

CHRISTOPHER THOMAS BLUM

**OS COMPONENTES EPIFÍTICO VASCULAR E HERBÁCEO TERRÍCOLA DA
FLORESTA OMBRÓFILA Densa AO LONGO DE UM GRADIENTE
ALTITUDINAL NA SERRA DA PRATA, PARANÁ**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal – Conservação da Natureza.

Orientador:
Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Co-orientador
Prof. Dr. Franklin Galvão

CURITIBA

2010



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa nº. 832

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Christopher Thomas Blum* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**OS COMPONENTES EPIFÍTICO VASCULAR E HERBÁCEO TERRÍCOLA DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DE ENCOSTA AO LONGO DE UM GRADIENTE ALTITUDINAL NA SERRA DA PRATA, PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE-PR**", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.

Dr. Jorge Luiz Waechter
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Primeiro examinador

Dr. Rodrigo de Andrade Kersten
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Segundo examinador

Dr. Carina Kozera
Universidade Federal do Paraná - Campus Palotina
Terceiro examinador



Dr. Marise Pim Petean
Autônomo - Bióloga
Quarto examinador

Dr. Carlos Vellozo Roderjan
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Informamos que o título acima, após a realização da defesa, foi alterado por solicitação da Banca Examinadora.

Curitiba, 21 de maio de 2010.

Setsuo Iwakiri
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
João Carlos Garzel Leodoro da Silva
Vice-coordenador do curso



Aos bons selvagens que permanecem resistindo,
serenos, impassíveis,
e gentis,

a despeito de tudo,
e de todos,

dedico

AGRADECIMENTOS

Tive a oportunidade de aprender muito durante este trabalho: sobre as inacreditáveis epífitas e as versáteis herbáceas, além dos curiosos caprichos do clima. Tudo isso numa ampla sala de aula, sempre bela e fascinante, mas por vezes áspera e intimidadora. De fato, as vivências proporcionadas pela Serra da Prata realmente me trouxeram muitas lições, e as duas mais importantes não tem a ver com plantas e seu ambiente. A primeira delas foi constatar minhas limitações como indivíduo e me dar conta de que seria impossível concretizar este feito sozinho. A segunda, e mais importante, foi sentir na prática o significado das palavras companheirismo e solicitude. Neste mundo aparentemente tão individualista, foi gratificante constatar a existência de muitas pessoas preocupadas com minhas dificuldades e dispostas a ajudar, por pura camaradagem, tornando fácil o que antes parecia quase impossível. Perceber que não se está sozinho é algo que não tem preço.

Por isso, a todos que me socorreram e contribuíram para a concretização deste trabalho, gostaria de agradecer de forma muito sincera:

Ao meu orientador e grande amigo Carlos Vellozo Roderjan, pela agradável parceria e convivência, sintonia de idéias, pela prestatividade e apoio contínuo.

Ao meu co-orientador Franklin Galvão, pela amizade, apoio e motivação.

Aos professores Jorge Luiz Waechter, Rodrigo de Andrade Kersten, Carina Kozera, e aos pesquisadores Marise Pim Petean e Alexandre Uhlmann, pelo grande empenho em avaliar meu trabalho e pelas pertinentes sugestões, críticas e correções.

À minha amada Adriane Neuhaus, que compartilhou cada passo do meu trabalho de tese, sempre me motivando e apoiando de diversas formas.

Ao Bernardo “Nano” Blum, pai e amigo, pela ajuda em campo, pelo constante suporte logístico, apoio moral e, sobretudo, por ter me iniciado na vivência selvagem.

À minha mãe Christiane Tigges, grande parceira e colega de trabalho na Sociedade Chauá, pelo apoio, torcida constante, e por todo o auxílio indireto, me isentando de diversas tarefas para que eu pudesse me dedicar exclusivamente à tese.

Aos bravos camaradas que me ajudaram nas ásperas fases de campo – Ruddy Thomas Proença, Juarez Michelotti, Daros Augusto Teodoro da Silva, Joachim Graf Neto, Rafael Dudeque Zenni, Marcelo Brotto e Lucas Pontes – pela ótima companhia, pelo apoio moral nos momentos de dificuldade, pelo trabalho eficiente e dedicado, pelas ótimas conversas, sugestões e contribuições científicas.

Às amigas Marise Petean e Carina Kozera, pela vital participação em diferentes fases do meu doutorado, pelos conselhos sobre métodos e análises, pelo empréstimo e sugestão de artigos científicos, pelas dicas na identificação do material botânico.

À Marília Borgo, pelo apoio moral e grande ajuda nas análises estatísticas.

Aos amigos do IAPAR Leocádio Grodski e Maria Eliane Durigan, pelo importantíssimo e prestativo apoio através da disponibilização de dados climáticos e também por todos os esclarecimentos técnicos.

Aos taxonomistas Andrea F. da Costa (Vriesea), Eric C. Smidt e Werner S. Mancinelli (Orchidaceae), Élide Pereira dos Santos (Lamiaceae); Fernando B. de Matos, Jovani B. de Souza Pereira, Vinícius A. O. Dittrich (Pteridófitas), Marcos Nadruz (Araceae), Mayara K. Caddah (Melastomataceae), Armando C. Cervi (Passifloraceae) e Marcelo L. Brotto (Lauraceae), pela inestimável ajuda na determinação das coletas.

A toda equipe do Museu Botânico Municipal de Curitiba, em especial ao Dr. Gert Hatschbach, Clarisse, Osmar, Juarez, Eraldo, Edmilson e Joel, pela ótima convivência e pelos auxílios na identificação botânica.

Ao pessoal do UPGB, pela hospitalidade e camaradagem.

Ao amigo Dieter Kahl, grande parceiro de aventuras, pela ajuda no planejamento do monitoramento climático e no desenvolvimento do abrigo meteorológico.

À Anke M. Salzmann e ao Rafael D. Zenni pela importante ajuda na tradução e revisão do resumo, e especialmente ao Rafael pelas importantes sugestões e críticas.

Aos professores Yoshico Saito Kunishi, Antônio Nogueira e Júlio Arce, e aos amigos da pós-graduação Annete Bonnet, Ludmila Profumo, Roman C. Ríos e Álvaro B. C. Faria, entre muitos outros, pela agradável convivência.

Ao amigo Maurício B. Scheer, pela parceria nos estudos de montanha, pelas ótimas conversas, trocas de experiências e opiniões científicas, pela agradável convivência e amizade.

Ao ICMBIO, pela liberação da licença de pesquisa no PARNA Saint-Hilaire/Lange.

Ao Reinaldo e ao David, da secretaria da Pós-Graduação em Eng. Florestal.

À Sociedade Chauá, pelo empréstimo da máquina fotográfica, e aos meus camaradas chauás, pelo suporte e compreensão durante minhas ausências, pelo ótimo ambiente de trabalho e principalmente pela amizade.

À minha família, avós, tios e primos, pela constante torcida e apoio.

Ao Mauro e à Cleuseli, que moram na base da Torre da Prata, pela hospitalidade, simpatia, respeito, cachos de banana, bergamotas, laranjas, couve...

À querida Serra da Prata, pelas noites aconchegantes, pelo canto dos pássaros, pelas flores de todas as cores, pela água fresca e cristalina, pelo purificante vento de montanha, enfim, pelos melhores momentos deste trabalho.

A todos que contribuíram de alguma forma ou que simplesmente tiveram a intenção sincera de ajudar.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS.....	2
NOTA EXPLICATIVA.....	2
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	3
LOCALIZAÇÃO.....	3
CLIMA.....	4
GEOLOGIA.....	5
GEOMORFOLOGIA.....	6
SOLOS.....	7
VEGETAÇÃO ARBÓREA.....	8
ASPECTOS METODOLÓGICOS GERAIS	10
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	10
LOGÍSTICA DE CAMPO.....	11
DETERMINAÇÃO TAXONÔMICA.....	12
CAPÍTULO 1 Acompanhamento de Variáveis Climáticas em Dois Níveis Altitudinais da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná	13
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	14
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
MÉTODOS.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÕES	21
CAPÍTULO 2 Composição Florística de Epífitas Vasculares em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná	23
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	25
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
MÉTODOS.....	25
RESULTADOS	27
DISCUSSÃO	37
CAPÍTULO 3 Estrutura do Componente Epifítico Vascular da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná	45
INTRODUÇÃO	45
MATERIAL E MÉTODOS	46

MÉTODOS	47
RESULTADOS	51
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.000 m s.n.m.	52
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.	54
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 600 m s.n.m.	57
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 400 m s.n.m.	60
DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA	63
DISTRIBUIÇÃO VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA	73
DISCUSSÃO	77
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.000 m s.n.m.	81
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.	82
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 600 m s.n.m.	84
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 400 m s.n.m.	85
DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA	87
ESPÉCIES INDICADORAS	94
DISTRIBUIÇÃO VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA	95
CAPÍTULO 4 Composição Florística do Estrato Herbáceo em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná	99
INTRODUÇÃO	99
MATERIAL E MÉTODOS	100
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	100
MÉTODOS	101
RESULTADOS	103
DISCUSSÃO	111
CAPÍTULO 5 Estrutura do Estrato Herbáceo da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná	116
INTRODUÇÃO	116
MATERIAL E MÉTODOS	117
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	117
MÉTODOS	118
RESULTADOS	121
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.100 m s.n.m.	122
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.	124
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 700 m s.n.m.	125
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 500 m s.n.m.	127
DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA	129
ESTRUTURA VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA.....	138
DISCUSSÃO	141
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.100 m s.n.m.	144
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.	144

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 700 m s.n.m.	145
ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 500 m s.n.m.	146
DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA	147
ESPÉCIES INDICADORAS	154
ESTRUTURA VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA.....	155
CONCLUSÕES	157
CLIMA	157
DIVERSIDADE FLORÍSTICA	157
ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO DA COMUNIDADE EPIFÍTICA.....	158
ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO DA COMUNIDADE HERBÁCEO TERRÍCOLA	159
GRADIENTE AMBIENTAL DA ALTITUDE	160
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162
ANEXOS	175
ANEXO 1 – Representação esquemática do gradiente da Floresta Ombrófila Densa na face norte da Torre da Prata, PARNA Saint-Hilaire/Lange, Morretes, PR (Fonte: Blum, 2006).	176
ANEXO 2 – Aspectos da área de estudo.....	177
ANEXO 3 – Aspectos da logística dos levantamentos de campo.	178
ANEXO 4 – Acompanhamento das variáveis climáticas.	179
ANEXO 5 – Algumas Epífitas e Herbáceas Terrícolas da Serra da Prata.	180

LISTA DE FIGURAS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Figura 1 Localização da área de estudo.	3
--	---

ASPECTOS METODOLÓGICOS GERAIS

Figura 2 Distribuição das estações de coleta na encosta norte da Torre da Prata. Levantamentos qualitativos foram realizados em todas as altitudes entre 400 e 1.100 m.	11
---	----

CAPÍTULO 3 Estrutura do Componente Epifítico Vascular da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

Figura 1 Curvas espécies-forófito para as comunidades epifíticas quantificadas em quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR....	51
--	----

Figura 2 Distribuição da porcentagem de espécies epifíticas e arbóreas por classes de frequência nas amostras, para comunidades vegetais quantificadas em quatro altitudes de um trecho de Floresta Ombrófila Densa entre 400 e 1.000 m na Serra da Prata, Morretes, PR.	63
--	----

Figura 3 Curva espécies-forófito construída no sentido da redução altitudinal (1.000 → 400 m), considerando espécies epifíticas quantificadas em 120 forófitos distribuídos por quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR..	65
---	----

Figura 4 Representação gráfica da restrição de ocorrência altitudinal de epífitas vasculares ao longo de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR..	66
--	----

Figura 5 Distribuição altitudinal das 28 espécies que constituem o grupo das 10 com maior VIE em cada nível altitudinal de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata.....	67
--	----

Figura 6	Dendrograma formado a partir de parâmetros estruturais e de diversidade (cobertura média e total; dominância média e total; média de espécies por forófito, por fuste e por copa; riqueza de espécies; índice de Shannon) das comunidades epifíticas amostradas em cada piso altitudinal.....	70
Figura 7	Dendrograma formado a partir dos valores de importância ecológica de cada espécie em cada nível altitudinal.....	71
Figura 8	Dendrograma formado a partir do índice de Jaccard, ilustrando a similaridade florística entre os níveis altitudinais.....	71
Figura 9	Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica entre os forófitos amostrados nos quatro pisos altitudinais e as variáveis ambientais. O tamanho de cada vetor corresponde à correlação entre a variável e o eixo mais paralelo a ela.....	72
Figura 10	Riqueza de espécies nas zonas ecológicas dos forófitos para cada altitude.....	73
Figura 11	Varição da diversidade florística, representada pelo índice de Shannon (H') nas zonas ecológicas dos forófitos ao longo do gradiente ecológico.....	73
Figura 12	Distribuição da cobertura total (em porcentagem relativa ao total no forófito) nas zonas ecológicas dos forófitos para cada piso altitudinal amostrado.....	74
Figura 13	Distribuição da dominância total (em porcentagem relativa ao total no forófito) nas zonas ecológicas dos forófitos para cada piso altitudinal amostrado.....	75

CAPÍTULO 4 Composição Florística do Estrato Herbáceo em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

Figura 1	Distribuição das espécies herbáceas, registradas em Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo seu hábito de ocorrência.....	109
Figura 2	Distribuição das espécies herbáceas terrícolas, registradas em Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo suas formas biológicas (CE - cespitosa, ER - ereta, HE - hemiepífita secundária, PH - parasita com caule hipógeo, RE - reptante, RI - rizomatosa, RO - rosulada, SA - saprófita, TR - trepadeira, TU - tuberosa).....	110

CAPÍTULO 5 Estrutura do Estrato Herbáceo da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

Figura 1	Curvas espécies-área para as comunidades herbáceas terrícolas amostradas em quatro altitudes de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR.....	121
Figura 2	Distribuição da porcentagem de espécies herbáceas por classes de frequência, comparando-se unidades amostrais de três dimensões, para comunidades quantificadas em quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa entre 500 e 1.100 m na Serra da Prata, Morretes, PR.....	129
Figura 3	Curva espécies-área construída no sentido da redução altitudinal (1.100 → 500 m), considerando espécies herbáceas terrícolas quantificadas em quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR.....	131
Figura 4	Representação gráfica da restrição de ocorrência altitudinal de espécies herbáceas terrícolas ao longo de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná.....	132
Figura 5	Distribuição altitudinal das 27 espécies que constituem o grupo das 10 com maior VIE em cada nível altitudinal de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná.....	133
Figura 6	Dendrograma formado a partir de parâmetros estruturais e de diversidade (cobertura média; altura média; % de parcelas vazias; riqueza de espécies nas primeiras 108 parcelas de cada altitude; % de angiospermas e % de pteridófitas; índice de Shannon) das comunidades herbáceo terrícolas amostradas em cada piso altitudinal.....	136
Figura 7	Dendrograma formado a partir dos valores de importância ecológica de cada espécie em cada nível altitudinal.....	137

Figura 8 Dendrograma formado a partir do índice de Sørensen, ilustrando a similaridade florística entre os níveis altitudinais..	137
Figura 9 Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica entre as parcelas amostrais nos quatro pisos altitudinais e as variáveis ambientais. O tamanho de cada vetor corresponde à correlação entre a variável e o eixo mais paralelo a ela.....	138
Figura 10 Distribuição do percentual de registros (acima) e da cobertura relativa (abaixo) das herbáceas terrícolas por classes de altura para cada piso altitudinal avaliado na Serra da Prata, Morretes, PR.	140

LISTA DE TABELAS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Tabela 1 Classificação dos solos amostrados nos pisos altitudinais da encosta norte da Torre da Prata (Blum, 2006).	8
---	---

CAPÍTULO 1 Acompanhamento de Variáveis Climáticas em Dois Níveis Altitudinais da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná

Tabela 1 Valores de temperatura (°C) obtidos aos 400 e 1.000 m da encosta norte da Torre da Prata, Morretes, PR, entre julho de 2009 e junho de 2010.....	17
--	----

Tabela 2 Valores de umidade relativa do ar (%) obtidos aos 400 e 1.000 m da encosta norte da Torre da Prata, Morretes, PR, entre julho de 2009 e junho de 2010.	20
---	----

CAPÍTULO 2 Composição Florística de Epífitas Vasculares em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

Tabela 1 Flora epífita vascular registrada em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Categorias ecológicas (Categ.: HLO - holoepífito obrigatório, HLP - holoepífito preferencial, HLF - holoepífito facultativo, HLA - holoepífito acidental, HMP - hemiepífito primário, HMS - hemiepífito secundário).....	28
---	----

Tabela 2 Classificação das espécies de epífitas vasculares, registradas em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo categorias ecológicas (HLO - holoepífito obrigatório, HLP - holoepífito preferencial, HLF - holoepífito facultativo, HLA - holoepífito acidental, HMP - hemiepífito primário, HMS - hemiepífito secundário) dentro dos seus respectivos táxons.....	35
---	----

Tabela 3 Distribuição do percentual de espécies epífitas vasculares, registradas em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo as categorias ecológicas (HLO - holoepífito obrigatório, HLP - holoepífito preferencial, HLF - holoepífito facultativo, HLA - holoepífito acidental, HMP - hemiepífito primário, HMS - hemiepífito secundário), considerando apenas famílias com mais de uma espécie.	36
---	----

Tabela 4 Matriz de similaridade florística (índice de Jaccard) entre quatro patamares altitudinais da área de estudo (Serra da Prata) e outras sete áreas de Floresta Ombrófila Densa: Morro da Mina - PR (Petean, 2009), Salto Morato - PR (Schütz-Gatti, 2000), PE Carlos Botelho - SP (Breier, 2005), Ilha do Mel - PR (Kersten e Silva, 2005), Serra da Juréia - SP (Mamede <i>et al.</i> , 2001), Serra do Marumbi - PR (Petean, 2002) e Piraquara - PR (Kersten, 2006), considerando somente epífitas determinadas em nível de espécie.....	36
--	----

Tabela 5 Estudos sobre epífitas vasculares realizados no Brasil e em outros países latino-americanos, organizados de forma decrescente pela riqueza florística em espécies (spp), além dos gêneros (gen) e famílias (fam); fitofisionomia (Fitofis.) de ocorrência.	37
---	----

CAPÍTULO 3 Estrutura do Componente Epífítico Vascular da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

Tabela 1 Famílias de epífitas vasculares em quatro altitudes de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Respectivos valores de importância ecológica, em ordenação decrescente para a cota 400 m..... 52

Tabela 2 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epífitas vasculares em um trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 1.000 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais..... 53

Tabela 3 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epífitas vasculares em trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 800 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais..... 55

Tabela 4 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epífitas vasculares em trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 600 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais..... 58

Tabela 5 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epífitas vasculares em trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 400 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais..... 61

Tabela 6 Epífitas de maior importância em Floresta Ombrófila Densa amostrada aos 400, 600, 800 e 1.000 m na Serra da Prata, Morretes, PR. Seus parâmetros ecológicos, todos percentuais: FfA - frequência absoluta nos forófitos; FzA - frequência absoluta nas zonas ecológicas dos forófitos; FpA - frequência absoluta nos pisos altitudinais; DoR - dominância relativa; CoR - cobertura relativa; Vlf - valor de importância sobre frequências, VlfD - valor de importância sobre frequência e dominância; VIE – valor de importância ecológica, em ordem decrescente. 63

Tabela 7 Aspectos das epífitas vasculares da Floresta Ombrófila Densa em quatro altitudes na Serra da Prata, Morretes, PR. Legenda: Dec - declividade; Solo (Cd - Cambissolo Háplico Distrófico, n - nano, l – léptico, t - típico, RLda - Neossolo Litólico húmico alumínico); T - temperatura (média, máxima e mínima médias); ATD - amplitude diária da temperatura (média); UR - umidade relativa do ar; AUrD – amplitude diária da umidade do ar (média e máxima média); N - densidade de árvores; G - área basal; Hdom e Ddom - altura e diâmetro dominantes; Hfor e Dfor - altura e diâmetro médios dos forófitos amostrados; DoM – média da dominância epifítica total; CoM - cobertura epifítica média por registro; Riqueza (Spp - espécies, Fam - famílias); H' - índice de Shannon; J' - equidade; VIE – somatório do valor de importância ecológica das principais espécies..... 69

Tabela 8 Correlações de Pearson entre variáveis ambientais e parâmetros das comunidades epifíticas (por forófito) ao longo de um gradiente altitudinal na Serra da Prata, Morretes, PR.. 70

Tabela 9 Diversidade registrada em estudos quantitativos de epífitas vasculares no sul do Brasil. Fitofisionomia: Floresta Ombrófila Densa (FOD, podendo ser s-submontana, m-montana ou a-altomontana), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Formação Pioneira de Influência Marinha (FPIM); número de forófitos (For); riqueza total de espécies (sppT); riqueza de espécies amostradas quantitativamente (sppA); índice de *Shannon* ($H' - \text{nats.ind}^{-1}$) e equidade (J')..... 77

Tabela 10 Espécies epífitas vasculares indicadoras dos patamares submontano e montano em um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. 94

CAPÍTULO 4 Composição Florística do Estrato Herbáceo em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

Tabela 1 Flora do estrato herbáceo registrada em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Habitat (TE – terrícola, RU – rupícola); Forma biológica (CE - cespitosa; ER - ereta; HE – hemiepífita secundária, PH – parasita com caule hipógeo, RE – reptante, RI – rizomatosa, RO – rosulada, SA – saprófita, TR – trepadeira, TU - tuberosa). Números de coleta do primeiro autor, exceto aqueles com iniciais de outros coletores. 103

Tabela 2 Comparação de similaridade florística (índice de Sørensen na metade superior e índice de Jaccard na metade inferior) entre a área de estudo e outras sete estações de pesquisa situadas num raio de 70 km: Serra da Prata (este estudo); Ilha do Mel (Kozera e Rodrigues, 2005); Serra do Marumbi (Kozera *et al.*, 2009); Itapoá (Dorneles e Negrelle, 1999; Negrelle, 2006); Curitiba (Kozera *et al.*, 2006); Serra Ibitiraquire, Serra da Igreja, Serra Gigante (Scheer e Mocoichinski, 2009). 110

Tabela 3 Estudos sobre herbáceas terrícolas em distintas fisionomias vegetais brasileiras, organizados em ordem decrescente pela riqueza em espécies, riqueza em famílias; fitofisionomia de ocorrência..... 111

CAPÍTULO 5 Estrutura do Estrato Herbáceo da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

Tabela 1 Famílias de herbáceas terrícolas em quatro altitudes de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, e respectivos valores de importância ecológica, em ordenação decrescente para a cota 500 m..... 122

Tabela 2 Espécies registradas na amostragem do componente herbáceo terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 1.100 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos..... 123

Tabela 3 Espécies registradas na amostragem do componente herbáceo terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 800 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos..... 124

Tabela 4 Espécies registradas na amostragem do componente herbáceo terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 700 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos..... 126

Tabela 5 Espécies registradas na amostragem do componente herbáceo terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 500 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos..... 127

Tabela 6 Herbáceas terrícolas de maior importância estrutural em Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Parâmetros ecológicos oriundos de amostragem aos 500, 700, 800 e 1.100 m: FA - frequência absoluta nas amostras; FP - frequência absoluta nos pisos altitudinais; CR - cobertura relativa; CM - cobertura média; VIE - valor de importância ecológica, em ordenação decrescente..... 130

Tabela 7 Correlações de Pearson entre variáveis ambientais e parâmetros (por amostra) das herbáceas terrícolas ao longo do gradiente altitudinal na Serra da Prata, Morretes, PR..... 134

Tabela 8 Fatores ambientais e parâmetros ecológicos das comunidades herbáceas terrícolas de Floresta Ombrófila Densa em quatro altitudes da Serra da Prata, Morretes, PR. Legenda: Dec - declividade; Solo (Cd - Cambissolo Háplico Distrófico, n - nano, l - léptico, t - típico, RLha - Neossolo Litólico húmico alumínico; V - saturação de bases); T - temperatura; ATD - amplitude diária da temperatura; UR - umidade relativa do ar; AUrD - amplitude diária da umidade do ar; N - densidade de árvores; G - área basal; Hdom e Ddom - altura e diâmetro dominantes; Spp - espécies; Ang. - angiosperma; Pte. - pteridófito; Fam - famílias; H' - índice de Shannon; J' - equidade; VIE - soma do valor de importância das principais espécies..... 135

Tabela 9 Diversidade registrada em estudos quantitativos de herbáceas terrícolas no Brasil. Fitofisionomia: Floresta Ombrófila Densa (FOD, podendo ser s-submontana, m-montana ou tb-terras baixas); Floresta Ombrófila Mista (FOM); Floresta Estacional Semidecidual (FES), Floresta Estacional Decidual (FED), Formação Pioneira de Influência Marinha (FPIM); riqueza de espécies (Spp); índice de *Shannon* ($H' \text{ nats.ind}^{-1}$). Os dados de riqueza florística foram revisados, excluindo-se espécies exóticas e não-herbáceas..... 141

Tabela 10 Espécies herbáceas indicadoras dos patamares montano e submontano em um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. 154

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a florística, estrutura e distribuição espacial de epífitas vasculares e herbáceas terrícolas ao longo de um gradiente altitudinal da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata (48°41'59,39"W, 25°36'46,39"S), Paraná, e verificar a existência de relações entre estes elementos e a variação ambiental ao longo da vertente. A área de estudo abrangeu 6,3 ha entre 400 e 1.100 m s.n.m. O componente epifítico foi quantificado em 120 forófitos de porte intermediário (DAP em torno de 35 cm) com copa no dossel, distribuídos em igual número pelas altitudes 400, 600, 800 e 1.000 m. Os forófitos foram divididos em seis zonas ecológicas verticais, sendo atribuídas estimativas de dominância e cobertura das epífitas em cada zona. A coleta de dados da sinúsia herbácea foi realizada em 716 parcelas de 1x1 m dispostas continuamente ao longo de faixas com 2 m de largura e comprimento variável, acompanhando a altitude, distribuídas pelas cotas 500 m (208 m²), 700 m (108 m²), 800 m (200 m²) e 1.100 m (200 m²). Registrou-se a altura máxima e o percentual de cobertura de todas as espécies herbáceas enraizadas nas parcelas. Para avaliar aspectos climáticos foram instalados dois registradores de umidade e temperatura do ar, aos 400 e 1.000 m, sendo coletados dados diários entre julho de 2009 e junho de 2010. Foram registradas 277 espécies e 30 famílias de epífitas vasculares. Orchidaceae abrangeu 103 espécies, seguida de Bromeliaceae (37) e Polypodiaceae (28). O índice de Shannon foi de 4,96 nats.ind⁻¹. Apenas 19,5% das espécies epifíticas ocorreram em todas as faixas altitudinais. Bromeliaceae teve a maior relevância estrutural ao longo da encosta. As espécies mais frequentes foram *Philodendron loefgrenii* e *Serpocaulon catharinae*. *Vriesea altodaserrae* apresentou a maior importância estrutural acima dos 800 m s.n.m. Nas altitudes 400 e 600 m se destacaram *Aechmea organensis*, *Vriesea vagans* e *Vriesea philippocoburgii*. As herbáceas terrícolas foram representadas por 154 espécies de 49 famílias. Dryopteridaceae abrangeu 11 espécies, seguida de Araceae (10) e Orchidaceae (10). O índice de Shannon foi de 3,74 nats.ind⁻¹. Apenas oito espécies (5,1%) foram registradas em todas as altitudes estudadas. Dryopteridaceae e Araceae apresentaram elevada importância em todas as altitudes. *Lastreopsis amplissima*, *Anthurium acutum* e *Pleurostachys distichophylla* tiveram maior importância estrutural nas altitudes 800 e 1.100 m. Abaixo dos 600 m s.n.m. se destacaram *Philodendron propinquum*, *Stigmatopteris heterocarpa*, *Lomagramma guianensis* e *Dichorisandra thyrsoiflora*. Para ambas as sinúsias detectou-se a existência de duas associações florísticas distintas (submontana e montana), com faixa de transição entre as altitudes 600 e 800 m, coincidindo com o limite altitudinal entre dois tipos climáticos, diferenciados pela temperatura média do mês mais quente ($\geq 22^{\circ}\text{C}$ – Cfa; $\leq 22^{\circ}\text{C}$ – Cfb). A composição estrutural da comunidade epifítica foi muito similar nas altitudes 400 e 600 m, com valores de riqueza e dominância significativamente (Teste de Duncan, $p > 0,05$) mais elevados que nas demais cotas. O relevo acidentado das altitudes superiores condicionou maior heterogeneidade na estrutura da comunidade epifítica devido a sua influência sobre o porte e arquitetura dos forófitos, resultando em diferenças significativas entre as altitudes 800 e 1.000 m. A estrutura da comunidade herbácea terrícola também apresentou considerável

relação com o relevo. As altitudes 700, 800 e 1.100 m, todas com declividade superior a 60%, apresentaram valores de cobertura e riqueza estatisticamente iguais entre si (Teste de Duncan, $p > 0,05$), e significativamente diferentes dos registrados aos 500 m s.n.m., onde a declividade média é de 32%. Deste modo, a temperatura parece afetar mais diretamente a composição florística e sociológica das sinúsias abrangidas, enquanto que as características topográficas demonstram maior relação com as variações estruturais ao longo da encosta.

