corte transversal) de espécies de Bromeliaceae epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. A: *Vriesea heterostachys*, B: Detalhe dos corpos silicosos da epiderme da face adaxial de *Vriesea heterostachys*, C: *Vriesea longicaulis*, D: Detalhe dos espaços de ar de *Vriesea longicaulis*. Abreviaturas - Cl: cloroplasto, Eab: epiderme da face abaxial, Ead: Epiderme da face adaxial, Fi: fibras, Fl: floema, Hp: hipoderme, PA: parênquima aquífero, PB: parênquima braciforme, PC: parênquima clorofiliano, Xi: xilema, * indica canais de ar, ponta da seta indica corpos silicosos. A, B e D: Barras= 50 μm e C: Barra= 100 μm .

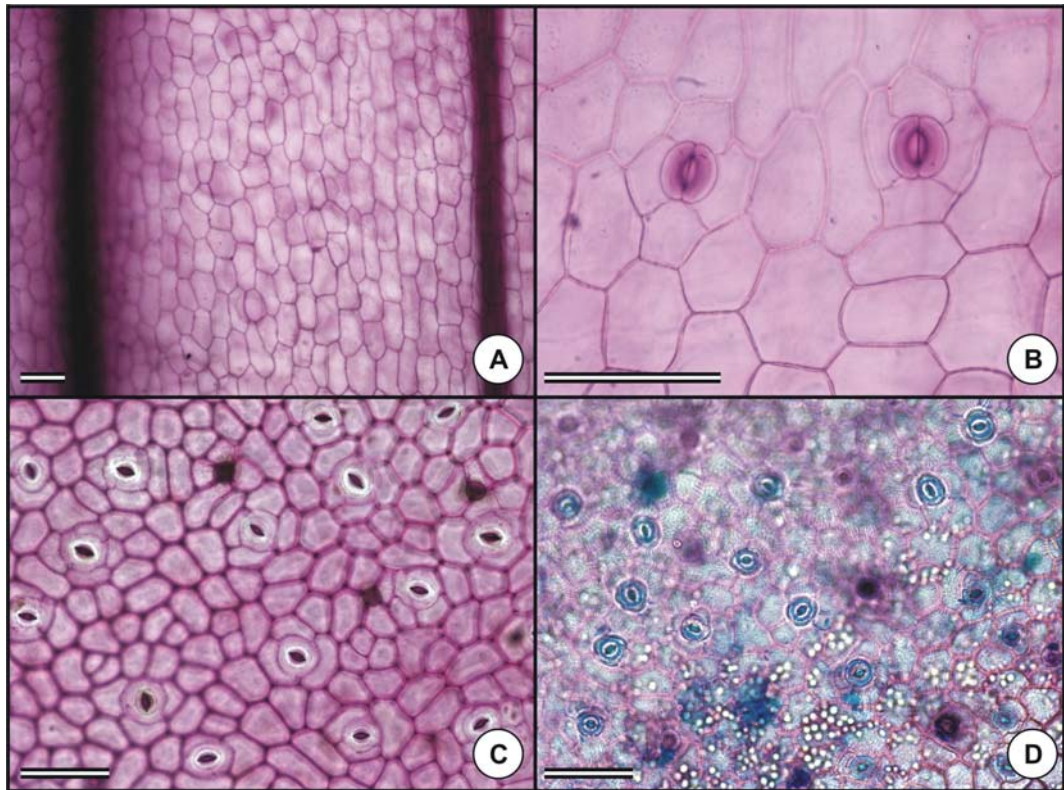


Figura 13. Epiderme das faces adaxial e abaxial (dissociação) de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: Epiderme da face adaxial de *Pleurothallis saundersiana*. B: Epiderme da face abaxial de *Pleurothallis saundersiana*, C: Epiderme da face abaxial de *Peperomia alata*. D: Epiderme da face abaxial de *Peperomia* sp.. Barras= 100 μ m.

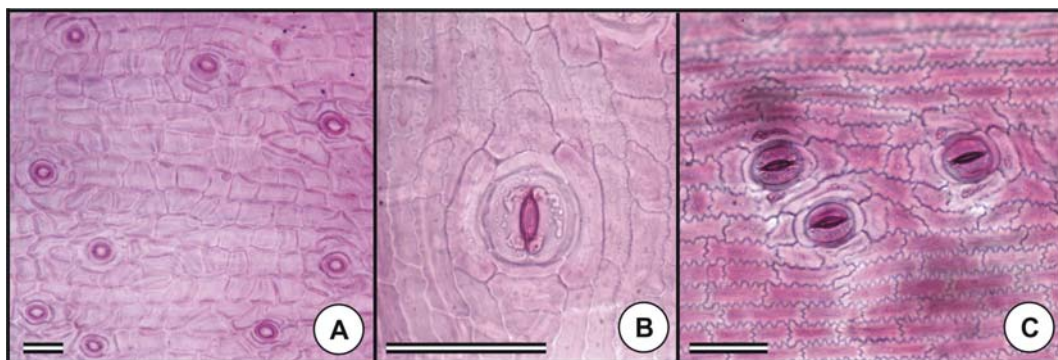


Figura 14. Epiderme da face abaxial (diafanização) de espécies de Bromeliaceae epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: *Tillandsia geminiflora*, B: *Vriesea heterostachys*, C: *Vriesea longicaulis*. Barras= 50 μ m.