Palavras-Chave: floresta atlântica, gradiente altitudinal, epifitismo vascular, herbáceas terrestres

ABSTRACT

This study aimed to characterize the floristics, structure and spatial distribution of vascular epiphytes and ground herbs along an altitudinal gradient of the Atlantic Rainforest in the Serra da Prata mountain range (48°41'59.39"W, 25°36'46.39"S), Paraná State, and to explore the existence of relationships among these elements and the environmental variation along the gradient. The study area has 6.3 hectares between 400 and 1,100 m a.s.l. The epiphytic component was quantified using 120 phorophytes with diameters around 35 cm with canopy crowns distributed equally at 400, 600, 800 and 1,000 m of altitude. The phorophytes were divided into six vertical zones. Dominance and coverage estimates of the epiphytes were taken for each zone. The data collection on the herbaceous synusia was done using 716 quadrats of 1x1 m placed continually in rows 2 m wide with variable length in the altitudes 500 m (208 m²), 700 m (108 m²), 800 m (200 m²) e 1,100 m (200 m²). The maximum height and the percentage of coverage of all rooted herbaceous species in the quadrats were registered. To evaluate the climatic aspects two temperature and air moisture recorders were installed at 400 and 1,000 m a.s.l. Daily data was obtained from July, 2009, until June, 2010. In total, 277 species and 30 families of vascular epiphytes were recorded. Orchidaceae included 103 species, followed by Bromeliaceae (37) and Polypodiaceae (28). The Shannon index was 4.96 nats.ind⁻¹. Only 19.5% of the epiphytes occurred in all altitudes. Bromeliaceae had the greater structural importance along the slope. The most frequent species were *Philodendron loefgrenii* and *Serpocaulon catharinae*. *Vriesea altodaserrae* presented the greater structural importance in altitudes above 800 m. The most important species at 400 and 600 m a.s.l. were *Aechmea organensis*, *Vriesea vagans* and *Vriesea philippocoburgii*. It were recorded 158 species and 49 families of ground herbs. Dryopteridaceae included 11 species, followed by Araceae (10) and Orchidaceae (10). The Shannon index was 3.74 nats.ind⁻¹. Only eight species (5.1%) were registered in all altitudes. Dryopteridaceae and Araceae presented highest importance along the slope. *Lastreopsis amplissima*, *Anthurium acutum* and *Pleurostachys distichophylla* had greater structural importance at 800 and 1,100 m a.s.l.. Below 600 m *Philodendron propinquum*, *Stigmatopteris heterocarpa*, *Lomagramma guianensis* and *Dichorisandra thyrsoiflora* were the most important. For both synusiae it was observed the existence of two distinct floristic associations (submontane and montane), transitioning between 600 and 800 m, coincidentally with the altitudinal

limit between two types of climate, differentiated by the mean temperature of the warmest month ($\geq 22^{\circ}\text{C}$ – Cfa; $\leq 22^{\circ}\text{C}$ – Cfb). The structural composition of the epiphytic community was very similar at 400 and 600 m a.s.l., with richness and dominance values statistically greater (Duncan Multiple Range Test, $p > 0,05$) than the other altitudes. The steep topography of the higher altitudes generated a greater heterogeneity in the epiphytic structure due to its influence on the size and architecture of the phorophytes, resulting in structural differences between the 800 and 1,000 m. The structure of the herbaceous community also presented relationship with the topography. The altitudes 700, 800 and 1,100 m, all showing declivities higher than 60%, presented coverage and richness values statistically equal (Duncan Multiple Range Test, $p > 0,05$) among them, and different from the values observed at the 500 m, where the mean declivity is 32%. Therefore, the temperature seems to affect directly the floristic and sociologic composition of the studied synusia, while the topographic characteristics show greater relationships with the structural variation along the slope.

Key-words: Atlantic Forest, altitudinal gradient, vascular epiphytes, terrestrial herbs

INTRODUÇÃO

A despeito das boas condições de conservação em que se encontram as áreas de Floresta Ombrófila Densa de encosta no Paraná, ainda são poucos os estudos que abordaram sua diversidade florística, suas características estruturais e principalmente sua distribuição espacial. O ambiente de ocorrência, as vigorosas vertentes da Serra do Mar, da mesma forma que contribui para sua conservação, também implica em consideráveis dificuldades logísticas em seu estudo, fator principal que resulta na escassez de informações a respeito das formações Submontana e Montana, especialmente desta última.

Os principais estudos que focaram as referidas formações no Paraná foram trabalhos sobre o componente arbustivo-arbóreo (Silva, 1989; Schorn, 1992; Guapyassú, 1994; Roderjan, 1994; Athayde, 1997; Lacerda, 1999; Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007; Reginato e Goldenberg, 2007). Tais documentos constituem fonte importante de consulta a respeito das formações de Floresta Ombrófila Densa de encosta no Paraná. No entanto, ainda não são suficientes para um entendimento mais amplo da riqueza de espécies e da diversidade de associações abrangidas por estes conjuntos florestais.

Ressalta-se, sobretudo, o reduzido número de pesquisas que analisaram a distribuição da flora ao longo de gradientes ambientais. Ainda que já existam alguns estudos abordando gradientes de vegetação no Brasil – especialmente na região sudeste (Mantovani *et al.*, 1990; Rodrigues e Shepherd, 1992; Sanchez, 2001; Borém *et al.*, 2002; Custódio Filho, 2002; Martins *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2005) – no Paraná, os únicos trabalhos que assumiram esta temática no âmbito da Floresta Ombrófila Densa foram os de Roderjan (1994), Jaster (1995, 2002) e Blum (2006), todos abordando o compartimento arbustivo-arbóreo.

Quando consideradas outras sinúsias, como epífitas e herbáceas terrícolas, a escassez de estudos florísticos e ecológicos em Floresta Ombrófila Densa de encosta é ainda mais pronunciada. Apenas três estudos abordaram epífitas vasculares nesta fisionomia florestal no Paraná (Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2002, 2009), dois na formação Submontana e o outro na Altomontana. Da mesma forma, as herbáceas terrícolas só foram estudadas em dois locais (Kozera e Rodrigues, 2005; Kozera *et al.*, 2009), ambos de formação Submontana. Quando se trata de estudos sobre as referidas sinúsias ao longo de gradientes ambientais na Floresta Ombrófila Densa, pode-se destacar apenas um, bastante completo e abrangente, mas que considerou somente pteridófitas (Paciencia, 2008).

A perspectiva de contribuir com relevantes informações sobre sinúsias ainda tão pouco conhecidas no Paraná motivou a concepção do presente trabalho.

OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi caracterizar a florística, estrutura e distribuição espacial das comunidades de epífitas vasculares e de herbáceas terrícolas da Floresta Ombrófila Densa de encosta na vertente norte da Serra da Prata, e verificar a existência de relações entre estas sinúcias e a variação ambiental ao longo do gradiente de altitude. São objetivos específicos:

- Analisar o comportamento das variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar na porção norte da Serra da Prata, e suas possíveis relações com a variação altitudinal;
- Contribuir para o conhecimento da composição florística das sinúcias epifítica e herbáceo terrícola da Floresta Ombrófila Densa de encosta no Paraná;
- Caracterizar a estrutura fitossociológica das comunidades de epífitas e herbáceas terrícolas da Floresta Ombrófila Densa de encosta em diferentes altitudes na Serra da Prata;
- Detectar possíveis diferenças nas composições florística e estrutural das sinúcias epifítica e herbáceo terrícola, assim como suas relações com variáveis ambientais, ao longo de um gradiente altitudinal na Serra da Prata;
- Detectar espécies indicadoras das distintas formações de Floresta Ombrófila Densa de encosta na Serra da Prata;
- Contribuir com informações que subsidiem o manejo e a conservação do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange.

NOTA EXPLICATIVA

O presente trabalho foi organizado em cinco capítulos, cada qual redigido na forma de um artigo científico independente. Antecedendo os capítulos são apresentadas informações introdutórias – caracterização da área de estudo e aspectos metodológicos gerais – para facilitar a contextualização ao leitor.

É relevante ressaltar que os resultados apresentados na presente tese representam uma continuidade ao estudo do compartimento arbóreo-arbustivo anteriormente realizado no mesmo local, objeto da dissertação de mestrado do autor (Blum, 2006). Deste modo, algumas informações primárias coletadas naquela ocasião, sobretudo no que se refere aos levantamentos de solo e vegetação arbórea, foram utilizadas, sendo enfocadas dentro da ótica das sinúcias analisadas.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

LOCALIZAÇÃO

A Serra da Prata atravessa porções dos municípios de Guaratuba, Morretes e Paranaguá. Seu ponto culminante é a Torre da Prata (ou Morro Grande) que alcança 1.549 m s.n.m. (IBGE, 1998a).

A área de estudo (Figura 1) localiza-se na face norte da Torre da Prata, entre os rios São Sebastião e Sambaqui (ou Lajeado), dentro dos limites municipais de Morretes. Os levantamentos florísticos e fitossociológicos foram realizados ao longo e a partir da trilha de acesso ao cume da Torre da Prata ($48^{\circ}41'59,39''$ W, $25^{\circ}36'46,39''$ S), restringindo-se à faixa altitudinal delimitada pelas cotas dos 400 e 1.100 m. Foram abrangidos, portanto, 700 m de desnível altitudinal. A extensão da área amostral em projeção horizontal, entre os 400 e os 1.100 m s.n.m., é de aproximadamente 2,2 km.

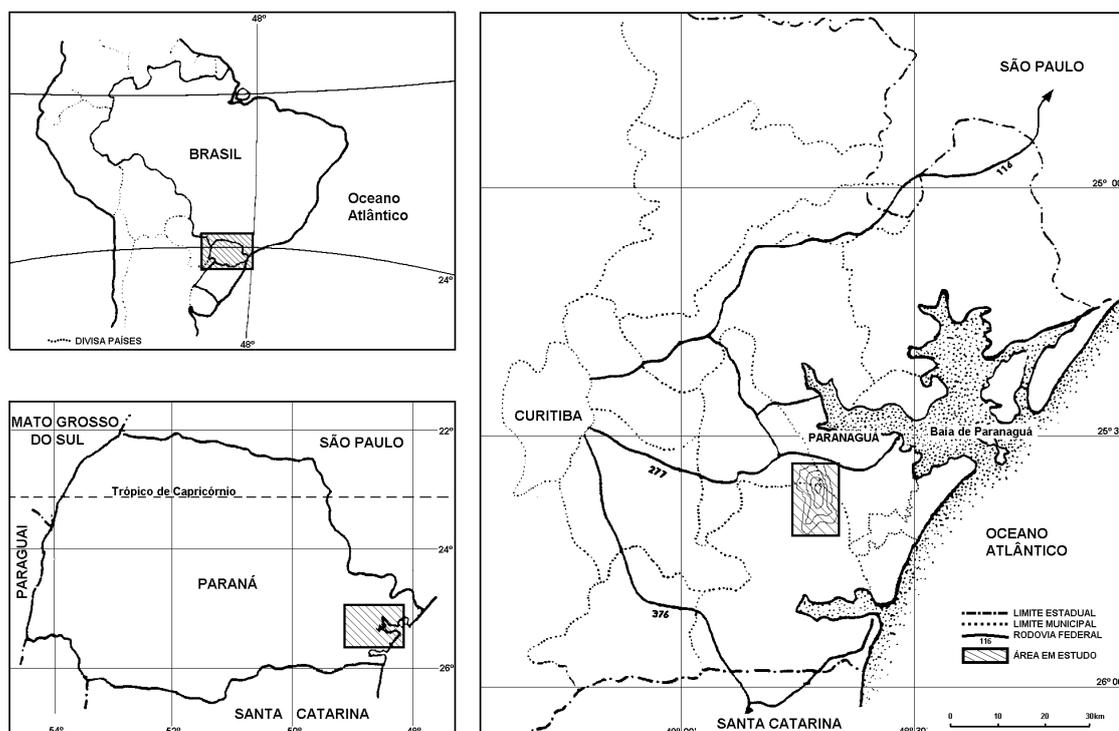


Figura 1 Localização da área de estudo.

Os principais acessos são, partindo da BR 277, a estrada da Limeira e a estrada de acesso à Comunidade Floresta. A partir de determinados trechos destas estradas secundárias partem as trilhas de acesso ao cume da Torre da Prata, em cuja encosta norte se propôs o presente estudo. Utilizou-se a estrada que leva à Comunidade Floresta por ser esta a que permite o acesso motorizado a uma altitude mais elevada (300 m s.n.m.), facilitando a logística de levantamento de dados.

CLIMA

Segundo Nimer (1990), a Serra do Mar insere-se dentro do domínio climático Mesotérmico Brando Superúmido, apresentando variação somente em regiões com altitudes superiores aos 1.300 m s.n.m., onde os invernos rigorosos a enquadram no domínio Mesotérmico Médio Superúmido.

De acordo com a classificação de Koeppen, a Serra do Mar, que abrange também a Serra da Prata, é influenciada por dois tipos climáticos – Cfa e Cfb – definidos por diferenças de temperatura devidas à variação altitudinal (IAPAR, 1978). A porção inferior da Serra é caracterizada pelo clima Cfa, tipo subtropical superúmido mesotérmico e com verões quentes. Este tipo climático apresenta temperaturas médias entre -3 °C e 18 °C no mês mais frio e superiores a 22 °C durante o mês mais quente. As geadas são pouco frequentes e não ocorre estação seca definida. Nas partes mais elevadas da Serra, o clima enquadra-se como Cfb, também subtropical superúmido mesotérmico, mas com médias térmicas mais baixas e a ocorrência eventual de geadas no inverno. Neste tipo climático a temperatura média do mês mais quente não ultrapassa os 22 °C.

Na Serra do Mar são verificados os mais elevados índices pluviométricos do Paraná. De acordo com Maack (1981), a influência do alísio SE e a ação das chuvas orográficas de ascensão na frente oceânica da serra determinam variações expressivas entre as médias anuais, ainda que sempre bastante elevadas, se comparadas a outras regiões do Estado. As chuvas orográficas são originadas quando massas de ar saturadas de umidade são transportadas para oeste até terem seu trajeto interrompido pelas elevações da Serra, o que ocasiona seu acúmulo na face leste destas montanhas. Acima do nível de condensação as massas de água precipitam em forma de chuvas.

De acordo com IAPAR (1978), a região onde se localiza a Serra da Prata é caracterizada por índices pluviométricos que variam entre 2.000 a 3.000 mm, com máximos mensais nos meses de janeiro, fevereiro e março. Confirmando esta informação, os maiores índices pluviométricos registrados na estação meteorológica de Morretes ocorreram também nestes meses de verão. A precipitação média anual em Morretes, município que abrange a vertente estudada, é de 2.290 mm (IPARDES, 1991).

Os valores de umidade relativa do ar para a região da Serra do Mar são bastante elevados, variando entre 80 a 90% (IAPAR, 1978).

Na região leste do Paraná os ventos predominantes são condicionados pelo anticiclone do Atlântico Sul e pelo vento alísio de sudeste, soprando principalmente do mar para o continente (IPARDES, 1990). Na estação meteorológica de Morretes foi registrada, entre os anos de 1975 e 1986, velocidade de ventos menor ou igual a 1,4 m/s em 90% dos dias do ano (IAPAR, 1989).

GEOLOGIA

A Serra do Mar constitui-se predominantemente de rochas metamórficas e ígneas, estas últimas com idades entre 500 e 600 milhões de anos. Destacam-se migmatitos e outras rochas associadas. Os granitos, que constituem os núcleos das serras, ocorrem sob a forma de intrusões nos migmatitos (Bigarella, 1978).

De acordo com Bigarella *et al.* (1967), no intervalo temporal entre o Pré-Cambriano Superior e o Paleozóico Inferior, a região Sul do Brasil foi invadida por inumeráveis corpos graníticos, atividade ígnea que resultou na formação da Suíte Intrusiva da Serra do Mar, dentro do complexo de rochas anteriormente citado.

Os granitos do leste paranaense podem ser divididos em dois grupos: o maciço granítico Suíte Serra do Mar e o domínio Tectônico Paranaguá, ambos gerados durante o Proterozóico Superior, devido a eventos pós-colisionais ocorridos no final da consolidação do Gondwana (Kaul¹, 1997, *apud* Portela Filho *et al.*, 2001).

Os granitos do domínio Tectônico Paranaguá constituem corpos alongados que tem contato a oeste com os gnaisses granulíticos do domínio Luís Alves. A Serra da Prata encontra-se dentro do domínio Paranaguá e teve sua geologia estudada por Lopes (1985, 1987), que identificou e descreveu quatro variedades graníticas na região, denominadas Rio Canavieiras, Cubatãozinho, Rio do Poço e Morro Inglês. De maneira pouco expressiva e muito localizada, ocorre ainda o granito Estrela.

De acordo com o Mapa Geológico da Serra da Prata (Lopes, 1987), o leucogranito Rio Canavieiras ocorre na porção oeste da Serra, tendo como limite oriental os cursos dos rios Sambaqui e Cubatãozinho. Estes rios também são em grande parte o limite ocidental do granito Cubatãozinho, que ocorre numa estreita faixa na porção central da Serra. Já o Granito Morro Inglês ocorre na porção leste, sendo limitado a oeste por uma falha e a leste pela planície litorânea.

Por fim, o granito Rio do Poço ocorre na porção nordeste da Serra da Prata, abrangendo a área de estudo. Trata-se de um leuco-granito médio cristalino, sin-tectônico e intrusivo na Formação Rio das Cobras. O granito Rio do Poço sustenta o próprio maciço rochoso da Serra da Prata (Lopes, 1987). É de derivação calco-alcalina e apresenta fácies porfiróides. Em toda a área de cima da Serra da Prata são observadas apenas fácies cataclásticas, exibindo uma cristalinidade média.

¹ KAUL, P. F. T. 1997. O magmatismo na Serra do Mar e adjacências (Sul do Brasil) no final do Neoproterozóico e seus condicionantes tectônicos. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GEOMORFOLOGIA

Para Maack (1981), a Serra do Mar destaca-se por constituir uma serra marginal que se eleva de 500 a 1.000 m sobre o nível geral do planalto. É dividida em diversos maciços por blocos mais ou menos elevados. Bigarella (1978) destaca que suas encostas são notadamente mais escarpadas no lado Atlântico do que do lado continental, com vertentes íngremes.

Na Serra do Mar, os maciços elevados são graníticos e os vales apresentam litologia distinta, comumente migmatitos ou eventualmente xistos. Os contatos entre as diferentes formações são tipicamente de falha, sendo que muitos dos vales coincidem com a direção das falhas de maior expressão (EMBRAPA, 1984).

Os vales muito próximos determinam uma topografia dissecada, na qual as cristas são convexas devido ao rastejamento que movimenta sobre as encostas os detritos finos, resultantes da decomposição. Surgem escarpamentos abruptos de paredes lisas, dissecadas ou não pela erosão, criados por deslocamentos de blocos ou falhamentos. As drenagens na Serra do Mar estão adaptadas às linhas de fraturamento dos blocos graníticos na direção NW-SE, conferindo a estas um aspecto retangular. Os vales são quase sempre profundos e estreitos, muito íngremes (Cordani e Girardi, 1967; Struminski, 2001).

Na Serra da Prata são observados, com frequência, os aspectos destacados acima. Seu relevo é muito acidentado, caracterizado por fortes declividades nas porções mais elevadas, em geral superiores a 60%, tendendo a diminuir nas porções inferiores da encosta (Blum, 2006). Este conjunto montanhoso constitui o acidente orográfico mais oriental da Serra do Mar paranaense, despontando majestosamente em meio à planície litorânea. Angulo (1992) ressalta que a Serra da Prata diferencia-se das demais serras altas por não apresentar contato com o planalto, sendo também o único maciço de maior porte que alcança o mar, em seu extremo meridional, constituindo a separação entre as bacias de Paranaguá e Guaratuba.

Sua amplitude altimétrica é bastante elevada, podendo em alguns trechos formar desníveis muito abruptos. De acordo com as cartas planialtimétricas Alexandra e Serra da Prata (IBGE, 1998a, 1998b), em sua extremidade sul esta serra é caracterizada pelo Morro do Garrafão, de 758 m s.n.m. As altitudes crescem no sentido nordeste alcançando 1.549 m em seu ponto culminante, a Torre da Prata (ou Morro Grande), reduzindo-se novamente na direção norte até elevações de pouco mais de 300 m nas proximidades da BR 277.

SOLOS

Para Curcio (1992), os solos podem ser considerados componentes de grande importância no âmbito da Serra do Mar, sendo muitas vezes determinantes da fragilidade deste ambiente. Diferenciações geológicas e geomorfológicas associadas à dinâmica de falhamentos, assim como às condições climáticas, atuais e pretéritas, acarretam diferentes distribuições de solos na paisagem. Nos terços superiores da Serra do Mar, caracterizados por rampas de relevo escarpado e montanhoso, ocorre o predomínio de afloramentos de rocha, Neossolos Litólicos e Cambissolos rasos. Nos terços médios e inferiores se torna expressiva a ocorrência dos Cambissolos profundos e dos Cambissolos podzolizados profundos, ambos predominantemente álicos e argilosos (Curcio *et al.*, 1991).

Para a região da Serra da Prata, em especial nas proximidades da Torre da Prata, Schmidlin (1998) descreveu a existência de Afloramentos de Rochas, Neossolos Litólicos, Cambissolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos.

Na encosta norte da Torre da Prata, o contexto pedológico entre as altitudes dos 400 e 1.100 m foi caracterizado para subsidiar a análise do componente arbóreo ao longo do gradiente altitudinal, objeto da dissertação de mestrado (Blum, 2006) do presente autor. Os principais resultados obtidos são transcritos a seguir:

Ao longo da pedossequência foi verificado amplo predomínio dos Cambissolos, os quais, nas porções superiores da encosta, estão associados à Neossolos Litólicos. Em geral, os solos de todos os níveis apresentam-se totalmente dessaturados por bases e ricos em alumínio trocável, recebendo a denominação de distróficos e álicos.

As classes de solos apresentaram uma distribuição coerente ao longo da encosta, seguindo um gradiente de morfogênese (Tabela 1 e ANEXO 1) que foi interrompido significativamente apenas aos 700 m, pela existência de uma ruptura de falha que resultou em solos mais rasos, condicionados por uma declividade média de 79%.

Os solos de menores espessuras estão presentes devido à elevada pluviosidade e declividades superiores a 60%, favorecendo processos de morfogênese caracterizados pela perda de material que se desloca para porções mais baixas. Não raramente esses processos acarretam na ocorrência de afloramentos de rocha, potencializando a fragilidade ambiental destes trechos. Nas áreas de Neossolos Litólicos são particularmente abundantes fragmentos de rocha de diversos tamanhos e formas, espalhados pela encosta. A existência de contato lítico nos pisos mais elevados (1.100 e 1.000 m s.n.m.), aumenta a instabilidade das vertentes, acelerando a saturação hídrica dos solos e facilitando seu deslocamento. Nas áreas de menor declividade formam-se os Cambissolos típicos, mais profundos, resultantes da morfogênese de coluvionamento.

Embora não tenham sido encontrados através das amostragens de solos, é válido informar que nas porções inferiores da encosta, os Cambissolos podem ocorrer associados à Argissolos Vermelho-Amarelos Tb Distróficos típicos A moderado textura média/argilosa, aspecto citado para áreas próximas por Curcio (1992) e Schmidlin (1998).

Tabela 1 Classificação dos solos amostrados nos pisos altitudinais da encosta norte da Torre da Prata (Blum, 2006).

Cota (m)	Classe de Solo
400	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico álico A moderado textura argilosa relevo forte ondulado
500	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico álico A moderado textura argilosa relevo forte ondulado
600	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico léptico álico A moderado textura muito argilosa relevo forte ondulado
700	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico nano álico A moderado textura argilosa relevo escarpado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico álico A proeminente text. argilosa relevo escarpado
800	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico álico A proeminente textura argilosa relevo montanhoso
900	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico léptico álico A proeminente textura média relevo montanhoso
1.000	NEOSSOLO LITÓLICO húmico alumínico textura argilosa relevo montanhoso + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico nano álico A moderado textura média relevo montanhoso
1.100	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico nano álico A moderado textura média relevo montanhoso + NEOSSOLO LITÓLICO húmico alumínico textura argilosa relevo montanhoso

VEGETAÇÃO ARBÓREA

A formação vegetal que predomina na região costeira do Brasil Meridional é a Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 1992). Fatores climáticos como temperatura e umidade elevadas caracterizam a exuberância da vegetação, não só em relação ao tamanho dos indivíduos isolados, ou a rapidez de seu desenvolvimento, como também em função do elevado número de espécies. A Floresta Ombrófila Densa (FOD) foi subdividida em cinco formações ordenadas segundo uma hierarquia topográfica e pedológica. Denominam-se “Aluvial”, “das Terras Baixas”, “Submontana”, “Montana” e “Altomontana”, refletindo fisionomias diferentes de acordo com variações das faixas altimétricas e de situações geomorfológicas (IBGE, 1992). Nas regiões serranas ocorrem somente as formações Submontana, Montana e Altomontana.