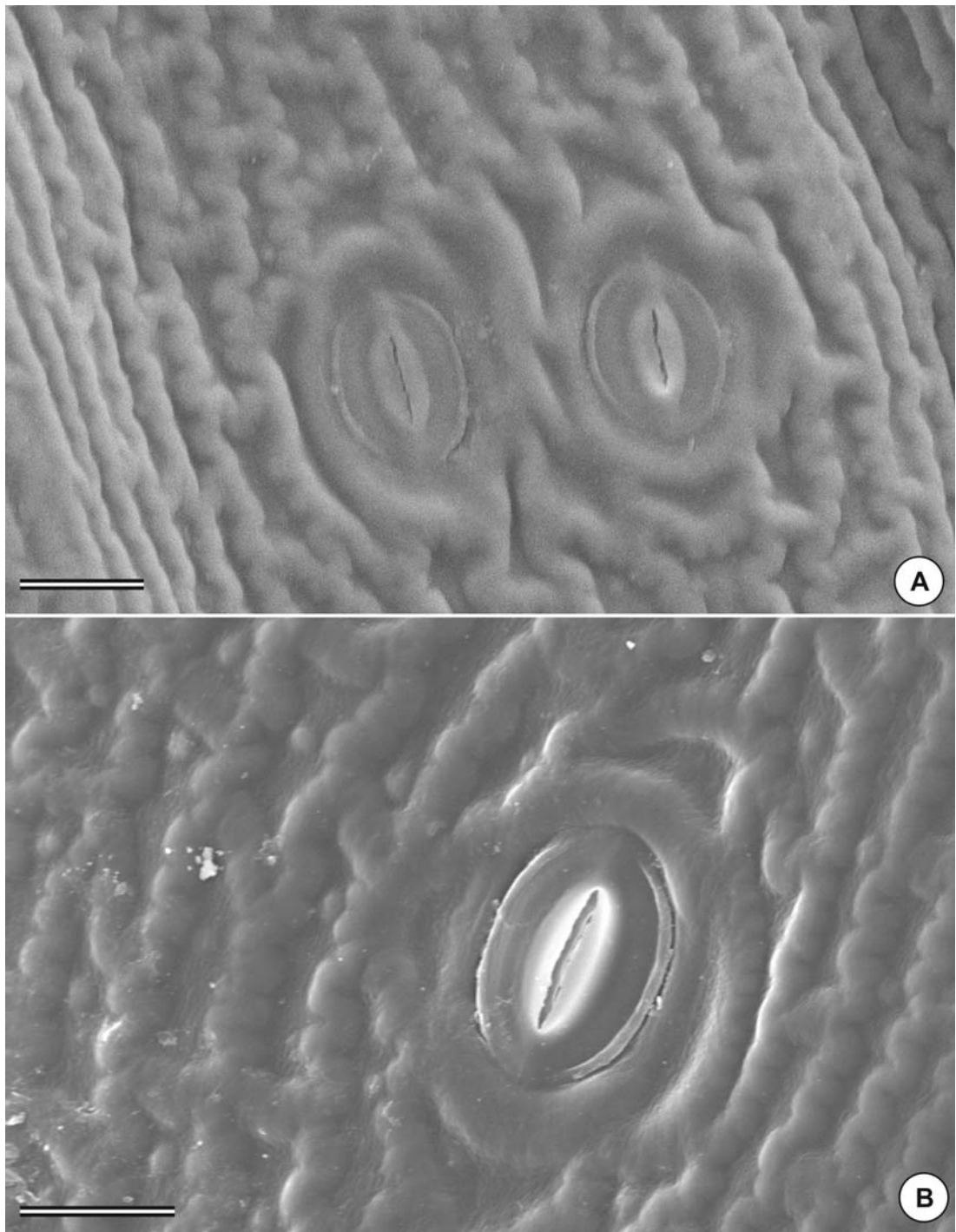


Figura 15. Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de espécies de *Vriesea* epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. A: *Vriesea heterostachys*, B: *Vriesea longicaulis*. Barras= 20 μm .

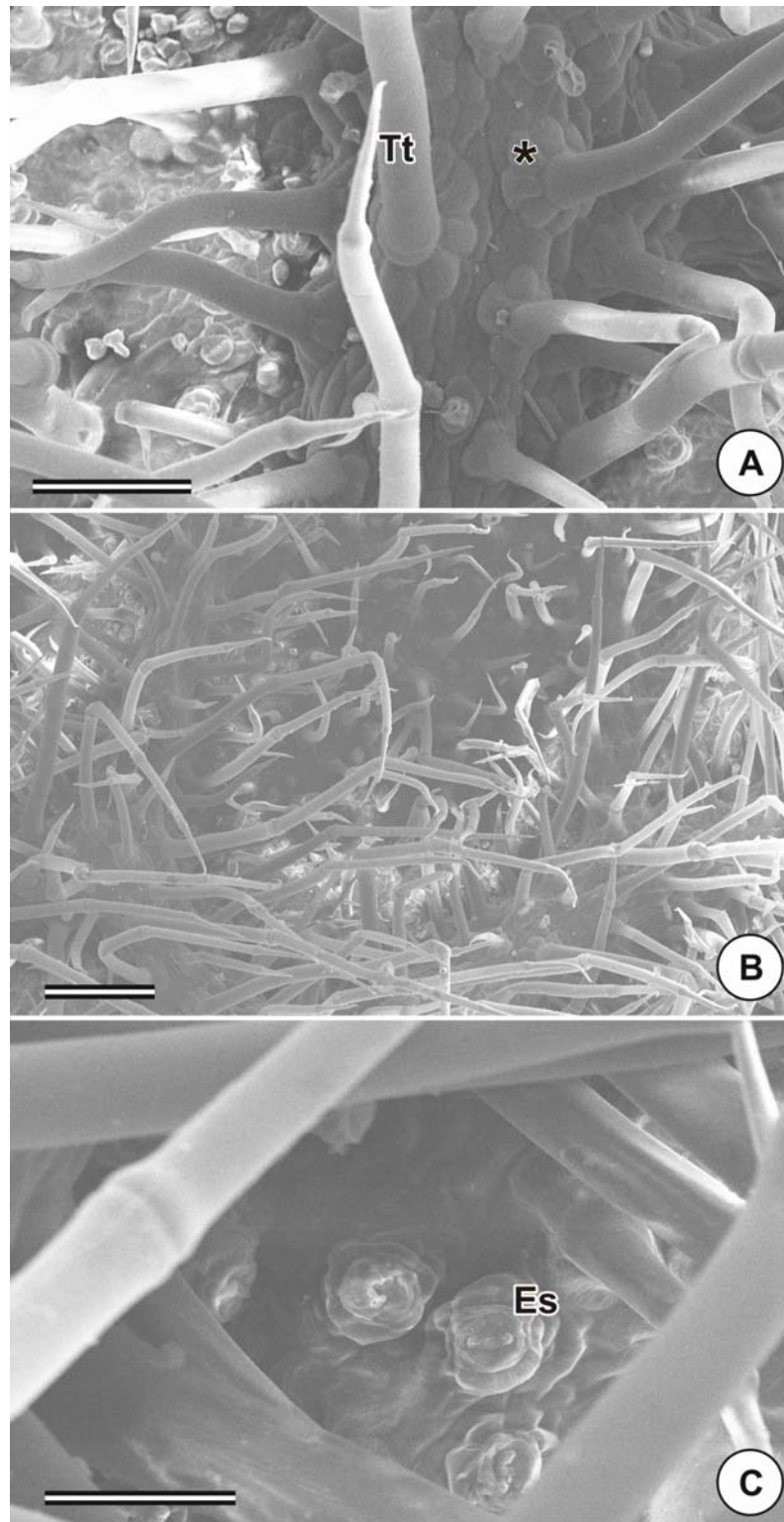


Figura 16. Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de *Sinningia cooperi* epífita, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. Abreviaturas - Es: estômato, Tt: tricoma tector, * indica a base radiada do tricoma. A: Barra= 100 µm, B: Barra= 50 µm, C: Barra= 200 µm.