As comunidades arbóreas submontanas e montanas da encosta norte da Torre da Prata, entre as cotas dos 400 e 1.100 m, foram objeto da dissertação de mestrado (Blum, 2006) do presente autor. Os principais resultados obtidos são transcritos a seguir:

Foram detectadas cinco fitotipias distintas ao longo do trecho de encosta estudado, conforme representação esquemática apresentada no ANEXO 1, a saber:

- FOD Submontana típica – abaixo dos 600 m s.n.m.
- Transição FOD Submontana e FOD Montana – em torno dos 700 m s.n.m.;
- FOD Montana típica – entre 800 e 900 m s.n.m.;
- FOD Montana de porte baixo – aos 1.000 m s.n.m.;
- FOD Montana de porte baixo com clareiras – aos 1.100 m s.n.m.;

A FOD Submontana típica apresentou grande semelhança estrutural entre os patamares onde ocorreu, sendo caracterizada pelo seu porte elevado, densidade relativamente baixa e grande heterogeneidade florística, representada pelas elevadas diversidade e riqueza de espécies.

A comunidade definida como de transição entre as formações Submontana e Montana apresenta valores de densidade e altura intermediários entre os verificados nas duas formações adjacentes. Neste trecho de floresta, que apresentou elevada similaridade florística tanto com a comunidade submontana quanto com a montana, foram registrados os maiores valores de riqueza e diversidade de espécies, demonstrando seu caráter transicional. A sua estrutura fitossociológica apresenta maior semelhança com os patamares inferiores.

A FOD Montana típica apresentou características estruturais e florísticas condizentes com descrições realizadas para esta formação em outras localidades. A sua constituição estrutural de maior porte com valores de densidade e área basal equilibrados entre si e a existência de estratos verticais mais definidos indicam que esta formação não é tão condicionada por variáveis pedológicas, como ocorre nas cotas 1.000 e 1.100 m.

A FOD Montana de porte baixo distingue-se da formação típica principalmente pela reduzida estatura do dossel, sendo também diferencial sua elevada densidade de fustes, em especial pela existência de muitas árvores bifurcadas. No que se refere à florística e à estrutura fitossociológica, esta subformação apresentou-se similar à FOD Montana típica.

A FOD Montana de porte baixo com clareiras diferencia-se da subformação “de porte baixo” por apresentar valores de densidade e área basal bastante reduzidos. As menores dimensões dos indivíduos, em especial no tocante à altura, têm relação com a maior declividade e reduzida profundidade do solo, que resultam em instabilidade topográfica e limitações físicas à vegetação arbórea. Os baixos valores de densidade e área basal estão relacionados à existência de clareiras resultantes de movimentos de massa neste trecho da encosta. Apesar das diferenciações estruturais, esta

subformação apresenta elevada similaridade florística com a FOD Montana típica, ainda que com composições fitossociológicas distintas.

As florestas presentes nos pisos 1.100 e 1.000 m são pertencentes à mesma subformação FODM de porte baixo, sendo que a existência de clareiras no piso mais alto deve-se a uma situação ambiental específica daquele trecho de vertente, onde a combinação dos fatores climáticos, topográficos e pedológicos determinaram uma instabilidade ambiental ainda mais elevada, que se traduz nos movimentos de massa.

De maneira geral, as espécies que caracterizam a estrutura da formação Submontana são *Sloanea guianensis*, *Nectandra membranacea*, *Virola bicuhyba*, *Aspidosperma pyricollum*, *Marlierea silvatica*, *Calyptranthes grandifolia*, *Calyptranthes lucida*, *Protium kleinii*, *Ocotea elegans* e *Eugenia cereja*. Na comunidade de transição o grupo de espécies que se destaca com maior importância fitossociológica é composto por *N. membranacea*, *Heisteria silvianii*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Ocotea catharinensis*, *Guatteria australis*, *C. grandifolia*, *Cecropia pachystachya*, *Myrcia richardiana*, *A. pyricollum* e *Casearia sylvestris*. A formação Montana, considerando todas as subformações detectadas, tem sua estrutura predominantemente caracterizada por *O. catharinensis*, *Ocotea porosa*, *C. aschersoniana*, *G. australis*, *Guapira opposita*, *Cordia concolor*, *Ilex paraguariensis*, *Ocotea bicolor*, *Mollinedia argyrogyne* e *Pouteria torta*.

ASPECTOS METODOLÓGICOS GERAIS

São apresentados os aspectos metodológicos gerais utilizados no estudo, de forma a complementar as descrições dos métodos utilizados para cada aspecto abordado na presente tese, que se encontram detalhados nos seus respectivos capítulos.

LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA

Visando abranger o gradiente de variação altitudinal da Floresta Ombrófila Densa na encosta norte da Torre da Prata, objeto da dissertação de mestrado do autor (Blum, 2006), em 2005 foram instalados oito grupos amostrais distribuídos a cada 100 m de desnível (400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000 e 1.100 m).

A escolha deste trecho altitudinal se baseou principalmente no objetivo de avaliar onde e como ocorre a transição entre as formações Submontana e Montana. Além disso, abaixo dos 400 m s.n.m. já existem maiores níveis de perturbação nos remanescentes florestais, o que motivou a manter esta cota altimétrica como limite inferior da área de estudo. As mesmas áreas foram utilizadas no presente estudo para os levantamentos qualitativos e quantitativos de epífitas vasculares e herbáceas terrícolas (Figura 2). As altitudes foram definidas em campo através de um altímetro barométrico. No ANEXO 2 são apresentadas imagens que caracterizam o ambiente da encosta estudada.

LOGÍSTICA DE CAMPO

A partir da base da encosta (300 m s.n.m.) inicia-se a trilha que leva ao cume da Torre da Prata, utilizada para acessar as estações de coleta. Ao longo desta trilha foram preparados três locais para acampamentos – aos 400, 540 e 870 m s.n.m. – que serviram como base para os levantamentos de campo. Os acampamentos foram necessários para otimizar as fases de campo, tendo em vista a dificuldade de acesso à área de estudo, tanto motorizado quanto pedestre. Desta forma, os materiais de amostragem, pernoite e alimentos foram transportados em mochilas cargueiras até os locais de acampamento, de onde a equipe se deslocava para trabalhos diários de amostragem.



Figura 2 Distribuição das estações de coleta na encosta norte da Torre da Prata. Levantamentos qualitativos foram realizados em todas as altitudes entre 400 e 1.100 m. Estações de amostragem quantitativa são assinaladas pelas letras E (amostragem de epífitas) e T (amostragem de herbáceas terrícolas) (Adaptado de Google Earth, 2010).

O levantamento de dados florísticos e fitossociológicos das sinúsias epifítica e herbáceo terrícola foram realizados durante um período de 15 meses, entre setembro de 2008 e dezembro de 2009, totalizando 64 dias de trabalho divididos em 23 etapas de 1 a 6 dias. Foram realizados 40 pernoites nos acampamentos. No ANEXO 3 são apresentadas algumas imagens referentes à logística e atividades de campo realizadas na área de estudo.

O levantamento quantitativo da comunidade epifítica foi viabilizado pela escalada dos forófitos, utilizando equipamentos próprios para facilitar a ascensão e evitar

acidentes. Em geral, a ascensão foi realizada por corda estática, com o auxílio de freios ascensores. Para tal, foi necessária a instalação da corda por intermédio de linhada arremessada sobre galhos. Em situações onde o arremesso da linhada foi inviável, procedeu-se com a ascensão pelo tronco através de fitas blocantes. O material empregado na escalada e coleta de epífitas constituiu-se de podão de 5 m (com haste telescópica), linhada, equipamento de escalada (corda estática, fitas tubulares, *boudrier*, estribos, ascensores e mosquetões) e facão. Equipamentos de segurança como capacete, óculos protetor, botas de borracha e luvas longas também foram utilizados.

Tendo em vista encontrar-se a área de estudo dentro dos limites do PARNA Saint-Hilaire/Lange foi necessária a obtenção de uma licença de pesquisa (nº 15154-2) junto ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO/IBAMA, a qual permitiu a coleta de material botânico durante o período de estudo.

DETERMINAÇÃO TAXONÔMICA

Após a secagem e organização, o material botânico coletado foi determinado utilizando bibliografia específica e também a comparação com exsiccatas depositadas no Museu Botânico Municipal de Curitiba – MBM e no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná – UPCB.

Em muitos casos, especialmente no âmbito das famílias de taxonomia mais complexa, a identificação só foi possível com o auxílio dos seguintes especialistas: Andrea Ferreira da Costa (*Vriesea*), Eric Camargo Smidt (Orchidaceae), Fernando Bittencourt de Matos (Pteridófitas), Jovani Bernardino de Souza Pereira (Pteridófitas), Marcos Nadruz (Araceae), Mayara Krasinski Caddah (Melastomataceae), Vinícius Antonio de Oliveira Dittrich (Pteridófitas) e Werner S. Mancinelli (Orchidaceae). Outros especialistas ou pesquisadores com experiência em florística da Floresta Ombrófila Densa colaboraram também com algumas determinações. É o caso de Juarez Cordeiro, Marise Pim Petean e Osmar dos Santos Ribas.

As angiospermas foram organizadas segundo o sistema APG III (2009) (Stevens, 2008) e as pteridófitas conforme Smith *et al.* (2006). A validade dos nomes das espécies e a abreviatura dos autores foram verificados em Tropicos (2009). As sinonímias de angiospermas foram verificadas em World Checklist of Selected Plant Families (2009) e, para pteridófitas, em Zuloaga *et al.* (2008).

No ANEXO 5 são apresentadas imagens de algumas das espécies epífitas vasculares ou herbáceas terrícolas registradas no presente estudo.

CAPÍTULO 1

Acompanhamento de Variáveis Climáticas em Dois Níveis Altitudinais da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná

RESUMO

O acompanhamento das variáveis climáticas foi realizado na porção norte da Serra da Prata (48°41'59,39"W, 25°36'46,39"S), município de Morretes, PR, coberta por Floresta Ombrófila Densa. O objetivo foi gerar informações sobre temperatura e umidade relativa do ar em duas altitudes distintas, além de fornecer subsídios para o entendimento das relações entre o clima e a distribuição altitudinal da vegetação. Entre julho de 2009 e junho de 2010 foram registradas leituras da temperatura e da umidade relativa do ar em duas altitudes, a cada 10 minutos. Cada registrador foi instalado na copa de uma árvore a cerca de 12 m do solo, aos 400 e 1.000 m de altitude. No período considerado, as temperaturas médias registradas foram 19,0°C e 16,3°C, respectivamente aos 400 e 1.000 m s.n.m. Deste modo, observou-se baixa taxa de redução da temperatura com a elevação altitudinal (0,44°C/100m). Para ambas altitudes, as temperaturas médias mais baixas ocorreram em junho e julho, enquanto que os meses de novembro e fevereiro demonstraram as médias mais elevadas. Detectou-se uma região de transição climática em torno dos 700 m s.n.m., com clima o Cfb acima e o Cfa abaixo. A temperatura média do mês mais frio (13°C) estimada para o intervalo entre os 700 e os 800 m de altitude, coincide com o limite de ocorrência entre as formações florestais Montana e Submontana na área de estudo. A média da umidade relativa do ar foi bastante elevada em ambas altitudes, o que decorre do constante aporte das massas de ar úmido oriundas do oceano Atlântico, bastante próximo da área de estudo. As médias das amplitudes diárias de temperatura e umidade relativa foram muito semelhantes para as duas altitudes, demonstrando que a variação altitudinal não exerce influência relevante sobre suas variações diárias no trecho de encosta estudado.

Palavras-Chave: floresta atlântica, temperatura, umidade relativa do ar, gradiente climático

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa é a fisionomia vegetal predominante na região costeira do sul do País (IBGE, 1992). Sua exuberância e diversidade de formações devem-se, em grande parte, a fatores climáticos favoráveis como temperatura e umidade elevadas, além da precipitação bem distribuída ao longo do ano (Klein, 1979; Leite e Klein, 1990), aspectos que no Paraná atingem sua expressão máxima na face oriental da Serra do Mar (Maack, 1981).

Na Serra do Mar ocorrem os mais elevados índices pluviométricos do Paraná. De acordo com Maack (1981), chuvas orográficas são originadas pelas massas de ar quente e úmido que se acumulam na face leste dos maciços costeiros, fenômeno que também

garante a manutenção de altas taxas de umidade do ar. Tal cenário favorece muito o desenvolvimento da Floresta Ombrófila Densa, a mais pujante, heterogênea e complexa fisionomia florestal do sul do País (Leite, 1994; Roderjan *et al.*, 2002).

A temperatura também exerce importante influência sobre a vegetação, sendo determinante na diferenciação florística ao longo de gradientes altitudinais (Troppmair, 1987; Pendry e Proctor, 1996; Richter, 2000; Begon *et al.*, 2006; Brown e Lomolino, 2006). Dentro deste contexto, as temperaturas baixas parecem ser especialmente relevantes na determinação dos limites de ocorrência altitudinal de certas espécies (Wurthman, 1984; Nimer, 1990; Zotz, 2005).

A despeito da grande importância inerente às relações ecológicas entre clima e vegetação no ambiente da Serra do Mar, os estudos sobre variáveis climáticas nesta região são muito escassos no Paraná, principalmente devido às dificuldades logísticas. Única exceção é o trabalho desenvolvido por Roderjan e Grodski (1999), que acompanharam variações de temperatura, umidade e precipitação ao longo de um ano na Serra da Baitaca, município de Quatro Barras.

Visando contribuir para um maior conhecimento sobre os aspectos climáticos da Serra do Mar paranaense, o presente estudo teve como objetivos: 1) gerar informações sobre o comportamento das variáveis temperatura e umidade relativa do ar em duas altitudes distintas na porção norte da Serra da Prata; 2) identificar o limite altitudinal entre os climas Cfa e Cfb na encosta estudada; 3) verificar possíveis influências do clima na distribuição altitudinal das formações Submontana e Montana da Floresta Ombrófila Densa na área de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A encosta estudada localiza-se na face norte da Torre da Prata, ponto culminante da Serra da Prata, dentro do município de Morretes, Paraná. A maior parte desta serra é abrangida pelo Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, criado em 2001, com 25.000 ha (Siedlecki *et al.*, 2003).

O acompanhamento das variáveis climáticas foi realizado nas cotas 400 e 1.000 m s.n.m., em pontos próximos à trilha de acesso à Torre da Prata (48°41'59,39" W, 25°36'46,39" S). O embasamento geológico local é constituído pelo granito Rio do Poço (Lopes, 1987), originando Neossolos Litólicos e Cambissolos rasos nas porções mais elevadas, além de Cambissolos mais profundos e Argissolos nos trechos intermediários e inferiores (Curcio, 1992; Blum, 2006). A cobertura vegetal é caracterizada pela Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 1992), representada pelas formações Submontana (abaixo dos 600 m s.n.m.) e Montana (acima dos 800 m s.n.m.) (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

De acordo com a classificação de Koeppen, a Serra do Mar, que abrange também a Serra da Prata, é influenciada por dois tipos climáticos – Cfa e Cfb – definidos por diferenças de temperatura devidas à variação altitudinal (IAPAR, 1978). As porções inferiores da serra são caracterizadas pelo clima Cfa, subtropical superúmido mesotérmico e com verões quentes. Este tipo climático apresenta temperaturas médias entre - 3°C e 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C durante o mês mais quente. Nas partes mais elevadas o clima enquadra-se como Cfb, também subtropical superúmido mesotérmico, mas com verões amenos, médias térmicas mais baixas e a possibilidade de ocorrência de geadas no inverno. A temperatura média do mês mais quente não ultrapassa 22°C (IAPAR, 1978; Maack, 1981; Nimer, 1990; Soares e Batista, 2004).

A região é caracterizada por índices pluviométricos que variam entre 2.000 a 3.000 mm, com média anual de 2.290 mm e máximos mensais nos meses de janeiro, fevereiro e março. Os valores de umidade relativa do ar para a região da Serra do Mar são bastante elevados, variando entre 80 a 90% (IAPAR, 1978).

MÉTODOS

De maneira a subsidiar estudos de vegetação realizados ao longo do gradiente altitudinal da encosta norte da Torre da Prata (Blum, 2006; Capítulos 2, 3, 4, 5) foram instalados dois registradores de umidade e temperatura do ar nas extremidades do trecho de interesse (400 e 1.000 m s.n.m). A distância aproximada entre os dois pontos de monitoramento é de 2 km. Devido ao elevado porte das florestas existentes e à inexistência de clareiras suficientemente amplas, não foi possível a instalação de pluviômetros.

Os aparelhos registradores utilizados foram do tipo UTReg modelo S1615, originalmente desenvolvido para atender demandas em atividades agrônomicas. O Registrador UTReg S1615 é um sistema de coleta e armazenamento de leituras de umidade e temperatura, desenvolvido para operação não supervisionada. É composto de um dispositivo coletor de dados (*Data Logger*) e um sensor de umidade relativa e temperatura do ar, integrados em módulo compacto (ANEXO 4). O *Data Logger* é acondicionado em caixa de plástico ABS de alta resistência com tampa transparente de policarbonato, vedada contra poeira e umidade. Dispõe de uma interface serial padrão RS-232C através da qual são baixados os dados para um microcomputador. Os sensores de umidade relativa e temperatura são integrados e microprocessados, fornecendo uma saída digitalizada com resolução de 12 bits. Ambos são calibrados e apresentam uma margem de erro de $\pm 2\%$ para umidade e $\pm 0.4^\circ\text{C}$ para temperatura. O *Data Logger* efetua internamente a correção da leitura de umidade relativa com relação à tensão de alimentação e à temperatura para aumentar a exatidão da medida (Squitter, 2004).

Para proteger os registradores das intempéries foram construídos abrigos plásticos similares aos modelos convencionais. Ambos registradores foram instalados em 28 de junho de 2009, a cerca de 12 m do solo, na copa de árvores cujo porte e arquitetura se mostraram adequados, tanto para uma fixação estável dos equipamentos, quanto para sua acessibilidade. Os registradores foram fixados com cordeles de nylon e cabos de aço, sendo equipados com grade de ferro galvanizado para evitar danos causados pela fauna arborícola (ANEXO 4). O acesso aos equipamentos foi realizado por escalada das árvores, utilizando equipamento de segurança específico para este fim.

Os registradores foram programados para fazer leituras a cada 10 minutos, totalizando cerca de 4.320 dados por mês. Nesta configuração os equipamentos preenchem sua memória em cerca de 60 dias, sendo esta a periodicidade com que se efetuou as visitas para coleta dos dados armazenados. A transferência dos dados para o microcomputador foi realizada na própria copa das árvores (ANEXO 4).

A partir dos registros obtidos entre julho de 2009 e junho de 2010 foram calculadas as temperaturas médias diárias, mensais e do período; as médias das temperaturas máximas e mínimas diárias, mensais e do período; as URs médias diárias, mensais e do período; e as médias das URs máximas e mínimas diárias, mensais e do período. Também foram identificadas as temperaturas máxima e mínima absolutas de cada mês. Para a quantificação do número de dias por mês com UR 100% foram contabilizados registros entre 98,5 e 100%, considerando a margem de erro dos sensores ($\pm 2\%$). Devido a falhas nos equipamentos, a coleta de dados aos 1.000 m abrangeu um período menor nos meses de outubro e fevereiro, respectivamente de 12 e 18 dias. O mesmo ocorreu aos 400 m nos meses de novembro, fevereiro e junho, durante os quais foram totalizados, respectivamente, 27, 18 e 21 dias de coleta.

As médias diárias de temperatura (T) e umidade relativa (UR) do ar foram obtidas através das mesmas fórmulas utilizadas pelo Serviço Agrometeorológico do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, sendo descritas a seguir:

$$T \text{ média diária} = [T \text{ máxima} + T \text{ mínima} + T_{9:00h} + (2 \times T_{21:00h})] \times 5^{-1}$$

$$UR \text{ média diária} = [UR_{9:00h} + UR_{15:00h} + (2 \times UR_{21:00h})] \times 4^{-1}$$

Os dados registrados no mesmo período pela estação meteorológica de Morretes (Código 02548038 - 25°30'S / 48°49'W), cedidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, foram utilizados para comparação e avaliação da consistência dos dados obtidos na Serra da Prata. A estação do IAPAR situa-se aos 59 m s.n.m., cerca de 16 km a noroeste da área de estudo.

Com o objetivo de definir o limite entre os tipos climáticos Cfa e Cfb ao longo da encosta norte da Torre da Prata foram estimadas as temperaturas médias do mês mais

quente para as sete altitudes existentes entre 400 e 1.000 m s.n.m. Para tal foi utilizada a média histórica (24,7°C) resultante de dados coletados entre 1966 e 2009 na estação meteorológica de Morretes (IAPAR, 2010). Sobre esta média foram aplicadas duas taxas distintas de variação térmica altitudinal. Para o desnível entre a estação meteorológica de Morretes e a altitude dos 400 m na Serra da Prata foram reduzidos 0,5°C a cada 100 m, valor médio proposto por Maack (1981) para a Serra do Mar paranaense. Para as altitudes situadas acima dos 400 m utilizou-se a taxa média de variação obtida no presente estudo, de 0,44°C a cada 100 m de desnível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período compreendido entre 1º de julho de 2009 e 30 de junho de 2010 as temperaturas médias registradas nas cotas 400 e 1.000 m foram 19,0°C e 16,3°C, respectivamente (Tabela 1). Portanto, a diferença média de temperatura entre os dois níveis altitudinais foi de 2,7°C, sempre maior aos 400 m. Considerando o desnível de 600 m entre as estações, extrai-se daí o valor de 0,44°C de variação a cada 100 m de desnível altitudinal.

Tabela 1 Valores de temperatura (°C) obtidos aos 400 e 1.000 m da encosta norte da Torre da Prata, Morretes, PR, entre julho de 2009 e junho de 2010.

Mês	Média		Mínima média		Mínima absoluta		Máxima média		Máxima absoluta	
	400m	1.000m	400m	1.000m	400m	1.000m	400m	1.000m	400m	1.000m
Jul	14,3	12,1	12,5	9,7	8,5	5,8	16,8	14,8	23,8	22,8
Ago	16,2	14,5	13,4	11,4	10,6	6,3	20,0	18,4	27,9	26,2
Set	16,9	14,4	14,9	12,0	9,7	5,8	19,7	17,3	29,1	26,9
Out	17,7	15,5	15,3	12,8	11,6	8,0	20,9	18,5	33,2	25,9
Nov	22,5	19,5	19,8	16,8	16,1	12,8	26,6	23,5	36,4	31,6
Dez	21,8	18,2	19,3	16,0	16,0	12,7	25,6	21,4	29,8	26,6
Jan	22,4	19,4	20,3	17,3	17,9	14,5	26,1	22,6	31,8	27,5
Fev	22,8	20,5	21,2	18,5	17,4	12,8	27,6	24,0	35,7	31,2
Mar	21,7	18,6	19,6	16,6	16,8	13,3	25,1	21,9	31,2	27,5
Abr	19,1	16,1	17,0	13,8	13,0	8,8	22,3	19,9	27,5	27,3
Mai	17,4	14,2	15,8	11,9	13,0	7,8	19,8	17,0	24,7	22,8
Jun	15,3	13,1	13,9	10,5	10,4	6,7	18,2	16,4	26,5	24,9
Média	19,0	16,3	16,9	14,0	-	-	22,4	19,6	-	-

A temperatura decresce proporcionalmente à elevação da altitude, fenômeno relacionado à redução na pressão atmosférica, e que recebe a denominação de esfriamento adiabático (Tubelis e Nascimento, 1983; Soares e Batista, 2004; Begon *et al.*, 2006). Segundo os referidos autores, em situação de ar seco existe uma queda de 1°C a cada 100 m de aumento na altitude. Quando o ar está saturado ocorre uma amenização do gradiente de resfriamento, cuja variação passa a ser em torno de 0,6°C a cada 100 m.

No entanto, Soares e Batista (2004) ressaltam que o gradiente adiabático úmido não é constante, por depender da temperatura, pressão e quantidade de vapor d'água.

Tubelis e Nascimento (1983) destacam que pode haver variação de 0,4°C a 1°C/ 100 m, dependendo de cada situação. Por este motivo existe razoável variação nos valores distintos reportados por outros autores que abordaram o clima na Serra do Mar paranaense. Maack (1981) determinou genericamente que na Serra do Mar paranaense ocorre a variação térmica de 0,5 °C a cada 100 m de desnível. Na Serra da Baitaca, Roderjan e Grodski (1999) obtiveram índice de 0,56°C, enquanto que na Serra do Marumbi foi utilizado um índice de variação de 0,54°C (Rocha, 1999).

A menor variação de temperatura entre os níveis altitudinais na encosta norte da Torre da Prata pode ser devida à sua maior proximidade com o mar, situando-se a apenas 12 km da baía de Antonina. Reforçando esta hipótese, Begon *et al.* (2006) ressaltou a importância do efeito moderador que o oceano exerce sobre a temperatura. Segundo este autor, as variações térmicas nas proximidades do mar são menores do que as observadas em localidades mais interiorizadas. Este aspecto também foi descrito para a porção leste do Vale do Itajaí – SC, onde as oscilações térmicas são sensivelmente mais amenas devido à ação moderadora do oceano (Klein, 1979).

Os meses de junho e julho foram os que apresentaram as médias mais baixas em ambas as altitudes. A temperatura mínima absoluta (8,5°C) registrada aos 400 m no período considerado ocorreu em julho, às 09h:10min do dia 24. A mínima absoluta (5,8°C) aos 1.000 m foi registrada em duas ocasiões: às 02h:50min do dia 12 de julho e às 07h:50min do dia 30 de setembro. Roderjan e Grodski (1999), em estação situada aos 1.135 m na Serra da Baitaca, cerca de 40 km a noroeste da área de estudo, verificaram médias consideravelmente mais baixas para o mesmo período (registros de 1993), em torno de 1,6°C a menos. Considerando a diferença altitudinal de 135 m entre as duas estações e a taxa média de variação da temperatura com a altitude (0,6°C/100 m) proposta por Tubelis e Nascimento (1983), Soares e Batista (2004) e Begon *et al.* (2006), seria presumível inferir que a diferença entre as médias deveria ser de apenas 0,8°C, duas vezes menor do que a obtida. Este resultado deve-se, em parte, às diferenciações das metodologias utilizadas e do ano de registro, mas também é possível que a maior proximidade com o mar favoreça temperaturas mais amenas na Serra da Prata, em comparação às verificadas na Serra da Baitaca.

Os meses de fevereiro e novembro foram os que apresentaram as médias mais elevadas em ambas as altitudes. A temperatura máxima absoluta (36,4°C) registrada aos 400 m ocorreu às 15h:20min do dia 18 de novembro. A máxima absoluta (31,6°C) aos 1.000 m foi registrada às 14:50 do dia seguinte (19/11). No ano de 1997, aos 485 m da Serra do Marumbi, Rocha (1999) obteve média da temperatura máxima relativamente superior (25,2°C) à encontrada para a cota dos 400 m na Serra da Prata, ainda que a temperatura média anual no Marumbi tenha sido apenas 0,7°C maior.

A amplitude térmica diária aparentemente não foi influenciada pela variação altitudinal, tendo apresentado valores médios muito semelhantes para as cotas 400 e 1.000 m, respectivamente de 5,5°C e 5,7°C. Vilani *et al.* (2006) registraram valor bastante próximo (5,6°C) aos 423 m de altitude em uma área de transição entre Cerrado e Floresta Amazônica no Mato Grosso, enquanto que Roderjan e Grodski (1999) também obtiveram valor equivalente (5,7°C) aos 1.135 m na Serra da Baitaca.

Comparando as amplitudes térmicas médias diárias de cada mês entre as duas altitudes estudadas, verificou-se que de abril a setembro as amplitudes foram ligeiramente maiores na cota superior (entre 0,3 °C e 1,8°C a mais que no patamar inferior). Por outro lado, nos meses de verão (dezembro a fevereiro) as amplitudes foram maiores (entre 0,5 °C e 0,9°C a mais) aos 400 m. A máxima amplitude registrada aos 400 m foi de 16,7°C, no dia 18 de novembro. Na cota dos 1.000 m a amplitude máxima foi de 15,7°C, em 06 de agosto. As amplitudes mínimas diárias foram de 1,1°C e 0,4°C, respectivamente aos 400 (novembro) e 1.000 m (outubro).

Visando avaliar a eficácia da fórmula utilizada na determinação da temperatura média diária, seus resultados foram contrapostos com as médias obtidas com base em todas as leituras realizadas em cada mês (144 leituras por dia). Verificou-se que as médias obtidas através da fórmula representaram muito bem a realidade, com variação média de apenas 0,1°C em relação às médias de todas as leituras.

Através da estimativa das temperaturas médias do mês mais quente em diferentes altitudes da área de estudo, com base na média histórica dos dados registrados na estação de Morretes (IAPAR, 2010), constatou-se que a área de transição entre os climas Cfa e Cfb situa-se na faixa altitudinal que abrange as altitudes 600, 700 e 800 m, para as quais foram estimadas temperaturas médias do mês mais quente de 22,1°C, 21,7°C e 21,2°C, respectivamente. Este resultado coincide com a faixa altimétrica de 600 a 650 m apontada por Nimer (1990) para a isoterma dos 22°C (mês mais quente) no litoral paranaense. Desta forma, definiu-se a cota dos 700 m como limite aproximado entre os climas Cfa (abaixo) e Cfb (acima), conforme os critérios da classificação de Koeppen, descrita por Soares e Batista (2004).

É interessante destacar que a referida faixa de transição climática é coincidente com a região transicional entre as duas formações florestais existentes no trecho de encosta estudado, sendo que a formação Submontana ocorre abaixo dos 600 m e a Montana acima dos 800 m, de acordo com resultados obtidos por Blum (2006). Este aspecto confirma a influência do clima, especialmente da temperatura, na distribuição altitudinal das distintas formações da Floresta Ombrófila Densa.

Abordando a influência dos diferentes tipos climáticos sobre a vegetação da região Sul, Nimer (1990) destaca que uma isoterma muito importante é a dos 13°C,

considerando a média no mês mais frio. De acordo com o autor, esta isoterma constitui o mais importante limite térmico para o desenvolvimento da floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista) nos planaltos do interior, sendo que na região litorânea acompanha a cota altimétrica dos 800 m. Confirmando esta informação e ressaltando a relevância da temperatura na distribuição de comunidades florestais, a estimativa de temperatura média do mês mais frio aos 800 m da Serra da Prata foi de 13,1°C, sendo esta altitude o limite inferior de ocorrência da Floresta Ombrófila Densa Montana típica na área de estudo (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

A umidade relativa do ar média do período foi bastante elevada para ambas as altitudes (Tabela 2), com valores semelhantes aos obtidos por Roderjan e Grodski (1999) na Serra da Baitaca (92,8%) e por Rocha (1999) na Serra do Marumbi (90,8%). A UR média do período de 1996 a 2008, registrada na estação meteorológica de Morretes foi razoavelmente menor (84,7%). É preciso ressaltar que os valores elevados de UR registrados na Serra da Prata são favorecidos, em parte, pela barreira protetora formada pelas extremidades da copa onde foram instalados os registradores. O dossel florestal ameniza a movimentação das massas de ar, propiciando períodos mais longos de umidade elevada (Klein, 1979; Roderjan, 1994).

Tabela 2 Valores de umidade relativa do ar (%) obtidos aos 400 e 1.000 m da encosta norte da Torre da Prata, Morretes, PR, entre julho de 2009 e junho de 2010.

Mês	Média		Mínima média		Máxima média		Dias (24hs) c/ UR 100%	
	400m	1.000m	400m	1.000m	400m	1.000m	400m	1.000m
Jul	94,8	90,9	86,1	78,6	99,1	98,0	13	7
Ago	89,1	79,7	71,6	60,1	97,7	94,0	1	3
Set	94,6	93,3	84,5	82,6	99,7	98,1	11	10
Out	93,1	96,0	82,2	83,2	99,5	98,8	9	5
Nov	86,4	90,7	74,6	73,9	96,2	99,2	2	6
Dez	90,6	95,2	76,4	83,3	97,8	99,8	0	9
Jan	91,8	93,8	80,0	82,5	97,4	99,9	0	11
Fev	88,9	87,4	72,6	73,8	95,4	95,9	0	4
Mar	92,4	93,6	80,0	82,4	97,6	99,3	1	12
Abr	91,1	92,1	79,3	77,1	97,3	98,5	2	6
Mai	90,5	90,8	78,1	76,9	96,2	98,4	0	8
Jun	88,6	85,8	77,2	71,5	94,2	96,3	0	8
Média	91,0	90,8	78,6	77,2	97,3	98,0	3,3	7,4

Seguindo a mesma tendência observada na Serra da Baitaca (Roderjan e Grodski, 1999), agosto foi o mês com as URs mínimas médias mensais mais baixas, com destaque para o valor de 60,1% registrado aos 1.000 m. As URs máximas médias aos 400 m mantiveram-se sempre acima de 94%, enquanto que aos 1.000 m foram superiores a 98% em todos os meses com exceção de agosto, fevereiro e junho. Confirma-se, desta forma, que na maioria absoluta dos dias existem períodos com UR próxima dos 100%, mesmo nos períodos mais secos, em ambas as altitudes.

Durante os doze meses de acompanhamento aos 400 m foram registrados 39 dias (11,4%) com umidade relativa permanecendo em 100% durante 24 horas, sendo que em julho a UR permaneceu nesta condição por nove dias consecutivos. Na altitude dos 1.000 m registrou-se 89 dias (26,5%) com UR em 100%, com períodos consecutivos máximos observados em dezembro (7 dias) e em janeiro (6 dias). Em estação situada aos 1.135 m s.n.m., na Serra da Baitaca, Roderjan e Grodski (1999) registraram 89 dias (24,4% do ano de 1993) com UR em 100%, ao passo que aos 485 m na Serra do Marumbi, Rocha (1999) registrou 42 dias (11,5% do ano de 1997).

Da mesma forma como verificado para a temperatura, as médias da amplitude diária da umidade relativa do ar, não sofreram grande influência pela variação altitudinal no período avaliado, uma vez que os valores obtidos aos 400 e 1.000 m foram próximos, respectivamente 19,1% e 20,6%. A média das amplitudes diárias máximas aos 400 m foi de 44,6%. Na cota dos 1.000 m a média da amplitude diária máxima foi de 55,3%.

Visando avaliar a eficácia da fórmula utilizada na determinação da umidade relativa do ar média diária, seus resultados foram contrapostos com as médias obtidas com base em todas as leituras realizadas em cada mês (144 leituras por dia). Verificou-se que as médias obtidas através da fórmula representaram muito bem a realidade com variação média de apenas 0,2% em relação às médias de todas as leituras.

CONCLUSÕES

A taxa de redução da temperatura com o aumento da altitude na Serra da Prata foi consideravelmente baixa, o que pode ser consequência do efeito moderador exercido pela proximidade do oceano, que proporciona maior estabilidade térmica, além da manutenção de elevados e constantes índices de umidade do ar.

Na Serra da Prata ocorre uma transição climática entre as cotas altimétricas dos 600 e 800 m s.n.m., sendo estabelecida a cota dos 700 m como limite altitudinal entre os climas Cfa (abaixo) e Cfb (acima).

A diferença de temperatura entre os referidos tipos climáticos condiciona a existência de duas distintas formações da Floresta Ombrófila Densa, sendo que a formação Submontana ocorre sob clima Cfa e a formação Montana sob o Cfb.

A isoterma da média de 13°C no mês mais frio, considerada por Nimer (1990) como o limite térmico inferior para a Floresta Ombrófila Mista na região dos planaltos do interior, também parece determinar na Serra da Prata o limite inferior de ocorrência da formação Montana da Floresta Ombrófila Densa, que tem sua fisionomia típica limitada acima dos 800 m s.n.m.

A média da umidade relativa do ar foi bastante elevada em ambas altitudes, sendo certamente potencializada pelo constante aporte das massas de ar úmido oriundas

do oceano Atlântico, que tendem a se acumular na face leste das elevações da Serra do Mar. Naturalmente, a posição dos registradores, na porção intermediária do dossel florestal, proporcionou leituras de umidade relativa maiores do que se estes estivessem completamente expostos. Deste modo, a barreira protetora formada pela porção alta do dossel influenciou em parte nos resultados obtidos.

As médias das amplitudes diárias de temperatura e umidade relativa do ar foram semelhantes para as duas altitudes, o que leva à conclusão de que a variação altitudinal não exerceu influência relevante sobre a variação diária de temperatura e umidade do ar no trecho de encosta estudado, entre julho de 2009 e junho de 2010.

As fórmulas utilizadas para o cálculo das médias de temperatura e umidade relativa do ar refletiram a realidade de forma muito consistente, apresentando diferença muito baixa frente às médias calculadas com base no conjunto total de leituras (a cada 10 minutos). Este aspecto demonstra que o volume diário de registros realizados foi excessivo, podendo ser utilizados intervalos maiores a cada leitura.

CAPÍTULO 2

Composição Florística de Epífitas Vasculares em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

RESUMO

O levantamento de epífitas vasculares foi realizado na porção norte da Serra da Prata (48°41'59.39"W, 25°36'46,39"S), município de Morretes, abrangendo 6,3 ha de encosta situada entre 400 e 1.100 m s.n.m., coberta por Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana. O levantamento foi efetivado durante 57 dias de coletas intensivas, complementadas por registros obtidos durante 22 dias de avaliação extensiva. Ao todo, 120 forófitos, distribuídos por quatro altitudes (400, 600, 800 e 1.000 m), foram escalados e detalhadamente vasculhados. Foram registradas 277 espécies, 109 gêneros e 30 famílias de epífitas vasculares. Pteridófitas englobaram 74 espécies, 30 gêneros e 10 famílias. Angiospermas totalizaram 203 espécies, 79 gêneros e 20 famílias. A riqueza de epífitas vasculares foi a maior já registrada em estudos de Floresta Ombrófila Densa no sul do Brasil. Sete espécies constituem-se provavelmente como primeiros registros para o Paraná e seis enquadram-se como ameaçadas de extinção. Orchidaceae foi a mais rica, com 103 (37,2%) espécies e 43 (39,1%) gêneros, seguida de Bromeliaceae (37), Polypodiaceae (28), Hymenophyllaceae (15), Araceae (14) e Piperaceae (14). Apenas 54 (19,5%) espécies foram registradas em todas as faixas altitudinais, sendo que 131 (47,3%) foram registradas somente abaixo dos 700 m e 54 (19,5%) encontradas somente acima dos 800 m. As holoepífitas características constituíram o grupo dominante, perfazendo 83% do total. A flora epifítica da Serra da Prata possui reduzida similaridade com outras comunidades de Floresta Ombrófila Densa do PR, SP e RJ. As maiores similaridades foram com Morro da Mina (Antonina) e Salto Morato (Guaraqueçaba).

Palavras-Chave: floresta atlântica, montana, submontana, riqueza, epifitismo vascular

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa é a fisionomia vegetal predominante na região costeira do sul do País (IBGE, 1992). Fatores climáticos como temperatura e umidade elevadas, além da precipitação bem distribuída ao longo do ano, proporcionam a exuberância da vegetação, não só em relação ao porte dos indivíduos ou à rapidez de seu desenvolvimento, mas também em função da elevada riqueza de espécies. Sua situação em zona extratropical no sul do País não lhe impede de apresentar fisionomia essencialmente tropical, incorrendo apenas na ausência de algumas espécies típicas e, por outro lado, na potencialização de endemismos. A diversificação ambiental resultante da interação de múltiplos fatores abióticos é um importante aspecto desta região

fitoecológica, com considerável influência sobre a dispersão e o crescimento de espécies (Wettstein, 1970; Leite e Klein, 1990). De um modo geral, pode-se dividir as fisionomias de Floresta Ombrófila Densa em dois grandes grupos, de acordo com seus sedimentos de origem e posição na paisagem: as formações sobre sedimentos oceânicos (Aluvial e Terras Baixas) e as formações sobre sedimentos continentais (Submontana, Montana e Altomontana) (IBGE, 1992; Roderjan *et al.*, 2002).

Nas porções inferiores e intermediárias da Serra da Prata ocorrem as formações Submontana e Montana, respectivamente, cada uma com características estruturais e florísticas determinadas pela variação de condicionantes abióticas como clima, relevo e solos. O limite entre estas duas formações é representado por uma comunidade transicional que ocupa uma faixa altitudinal situada entre as cotas de 600 e 800 m s.n.m. (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

A despeito das boas condições de conservação em que se encontram as áreas de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana no Paraná, existem ainda poucos estudos sobre sua composição florística e estrutural, sendo a maior parte focada no componente arbóreo-arbustivo (Silva, 1989; Schorn, 1992; Guapyassú, 1994; Roderjan, 1994; Athayde, 1997; Lacerda, 1999; Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007; Reginato e Goldenberg, 2007).

Sabe-se, no entanto, que as demais sinúsias que compõem as florestas pluviais representam grande fatia de sua riqueza florística total, sendo particularmente relevantes as epífitas vasculares. Para uma floresta pluvial tropical do Equador, Gentry e Dodson (1987) descrevem que espécies de epífitas vasculares representam 23% da flora local. Na Costa Rica, Hartshorn e Hammel (1994) encontraram proporção semelhante, 26% dentre todas as espécies nativas registradas. No Brasil, Lima e Guedes-Bruni (1997) demonstraram que as epífitas podem representar 30% de toda a flora vascular de uma floresta pluvial tropical, enquanto Kersten e Silva (2006) registraram percentual ainda mais elevado, de 51% em uma floresta de planície litorânea. No entanto, apesar de um aumento relativo no número de trabalhos abrangendo a florística e ecologia de epífitas, concentrados nos últimos anos, estes ainda são escassos perante a importância ecológica que estas possuem como elementos estruturais em florestas pluviais (Nadkarni, 1984; Nieder *et al.* 2000).

A escassez de estudos sobre epifitismo vascular torna-se ainda mais acentuada quando considerados somente trabalhos realizados no âmbito da Floresta Ombrófila Densa de encosta, possivelmente pela dificuldade de acesso na maioria dos casos e pelo porte de suas árvores. No Brasil, como trabalhos que abordaram epifitismo em Floresta Ombrófila Densa de encosta, pode-se citar Fontoura *et al.* (1997), no Rio de Janeiro; Breier (2005), em São Paulo; Schütz-Gatti (2000) e Petean (2002, 2009), no Paraná;

Mancinelli *et al.* (2007), em Santa Catarina; Reis e Fontoura (2009), na Bahia. Além destes existem também três trabalhos que abordaram situações ecotonais entre a Floresta Ombrófila Densa de encosta e outras fitofisionomias florestais: Dislich e Mantovani (1998) e Santos (2008), em São Paulo, e Kersten (2006), no Paraná.

O presente estudo teve como objetivo caracterizar qualitativamente o componente epifítico vascular de um trecho de Floresta Ombrófila Densa situado entre os 400 e os 1.100 m s.n.m. numa encosta da porção norte da Serra da Prata, Morretes, PR, além de efetuar comparações florísticas entre esta e outras áreas no sul e sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A encosta estudada localiza-se na face norte da Torre da Prata, ponto culminante da Serra da Prata, dentro do município de Morretes, Paraná. A maior parte da Serra da Prata é abrangida pelo Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, criado em 2001, com 25.000 ha (Siedlecki *et al.*, 2003).

A área onde foram realizados os levantamentos qualitativos situa-se entre as cotas 400 e 1.100 m s.n.m., abrangendo cerca de 6,3 ha ao longo da trilha de acesso à Torre da Prata (48°41'59,39" W, 25°36'46,39" S). Seu embasamento geológico é constituído pelo Granito Rio do Poço (Lopes, 1987). Nos pisos superiores ocorrem Neossolos Litólicos e Cambissolos rasos; os trechos intermediários e inferiores são caracterizados por Cambissolos gradualmente mais profundos, podendo, eventualmente, ocorrer também Argissolos (Curcio, 1992; Blum, 2006).

De acordo com a classificação de Koeppen, a área é abrangida por dois tipos climáticos: abaixo dos 700 m s.n.m. o clima Cfa, subtropical úmido mesotérmico e com verões quentes; e acima do referido patamar o clima Cfb, subtropical superúmido mesotérmico, com médias térmicas mais baixas e a possível ocorrência de geadas no inverno. A região é caracterizada por índices pluviométricos que variam entre 2.000 a 3.000 mm, com média anual de 2.290 mm e máximos mensais nos meses de verão (IAPAR, 1978; Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

A Serra da Prata é coberta por Floresta Ombrófila Densa em bom estado de conservação, representada no trecho do estudo pelas formações Submontana e Montana, assim como pela comunidade transicional entre as duas (Blum, 2006).

MÉTODOS

O levantamento florístico foi realizado ao longo e a partir da trilha de acesso ao cume da Torre da Prata. A prospecção de espécies se restringiu à faixa altitudinal situada entre as cotas 400 e 1.100 m. Ao longo da referida trilha, a cada 100 metros de desnível

altitudinal (400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000 e 1.100), foram delimitados oito sítios com área aproximada de 2.000 m², onde foram concentrados os esforços de observações e coleta de material botânico. Adicionalmente, também foram considerados os registros e coletas realizados durante os deslocamentos ao longo dos 2.320 m da trilha de acesso, em geral abrangendo uma faixa de 10 m para cada lado da mesma.

O levantamento qualitativo baseou-se primordialmente em 24 expedições realizadas especificamente para esta finalidade entre setembro de 2008 e janeiro de 2010, totalizando 57 dias de coletas sistematizadas e intensivas em campo. Registros fotográficos e coletas botânicas obtidos durante nove incursões extensivas realizadas entre os anos de 2005 e 2007, totalizando 22 dias em campo, também foram incluídos.

Grande parte das coletas e registros foi obtida através da escalada de 120 forófitos distribuídos equitativamente nas cotas 400, 600, 800 e 1.000 m. Nos demais trechos da encosta estudada, os registros foram efetivados geralmente ao nível do solo, a partir de visualizações a olho nu ou com auxílio de binóculo, e também através de verificações detalhadas de árvores e galhos recém caídos.

Procurou-se coletar pelo menos um exemplar fértil da maior parte das espécies epífitas vasculares encontradas. Espécies muito comuns e de taxonomia conhecida foram registradas somente através de fotografias digitais, sendo que a cada imagem obtida foi atrelado o referenciamento da altitude onde se efetuou o registro, procedimento igual ao realizado nas coletas de material botânico. Em muitos casos foi necessária a coleta de exemplares em estado vegetativo, especialmente da família Orchidaceae, os quais foram cultivados até seu florescimento em casa de sombra construída especificamente para este fim.

As coletas obtidas foram fotografadas e herborizadas seguindo os procedimentos usuais, conforme IBGE (1992), para posterior identificação e tombamento no Museu Botânico Municipal de Curitiba – MBM e no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná – UPCB.

A identificação foi realizada com auxílio de literatura taxonômica, comparação com material depositado nos herbários MBM e UPCB, e através da consulta a especialistas. Para complementar a lista de espécies foi realizada pesquisa do acervo nos herbários MBM e UPCB, através do Specieslink (2010), sendo incluídos alguns registros referentes a coletas obtidas na mesma área de estudo. As angiospermas foram organizadas segundo o sistema APG III (2009) (Stevens, 2008) e as pteridófitas conforme Smith *et al.* (2006). A validade dos nomes das espécies e a abreviatura dos autores foram verificadas em Tropicos (2009). As sinonímias de angiospermas foram verificadas em World Checklist of Selected Plant Families (2009) e, para pteridófitas, em Zuloaga *et al.* (2008).

As epífitas registradas foram enquadradas em seis categorias ecológicas, de acordo com a relação que mantêm com o forófito (Benzing, 1990; Kersten e Silva, 2005): holoepífitos obrigatórios (HLO) e holoepífitos preferenciais (HLP), ambos considerados holoepífitos característicos; holoepífitos facultativos (HLF); holoepífitos acidentais (HLA); hemiepífitos primários (HMP); e hemiepífitos secundários (HMS).

Para a comparação da florística de epífitas vasculares, registrada em diferentes altitudes da área de estudo e em outros trabalhos realizados no sul e sudeste do Brasil, construiu-se uma matriz de similaridade florística com base no índice de Jaccard (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974).

Foram escolhidos trabalhos que abrangeram epífitas vasculares preferencialmente em trechos de Floresta Ombrófila Densa de encosta (Schütz-Gatti, 2000; Mamede *et al.*, 2001; Petean, 2002; Breier, 2005; Petean, 2009). Para enriquecer as comparações foram também incluídos um trabalho realizado em Floresta Ombrófila Densa de planície litorânea (Kersten e Silva, 2005) e outro em área de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista (Kersten, 2006). Foram apenas considerados os taxa determinados em nível de espécie.

RESULTADOS

Foram registradas 277 espécies de epífitas vasculares distribuídas em 109 gêneros e 30 famílias. As pteridófitas foram representadas por 74 espécies de 30 gêneros e 10 famílias (Tabela 1), das quais 66 monilófitas e oito licófitas. As angiospermas foram representadas por 203 espécies, sendo 14 magnoliídeas (1 gênero e 1 família), 155 monocotiledôneas (56 gêneros e 4 famílias) e 34 eudicotiledôneas (22 gêneros e 15 famílias). Deste total, 269 espécies foram registradas em campo pelo autor, sendo as oito restantes referentes a coletas realizadas no mesmo local durante o estudo de Paciencia (2008) e que foram tombadas no Herbário UPCB.

Outras nove espécies, também encontradas em estado epifítico, não foram incluídas na listagem florística por se enquadrarem como epífitos efêmeros (Waechter, 1992), ou seja, espécies terrícolas incapazes de completar seu ciclo biológico em estado epifítico. Foram três espécies arbóreas: *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart., *Prunus brasiliensis* Dietrich e *Myrsine umbellata* Mart.; três espécies de bambus: *Chusquea anelythroides* Rupr. ex Döll, *Chusquea cf. urelytra* Hack. e *Merostachys multiramea* Hack.; e três espécies de lianas: *Schlegelia parviflora* (Oerst.) Monach., *Marcgravia polyantha* Delpino e *Schwartzia brasiliensis* (Choisy) Bedell ex Giraldo-Cañas. Todas representadas no ambiente epifítico por indivíduos jovens, cujo desenvolvimento certamente tende à estagnação e à morte antes de completar o ciclo reprodutivo.

Tabela 1 Flora epifítica vascular registrada em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Categorias ecológicas (Categ.: HLO - holoepífito obrigatório, HLP - holoepífito preferencial, HLF - holoepífito facultativo, HLA - holoepífito accidental, HMP - hemiepífito primário, HMS - hemiepífito secundário). Números de coleta do primeiro autor, exceto aqueles com iniciais de outros coletores (^{FBM} - Fernando B. de Matos, ^{MLBP} - Mateus Luís B. Paciência, ^{PHL} - Paulo H. Labiak Evangelista). Para espécies não coletadas em estado fértil consta: es - coleta de material vegetativo, im - apenas imagem digital, vi - material vivo em cultivo. De acordo com SEMA (1995), constam categorias de espécies ameaçadas: * rara; ** vulnerável; *** em perigo.