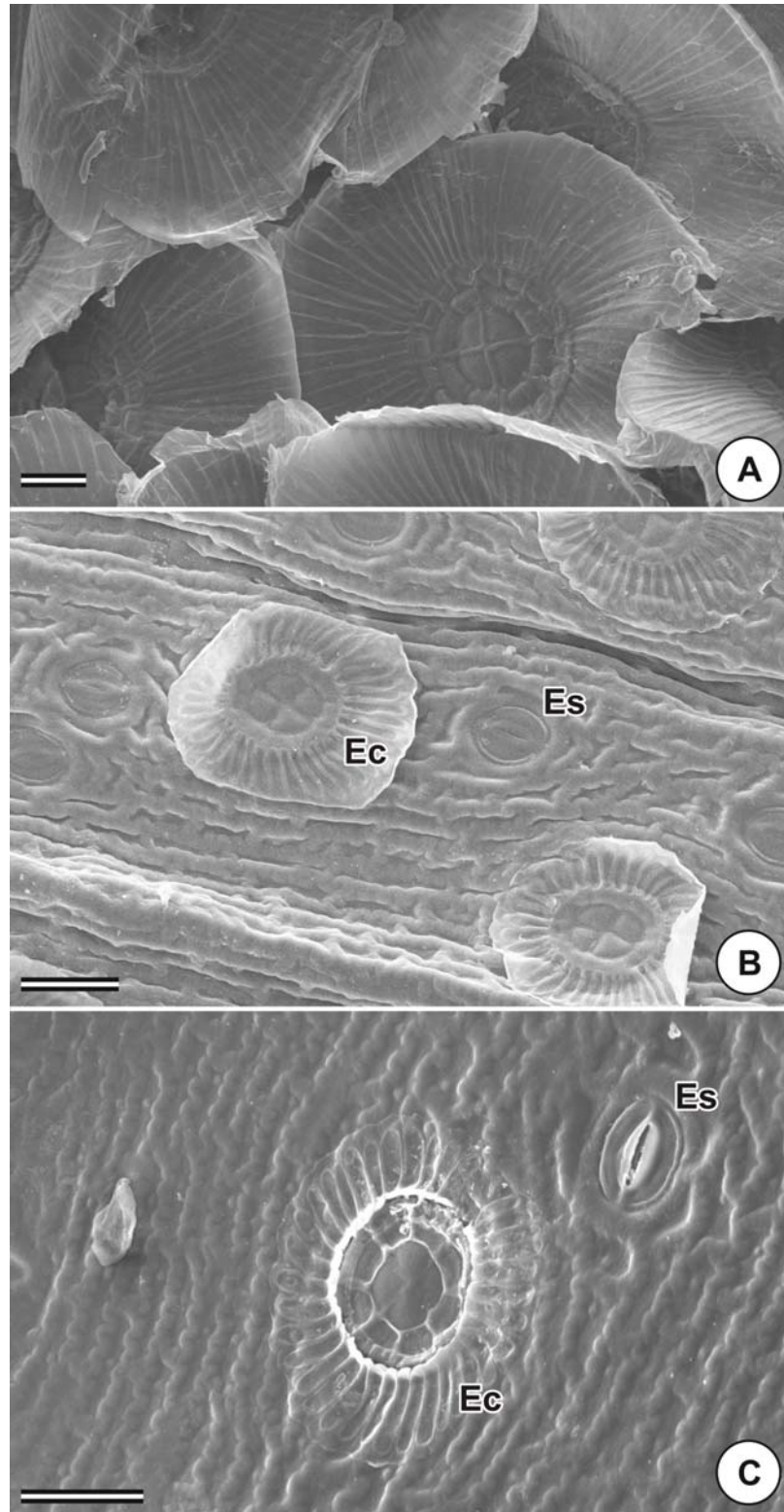


Figura 17. Epiderme da face abaxial (microscopia eletrônica de varredura) de espécies de Bromeliaceae epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: *Tillandsia geminiflora*, B: *Vriesea heterostachys*, C: *Vriesea longicaulis*. Abreviaturas - Ec: escama, Es: estômato. Barras= 40 μ m.