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Categ.	Faixa Altitudinal (m)				Registro
		400 500	600 700	800 900	1000 1100	
AMARYLLIDACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Hippeastrum aulicum</i> (Ker Gawl.) Herb.	HLF		X	X	X	09-044
APOCYNACEAE (3 - 1,1%)						
<i>Mandevilla atrovioleacea</i> (Stadelm.) Woodson	HMP	X	X	X		08-251
<i>Mandevilla immaculata</i> Woodson	HMP			X	X	B05CM20
<i>Mandevilla urophylla</i> (Hook.) Woodson	HMP	X	X			F14CM17
ARACEAE (14 - 5,1%)						
<i>Anthurium acutum</i> N.E. Br.	HLA			X	X	08-088
<i>Anthurium gaudichaudianum</i> Kunth	HLP	X	X	X	X	08-027
<i>Anthurium longifolium</i> (Hoffm.) G. Don	HLP	X	X	X		H1CM05
<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	HMS	X		X		D26FB01
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	HLO	X	X	X		08-123
<i>Anthurium sellowianum</i> Kunth	HLP	X	X	X	X	08-039
<i>Heteropsis rigidifolia</i> Engl.	HMS	X	X			es,im
<i>Monstera adansonii</i> Schott	HMS	X				09-021
<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadruz & Mayo	HMP	X	X	X	X	09-222
<i>Philodendron corcovadense</i> Kunth	HMP	X	X			09-228
<i>Philodendron crassinervium</i> Lindl.	HMS	X	X	X		es,im
<i>Philodendron loefgrenii</i> Engl.	HMP	X	X	X	X	09-167
<i>Philodendron obliquifolium</i> Engl.	HMS	X				09-232
<i>Philodendron propinquum</i> Schott	HMS	X	X	X	X	F03FM01
ARALIACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	HMP	X	X			08-179
BEGONIACEAE (3 - 1,1%)						
<i>Begonia fruticosa</i> A. DC.	HMS	X	X		X	F22FM02
<i>Begonia paleata</i> Schott ex A. DC.	HLA				X	08-085
<i>Begonia radicans</i> Vell.	HMS	X		X	X	08-058
BROMELIACEAE (37 - 13,4%)						
<i>Aechmea coelestis</i> (K. Koch) E. Morren	HLP		X	X	X	08-031
<i>Aechmea cylindrata</i> Lindm.	HLP	X	X	X	X	09-180
<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.	HLP	X	X	X		es,im
<i>Aechmea organensis</i> Wawra	HLP	X	X	X		09-094
<i>Aechmea ornata</i> Baker	HLP	X	X	X	X	es,im
<i>Billbergia amoena</i> (Lodd.) Lindl.	HLP	X				09-085
<i>Canistrum lindenii</i> (Regel) Mez	HLO	X	X	X		im
<i>Neoregelia laevis</i> (Mez) L.B. Sm.	HLO	X	X			10-002
<i>Nidularium amazonicum</i> (Baker) Lindm. & E. Morren	HLF	X	X	X		09-081
<i>Nidularium campo-alegrensis</i> Leme	HLF				X	es,im
<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	HLF	X	X	X	X	10-001
<i>Nidularium procerum</i> Lindm.	HLP	X	X	X	X	H03FM27
<i>Racinaea spiculosa</i> (Griseb.) M.A. Spencer & L.B. Sm. **	HLO	X				08-018
<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.	HLO	X	X	X	X	08-001
<i>Tillandsia linearis</i> Vell.	HLO	X				es

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Categ.	Faixa Altitudinal (m)				Registro
		400 500	600 700	800 900	1000 1100	
BROMELIACEAE (Continuação)						
<i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims	HLO	X	X	X	X	D24CM01
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	HLO	X	X	X	X	H30CE09
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	HLO	X				im
<i>Vriesea altodaserrae</i> L.B. Sm.	HLP			X	X	10-016
<i>Vriesea carinata</i> Wawra	HLO	X	X	X		09-245
<i>Vriesea ensiformis</i> (Vell.) Beer	HLP	X				09-007
<i>Vriesea erythrodactylon</i> (E. Morren) E. Morren ex Mez	HLP	X	X	X		09-172
<i>Vriesea flammea</i> L.B. Sm.	HLO	X	X	X	X	es,im
<i>Vriesea flava</i> A. F. Costa, H. Luther & Wand.	HLP	X	X	X	X	08-019
<i>Vriesea gigantea</i> Gaudich.	HLP	X	X			es,im
<i>Vriesea guttata</i> Linden & André	HLP		X	X	X	im
<i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L.B. Sm.	HLP			X	X	09-182
<i>Vriesea incurvata</i> Gaudich.	HLP	X	X	X		09-219
<i>Vriesea paratiensis</i> E. Pereira	HLP	X	X			es,im
<i>Vriesea philippocoburgii</i> Wawra	HLP	X	X	X		im
<i>Vriesea platynema</i> Gaudich.	HLP			X	X	es,im
<i>Vriesea</i> aff. <i>tijucana</i> E. Pereira	HLP	X	X	X		10-017
<i>Vriesea vagans</i> (L.B. Sm.) L.B. Sm.	HLO	X	X	X	X	10-003
<i>Vriesea</i> sp.1	HLP		X	X	X	es,im
<i>Vriesea</i> sp.2	HLP			X		09-018
<i>Witrockia cyathiformis</i> (Vell.) Leme	HLP		X			es
<i>Witrockia superba</i> Lindm.	HLP	X	X			es,im
CACTACEAE (9 - 3,2%)						
<i>Hatiora gaertneri</i> (Regel) Barthlott	HLO			X	X	im
<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott	HLO	X	X	X	X	08-055
<i>Rhipsalis</i> cf. <i>burchellii</i> Britton & Rose	HLO	X	X	X		F18CI31
<i>Rhipsalis campos-portoana</i> Loefgr.	HLO	X	X		X	F04CI09
<i>Rhipsalis elliptica</i> G. Lindb. ex K. Schum.	HLO	X	X	X		09-076
<i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiff.	HLO	X		X	X	D23FM06
<i>Rhipsalis pachyptera</i> Pfeiff.	HLO	X	X	X		D21FM24
<i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.	HLO	X	X	X	X	H18FM08
<i>Rhipsalis trigona</i> Pfeiff.	HLO	X				es
CLUSIACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Clusia parviflora</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	HMP	X	X	X	X	es,im
GENTIANACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers. *	HLA	X				H07CE06
GESNERIACEAE (5 - 1,8%)						
<i>Codonanthe devosiana</i> Lem.	HLP	X	X	X		08-122
<i>Codonanthe gracilis</i> (Mart.) Hanst.	HLP	X	X			F18CI01
<i>Nematanthus australis</i> Chautems	HLP			X	X	08-073
<i>Nematanthus tessmannii</i> (Hoehne) Chautems	HLP	X	X	X	X	08-072
<i>Sinningia douglasii</i> (Lindl.) Chautems	HLP	X	X	X		09-157
GRISELINIACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Taub.	HMP				X	es
MALVACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Spirotheca passifloroides</i> Cuatrec.	HMP	X	X	X		im
MELASTOMATACEAE (3 - 1,1%)						
<i>Bertonia mosenii</i> Cogn.	HLA	X				08-112
<i>Clidemia blepharodes</i> DC.	HLO	X	X	X		09-209
<i>Pleiochiton ebracteatum</i> Triana	HLO	X	X	X	X	D04CI17

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Categ.	Faixa Altitudinal (m)				Registro
		400 500	600 700	800 900	1000 1100	
MORACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	HMP	X	X	X	X	es
ONAGRACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz	HMP	X	X		X	im
ORCHIDACEAE (103 - 37,2%)						
<i>Acianthera auriculata</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	HLO	X	X			08-196
<i>Acianthera glanduligera</i> (Lindl.) Luer	HLO	X	X			F03CI24
<i>Acianthera oligantha</i> (Barb.Rodr.) F.Barros	HLO	X				H19CI29
<i>Acianthera saundersiana</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase	HLO	X			X	B28FM10
<i>Anathallis heterophylla</i> Barb.Rodr.	HLO			X		D05FA05
<i>Anathallis obovata</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase *	HLO		X	X		D06FM12
<i>Anathallis rubens</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	HLO	X	X	X	X	08-229
<i>Barbosella gardneri</i> (Lindl.) Schltr.	HLO	X				09-115
<i>Bifrenaria aureofulva</i> Lindl.	HLO			X		08-240
<i>Bifrenaria harrisoniae</i> (Hook.) Rchb.f.	HLO			X	X	08-140
<i>Bulbophyllum glutinosum</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	HLO	X				H02FA05
<i>Bulbophyllum granulosum</i> Barb.Rodr.	HLO	X	X	X	X	08-157
<i>Bulbophyllum napellii</i> Lindl.	HLO		X	X		09-194
<i>Campylocentrum sellowii</i> (Rchb.f.) Rolfe	HLO	X	X			H17CM14
<i>Campylocentrum ulaei</i> Cogn.	HLO	X	X			08-199
<i>Cattleya forbesii</i> Lindl.	HLO	X				es
<i>Cirrhaea dependens</i> Loudon	HLO	X	X			F17CI18
<i>Dichaea pendula</i> Cogn.	HLP	X				H13CI28
<i>Dichaea cogniauxiana</i> Schltr.	HLO	X	X	X	X	09-067
<i>Dryadella zebrina</i> (Porsch) Luer	HLO		X	X	X	08-231
<i>Elleanthus brasiliensis</i> (Lindl.) Rchb.f.	HLO	X		X		09-009
<i>Encyclia oncidioides</i> (Lindl.) Schltr.	HLO	X	X	X		D01CE17
<i>Epidendrum addae</i> Pabst	HLO			X		08-245
<i>Epidendrum pseudodiforme</i> Hoehne & Schlechter	HLO			X		D6CE07
<i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl.	HLO	X	X	X		08-044
<i>Epidendrum densiflorum</i> Hook.	HLO	X	X	X		F22CM04
<i>Epidendrum latilabre</i> Lindl.	HLO	X	X			es
<i>Epidendrum paranaense</i> Barb.Rodr.	HLO	X	X			F24CM19
<i>Epidendrum proligerum</i> Barb.Rodr.	HLO	X	X	X	X	09-096
<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.	HLO	X		X		H04CM11
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	HLO		X	X		F03CE21
<i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb.f.	HLO	X	X			H30CE24
<i>Epidendrum tridactylum</i> Lindl.	HLO	X				H26CI23
<i>Epidendrum</i> sp.1	HLO	X				vi
<i>Eurystyles lorenzii</i> (Cogn.) Schltr. **	HLO	X	X			08-220
<i>Gomesa crispa</i> (Lindl.) Klotzsch ex Rchb.f.	HLO		X	X		09-100
<i>Gomesa glaziovii</i> Cogn.	HLO			X	X	08-236
<i>Gomesa recurva</i> R.Br.	HLO		X		X	08-214
<i>Grobya galeata</i> Lindl.	HLO				X	09-048
<i>Heterotaxis brasiliensis</i> (Brieger & Illg) F.Barros	HLO	X	X	X		08-198
<i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R.Br.	HLO	X	X	X		08-195
<i>Lankesterella ceracifolia</i> (Barb.Rodr.) Mansf.	HLO	X	X	X	X	08-145
<i>Lepanthopsis floripecten</i> (Rchb.f.) Ames **	HLO	X				H01CM09
<i>Leptotes bicolor</i> Lindl. ***	HLO	X				H02CM03
<i>Lockhartia lunifera</i> Rchb. f.	HLO	X				vi
<i>Malaxis excavata</i> (Lindl.) Kuntze	HLF		X			F06CM06

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Categ.	Faixa Altitudinal (m)				Registro
		400 500	600 700	800 900	1000 1100	
ORCHIDACEAE (Continuação)						
<i>Maxillaria murilliana</i> Hoehne	HLO	X	X			08-250
<i>Maxillaria cleistogama</i> Brieger & Illg	HLO	X				H02FA06
<i>Maxillaria cogniauxiana</i> Hoehne	HLO			X		D22FM02
<i>Maxillaria imbricata</i> Barb.Rodr.	HLO	X		X		H11CE17
<i>Maxillaria mosenii</i> Kraenzl.	HLO			X		D22FM11
<i>Maxillaria notylioglossa</i> Rchb.f.	HLO			X		08-228
<i>Maxillaria ochroleuca</i> Lodd. ex Lindl.	HLO	X		X		09-124
<i>Maxillaria picta</i> Hook.	HLO	X	X	X	X	09-118
<i>Maxillaria rigida</i> Barb.Rodr.	HLO			X		D20CE19
<i>Maxillaria rufescens</i> Lindl.	HLO		X			F14CI20
<i>Maxillaria</i> sp.1	HLO	X	X			08-221
<i>Miltonia regnellii</i> Rchb.f.	HLO	X	X			H09CM29
<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl.	HLO	X				vi
<i>Octomeria albopurpurea</i> Barb.Rodr.	HLO	X	X			F29FM10
<i>Octomeria fibrifera</i> Schltr.	HLO	X		X	X	09-028
<i>Octomeria gracilis</i> Lodd. ex Lindl.	HLO	X		X	X	08-008
<i>Octomeria juncifolia</i> Barb.Rodr.	HLO	X	X			08-194
<i>Octomeria</i> sp.1	HLO	X	X	X	X	D04CE05
<i>Oncidium divaricatum</i> Lindl.	HLO	X	X		X	08-136
<i>Oncidium fimbriatum</i> Lindl.	HLO	X				08-252
<i>Oncidium flexuosum</i> Lodd.	HLO	X				H07CE26
<i>Oncidium gardneri</i> Lindl.	HLO	X	X		X	F19CI31
<i>Oncidium hookeri</i> Rolfe	HLO			X		09-015
<i>Oncidium longipes</i> Lindl.	HLO	X	X	X	X	08-172
<i>Oncidium pubes</i> Lindl.	HLO	X	X			08-165
<i>Panmorphia</i> sp.1	HLO	X		X	X	D04CE12
<i>Phymatidium falcifolium</i> Lindl.	HLO	X				H09CM12
<i>Pleurothallis fusca</i> Lindl.	HLO	X	X	X	X	08-037
<i>Pleurothallis parviflora</i> Luer	HLO	X		X	X	09-047
<i>Pleurothallis pleurothalloides</i> (Cogn.) Handro	HLO	X	X	X		08-232
<i>Pleurothallis</i> sp.1	HLO	X		X	X	B13FM14
<i>Pleurothallis</i> sp.2	HLO		X	X		09-193
<i>Pleurothallis</i> sp.3	HLO			X		vi
<i>Pleurothallis</i> sp.4	HLO			X		08-226
<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & H.R.Sweet	HLO	X	X	X		09-080
<i>Prescottia epiphyta</i> Barb.Rodr.	HLF	X	X	X		08-063
<i>Promenaea paranaensis</i> Schltr.	HLO			X	X	08-092
<i>Promenaea stapelioides</i> (Link & Otto) Lindl.	HLO	X	X			08-156
<i>Prosthechea bulbosa</i> (Vell.) W.E.Higgins	HLO	X	X	X	X	08-078
<i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr.	HLO	X	X			08-209
<i>Sophronitis coccinea</i> (Lindl.) Rchb.f.	HLO			X	X	08-014
<i>Specklinia grobyi</i> (Bateman ex Lindl.) F.Barros	HLO	X				08-197
<i>Specklinia trifida</i> (Lindl.) F.Barros	HLO	X	X	X	X	08-218
<i>Specklinia</i> sp.1	HLO	X		X		D10CM33
<i>Stelis aprica</i> Lindl.	HLO	X		X	X	08-212
<i>Stelis deregularis</i> Barb.Rodr.	HLO	X			X	B26CI13
<i>Stelis megantha</i> Barb.Rodr.	HLO	X	X	X	X	08-004
<i>Stelis papaquerensis</i> Rchb.f.	HLO			X		09-051
<i>Stelis</i> sp.1	HLO	X	X	X	X	B16CM24
<i>Stelis</i> sp.2	HLO		X	X		D10CM07

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Categ.	Faixa Altitudinal (m)				Registro
		400 500	600 700	800 900	1000 1100	
ORCHIDACEAE (Continuação)						
<i>Stelis</i> sp.3	HLO			X		08-013
<i>Stigmatosema polyaden</i> (Vell.) Garay	HLF	X	X			09-145
<i>Vanilla parvifolia</i> Barb.Rodr.	HMS	X				191
<i>Xylobium variegatum</i> (Ruiz & Pav.) Garay & Dunst.	HLO	X	X			F06CI24
<i>Zygopetalum crinitum</i> Lodd.	HLP				X	es
<i>Zygostates pellucida</i> Rchb.f.	HLO		X			F08FM33
<i>Zygostates pustulata</i> (Kraenzl.) Schltr.	HLO				X	09-187
PIPERACEAE (14 - 5,1%)						
<i>Peperomia alata</i> Ruiz & Pav.	HLF	X				08-200
<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	HLP		X	X	X	08-062
<i>Peperomia</i> cf. <i>martiana</i> Miq.	HLP		X		X	08-017
<i>Peperomia</i> cf. <i>nitida</i> Dahlst.	HLP		X			F23FM04
<i>Peperomia corcovadensis</i> Gardner	HLF		X	X		09-082
<i>Peperomia emarginella</i> (Sw. ex Wikstr.) C. DC.	HLP	X	X			F19CI24
<i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A. Dietr.	HLF	X	X			08-036
<i>Peperomia glazioui</i> C. DC.	HLP	X	X	X	X	08-137
<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) A. Dietr.	HLP	X				H21FA08
<i>Peperomia pereskiiifolia</i> (Jacq.) Kunth	HLP	X	X			194
<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	HLP	X	X	X		08-011
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst.) Hook. & Arn.	HLP			X	X	09-239
<i>Peperomia trineuroides</i> Dahlst.	HLP		X		X	08-190
<i>Peperomia</i> sp.1	HLP		X			08-006
RUBIACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Hillia parasitica</i> Jacq.	HMP	X	X	X	X	D21CM14
SOLANACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Dyssochroma longipes</i> Miers	HMP		X	X		es,im
URTICACEAE (2 - 0,7%)						
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	HMP	X	X	X		ES
<i>Pilea astrogramma</i> Miq.	HLA		X			08-046
Pteridófitas						
ASPLENIACEAE (6 - 2,2%)						
<i>Asplenium incurvatum</i> Fée	HLP	X	X	X	X	B16FM02
<i>Asplenium kunzeanum</i> Klotzsch ex Rosenst.	HLP		X			08-048
<i>Asplenium mucronatum</i> C. Presl	HLP	X				09-012
<i>Asplenium oligophyllum</i> Kaulf.	HLP		X			08-053
<i>Asplenium pteropus</i> Kaulf.	HLP	X				08-002
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	HLP	X	X	X	X	08-028
BLECHNACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Blechnum binervatum</i> ssp. <i>acutum</i> (Desv.) R.M. Tryon & Stolze	HMS	X			X	09-127
DRYOPTERIDACEAE (10 - 3,6%)						
<i>Elaphoglossum brevipes</i> (Kunze) T. Moore	HLP			X	X	08-237
<i>Elaphoglossum glabellum</i> J. Sm.	HLP	X		X		08-193
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	HLP	X	X	X		08-167
<i>Elaphoglossum nigrescens</i> (Hook.) T. Moore ex Diels	HLP	X				3172 ^{PHL}
<i>Elaphoglossum ornatum</i> (Mett. ex Kuhn) H. Christ	HLP	X	X	X	X	09-043
<i>Elaphoglossum</i> sp.1	HLP			X		es
<i>Lomagramma guianensis</i> (Aubl.) Ching	HMS	X	X			08-208
<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	HMS	X				09-207
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	HLP	X	X	X	X	08-077
<i>Stigmatopteris heterocarpa</i> (Fée) Rosenst.	HLA	X				H01FB04

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Categ.	Faixa Altitudinal (m)				Registro
		400 500	600 700	800 900	1000 1100	
HYMENOPHYLLACEAE (15 - 5,4%)						
<i>Abrodictyum rigidum</i> (Sw.) Ebihara & Dubuisson	HLF		X			2171 ^{MLBP}
<i>Didymoglossum</i> cf. <i>hymenoides</i> (Hedw.) Copel.	HLP	X				H08FB06
<i>Didymoglossum reptans</i> (Sw.) C. Presl	HLP				X	2187 ^{MLBP}
<i>Hymenophyllum asplenioides</i> (Sw.) Sw.	HLP			X	X	09-109
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Mart.	HLP		X			2128 ^{MLBP}
<i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedw.) C.V. Morton	HLP				X	1163 ^{FBM}
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	HLP	X	X	X	X	08-241
<i>Hymenophyllum pulchellum</i> Schltdl. & Cham.	HLP			X	X	B16CM25
<i>Hymenophyllum vestitum</i> (C. Presl) Bosch	HLP			X	X	08-068
<i>Hymenophyllum</i> sp.1	HLP			X		09-057
<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson	HLP	X				57118*
<i>Polyphlebium diaphanum</i> (Kunth) Ebihara & Dubuisson	HLP				X	B08FB07
<i>Polyphlebium pyxidiferum</i> (L.) Ebihara & Dubuisson	HLP		X			F04FB01
<i>Trichomanes anadromum</i> Rosenst.	HLP			X		09-070
<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.	HLP	X	X		X	08-247
LOMARIOPSIDACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Lomariopsis marginata</i> (Schrad.) Kuhn	HMS	X	X			F07FB04
LYCOPODIACEAE (7 - 2,5%)						
<i>Huperzia acerosa</i> (Sw.) Holub	HLO	X	X	X	X	09-217
<i>Huperzia</i> cf. <i>biformis</i> (Hook.) Holub	HLO		X			F08CI17
<i>Huperzia flexibilis</i> (Fée) B. Øllg.	HLO	X	X			08-253
<i>Huperzia fontinaloides</i> (Spring) Trevis.	HLO			X		D08CI07
<i>Huperzia heterocarpon</i> (Fée) Holub	HLO	X		X	X	B10FA04
<i>Huperzia hexasticha</i> B. Øllg. & P.G. Windisch	HLO				X	2164 ^{MLBP}
<i>Huperzia quadrifariata</i> (Bory) Rothm.	HLO		X	X	X	09-165
OPHIOGLOSSACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Ophioglossum palmatum</i> L.	HLO	X		X	X	09-229
POLYPODIACEAE (28 - 10,1%)						
<i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée	HLP	X	X	X	X	F17FA08
<i>Campyloneurum minus</i> Fée	HLP		X			08-045
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl	HLP	X	X	X	X	08-081
<i>Campyloneurum</i> cf. <i>repens</i> (Aubl.) C. Presl	HLP				X	B22FM05
<i>Campyloneurum rigidum</i> J. Sm.	HLP	X				H05FM08
<i>Cochlidium punctatum</i> (Raddi) L.E. Bishop	HLO		X	X	X	B07CM07
<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L.E. Bishop	HLO		X	X	X	B07CM02
<i>Lellingeria apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) A.R. Sm. & R.C. Moran	HLP			X	X	2124 ^{MLBP}
<i>Lellingeria brevistipes</i> (Mett. ex Kuhn) A.R. Sm. & R.C. Moran	HLO			X	X	08-067
<i>Melpomene pilosissima</i> (M. Martens & Galeotti) A.R. Sm. & R.C. Moran	HLO			X	X	08-233
<i>Microgramma percussa</i> (Cav.) de la Sota	HLP	X	X	X		08-116
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	HLP	X	X	X	X	08-173
<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston	HLP	X	X			08-035
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	HLP	X	X	X	X	F11CE16
<i>Micropolypodium achilleifolium</i> (Kaulf.) Labiak & F.B.Matos	HLO			X	X	08-246
<i>Micropolypodium gradatum</i> (Baker) Labiak & F.B.Matos	HLO			X	X	09-192
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	HLP	X	X			F18FM24
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G. Price	HLP	X	X	X	X	08-057
<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M.G. Price	HLP			X	X	08-064
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G. Price	HLP				X	B09FB03
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.	HLP	X	X	X	X	D27CM08

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Categ.	Faixa Altitudinal (m)				Registro
		400 500	600 700	800 900	1000 1100	
POLYPODIACEAE (Continuação)						
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	HLP	X	X	X	X	08-015
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	HLP	X	X	X	X	B23FA02
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i> (Fée) de la Sota	HLP		X		X	B04CE06
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	HLP	X	X	X	X	08-166
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R. Sm.	HLP	X	X	X	X	08-169
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.	HLF	X				09-119
<i>Terpsichore reclinata</i> (Brack.) Labiak	HLO			X	X	08-065
PTERIDACEAE (4 - 1,4%)						
<i>Polytaenium cajenense</i> (Desv.) Benedict	HLO	X				H08FM07
<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) J. Sm.	HLO	X	X	X	X	B09FB04
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	HLO	X	X	X	X	D09CI07
<i>Vittaria</i> cf. <i>scabrida</i> Klotzsch ex Fée	HLO	X				ES
SELAGINELLACEAE (1 - 0,4%)						
<i>Selaginella macrostachya</i> (Spring) Spring	HLA			X		09-179

Orchidaceae foi destacadamente a família de maior riqueza na área estudada, com 103 espécies (37,2%) e 43 gêneros (39,1%). Também foram relevantes Bromeliaceae e Polypodiaceae, a primeira com 37 espécies (13,4%) e 9 gêneros (8,2%), a segunda com 28 espécies (10,1%) e 11 gêneros (10,0%). Hymenophyllaceae apresentou 15 espécies (5,4%), enquanto Araceae e Piperaceae apresentaram 14 espécies cada (5,1% cada). Estas seis famílias foram responsáveis por 76,2% de toda a riqueza de epífitas vasculares registradas na área de estudo.

O gênero mais rico foi *Vriesea*, totalizando 17 espécies (6,1%). Em seguida destacaram-se *Peperomia* com 14 espécies (5,1%), *Epidendrum* com 12 espécies (4,3%) e *Maxillaria* com 11 espécies (4,0%). *Huperzia*, *Hymenophyllum*, *Oncidium*, *Rhipsalis*, *Stelis* e *Pleurothallis* foram representados por sete espécies (2,5%) cada. É preciso ressaltar que 11 espécies pertencem a gêneros anteriormente enquadrados dentro de *Pleurothallis* (Pridgeon e Chase, 2001; Pridgeon *et al.*, 2001).

Em consulta expedita ao banco de dados Specieslink (2010), que reúne registros de coletas de 44 herbários do Brasil e do exterior, assim como através de uma revisão dos principais levantamentos florísticos de epífitas vasculares realizados em distintos tipos de vegetação do Paraná (Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2002; Kersten e Silva, 2002; Borgo e Silva, 2003; Kersten e Silva, 2006; Kersten e Kuniyoshi, 2006; Cervi e Borgo, 2007; Dettke *et al.*, 2008; Kersten *et al.*, 2009; Petean, 2009), verificou-se que 10 das espécies registradas na Serra da Prata possuem apenas um ou dois registros para o Paraná. É o caso de *Rhipsalis trigona*, *Rhipsalis burchellii*, *Elaphoglossum glabellum*, *Cirrhaea dependens*, *Epidendrum proligerum*, *Gomesa glaziovii*, *Epidendrum tridactylum*, *Eurystyles lorenzii*, *Stelis aprica* e *Vanilla parvifolia*. De outras sete espécies não foi encontrado nenhum registro para o Paraná, nas fontes consultadas, são elas: *Acianthera*

glanduligera, *Campylocentrum sellowii*, *Epidendrum addae*, *Maxillaria cleistogama*, *Pleurothallis parviflora*, *Prescottia epiphyta* e *Zygostates pellucida*.

Oficialmente, do total de espécies abrangidas, seis se destacaram por fazerem parte da “Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná” (SEMA, 1995).

A faixa altitudinal que apresentou maior riqueza foi a dos 400-500 m, com 188 espécies (67,9%). Nas faixas dos 600-700 e 800-900 m os valores de riqueza foram intermediários, respectivamente 163 (58,8%) e 162 (58,5%) espécies. A faixa dos 1.000-1.100 m foi a que apresentou a menor riqueza, 121 espécies (43,7%).

No que se refere à distribuição por altitude, apenas 54 espécies (19,5%) apresentaram distribuição ampla, sendo registradas em todas as quatro faixas altitudinais pré-estabelecidas. Restritas às baixas altitudes, 131 espécies (47,3%) foram registradas somente abaixo dos 700 m s.n.m. (inclusive), sendo 40 (14,4%) exclusivas da faixa 400-500 m. Por outro lado, 54 espécies (19,5%) foram encontradas somente acima dos 800 m s.n.m. (inclusive), das quais 12 (4,3%) apenas na faixa 1.000-1.100 m.

Verificou-se que a grande maioria das espécies registradas se enquadra como holoepífitos obrigatórios ou preferenciais (Tabela 2), que juntos constituem o grupo de holoepífitos característicos (ou verdadeiros), perfazendo 83,0% da flora epifítica levantada. As pteridófitas e monocotiledôneas se destacam entre os holoepífitos característicos representando 88,3% desta categoria. Na categoria dos holoepífitos acidentais se destacam as eudicotiledôneas, com 57% das espécies deste grupo. A categoria dos hemiepífitos foi constituída predominantemente por monocotiledôneas e eudicotiledôneas.

Tabela 2 Classificação das espécies de epífitas vasculares, registradas em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo categorias ecológicas (HLO - holoepífito obrigatório, HLP - holoepífito preferencial, HLF - holoepífito facultativo, HLA - holoepífito acidental, HMP - hemiepífito primário, HMS - hemiepífito secundário) dentro dos seus respectivos táxons.

Táxon	HLO		HLP		HLF		HLA		HMP		HMS	
	N	%	N	%	N	%	n	%	n	%	N	%
Monilophyta	12	4,3	47	17,0	2	0,7	1	0,4	-	-	4	1,4
Lycophyta	7	2,5	-	-	-	-	1	0,4				
Magnollídea	-	-	11	4,0	3	1,1	-	-	-	-	-	-
Monocotiledônea	109	39,4	28	10,1	7	2,5	1	0,4	3	1,1	7	2,5
Eudicotiledônea	11	4,0	5	1,8	-	-	4	1,4	12	4,3	2	0,7
Total	139	50,2	91	32,9	12	4,3	7	2,5	15	5,4	13	4,7

Dentre as famílias representadas por mais de uma espécie, Araceae e Dryopteridaceae foram as que apresentaram maior heterogeneidade nas categorias ecológicas, com espécies em quase todas elas (Tabela 3). Cactaceae, Lycopodiaceae e Pteridaceae se caracterizaram por ocorrer apenas como holoepífitos obrigatórios.

A família Orchidaceae, apesar de possuir espécies de holoepífitos preferenciais ou facultativos, e até mesmo um hemiepífito secundário, concentrou a maior parte de sua riqueza (95,1%) na categoria dos holoepífitos obrigatórios. Apocynaceae foi representada apenas por hemiepífitos, sendo que Begoniaceae e Urticaceae ocorreram com hemiepífitos e holoepífitos acidentais.

Tabela 3 Distribuição do percentual de espécies epífitas vasculares, registradas em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo as categorias ecológicas (HLO - holoepífito obrigatório, HLP - holoepífito preferencial, HLF - holoepífito facultativo, HLA - holoepífito acidental, HMP – hemiepífito primário, HMS - hemiepífito secundário), considerando apenas famílias com mais de uma espécie. Acrônimos formados pelas três primeiras letras das referidas famílias.

	Apo	Ara	Asp	Beg	Bro	Cac	Dry	Ges	Hym	Lyc	Mel	Orc	Pip	Pol	Pte	Urt
HLO	-	7,1	-	-	29,7	100	60,0	-	-	100	66,7	94,2	-	25,0	100	-
HLP	-	21,4	100	-	62,2	-	10,0	100	93,3	-	-	1,9	78,6	71,4	-	-
HLF	-	-	-	-	8,1	-	-	-	6,7	-	-	2,9	21,4	3,6	-	-
HLA	-	7,1	-	33,3	-	-	10,0	-	-	-	33,3	-	-	-	-	50,0
HMP	100	21,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,0
HMS	-	42,9	-	66,7	-	-	20,0	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-

Na tabela 4 é apresentada a matriz de similaridade florística entre quatro patamares altitudinais da área de estudo e outras estações de Floresta Ombrófila Densa pesquisadas no Paraná e em São Paulo.

Tabela 4 Matriz de similaridade florística (índice de Jaccard) entre quatro patamares altitudinais da área de estudo (Serra da Prata) e outras sete áreas de Floresta Ombrófila Densa: Morro da Mina - PR (Petean, 2009), Salto Morato - PR (Schütz-Gatti, 2000), PE Carlos Botelho - SP (Breier, 2005), Ilha do Mel - PR (Kersten e Silva, 2005), Serra da Juréia - SP (Mamede *et al.*, 2001), Serra do Marumbi - PR (Petean, 2002) e Piraquara - PR (Kersten, 2006), considerando somente epífitas determinadas em nível de espécie.

	S.Prata 400/500m	S.Prata 600/700m	S.Prata 800/900m	S.Prata 1000/1100m	M. da Mina	Salto Morato	Carlos Botelho	S. da Juréia	I. do Mel	Pira- quara
S.Prata 400/500m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.Prata 600/700m	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.Prata 800/900m	0,42	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
S.Prata 1000/1100m	0,30	0,35	0,53	-	-	-	-	-	-	-
Morro da Mina	0,40	0,32	0,29	0,20	-	-	-	-	-	-
Salto Morato	0,37	0,32	0,29	0,18	0,44	-	-	-	-	-
Carlos Botelho	0,33	0,25	0,22	0,15	0,33	0,34	-	-	-	-
Serra da Juréia	0,27	0,22	0,22	0,14	0,32	0,28	0,25	-	-	-
Ilha do Mel	0,28	0,23	0,21	0,16	0,38	0,38	0,28	0,27	-	-
Piraquara	0,19	0,20	0,23	0,25	0,15	0,16	0,14	0,11	0,14	-
Serra do Marumbi	0,14	0,17	0,29	0,34	0,11	0,10	0,07	0,08	0,09	0,20

DISCUSSÃO

A riqueza florística encontrada na encosta norte da Torre da Prata foi, até o momento, a maior já registrada em estudos sobre epífitas vasculares de Floresta Ombrófila Densa em todo o sul do Brasil (Tabela 5). Nos estados sulinos, além dos limites da Floresta Ombrófila Densa, apenas um amplo levantamento realizado por Kersten e Kunyoshi (2006) suplantou o presente estudo em termos de riqueza, alcançando 349 espécies. No entanto, abrangeu área 18 vezes maior (113 ha, contra os 6,3 ha levantados na Serra da Prata) e de grande extensão geográfica, com uma distância de mais de 90 km entre os extremos, englobando espécies de três fitofisionomias florestais distintas, e tendo 140 espécies contabilizadas através de registros obtidos em herbários ou em outros estudos. Também relevante foi a riqueza registrada por Waechter (1992) na planície costeira do Rio Grande do Sul, muito próxima dos valores encontrados na Serra da Prata, mas também referente a uma extensa área de amostragem, com mais de 200 km de distância entre seus extremos.

Tabela 5 Estudos sobre epífitas vasculares realizados no Brasil e em outros países latino-americanos, organizados de forma decrescente pela riqueza florística em espécies (spp), além dos gêneros (gen) e famílias (fam); fitofisionomia (Fitofis.) de ocorrência: floresta tropical de forma genérica (Fl.Trop), Floresta Ombrófila Densa (FOD, podendo ser s-submontana, m-montana ou a-altomontana), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Formação Pioneira de Influência Marinha (FPIM); precipitação média anual (Precip.); e área amostrada, quando disponível. Os dados de riqueza florística foram revisados considerando novos enquadramentos taxonômicos, além de serem excluídos táxons hemiparasitas e epífitos efêmeros.

Local	spp	Gen	fam	Fitofis.	Precip. (mm)	Área (ha)	Referência
Centinela, Equador	337	-	19	Fl.Trop	3000	-	Gentry e Dodson, 1987
Serra da Prata, PR	277	109	30	FOD.s/m	2290	6,3	Este estudo
Monteverde, Costa Rica	256	105	36	Fl.Trop	2500	4,0	Ingram <i>et al.</i> , 1996
Planície Costeira, RS	250	106	27	FPIM	1300	-	Waechter, 1992
Rio Palenque, Equador	238	-	18	Fl.Trop	2980	-	Gentry e Dodson, 1987
Rio Caquetá, Colômbia	206	73	22	Fl.Trop	3060	0,75	Benavides <i>et al.</i> , 2005
Sehuencas, Bolívia	204	-	17	Fl.Trop	5000	0,4	Ibisch, 1996
Carbonera, Venezuela	191	-	20	Fl.Trop	1500	0,08	Engwald, 1999
RPPN Salto Morato, PR	176	78	26	FOD.s	2000	3,2	Schütz-Gatti, 2000
PE Ilha do Cardoso, SP	166	78	22	FPIM	2027	10,2	Breier, 2005
RPPN Morro da Mina, PR	159	80	22	FOD.s	2000	-	Petean, 2009
PE Carlos Botelho, SP	158	77	24	FOD.s	1591	10,2	Breier, 2005
Morro da Tromba, SC	145	69	22	FOD.s/m	2205	-	Mancinelli <i>et al.</i> , 2007
Piraquara, PR	140	68	23	FOD/FOM	1500	-	Kersten, 2006
Torres, RS	115	56	15	FPIM	1452	-	Waechter, 1986
Ilha do Mel, PR	103	53	19	FPIM	1960	0,3	Kersten e Silva, 2006
Piraquara, PR	99	56	17	FOD/FOM	1500	-	Hertel, 1949
PE Pico do Marumbi, PR	97	53	14	FOD.a	3000	0,07	Petean, 2002

A riqueza de epífitas registrada na Serra da Prata se equipara com a de outros estudos realizados na América Central e no norte da América do Sul, sendo em geral mais elevada do que a maioria dos valores encontrados em outros levantamentos. Dentre os avaliados, apenas Gentry e Dodson (1987) e Ingram *et al.* (1996) registraram valores

próximos aos da Serra da Prata, em florestas do Equador e da Costa Rica, sendo particularmente expressiva a riqueza encontrada em Centinela (Equador). No entanto, é importante ressaltar que no presente estudo abrangeu-se uma área relativamente maior e também duas formações (Submontana e Montana), fatores que certamente favoreceram alcançar valor de riqueza equiparável aos encontrados em florestas equatoriais.

A riqueza em famílias botânicas também coloca a Serra da Prata em destaque. Das áreas consideradas, apenas em Monteverde, Costa Rica, obtêve-se registro mais elevado, de 36 famílias (Ingram *et al.*, 1996). Na RPPN Salto Morato, relativamente próxima da Serra da Prata, Schütz-Gatti (2000) também registrou considerável riqueza em famílias (n=26).

A condição climática de elevada umidade com precipitação bem distribuída ao longo do ano (IAPAR, 1978; IPARDES, 1991) é uma das principais causas da elevada riqueza florística de epífitas na Torre da Prata. Gentry e Dodson (1987) destacam a umidade como um dos fatores determinantes para a grande riqueza de espécies epifíticas nos neotrópicos.

No entanto, o aspecto determinante para a elevada riqueza registrada foi a considerável variação altitudinal da encosta estudada. Este gradiente de altitude possui 800 m de desnível ao longo de apenas cerca de 2.300 m de distância horizontal. Um relevo de tal forma abrupto proporciona situações ambientais diferenciadas, além de englobar dois tipos climáticos distintos, o Cfa e o Cfb, de acordo com a classificação de Koeppen, que determinam associações florísticas também distintas (Blum e Roderjan, 2007). Além da diversificação proporcionada pelo clima, Blum (2006) destaca que o relevo movimentado propicia diferenciações estruturais na floresta, como redução na altura do dossel e uma dinâmica mais intensa de formação de clareiras, ambos aspectos relacionados aos solos mais rasos, e que podem aumentar a incidência dos raios solares no interior da floresta, favorecendo a diversificação de ambientes para a comunidade epifítica nos estratos inferiores, fustes e copas dominadas. A forte declividade também favorece a insolação lateral das copas de árvores do dossel, aspecto relatado por Leme (1993), potencializando ainda mais o desenvolvimento da comunidade epifítica.

O componente epifítico vascular é responsável por considerável parcela da riqueza total de florestas tropicais em todo o mundo, sendo muitas vezes equivalente ou superior em espécies do que o componente arbóreo (Gentry e Dodson, 1987; Hartshorn e Hammel, 1994). Na Serra da Prata, esta tendência foi comprovada através da comparação com os dados coletados por Blum (2006), que registrou 273 espécies de árvores ou arbustos na mesma área de estudo. Kersten (2006), comparando estudos florísticos sobre epífitas e arbóreas no Paraná, relatou que o número de espécies epifíticas possivelmente exceda o de arbóreas.

Reafirmando uma tendência observada na grande maioria dos estudos sobre epífitas no Brasil (Waechter, 1992; Dittrich *et al.*, 1999; Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2002; Borgo e Silva, 2003; Giongo e Waechter, 2004; Breier, 2005; Kersten e Silva, 2002, 2006; Mancinelli *et al.*, 2007; Buzatto *et al.*, 2008; Kersten *et al.*, 2009; Petean, 2009), as famílias mais ricas na Serra da Prata foram Orchidaceae, Bromeliaceae e Polypodiaceae. É preciso ressaltar que Orchidaceae foi sempre a principal família em todos os estudos citados neste parágrafo, ocorrendo alternância entre Bromeliaceae e Polypodiaceae para a segunda e a terceira colocações.

Orchidaceae é, realmente, a mais importante família dentre as epífitas vasculares de todo o mundo, representando mais da metade da flora epifítica (Madison, 1977; Gentry e Dodson, 1987; Benzing, 1990). Na Serra da Prata, a riqueza de Orchidaceae foi muito expressiva, sendo que poucos estudos pontuais no País obtiveram valor tão elevado para esta família. A maioria dos estudos pontuais sobre epífitas vasculares em Floresta Ombrófila Densa no Brasil abrangeu riqueza total de Orchidaceae entre 40 e 60 espécies (Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2002; Breier, 2005; Kersten e Silva, 2006; Mancinelli *et al.*, 2007; Petean, 2009).

Grande parte da riqueza da família Orchidaceae é devida à ocorrência de gêneros neotropicais que apresentam elevada número de espécies como *Pleurothallis* (1.500 espécies), *Maxillaria* (570), *Epidendrum* (720), *Oncidium* (475) e *Stelis* (540) (Benzing, 1990). De fato, na Serra da Prata os gêneros *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Stelis*, *Oncidium* e *Pleurothallis*, nesta ordem, foram os mais ricos em Orchidaceae, totalizando 44 espécies. Considerando ainda os gêneros desmembrados de *Pleurothallis* (*Acianthera*, *Anathallis*, *Panmorphia* e *Specklinia*) (Pridgeon e Chase, 2001; Pridgeon *et al.*, 2001), mais 11 espécies poderiam ser somadas a este montante.

Analisando diversos estudos sobre epífitas vasculares no Brasil, Kersten (2006) descreve que a família Orchidaceae apresenta um percentual médio de 35,9% das espécies observadas nos levantamentos. Em mesmo procedimento, considerando cinco estudos realizados na América Tropical, Ingram *et al.* (1996) chegaram a uma porcentagem muito semelhante, de 35,2%, demonstrando que a proporção de orquídeas encontrada para a Serra da Prata está dentro de proporções esperadas.

A riqueza de Bromeliaceae na Serra da Prata também foi considerável, sendo que somente o gênero *Vriesea* abrangeu 17 espécies demonstrando, sobretudo, a grande influência exercida pela variação altitudinal na diversificação da florística. Kaehler (2008) encontrou 34 espécies de bromélias nas florestas da Serra do Marumbi, maciço próximo ao da Serra da Prata, enquanto Schütz-Gatti (2000) e Petean (2009) registraram, respectivamente, 31 e 24 espécies em Antonina e Guaraqueçaba, municípios vizinhos ao de Morretes. Na Ilha Grande – RJ, Nunes-Freitas (2004) encontrou 45 espécies de

Bromeliaceae em levantamento sistemático quantitativo especificamente voltado para esta família, que abrangeu também espécies terrícolas.

Segundo Fontoura *et al.* (1991), Leme (1993) e Martinelli *et al.* (2008), a floresta da encosta atlântica é uma das mais ricas em bromélias, que vegetam praticamente em todos os estratos. A floresta atlântica é considerada um dos centros de especiação e dispersão de alguns gêneros de Bromeliaceae (Leme, 1998, 2000; Benzing, 2000), aspecto que vem resultando em um aumento no número de espécies recém descritas nos últimos anos, potencializado pela intensificação nas pesquisas em áreas ainda pouco conhecidas (Fontoura *et al.*, 1991). Além da descoberta de novas espécies, muitas pesquisas estão sendo feitas no sentido de organizar a família no âmbito taxonômico (Martinelli *et al.*, 2008), o que contribuiu para que três espécies registradas na Serra da Prata permanecessem temporariamente com identificação de morfoespécie (*Vriesea* aff. *tijucana*, *Vriesea* sp.1 e *Vriesea* sp.2).

Dentre as angiospermas, destacaram-se ainda as famílias Araceae e Piperaceae, também relevantes em diversos estudos sobre epífitas vasculares (Waechter, 1986; Steege e Cornelissen, 1989; Waechter, 1992; Schütz-Gatti, 2000; Rogalski e Zanin, 2003; Benavides *et al.*, 2005; Breier, 2005; Kersten e Silva, 2006; Cervi e Borgo, 2007; Petean, 2009). Araceae, apesar de ser considerada por Benzing (1990) a segunda maior família de epífitas vasculares do mundo, em geral tende a apresentar menor quantidade de espécies do que Bromeliaceae na região da floresta atlântica, fato constatado na maioria dos estudos desencadeados neste âmbito geográfico. Ainda assim, a riqueza de Araceae constatada na Serra da Prata foi relevante, tendo sido superior às encontradas em áreas com fitofisionomia semelhante, como Morro da Mina (s=11), Salto Morato (s=9) e PE Carlos Botelho (s=13). Relevância semelhante foi verificada para a família Piperaceae.

As pteridófitas representaram 26,7% de todas as espécies de epífitas vasculares registradas na Serra da Prata. Esta proporção corresponde às observadas em outros estudos com o mesmo enfoque: Ingram *et al.* (1996) registraram uma percentagem de 22% de pteridófitas em Monteverde (Costa Rica); Schütz-Gatti (2000), Breier (2005), Kersten e Silva (2006) e Petean (2009) encontraram valores entre 21,4 e 27,2% de pteridófitas em áreas de Floresta Ombrófila Densa no Paraná e em São Paulo. No entanto, nenhum dos estudos citados registrou tamanha riqueza em espécies, sendo a área de Monteverde a que mais se aproximou (s=56). Kersten (2006) amostrou 53 espécies em uma área de transição entre Florestas Ombrófilas Mista e Densa em Piraquara, PR. Considerando estudos que enfocaram exclusivamente pteridófitas, Dittrich *et al.* (2005) registraram 51 espécies na Serra do Marumbi, enquanto Labiak e Prado (1998) encontraram 59 pteridófitas epífíticas em Floresta Ombrófila Densa da planície litorânea em Santa Catarina.

Particularmente importantes foram Polypodiaceae e Hymenophyllaceae. Estas famílias, somadas a Dryopteridaceae, compõem 71,6% do total de pteridófitas e 19,1% de toda a flora epífita registrada. Polypodiaceae figura como a mais expressiva em riqueza dentre as pteridófitas epífitas, fato constatado na grande maioria dos estudos com este enfoque no Brasil.

Por outro lado, a riqueza de Hymenophyllaceae nem sempre aparece de forma tão significativa em estudos sobre epífitas. Na maioria dos estudos pontuais esta família não ultrapassa a riqueza de 10 espécies (Waechter, 1992; Schütz-Gatti, 2000; Breier, 2005; Kersten e Silva, 2006; Petean, 2009). O principal aspecto influenciador na elevada riqueza de Hymenophyllaceae da Serra da Prata foi que cinco espécies encontradas durante estudo realizado por Paciencia (2008) no mesmo local foram somadas às 10 registradas em campo no presente estudo. De qualquer modo, este fato demonstra o potencial de riqueza das Hymenophyllaceae, avaliada por Benzing (1990) em cerca de 400 espécies epífitas no mundo, e também a tendência de esta família ser subestimada na maioria dos estudos, principalmente em função do pequeno porte de seus indivíduos, o que dificulta sua visualização.

A relevância de estudos que abordem principalmente sinúsias não arbóreas no Paraná, com enfoque na Floresta Ombrófila Densa, é salientada pela constatação na Serra da Prata de espécies epífitas com nenhum ou poucos registros para o Paraná, de acordo com as fontes consultadas (Specieslink, 2010; Schütz-Gatti, 2000; Borgo e Silva, 2003; Petean, 2002; Cervi e Borgo, 2007; Kersten e Silva, 2002; Kersten e Silva, 2006; Kersten e Kuniyoshi, 2006; Dettke *et al.*, 2008; Kersten *et al.*, 2009; Petean, 2009). Além disso, a existência de espécies raras e ameaçadas de extinção no Paraná (SEMA, 1995) reforça a importância ecológica desta região, enfatizando a existência do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange para a conservação de sua biodiversidade. Não há dúvida que a continuidade dos levantamentos florísticos deva elevar o número de espécies raras e ameaçadas registradas para esta localidade.

No que se refere à distribuição por faixa altitudinal, a concentração da riqueza de espécies na faixa dos 400-500 m já era esperada, já que nestas cotas ocorre a Floresta Ombrófila Densa Submontana (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007), formação que apresenta maior diversidade florística dentro da região fitoecológica, devido à combinação de fatores ambientais favoráveis como solos profundos e desenvolvidos, temperaturas elevadas e precipitação bem distribuída ao longo do ano (Klein, 1980; Leite e Klein, 1990; Roderjan *et al.*, 2002; Pires *et al.*, 2005).

Nas faixas dos 600-700 e 800-900 m os valores de riqueza foram intermediários, mas não menos relevantes, sendo apenas um pouco inferiores ao observado nos 400-500 m. Isto demonstra que, a despeito de ocorrer um aumento nas restrições ambientais,

como a redução na temperatura e no espaço de vida pelo menor porte da vegetação, na medida em que se eleva a altitude, outras variáveis ambientais acabam por compensar as restrições, proporcionando habitat adequado para uma rica gama de espécies. Uma das variáveis ambientais mais influentes no desenvolvimento da comunidade epifítica de encostas intermediárias é o aumento na insolação das copas e no interior da floresta (Leme, 1993), devido à forte declividade, à existência de clareiras, e ao próprio porte mais reduzido das árvores.

A faixa altitudinal dos 1.000-1.100 m foi a que apresentou a menor riqueza na encosta estudada. Esta tendência foi também observada para a comunidade arbórea no mesmo local (Blum, 2006), decorrente da influência do clima mais frio, que acaba por restringir a ocorrência de muitas espécies de patamares mais baixos.

Demonstrando a riqueza de microambientes existentes na encosta estudada, e sua grande influência na distribuição espacial das epífitas, verificou-se um reduzido número de espécies com ocorrência em todas as quatro faixas altitudinais pré-estabelecidas. Foi o caso de plantas com elevada plasticidade, indiferentes às condições climáticas, como *Tillandsia geminiflora*, *Rhipsalis teres*, *Rumohra adiantiformis*, *Pecluma recurvata*, *Pleopeltis hirsutissima*, *Serpocaulon catharinae* e *Vittaria lineata*, todas muito comuns em todos os pisos altitudinais avaliados e também com ampla dispersão em maior escala geográfica, tendo sido registradas em todas as formações florestais relacionadas à Floresta Ombrófila Densa no Paraná, desde as florestas de restinga da Planície Litorânea até a zona ecotonal com a Floresta Ombrófila Mista, no Primeiro Planalto (Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2002; Kersten e Silva, 2005; Kersten, 2006; Petean, 2009).

O limite climático entre os tipos Cfa e Cfb, situado na região dos 700 m s.n.m. e influente sobre as associações florísticas arbóreas (Blum e Roderjan, 2007), parece determinar também diferenciações na distribuição das epífitas, com razoável montante de espécies ocorrendo somente abaixo desta cota, provavelmente por não suportar as temperaturas médias mais frias do clima Cfb, que inclui a possibilidade de geadas (ainda que remotas nesta região). De outro lado, algumas espécies aparentemente não apreciam as temperaturas mais elevadas do clima Cfa, e foram encontradas somente acima da cota dos 800 m.

Dentre o grupo de elevada restrição ambiental figuram algumas espécies que ocorreram somente nas extremidades da encosta estudada. Destas, as que foram exclusivas da faixa 400-500 m, podem ser consideradas típicas da formação Submontana, caso de *Monstera adansonii*, *Racinaea spiculosa*, *Cattleya forbesii*, *Dichaea pendula* e *Lockartia lunifera*, todas também registradas por Schütz-Gatti (2000) e Petean (2009), que estudaram trechos de Floresta Ombrófila Densa Submontana em municípios

próximos. Dentre as espécies restritas às altitudes elevadas, faixa entre 1.000 e 1.100 m, destacam-se *Nidularium campo-alegrensis*, também observada por Petean (2002) e Scheer e Mocoichinski (2009) em altitudes elevadas de outras serras paranaenses, e *Grobya galeata*, cuja presença foi igualmente registrada por Petean (2002) na Serra do Marumbi e por Kersten (2006) em Piraquara, já no Primeiro Planalto.

A predominância de espécies na categoria ecológica dos holoepífitos característicos (83%), que inclui holoepífitos obrigatórios e preferenciais, é um padrão confirmado por vários estudos que focaram a flora epifítica no Brasil, como Waechter (1992) (86,8%), Kersten e Silva (2002) (84%), Borgo e Silva (2003) (83,3%), Gonçalves e Waechter (2003) (89,6%), Rogalski e Zanin (2003) (77%), Giongo e Waechter (2004) (77%), Schütz-Gatti (2000) (76%), Buzatto *et al.* (2008) (84,1%) e Kersten *et al.* (2009) (89%), entre outros.

Apenas 4,3% (s=12) das espécies se enquadraram como holoepífitos facultativos, não demonstrando aparente preferência entre o ambiente epifítico, o solo da floresta ou mesmo afloramentos rochosos. Destacam-se, nesta categoria, três bromélias do gênero *Nidularium*, (*N. amazonicum*, *N. campo-alegrensis* e *N. innocentii*), espécies umbrófilas comumente encontradas como terrícolas, rupícolas ou epífitas nas porções baixas dos fustes. Orquídeas de raiz carnosa como *Malaxis excavata*, *Prescottia epiphyta* e *Stigmatosema polyaden* também não apresentaram preferência entre o solo e as árvores, mesmo apresentando-se morfologicamente mais semelhantes às orquídeas terrícolas. Por fim, algumas espécies de *Peperomia* (*P. alata*, *P. corcovadensis* e *P. glabella*) podem ocorrer tanto como epífitas quanto como rupícolas nos matacões rochosos da floresta.

Como holoepífitos acidentais (s=7/ 2,5%) ocorreram principalmente espécies herbáceas tipicamente terrícolas, que acabam colonizando, em geral, as porções mais baixas dos fustes. Foi o caso de *Anthurium acutum*, *Begonia paleata*, *Stigmatopteris heterocarpa*, *Bertolonia mosenii*, *Selaginella macrostachya* e *Pilea astrogramma*. Um registro inusitado foi o de *Voyria aphylla*, uma saprófita terrícola bastante rara, encontrada na copa externa de uma árvore com 20 m de altura.