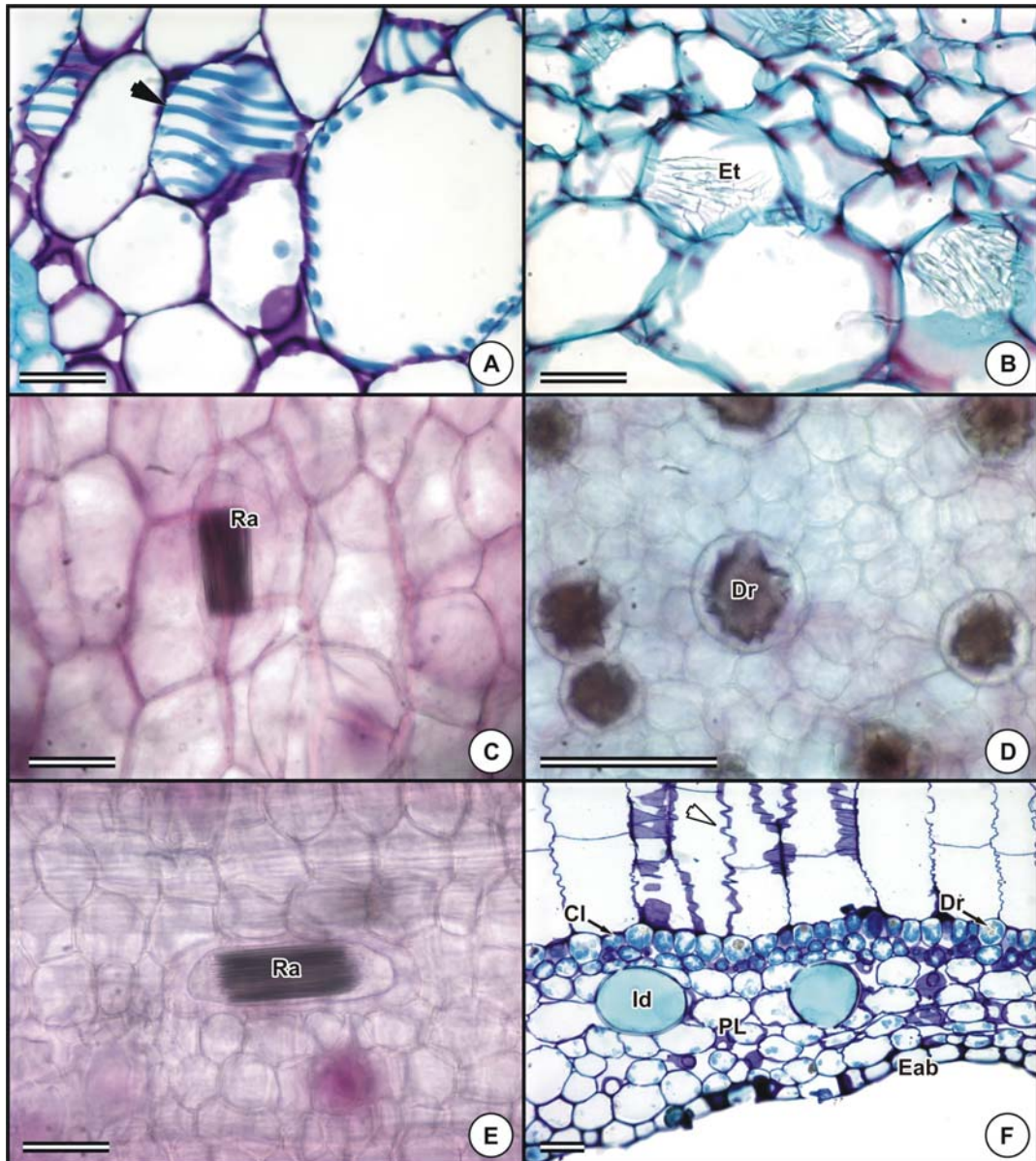


Figura 18. Anatomia foliar de espécies de angiospermas epífitas, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araçuaia, MG. A, B, F – Cortes transversais. C-E: Diafanização. A: *Pleurothallis saundersiana*, B: *Sinningia cooperi*, C-D: *Promenaea xanthina*, E: *Vriesea longicaulis*, F: *Peperomia* sp., detalhe mostrando drusas e idioblastos mucilaginosos. Abreviaturas - Cl: cloroplasto, Dr: drusas, Eab: epiderme da face abaxial, Id: idioblasto, PL: parênquima lacunoso, Ra: ráfides, Et: estilóides, ponta da seta sem preenchimento indica células em concertina, ponta da seta com preenchimento indica barras de espessamento. Barras= 50 μm.

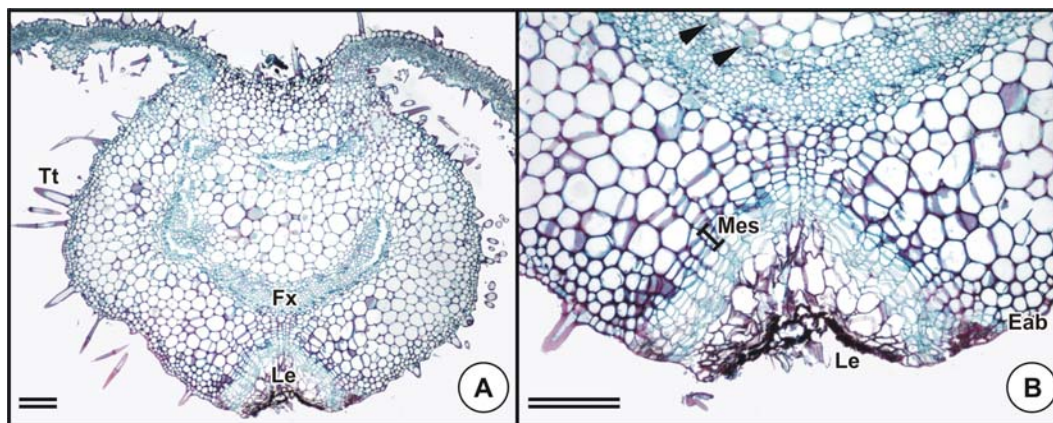


Figura 19. Anatomia foliar de *Sinningia cooperi* (corte transversal) epífita, da Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG. A: Nervura mediana, B: Detalhe das estruturas semelhantes a lenticelas. Abreviaturas - Eab: epiderme da face abaxial, Fx: feixe vascular, Le: estrutura semelhante a lenticelas, Mes: meristema, Tt: tricoma tector, ponta da seta indica cristais de oxalato de cálcio. Barras= 200 μ m.

Quadro 2. Micromorfometria foliar de espécies de epífitas vasculares (angiospermas), ao longo da estratificação vertical, presentes na Trilha do Muriqui, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Araponga, MG.