Os hemiepífitos abrangem 10,1% (s=28) das espécies, com predomínio claro de Araceae (s=9), aspecto já exemplificado por Benzing (1989, 1995) e também constatado por Nieder *et al.* (2000), que registraram 12 espécies de aráceas hemiepífitas em uma floresta pluvial da Venezuela. Em áreas próximas a Serra da Prata, Schütz-Gatti (2000) e Petean (2009) encontraram hemiepífitas em proporções semelhantes, em torno de 9%, sendo que em ambos os estudos a família Araceae também predominou nesta categoria.

Cinco espécies de hemiepífitos primários merecem destaque, por constituírem indivíduos lenhosos que desenvolvem porte arbóreo sobre seus forófitos. Foi o caso de *Dendropanax cuneatus*, *Clusia parviflora*, *Spirotheca passifloroides*, *Ficus enormis* e

Coussapoa microcarpa. Destas, apenas *D. cuneatus* não apresenta hábito constritor, sendo que as demais podem desenvolver raízes estrangulantes a ponto de proporcionar a morte do forófito, embora isto não ocorra em todos os casos.

Dentre os hemiepífitos secundários é relevante ressaltar a ocorrência de *Vanilla parvifolia*, uma Orchidaceae cujo hábito foge à regra do holoepifitismo seguida pela grande maioria da família e, além disso, constitui o primeiro registro em estudos de epífitas vasculares de Floresta Ombrófila de encosta no Paraná.

De um modo geral, a comparação entre a composição florística dos patamares altitudinais da Serra da Prata e de outras sete áreas no PR e SP, resultou em valores baixos de similaridade. As duas áreas que apresentaram maior similaridade com algum patamar altitudinal da Serra da Prata foram Morro da Mina e Salto Morato, cerca de 40% similares ao patamar dos 400-500 m da área de estudo. Tal índice pode ser ainda considerado relativamente baixo, por tratar-se de áreas relativamente próximas e com a mesma fitofisionomia (formação Submontana). Por outro lado, a similaridade com a comunidade do PE Carlos Botelho - SP alcançou valor relativamente próximo, a despeito deste se encontrar a cerca de 150 km ao norte. Demonstrando a importância da altitude na diferenciação da composição de espécies, verificou-se que a área mais similar ao patamar dos 1.000-1.100 m da Serra da Prata é justamente a formação altomontana da Serra do Marumbi, situada acima dos 1.000 m s.n.m.

Como já ressaltado por Kersten (2006), é bastante provável que a baixa similaridade entre as áreas se deva em grande parte pela influência da variabilidade de paisagens na composição de espécies da família Orchidaceae (diversidade gama), a qual tende a formar associações específicas diferenciadas em cada área, mesmo existindo semelhança das condicionantes ambientais e relativa proximidade em termos de distância. Por se tratar da família dominante nas comunidades epifíticas de qualquer floresta tropical (Madison, 1977; Gentry e Dodson, 1987; Benzing, 1990), a sua variabilidade possui grande peso na composição da similaridade entre floras de diferentes locais.

Para ilustrar este aspecto pode-se fazer uma breve avaliação sobre a composição das orquídeas epifíticas da Serra da Prata, Morro da Mina e Salto Morato. Em conjunto estas três áreas somaram um total de 156 espécies de Orchidaceae, mas apenas 15 (9,6%) foram registradas nas três áreas e, por outro lado, 107 (68,6%) se caracterizaram por terem sido encontradas em apenas uma das áreas. A Reserva Morro da Mina, situada a 27 km ao norte, apresentou apenas 23 espécies de Orchidaceae em comum com a Serra da Prata. Já a Reserva Salto Morato, 62 km a noroeste, tem em comum 27 espécies com a Serra da Prata.

CAPÍTULO 3

Estrutura do Componente Epifítico Vascular da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

RESUMO

O levantamento de epífitas vasculares foi realizado na porção norte da Serra da Prata (48°41'59,39"W, 25°36'46,39"S), município de Morretes, abrangendo trecho de encosta situado entre 400 e 1.000 m s.n.m., coberto por Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana. A quantificação da comunidade epifítica foi efetivada através da amostragem de 120 forófitos de porte intermediário com a copa no dossel, distribuídos por quatro altitudes (400, 600, 800 e 1.000 m). Os forófitos foram divididos em seis zonas ecológicas, sendo atribuídas notas referentes à dominância (porte/ biomassa) e à cobertura das espécies em cada intervalo. O valor de importância ecológica (VIE) foi calculado com base nos valores relativos de frequência, cobertura e dominância. Ao todo foram registradas 244 espécies de epífitas vasculares, contribuindo para um índice de Shannon de 4,96 nats.ind⁻¹. Bromeliaceae foi a família de maior relevância estrutural em todas as altitudes amostradas, sendo também importantes Araceae, Orchidaceae e Polypodiaceae. As espécies mais frequentes ao longo da encosta foram *Philodendron loefgrenii* e *Serpocaulon catharinae*. Nos pisos superiores *Vriesea altodaserrae* foi a espécie de maior importância estrutural, enquanto que nos pisos inferiores se destacaram *Aechmea organensis*, *Vriesea vagans* e *Vriesea philippocoburgii*. Os maiores valores de dominância, cobertura e diversidade foram registrados aos 400 m, enquanto que os menores valores ocorreram aos 1.000. Confirmou-se a existência de duas associações florísticas distintas (Submontana e Montana) ao longo da encosta, sendo sua faixa de transição limitada pelas cotas 600 e 800 m. A comunidade montana apresentou considerável diferenciação estrutural, decorrente da maior variabilidade na estrutura do substrato forofítico. Temperatura e declividade exerceram grande influência nos padrões de distribuição das comunidades epifíticas.

Palavras-Chave: floresta atlântica, gradiente altitudinal, estrutura, epifitismo vascular

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa é a fisionomia vegetal predominante na região costeira do sul do País (IBGE, 1992). Fatores climáticos como temperatura e umidade elevadas, além da precipitação bem distribuída ao longo do ano, proporcionam a exuberância desta fitofisionomia, não só em relação ao porte dos indivíduos ou à rapidez de seu desenvolvimento, mas também em função da elevada riqueza de espécies. A diversificação ambiental resultante da interação de múltiplos fatores abióticos é uma importante característica desta região fitoecológica, com considerável influência sobre a dispersão e o crescimento de espécies (Wettstein 1970, Leite e Klein 1990). Este aspecto

é muito bem ilustrado pelas distintas formações de Floresta Ombrófila Densa que se distribuem ao longo dos gradientes altitudinais das cadeias montanhosas (Roderjan, 1994; Blum, 2006).

Apesar de ser uma regra óbvia e unânime entre ecólogos e fitogeógrafos, a variação das comunidades vegetais com a elevação altitudinal ainda não é tão bem documentada quanto o gradiente latitudinal de diversidade. Isto decorre da escassez de estudos em escala suficientemente pequena ao longo das faixas de altitudes (Brown e Lomolino, 2006). Especificamente para o componente epífítico, Wolf (1994) ressalta o reduzido contingente de estudos ecológicos quantitativos em florestas pluviais de montanha, justamente onde se verificam as maiores taxas de abundância e riqueza.

Gentry e Dodson (1987) já ressaltaram que a abundância e a diversidade de epífitas são fortemente influenciadas pela mudança de condições ecológicas ao longo de gradientes altitudinais, latitudinais e continentais. O papel da altitude na composição florística e na estrutura da vegetação tropical tem sido abordado por alguns autores (Proctor *et al.*, 1988; Lieberman *et al.* 1995; Hietz e Hietz-Seifert, 1995; Pendry e Proctor, 1996; Moreno *et al.*, 2003; Damasceno Júnior, 2005; Blum, 2006; Paciencia, 2008), sendo destacados temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa, velocidade dos ventos, relevo e solos, como importantes fatores condicionantes para a determinação de padrões na vegetação.

No Paraná, as epífitas da Floresta Ombrófila Densa sobre vertentes de montanha foram abordadas em apenas quatro estudos quantitativos (Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2002, 2009; Kersten, 2006), sendo que dois abordaram a formação Submontana, um teve como foco a formação Altomontana, e o último abrangeu o ecótono entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista. Não existiam, portanto estudos quantitativos sobre a formação Montana, nem tampouco algum que abordasse um gradiente altitudinal das epífitas.

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura e os aspectos da distribuição espacial, além de identificar condicionantes abióticas, do componente epífítico vascular de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de encosta situado entre os 400 e os 1.000 m s.n.m. numa vertente da porção norte da Serra da Prata, Morretes, PR.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se na face norte da Torre da Prata, ponto culminante da Serra da Prata, que é abrangida pelo Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (Siedlecki *et al.*, 2003). O levantamento foi conduzido nas proximidades da trilha de acesso à Torre da Prata (48°41'59,39" W, 25°36'46,39" S), entre as cotas 400 e 1.100 m s.n.m.

O embasamento geológico é constituído pelo granito Rio do Poço (Lopes, 1987), sendo que nas porções mais elevadas ocorrem Neossolos Litólicos e Cambissolos rasos, enquanto Cambissolos gradualmente mais profundos ocorrem nos trechos intermediários e inferiores, podendo, eventualmente, ocorrer Argissolos (Curcio, 1992; Blum, 2006).

De acordo com a classificação de Koeppen, a área é abrangida por dois tipos climáticos: abaixo dos 700 m s.n.m. o clima Cfa, subtropical úmido mesotérmico e com verões quentes; acima do referido patamar o clima Cfb, subtropical superúmido mesotérmico, com médias térmicas mais baixas e a ocorrência de geadas no inverno. A região é caracterizada por índices pluviométricos que variam entre 2.000 a 3.000 mm, com média anual de 2.290 mm e máximos mensais nos meses de verão (IAPAR, 1978; Roderjan, 1994; Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

A Serra da Prata é coberta por Floresta Ombrófila Densa em bom estado de conservação, representada no trecho em estudo pelas formações Submontana e Montana, assim como uma comunidade transicional situada em torno dos 700 m s.n.m (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

MÉTODOS

O levantamento quantitativo para análise da estrutura comunitária de epífitas vasculares foi realizado aos 400, 600, 800 e 1.000 m s.n.m., aproveitando quatro dos oito conjuntos amostrais implantados em 2005 para a quantificação da comunidade arbórea (Blum, 2006). Estes conjuntos amostrais, distribuídos a cada 100 m de desnível entre os 400 e os 1.100 m, abrangem 2.000 m² cada, sendo subdivididos em 10 parcelas.

O número de forófitos por piso altitudinal foi definido visando subsidiar a análise da encosta de uma forma global e também viabilizar o estudo sob o aspecto logístico. Em cada um dos quatro níveis altitudinais foram selecionados 30 forófitos, com preferência para aqueles situados no interior dos referidos conjuntos amostrais, dos quais já se possuía informações da determinação taxonômica, diâmetro, altura e localização espacial das árvores, obtidas na ocasião do estudo da comunidade arbórea (Blum, 2006). No entanto, em todos os patamares foi necessário complementar a quantificação com forófitos situados fora dos conjuntos amostrais, já que em seu interior não se atingiu a quantidade preestabelecida de árvores com enquadramento nos critérios de inclusão.

Foram amostrados forófitos que apresentassem a copa no dossel e porte intermediário, com diâmetro a altura do peito (DAP – 1,30 m) entre 20 e 50 cm, conforme proposto por Petean (2009). Para balizar a escolha em campo foram previamente selecionados aqueles que possuíssem DAP próximo ao valor obtido pela média entre o maior e o menor diâmetros registrados em cada patamar altitudinal, com base nos dados da comunidade arbórea obtidos por Blum (2006). Desta forma, os DAPs de referência

que direcionaram a seleção de forófitos em cada patamar altitudinal foram: 28 cm aos 1.000 m, 31 cm aos 800 m, 40 cm aos 600 m, e 38 cm aos 400. Com este procedimento procurou-se homogeneizar a amostragem, como recomendado por Petean (2009), possibilitando que o porte dos forófitos analisados fosse o mais próximo possível em cada patamar e também entre os patamares, no intuito de neutralizar esta variável.

Como critério adicional, procurou-se selecionar árvores de espécies com representatividade estrutural na comunidade, com fuste mais reto possível, rejeitando aquelas de ritidoma liso, com epifitismo incipiente ou presença excessiva de lianas.

Para a quantificação das epífitas foi adotado o método proposto por Braun-Blanquet (1979), de divisão da árvore em zonas ecológicas, e atribuição de notas relativas à dominância e cobertura das epífitas para cada zona. Foram estabelecidas seis zonas ecológicas, muito semelhantes às utilizadas por Steege e Cornelissen (1989): 1) fuste baixo - primeiro 1,3 m a partir do solo; 2) fuste médio - secção intermediária entre o fuste baixo e o fuste alto, com comprimento variável); 3) fuste alto - último 1,3 m antes do ponto de inversão morfológica (início da copa); 4) copa interna - terço (1/3) interno da copa; 5) copa média - terço (1/3) intermediário da copa; 6) copa externa - terço (1/3) externo da copa.

Em cada zona ecológica foi verificada a existência de epífitas vasculares, para os quais foram atribuídas notas de dominância e estimativas de cobertura. Com as notas de dominância (Do: 1, 2, 5, 9 ou 15), sugeridas por Kersten (2006), procurou-se representar a ocorrência das epífitas em termos de porte e biomassa, de acordo com as seguintes referências: 1 – indivíduos muito pequenos esparsos; 2 – indivíduos pequenos esparsos, ou muitos indivíduos muito pequenos; 5 – indivíduos médios esparsos, ou muitos indivíduos pequenos; 9 – indivíduos grandes esparsos, ou muitos indivíduos médios; 15 – indivíduos muito grandes esparsos ou muitos indivíduos grandes.

As espécies epifíticas encontradas em cada zona ecológica foram também enquadradas em classes de cobertura da superfície do tronco (0-5%, 6-10%, 11-15 %, 16-30%, 31-45%, 46-60%, 61-75% e 76-100 %), de forma semelhante à utilizada por Gonçalves e Waechter (2002). Para sua utilização nas análises, as classes foram representadas pelo valor médio percentual de classe, considerado como valor absoluto de cobertura (Co).

O valor de importância ecológica (VIE), da mesma forma como em Waechter (1980), foi baseado no percentual de importância proposto por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), com adaptações. Este índice de importância estrutural foi calculado utilizando-se os valores relativos de dominância, cobertura e frequência nos forófitos, combinando métodos utilizados por Gonçalves e Waechter (2002), Kersten (2006) e Petean (2009). Para balizamento e comparação com outros estudos, foram também

calculados: o valor de importância sobre frequências (Vlf), baseado apenas nas frequências relativas nos forófitos e nas zonas; e o valor de importância sobre frequência e dominância (Vlfd), utilizando os valores relativos dos referidos parâmetros.

A partir dos dados de ocorrência das espécies sobre os indivíduos forófitos, chegou-se ao índice de diversidade de Shannon (H') e à equidade (J') (Magurran, 1988). Para o cálculo dos parâmetros estruturais foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{VIE} &= (\text{DoR} + \text{CoR} + \text{FfR}) \times 3^{-1} & \text{Vlf} &= (\text{FfR} + \text{FzR}) \times 2^{-1} & \text{Vlfd} &= (\text{FfR} + \text{DoR}) \times 2^{-1} \\ \text{DoR} &= \text{DoA} \times (\sum \text{DoA})^{-1} \times 100 & \text{CoR} &= \text{CoA} \times (\sum \text{CoA})^{-1} \times 100 & \text{FfR} &= \text{FfA} \times (\sum \text{FfA})^{-1} \times 100 \\ \text{FzR} &= \text{FzA} \times (\sum \text{FzA})^{-1} \times 100 & \text{FzA}_e &= (n_{z_e} \times n_{z_i}^{-1}) \times 100 & \text{FfA}_e &= (n_{f_e} \times n_{f_i}^{-1}) \times 100 \end{aligned}$$

Onde:

VIE = valor de importância ecológica

Vlf = valor de importância sobre frequências

Vlfd = valor de importância sobre frequência e dominância

DoR = dominância relativa

DoA = dominância absoluta (soma das notas de dominância)

CoR = cobertura relativa

CoA = cobertura absoluta (soma dos valores centrais das classes de cobertura)

FfA = frequência absoluta sobre os forófitos

FzA = frequência absoluta sobre as zonas ecológicas dos forófitos

FfR = frequência relativa sobre forófitos

FzR = frequência relativa sobre as zonas ecológicas dos forófitos

n_{z_e} = número de zonas ecológicas dos forófitos com a espécie

n_{z_i} = número total de zonas ecológicas

n_{f_e} = número de forófitos com a espécie

n_{f_i} = número total de forófitos

A heterogeneidade florística da encosta foi avaliada através da análise da frequência por espécie e da curva espécies-amostra, gerando indicativos para a diferenciação de associações, como sugerido por Lamprecht (1990) e Jaster (2002).

Para a detecção de grupos ecológicos ao longo da encosta foram realizadas análises de agrupamentos sobre matrizes de dados florísticos e estruturais. Utilizou-se o método de Ward (mínima variância), considerado o mais eficiente (Valentin, 2000), e como medida métrica, a distância euclidiana. Também foi utilizado o método UPGMA (distância média não ponderada), utilizando como medida de distância o índice de Jaccard, baseado na presença ou ausência das espécies.

Para verificar a existência de associações entre os parâmetros das comunidades epifíticas e as variáveis ambientais, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, conhecido como "coeficiente de correlação do produto de momentos" (Martins, 2009).

Também foram realizadas análises de variância (ANOVA) entre os pisos altitudinais, considerando a riqueza de espécies e a dominância epifítica total por forófito. Aplicou-se o teste de comparação de médias (Duncan) para determinar diferenças estatísticas significativas entre os pisos altitudinais. Os valores estatísticos de "F" foram considerados significativos ao nível de 5% de probabilidade, mesmo nível definido para o

teste de Duncan. Não foi possível proceder a ANOVA para cobertura epifítica por forófito, já que esta variável apresentou heterogeneidade significativa pelo teste de *Bartlett*, mesmo após sua logaritmização.

Foi avaliada a correlação entre a distribuição das abundâncias (número de registros) das espécies epifíticas e as variáveis ambientais disponíveis através da análise de correspondência canônica (CCA), método de ordenação bastante eficaz no estudo de gradientes ecológicos diretos (ter Braak, 1986, 1988; Lewinsohn e Prado, 1998). Após algumas análises preliminares, foram descartadas variáveis ambientais redundantes, permanecendo na última versão apenas a altitude, temperatura média, declividade, diâmetro e altura dos forófitos.

Para comparações de similaridade florística foi utilizado o índice de Jaccard, sendo considerados pares similares aqueles com valor superior a 0,5 (ou 50%) (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974).

Para os cálculos, análises estatísticas e construção de diagramas foram utilizados os programas Microsoft Excel 2007, JMP 5.0, MVSP 3.1, STATGRAPHICS Centurion XV, CANOCO version 4.5, AMADO 1.02 - 1997.

No intuito de identificar espécies indicadoras dos patamares submontano e montano na Serra da Prata, foi verificado o padrão de distribuição das 30 espécies de maior VIE em cada nível altitudinal amostrado, sendo selecionadas aquelas restritas ou semi-restritas aos respectivos patamares. Para confirmar o caráter bioindicador das espécies foram consultados registros obtidos em outras estações de Floresta Ombrófila Densa (Labiak e Prado, 1998; Schütz-Gatti, 2000; Kersten e Silva, 2001, 2006; Petean, 2002, 2009; Kersten, 2006; Paciencia, 2008), assim como no banco de dados Specieslink (2010) e também nos dados resultantes do levantamento florístico (Capítulo 2).

Prévia e paralelamente ao levantamento quantitativo, procedeu-se também um inventário florístico, que teve duração de 16 meses entre 2008 e 2010, para abranger espécies não encontradas na amostragem (Capítulo 2). Tanto no levantamento quantitativo quanto no florístico, a coleta de dados foi prioritariamente viabilizada pela escalada dos forófitos, sendo que em pouquíssimos casos utilizou-se a visualização através de binóculo a partir do solo. Procurou-se coletar pelo menos um exemplar fértil da maior parte das espécies epifitas vasculares encontradas. Espécies muito comuns e de taxonomia conhecida foram registradas somente através de fotografias digitais.

Em muitos casos foi necessária a coleta de material em estado vegetativo, o qual foi cultivado até seu florescimento em casa de sombra. As coletas obtidas foram herborizadas conforme IBGE (1992), para posterior identificação e tombamento no Museu Botânico Municipal de Curitiba – MBM e no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná – UPCB. As angiospermas foram

organizadas segundo o sistema APG III (2009) (Stevens, 2008) e as pteridófitas conforme Smith *et al.* (2006). A validade dos nomes das espécies e a abreviatura dos autores foram verificadas em Tropicos (2009). As sinónimas de angiospermas foram verificadas em *World Checklist of Selected Plant Families* (2009) e, para pteridófitas, em Zuloaga *et al.* (2008).

Bulbophyllum granulatum e *Bulbophyllum glutinosum*, pela sua semelhança morfológica quando em estado vegetativo, foram tratados nas análises como uma morfoespécie (*Bulbophyllum* spp.). Indivíduos jovens de diversas famílias, quando não puderam ser identificados, foram desconsiderados.

RESULTADOS

Sobre os 120 forófitos amostrados, considerando em conjunto a quantificação das epífitas nos quatro pisos altitudinais analisados, foram registradas 244 espécies pertencentes a 29 famílias (considerando as duas espécies de *Bulbophyllum*: *B. granulatum* e *B. glutinosum*). Este montante corresponde a 88% do total de espécies e 97% das famílias encontradas na área de estudo (Capítulo 2). O índice de Shannon (H'), estimado para a amostragem, foi de 4,96 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi 0,90. No que se refere à raridade, utilizando o mesmo critério de Kersten (2006), 99 espécies (40,6%) ocorreram em até 5% dos forófitos amostrados, podendo ser consideradas raras.

A análise da proporção de espécies novas a cada forófito amostrado (Figura 1) demonstra, para todos os níveis altitudinais, uma tendência de acentuado aumento de espécies novas nos primeiros cinco a 10 forófitos.

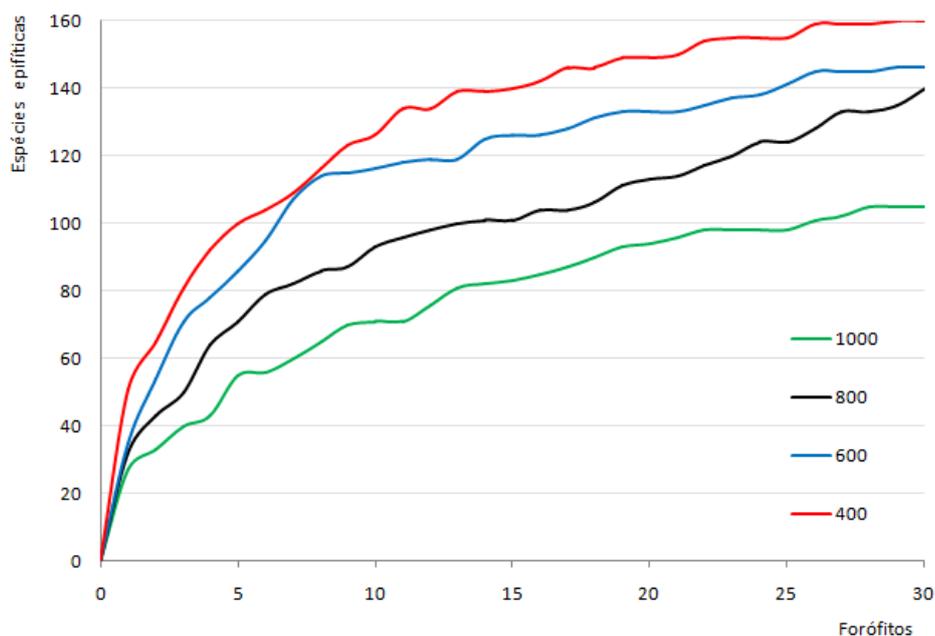


Figura 1 Curvas espécies-forófito para as comunidades epífitas quantificadas em quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR.

Com 10 forófitos amostrados atingiu-se entre 66 e 78% dos totais de espécies registrados em cada altitude. As curvas referentes aos pisos altitudinais 400, 600 e 1.000 demonstraram uma tendência inicial de estabilização aos 30 forófitos.

Numa primeira aproximação estrutural, em nível de família, verificou-se que Bromeliaceae apresentou a maior importância estrutural em todos os pisos altitudinais amostrados (Tabela 1). Outras famílias relevantes foram Araceae, Orchidaceae e Polypodiaceae, com grande expressão em todas as altitudes.

Tabela 1 Famílias de epífitas vasculares em quatro altitudes de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Respetivos valores de importância ecológica, em ordenação decrescente para a cota 400 m. Sublinhadas as cinco famílias mais relevantes em cada altitude (maior VIE), constando sua ordem de importância.

Famílias	Altitude (m s.n.m.)				Famílias	Altitude (m s.n.m.)			
	400	600	800	1000		400	600	800	1000
<u>Bromeliaceae</u>	<u>34,5</u> (1ª)	<u>27,6</u> (1ª)	<u>37,1</u> (1ª)	<u>31,7</u> (1ª)	Pteridaceae	0,6	0,3	0,6	0,2
<u>Araceae</u>	<u>15,0</u> (2ª)	<u>16,0</u> (2ª)	<u>12,8</u> (3ª)	<u>8,5</u> (4ª)	Hymenophyllaceae	0,6	0,5	2,0	5,2
<u>Orchidaceae</u>	<u>14,5</u> (3ª)	<u>8,9</u> (5ª)	<u>16,6</u> (2ª)	<u>15,1</u> (2ª)	Aspleniaceae	0,5	2,2	0,3	1,4
<u>Polypodiaceae</u>	<u>10,3</u> (4ª)	<u>12,3</u> (3ª)	<u>8,7</u> (4ª)	<u>13,6</u> (3ª)	Moraceae	0,5	0,04	0,04	0,6
<u>Cactaceae</u>	<u>6,6</u> (5ª)	<u>9,3</u> (4ª)	2,8	5,4	Lycopodiaceae	0,4	0,4	1,0	0,5
<u>Gesneriaceae</u>	4,0	4,9	2,1	<u>6,1</u> (5ª)	Begoniaceae	0,2	0,9	0,2	0,4
Piperaceae	2,3	5,9	2,2	2,9	Lomariopsidaceae	0,04	0,1	-	-
Dryopteridaceae	2,3	1,0	3,0	2,8	Gentianaceae	0,03	-	-	-
Rubiaceae	1,7	2,3	0,9	0,2	Amaryllidaceae	-	0,5	0,3	0,2
Malvaceae	1,2	1,3	0,1	-	Onagraceae	-	0,2	-	1,4
Apocynaceae	1,0	1,9	2,4	1,2	Solanaceae	-	0,2	0,1	-
Melastomataceae	1,0	0,9	2,2	1,3	Ophioglossaceae	-	-	0,1	0,1
<u>Clusiaceae</u>	1,0	0,9	<u>4,4</u> (5ª)	0,6	Selaginellaceae	-	-	0,04	-
Araliaceae	0,9	1,2	-	-	Griselinaceae	-	-	-	0,7
Urticaceae	0,7	0,4	0,1	-					

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.000 m s.n.m.

No patamar altitudinal dos 1.000 m s.n.m. foram registradas 105 espécies pertencentes a 22 famílias. Este montante corresponde a 86,8 % do total de espécies encontradas nesta faixa de altitude (Capítulo 2). O índice de Shannon (H'), estimado para a amostragem neste piso, foi de 4,16 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,89.

O conjunto de forófitos amostrados englobou 20 espécies arbóreas distintas, com destaque para *Alchornea triplinervia* e *Guapira opposita*, amostradas com três indivíduos cada. A média de diâmetros (DAP) dos forófitos foi de 31,7 cm e a altura média foi de 14 m. O maior número de espécies epifíticas registrado em um único forófito foi 37, em *Myrcia* sp. com 40,3 cm de DAP e 14 m de altura. Em média foram registradas 24 espécies de epífitas por forófito. Ao longo do fuste (englobando as zonas: baixo, médio e alto) registrou-se em média 14 espécies distintas, com um máximo de 26. Na copa (englobando as zonas: interna, média e externa) registrou-se em média 15 espécies, com um máximo de 32.

Formando o grupo mais importante na estrutura epifítica destacaram-se 12 espécies, todas com VIE superior a 2%, somando juntas 51,1%. O percentual de 90% do VIE foi atingido com as 48 espécies mais importantes (Tabela 2). Por outro lado, espécies de menor expressividade estrutural predominaram em número, considerando que 54,3% (s=57) das espécies representaram apenas 10% do VIE. Destas, 29 apresentaram ocorrência rara, tendo sido registradas em até 5% dos forófitos amostrados. Dentre as espécies raras pode-se citar *Polytaenium lineatum*, *Hippeastrum aulicum*, *Nidularium campo-alegrensis*, *Huperzia quadrifariata*, *Vriesea flammea*, *Zygopetalum crinitum*, *Lellingeria brevistipes*, *Microgramma vacciniifolia* e *Ophioglossum palmatum*.

Tabela 2 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epífitas vasculares em um trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 1.000 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais: FfA - frequência absoluta nos forófitos; FzA - frequência absoluta nas zonas ecológicas dos forófitos; DoR - dominância relativa; CoR - cobertura relativa; Vlf - valor de importância sobre frequências; Vlf_d - valor de importância sobre frequência e dominância; VIE - valor de importância ecológico, em ordenação decrescente.

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	Vlf_d	VIE
1	<i>Vriesea altodaserrae</i>	96,7	47,8	12,4	11,4	5,4	8,2	9,31
2	<i>Nematanthus australis</i>	90,0	38,3	6,0	7,9	4,6	4,9	5,88
3	<i>Philodendron loefgrenii</i>	73,3	32,8	6,2	7,9	3,9	4,7	5,75
4	<i>Vriesea guttata</i>	83,3	28,9	7,3	5,2	3,8	5,4	5,36
5	<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	63,3	33,3	2,1	8,3	3,7	2,4	4,37
6	<i>Vriesea flava</i>	60,0	15,0	4,6	4,2	2,3	3,5	3,76
7	<i>Serpocaulon catharinae</i>	100,0	43,3	3,8	3,0	5,2	4,0	3,71
8	<i>Vriesea heterostachys</i>	66,7	13,9	3,9	2,9	2,4	3,4	3,24
9	<i>Aechmea cylindrata</i>	53,3	13,3	3,4	2,4	2,1	2,8	2,70
10	<i>Bulbophyllum</i> spp.	80,0	30,0	2,3	2,4	3,8	2,8	2,69
11	<i>Rhipsalis teres</i>	46,7	12,2	2,5	2,5	1,9	2,3	2,35
12	<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	66,7	22,8	1,9	1,3	3,0	2,4	2,02
13	<i>Rumohra adiantiformis</i>	40,0	12,2	1,8	2,3	1,7	1,7	1,93
14	<i>Grobya galeata</i>	53,3	12,2	1,9	1,4	2,0	2,1	1,85
15	<i>Aechmea coelestis</i>	36,7	8,9	2,2	1,8	1,4	1,9	1,84
16	<i>Peperomia tetraphylla</i>	73,3	19,4	1,4	0,7	2,9	2,3	1,75
17	<i>Lepismium houlettianum</i>	23,3	8,9	2,2	2,0	1,1	1,6	1,72
18	<i>Tillandsia stricta</i>	66,7	22,8	1,4	0,8	3,0	2,1	1,69
19	<i>Prosthechea bulbosa</i>	40,0	9,4	1,5	1,4	1,5	1,6	1,53
20	<i>Cochlidium punctatum</i>	60,0	19,4	1,2	0,7	2,7	1,9	1,46
21	<i>Anathallis rubens</i>	46,7	12,8	1,2	1,1	1,9	1,6	1,42
22	<i>Maxillaria picta</i>	26,7	7,2	1,4	1,7	1,1	1,3	1,42
23	<i>Fuchsia regia</i>	23,3	5,6	1,3	2,0	0,9	1,1	1,41
24	<i>Aechmea ornata</i>	20,0	4,4	1,9	1,5	0,7	1,4	1,41
25	<i>Pleiochiton ebracteatum</i>	36,7	7,8	0,9	1,6	1,3	1,2	1,34
26	<i>Mandevilla immaculata</i>	43,3	10,6	1,1	0,7	1,7	1,5	1,24
27	<i>Stelis</i> sp.1	40,0	12,8	0,8	1,2	1,8	1,3	1,23
28	<i>Oncidium divaricatum</i>	26,7	11,7	1,4	1,0	1,4	1,3	1,20
29	<i>Campyloneurum nitidum</i>	36,7	10,0	1,1	0,7	1,5	1,3	1,12
30	<i>Asplenium scandicinum</i>	43,3	10,6	0,8	0,4	1,7	1,3	1,00
31	<i>Octomeria fibrifera</i>	23,3	6,7	0,7	1,2	1,0	0,8	0,96
32	<i>Vriesea platynema</i>	23,3	4,4	1,0	0,6	0,8	1,0	0,87
33	<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	23,3	7,2	0,9	0,7	1,0	1,0	0,87

Tabela 2 (Continuação)

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	Vlfd	VIE
34	<i>Elaphoglossum brevipes</i>	33,3	6,1	0,5	0,5	1,1	1,0	0,81
35	<i>Pecluma recurvata</i>	26,7	6,7	0,6	0,5	1,0	0,9	0,77
36	<i>Rhipsalis floccosa</i>	13,3	3,3	0,7	1,0	0,5	0,6	0,74
37	<i>Pleopeltis astrolepis</i>	26,7	8,9	0,6	0,4	1,2	0,9	0,69
38	<i>Peperomia trineuroides</i>	26,7	6,7	0,6	0,3	1,0	0,9	0,69
39	<i>Cochlidium serrulatum</i>	33,3	6,7	0,4	0,2	1,2	0,9	0,68
40	<i>Pecluma sicca</i>	30,0	7,8	0,5	0,3	1,2	0,9	0,68
41	<i>Griselinia ruscifolia</i>	6,7	2,2	0,7	1,0	0,3	0,5	0,67
42	<i>Microgramma squamulosa</i>	10,0	4,4	0,4	1,1	0,5	0,4	0,66
43	<i>Philodendron appendiculatum</i>	10,0	2,2	0,7	0,8	0,4	0,6	0,64
44	<i>Ficus enormis</i>	13,3	2,2	0,6	0,7	0,4	0,6	0,61
45	<i>Clusia parviflora</i>	20,0	3,9	0,6	0,3	0,7	0,7	0,60
46	<i>Anthurium sellowianum</i>	6,7	3,3	0,6	0,9	0,4	0,4	0,58
47	<i>Oncidium gardneri</i>	20,0	4,4	0,5	0,3	0,7	0,7	0,55
48	<i>Tillandsia geminiflora</i>	23,3	3,9	0,4	0,2	0,8	0,7	0,53
	Total	-	-	93,2	93,5	86,9	88,7	90,31

Do total de 1.267 registros de epífitas realizados nas seis zonas dos 30 forófitos, predominaram largamente as estimativas de cobertura nas classes 0-5 e 6-10% (n=877/ 69,2%). Nas classes de 11-15 e 16-30% foi enquadrado outro montante considerável de epífitas observadas (n=309/ 24,4%). Apenas 6,4% das epífitas visualizadas obtiveram estimativa de cobertura superior a 31%. Destes, 0,5% (n=6) apresentaram os maiores valores de cobertura, enquadrados na classe 61-75%, registros relativos a indivíduos de *Vriesea altodaserrae* (n=3), *Philodendron loefgrenii*, *Rhipsalis teres* e *Aechmea ornata*, todos obtidos em zonas de copa.

Com relação à dominância, 78,2% dos registros de epífitas receberam enquadramentos de porte e biomassa reduzidos, variando de indivíduos muito pequenos a pequenos esparsos (Do=1 ou 2). Observações de muitos indivíduos pequenos a médios esparsos (Do=5) foram contabilizadas em 19,0%. Apenas 33 (2,6%) dos registros se referiram à classe de muitos indivíduos médios a grandes esparsos (Do=9). Por fim, dois (0,2%) registros receberam enquadramento de indivíduos grandes abundantes a muito grandes esparsos (Do=15), ambos para a espécie *Aechmea ornata*.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.

Na área amostral situada aos 800 m s.n.m. foram registradas 140 espécies pertencentes a 24 famílias. Este montante corresponde a 86,4 % do total de espécies encontradas nesta faixa de altitude (Capítulo 2). O índice de Shannon (H'), estimado para a amostragem neste piso, foi de 4,43 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,90.

O conjunto de forófitos amostrados englobou 16 espécies arbóreas distintas, com destaque para *Ocotea catharinensis* e *Ocotea odorifera*, das quais foram amostrados quatro indivíduos cada. Também foram relevantes *Pouteria torta* e *Vantanea compacta*,

ambas com três indivíduos amostrados. A média de diâmetros (DAP) dos forófitos foi de 34,6 cm e a altura média foi de 16 m. O maior número de espécies epifíticas registrado em um único forófito foi 51, em *Calyptranthes grandifolia* com 28,2 cm de DAP e 14 m de altura. Em média foram registradas 32 espécies de epifitas por forófito. Ao longo do fuste (englobando as zonas: baixo, médio e alto) registrou-se em média 15 espécies distintas, com um máximo de 31. Na copa registrou-se em média 25 espécies, com máximo de 40.

Formando o grupo mais importante na estrutura epifítica destacaram-se 13 espécies, todas com VIE superior a 2%, somando juntas 49,5%. O percentual de 90% do VIE foi atingido com as 62 espécies mais importantes (Tabela 3).

Tabela 3 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epifitas vasculares em trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 800 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais: FfA - frequência absoluta nos forófitos; FzA - frequência absoluta nas zonas ecológicas dos forófitos; DoR - dominância relativa; CoR - cobertura relativa; Vlf - valor de importância sobre frequências, Vlfid - valor de importância sobre frequência e dominância; VIE – valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	Vlfid	VIE
1	<i>Vriesea altodaserrae</i>	100,0	56,1	14,4	12,8	4,4	8,8	10,11
2	<i>Philodendron loefgrenii</i>	96,7	61,1	8,7	10,3	4,6	5,8	7,32
3	<i>Clusia parviflora</i>	76,7	31,1	5,7	5,0	2,7	4,0	4,36
4	<i>Vriesea platynema</i>	70,0	23,3	4,8	3,5	2,3	3,5	3,49
5	<i>Aechmea cylindrata</i>	83,3	20,0	3,8	3,6	2,3	3,2	3,34
6	<i>Serpocaulon catharinae</i>	100,0	60,6	3,3	3,5	4,6	3,2	3,31
7	<i>Prosthechea bulbosa</i>	93,3	34,4	3,0	3,4	3,2	3,0	3,12
8	<i>Vriesea guttata</i>	70,0	23,3	3,2	2,8	2,3	2,7	2,74
9	<i>Vriesea vagans</i>	70,0	21,1	2,8	2,6	2,1	2,5	2,55
10	<i>Mandevilla immaculata</i>	93,3	34,4	2,3	1,9	3,2	2,6	2,38
11	<i>Maxillaria picta</i>	56,7	21,1	2,2	3,0	1,9	2,0	2,35
12	<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	73,3	25,6	2,6	2,1	2,4	2,4	2,33
13	<i>Pleiochiton ebracteatum</i>	66,7	22,8	1,9	2,4	2,2	2,0	2,14
14	<i>Tillandsia stricta</i>	86,7	35,6	1,5	1,5	3,1	2,1	1,92
15	<i>Vriesea erythrodactylon</i>	53,3	13,3	1,9	2,0	1,5	1,8	1,85
16	<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	73,3	31,7	1,5	1,7	2,7	1,9	1,83
17	<i>Nematanthus australis</i>	50,0	17,8	1,5	2,2	1,7	1,5	1,73
18	<i>Aechmea ornata</i>	33,3	8,9	2,2	1,8	1,0	1,6	1,65
19	<i>Elaphoglossum lingua</i>	53,3	18,3	1,1	2,0	1,7	1,4	1,58
20	<i>Vriesea incurvata</i>	43,3	11,1	1,8	1,4	1,2	1,6	1,49
21	<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	60,0	21,7	0,7	1,6	2,0	1,3	1,42
22	<i>Octomeria fibrifera</i>	60,0	19,4	0,9	1,3	1,9	1,4	1,33
23	<i>Tillandsia geminiflora</i>	70,0	23,3	1,0	0,7	2,3	1,6	1,29
24	<i>Bulbophyllum</i> spp.	70,0	17,8	0,6	0,8	2,0	1,4	1,22
25	<i>Peperomia glazioui</i>	60,0	23,3	0,8	0,6	2,1	1,3	1,11
26	<i>Vriesea philippocoburgii</i>	26,7	5,6	1,2	1,1	0,7	1,0	1,02
27	<i>Cochlidium punctatum</i>	63,3	20,0	0,7	0,3	2,0	1,3	1,01
28	<i>Vriesea</i> sp.1	16,7	5,6	1,4	1,0	0,5	1,0	0,99
29	<i>Bifrenaria harrisoniae</i>	40,0	9,4	0,7	0,9	1,1	1,0	0,95
30	<i>Hillia parasitica</i>	20,0	6,7	1,1	1,1	0,6	0,8	0,92
31	<i>Maxillaria madida</i>	33,3	10,0	0,7	1,0	1,0	0,9	0,91
32	<i>Lepismium houlettianum</i>	36,7	10,0	0,9	0,7	1,1	1,0	0,90
33	<i>Anthurium sellowianum</i>	33,3	5,6	0,8	0,8	0,8	0,9	0,89

Tabela 3 (Continuação)

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	Vlfd	VIE
34	<i>Vriesea aff. tijuca</i>	16,7	4,4	1,2	0,9	0,5	0,9	0,87
35	<i>Philodendron crassinervium</i>	20,0	5,6	0,8	1,0	0,6	0,7	0,81
36	<i>Rhipsalis teres</i>	23,3	6,1	0,8	0,9	0,7	0,7	0,79
37	<i>Peperomia quadrifolia</i>	50,0	13,9	0,5	0,2	1,5	1,0	0,76
38	<i>Nidularium innocentii</i>	20,0	3,3	0,7	0,9	0,5	0,7	0,74
39	<i>Nidularium procerum</i>	20,0	4,4	0,8	0,6	0,5	0,7	0,69
40	<i>Vriesea flava</i>	26,7	5,0	0,6	0,5	0,7	0,7	0,65
41	<i>Vriesea heterostachys</i>	26,7	4,4	0,6	0,4	0,6	0,7	0,62
42	<i>Huperzia heterocarpon</i>	33,3	7,8	0,5	0,3	0,9	0,8	0,60
43	<i>Rhipsalis floccosa</i>	20,0	3,9	0,5	0,6	0,5	0,6	0,58
44	<i>Hymenophyllum pulchellum</i>	20,0	5,0	0,2	0,9	0,6	0,4	0,56
45	<i>Bulbophyllum napellii</i>	26,7	6,1	0,2	0,5	0,7	0,5	0,51
46	<i>Pleurothallis fusca</i>	16,7	6,7	0,2	0,7	0,6	0,4	0,47
47	<i>Anthurium scandens</i>	20,0	5,0	0,4	0,2	0,6	0,5	0,44
48	<i>Encyclia oncioides</i>	20,0	5,0	0,4	0,2	0,6	0,5	0,43
49	<i>Rumohra adiantiformis</i>	16,7	3,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,41
50	<i>Vriesea flammea</i>	20,0	3,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,41
51	<i>Elaphoglossum glabellum</i>	23,3	4,4	0,2	0,3	0,6	0,5	0,40
52	<i>Microgramma squamulosa</i>	6,7	3,3	0,2	0,8	0,3	0,2	0,40
53	<i>Philodendron appendiculatum</i>	13,3	2,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,40
54	<i>Anathallis rubens</i>	23,3	5,0	0,2	0,2	0,6	0,5	0,40
55	<i>Maxillaria notylioglossa</i>	16,7	3,9	0,2	0,4	0,5	0,4	0,37
56	<i>Aechmea organensis</i>	13,3	2,8	0,4	0,3	0,3	0,4	0,37
57	<i>Peperomia catharinae</i>	23,3	5,6	0,2	0,1	0,6	0,5	0,34
58	<i>Melpomene pilosissima</i>	23,3	3,9	0,1	0,1	0,6	0,4	0,34
59	<i>Gomesa glaziovii</i>	20,0	4,4	0,2	0,2	0,5	0,4	0,32
60	<i>Rhipsalis pachyptera</i>	13,3	2,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,32
61	<i>Polytaenium lineatum</i>	20,0	3,3	0,1	0,2	0,5	0,4	0,32
62	<i>Elaphoglossum brevipes</i>	20,0	4,4	0,2	0,2	0,5	0,4	0,32
	Total	-	-	93,6	94,3	85,7	88,1	90,18

As espécies de menor expressividade estrutural predominaram em número, sendo que 55,7% (s=78) das espécies representaram apenas 10% do VIE. Destas, 39 foram consideradas de ocorrência rara na amostragem, tendo sido registradas em até 5% dos forófitos amostrados. Dentre as espécies de ocorrência rara aos 800 m s.n.m. pode-se citar *Dyssochroma longipes*, *Clidemia blepharodes*, *Spirotheca passifloroides*, *Aechmea nudicaulis*, *Asplenium scandicium*, *Canistrum lindenii*, *Ficus enormis*, *Microgramma vacciniifolia*, *Sinningia douglasii* e *Terpsichore reclinata*, além de várias Orchidaceae como *Elleanthus brasiliensis*, *Maxillaria rigida*, *Polystachya concreta*, *Epidendrum secundum*, *Maxillaria ochroleuca*, *Epidendrum addae*, *Isochilus linearis*, *Prescottia epiphyta* e *Specklinia trifida*.

Do total de 1.805 registros de epífitas predominaram as estimativas de cobertura entre 0 e 10% da zona (n=1.019/ 56,5%). Coberturas entre 11 e 45% foram estimadas para 39,6% (n=715) das epífitas registradas. Apenas 3,9% das epífitas observadas obtiveram estimativa de cobertura superior a 46% da superfície da zona. Destes, 0,5%

(n=9) apresentaram os maiores valores (61-75%), registros relativos a indivíduos de *Vriesea altodaserrae* (n=4), *Clusia parviflora* (n=2), *Aechmea ornata*, *Nidularium innocentii* e *Vriesea platynema*, na maioria obtidos em zonas de copa, com exceção das duas últimas espécies, registradas respectivamente no fuste baixo e no fuste alto.

Com relação à dominância, 71% dos registros de epífitas receberam enquadramentos de porte e biomassa reduzidos, variando de indivíduos muito pequenos a pequenos esparsos (Do=1 ou 2). Observações de muitos indivíduos pequenos a médios esparsos (Do=5) foram contabilizadas em 21,1%. A classe de muitos indivíduos médios a grandes esparsos (Do=9) foi representada em 7% dos registros. Por fim, 16 (0,9%) registros receberam enquadramento de indivíduos grandes abundantes a muito grandes esparsos (Do=15), principalmente para as espécies *Clusia parviflora* e *Vriesea altodaserrae* (n=7 cada), além de *Aechmea ornata* e *Vriesea* aff. *tijucana*.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 600 m s.n.m.

A amostragem da comunidade epifítica situada na cota dos 600 m s.n.m. resultou no registro de 146 espécies pertencentes a 25 famílias. Este montante corresponde a 89,6 % do total de espécies encontradas nesta faixa de altitude (Capítulo 2). O índice de Shannon (H'), estimado para a amostragem neste piso, foi de 4,54 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,91.

O conjunto de forófitos amostrados englobou 23 espécies arbóreas distintas, com destaque para *Zollernia splendens* e *Chrysophyllum viride*, dos quais foram amostrados três indivíduos cada. A média de diâmetros (DAP) dos forófitos foi de 41,6 cm e a altura média foi de 19 m. O maior número de espécies epifíticas registrado em um único forófito foi 61, em *Myrcia* sp.2 com 43,6 cm de DAP e 17 m de altura. Em média foram registradas 40 espécies de epífitas por forófito. Ao longo do fuste (englobando as zonas: baixo, médio e alto) registrou-se em média 19 espécies distintas, com um máximo de 41. Na copa registrou-se em média 32 espécies, com um máximo de 41.

Formando o grupo mais importante na estrutura epifítica destacaram-se 12 espécies, todas com VIE superior a 2%, somando juntas 40,1%. O percentual de 90% do VIE foi atingido com as 69 espécies mais importantes (Tabela 4).

As espécies com menor expressividade estrutural predominaram em número, sendo que 52,7% (s=77) representaram apenas 10% do VIE. Destas, 36 foram consideradas de ocorrência rara na amostragem, tendo sido registradas em até 5% dos forófitos amostrados. Dentre as espécies de ocorrência rara aos 600 m s.n.m. pode-se citar *Vriesea paratiensis*, *Asplenium incurvatum*, *Ficus enormis*, *Nidularium amazonicum*, *Hymenophyllum polyanthos* e *Pleopeltis pleopeltidis*, além de diversas Orchidaceae como *Specklinia trifida*, *Epidendrum paranaense*, *Scaphyglottis modesta*, *Campylocentrum*

sellowii, *Octomeria albopurpurea*, *Maxillaria rufescens*, *Campylocentrum ulaei*, *Acianthera glanduligera*, *Epidendrum secundum*, *Malaxis excavata*, *Octomeria juncifolia*, *Epidendrum strobiliferum*, *Prescottia epiphyta* e *Zygostates pellucida*.

Tabela 4 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epífitas vasculares em trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 600 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais: FfA - frequência absoluta nos forófitos; FzA - frequência absoluta nas zonas ecológicas dos forófitos; DoR - dominância relativa; CoR - cobertura relativa; Vlf - valor de importância sobre frequências, Vlf_d - valor de importância sobre frequência e dominância; VIE – valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	Vlf_d	VIE
1	<i>Aechmea organensis</i>	100,0	58,9	8,4	8,5	3,5	5,4	6,47
2	<i>Philodendron loefgrenii</i>	96,7	45,0	5,4	6,3	2,9	3,9	4,70
3	<i>Vriesea vagans</i>	76,7	34,4	4,5	5,3	2,3	3,2	3,91
4	<i>Vriesea flava</i>	96,7	41,7	4,8	4,0	2,8	3,6	3,72
5	<i>Philodendron propinquum</i>	83,3	26,7	3,5	4,7	2,0	2,8	3,40
6	<i>Lepismium houlettianum</i>	86,7	41,1	3,7	3,7	2,6	2,9	3,18
7	<i>Vriesea philippocoburgii</i>	63,3	18,9	3,9	3,4	1,5	2,7	2,93
8	<i>Microgramma tecta</i>	76,7	37,8	1,0	4,7	2,4	1,5	2,55
9	<i>Campyloneurum nitidum</i>	90,0	44,4	2,8	2,3	2,8	2,5	2,43
10	<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	86,7	31,7	2,7	2,3	2,3	2,4	2,37
11	<i>Hillia parasitica</i>	66,7	21,7	2,7	2,6	1,7	2,2	2,32
12	<i>Canistrum lindenii</i>	66,7	18,3	2,7	2,0	1,5	2,2	2,12
13	<i>Anthurium sellowianum</i>	86,7	27,2	2,0	1,7	2,1	2,1	1,93
14	<i>Codonanthe gracilis</i>	56,7	20,0	1,7	2,6	1,5	1,6	1,91
15	<i>Peperomia glabella</i>	73,3	30,6	1,4	2,0	2,1	1,6	1,74
16	<i>Asplenium scandicinum</i>	93,3	33,9	1,5	1,1	2,4	1,9	1,64
17	<i>Rhipsalis campos-portoana</i>	60,0	19,4	1,8	1,4	1,5	1,7	1,57
18	<i>Peperomia quadrifolia</i>	90,0	40,6	1,0	1,2	2,7	1,6	1,49
19	<i>Rhipsalis pachyptera</i>	60,0	18,9	1,7	1,3	1,5	1,6	1,49
20	<i>Sinningia douglasii</i>	90,0	36,1	1,4	0,7	2,5	1,8	1,43
21	<i>Rhipsalis elliptica</i>	63,3	17,2	1,6	1,0	1,4	1,6	1,41
22	<i>Vriesea carinata</i>	70,0	22,8	1,2	1,2	1,7	1,5	1,35
23	<i>Spirotheca passifloroides</i>	36,7	11,7	1,9	1,2	0,9	1,4	1,34
24	<i>Aechmea ornata</i>	36,7	9,4	1,6	1,4	0,8	1,3	1,29
25	<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	60,0	25,6	1,0	1,3	1,7	1,2	1,25
26	<i>Dendropanax cuneatus</i>	43,3	12,2	1,4	1,1	1,0	1,2	1,20
27	<i>Pecluma recurvata</i>	83,3	26,7	0,8	0,7	2,0	1,5	1,20
28	<i>Serpocaulon catharinae</i>	73,3	27,8	1,1	0,6	2,0	1,4	1,18
29	<i>Anthurium scandens</i>	53,3	18,9	1,0	1,2	1,4	1,1	1,15
30	<i>Philodendron corcovadense</i>	33,3	8,3	1,5	1,0	0,7	1,1	1,10
31	<i>Rhipsalis teres</i>	40,0	10,6	1,0	1,0	0,9	1,0	1,00
32	<i>Nidularium innocentii</i>	40,0	10,0	1,1	0,9	0,9	1,0	0,98
33	<i>Mandevilla urophylla</i>	43,3	11,1	0,8	0,9	1,0	0,9	0,93
34	<i>Mandevilla atrovioleacea</i>	66,7	16,1	0,7	0,4	1,4	1,2	0,93
35	<i>Clusia parviflora</i>	36,7	9,4	1,2	0,7	0,8	1,0	0,92
36	<i>Begonia fruticosa</i>	23,3	10,6	1,0	1,1	0,7	0,8	0,89
37	<i