Espécie	Nº do Forófito	Altura	EAD (µm)	PP (µm)	PL (µm)	MES (µm)	EAB (µm)	LF (µm)	Luz (µmol.fótons.m ⁻² .s ⁻¹)	Temp. °C	UR %	Altitude (m)	Taxa de evaporação (Kg.m ⁻² .h ⁻¹)	Velocidade do Vento (m/s)
<i>Sinningia cooperi</i>	4	até 4m	23,89 c	43,58 b	48,85 b	92,43 c	6,13 b	122,44 c	4,77 c	18,87 c	63,61 a	1281 c	0,23 a	0,63 a
	4	de 4 a 8m	30,94 b	57,23 b	52,95 b	110,18 b	7,25 b	148,37 b	8,54 b	19,60 b	59,60 b	1285 b	0,18 b	0,47 b
	4	acima de 8m	43,28 a	131,94 a	164,68 a	296,61 a	27,03 a	366,92 a	9,36 a	20,00 a	55,77 c	1289 a	0,18 b	0,63 a
<i>Vriesea heterostachys I</i>	2	até 4m	6,20 b	-	-	239,82 a	3,91 b	249,93 a	6,82 b	17,85 b	71,615 a	1273 c	0,27 a	0,46 a
	3	de 4 a 8m	7,10 ab	-	-	191,83 b	3,88 b	202,84 b	12,31 a	18,75 ab	63,475 b	1281 b	0,16 c	0,50 a
	9	acima de 8m	8,49 a	-	-	140,68 c	6,94 a	156,12 c	3,20 c	19,523 a	61,225 c	1309 a	0,18 b	0,48 a
<i>Vriesea heterostachys M</i>	2	até 4m	6,97 a	-	-	261,14 a	6,97 a	275,08 a	6,82 b	17,85 b	71,615 a	1273 c	0,27 a	0,46 a
	3	de 4 a 8m	7,75 a	-	-	174,35 c	5,52 a	187,62 c	12,31 a	18,75 ab	63,475 b	1281 b	0,16 c	0,50 a
	9	acima de 8m	6,76 a	-	-	189,66 b	5,89 a	202,31 b	3,20 c	19,523 a	61,225 c	1309 a	0,18 b	0,48 a
<i>Vriesea heterostachys E</i>	2	até 4m	5,33 b	-	-	269,02 a	5,22 b	279,58 a	6,82 b	17,85 b	71,62 a	1273 c	0,27 a	0,46 a
	3	de 4 a 8m	5,58 ab	-	-	142,11 b	4,40 b	152,09 b	12,31 a	18,75 ab	63,48 b	1281 b	0,16 c	0,50 a
	9	acima de 8m	8,43 a	-	-	123,07 c	8,31 a	139,81 c	3,20 c	19,52 a	61,23 c	1309 a	0,18 b	0,48 a

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical, para cada espécie, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.

EAD: Epiderme da face adaxial, PP: parênquima paliçádico, PL: parênquima lacunoso, MES: Mesofilo, EAB: Epiderme da face abaxial, LF: limbo foliar, Temp.: temperatura, UR: Umidade Relativa do Ar. I: Folha interna, M: Folha mediana, E: Folha externa.

5. CONCLUSÕES GERAIS

- A Trilha do Muriqui apresenta alta diversidade de epífitas, com predomínio de monilófitas.
- As monocotiledôneas ocorreram em todos os forófitos, independentemente das condições microclimáticas e isso foi devido principalmente à *Vriesea heterostachys*, a espécie generalista.
- Necessidade de uma maior quantidade de medidas dos dados microclimáticos, em diferentes estações do ano.
- Através dos estudos anatômicos foi possível evidenciar vários caracteres xeromórficos em resposta ao hábito epifítico e as diferenças microclimáticas.
- Este trabalho trouxe dados inéditos de anatomia ao longo da estratificação vertical.
- As espécies *Sinningia cooperi* e *Cochlidium punctatum*, encontradas na Trilha do Muriqui, são espécies raramente citadas nos trabalhos de ecologia de epífitas.
- Este trabalho trouxe um esquema amostral e forneceu dados importantes para o planejamento de futuras pesquisas envolvendo estudos de levantamento e estudos ecofisiológicos no que se refere tanto aos cuidados na divisão dos forófitos associada com as medidas microclimáticas.
- Os dados deste trabalho irão contribuir no conhecimento das epífitas, espécies de fundamental importância na conservação da biodiversidade, fornecendo informações significativas sobre remanescente florestal, além de evidenciar dados ecológicos e anatômicos ao longo da estratificação vertical, raros na literatura. Além disso, contribuirá com subsídios para o manejo e preservação do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro.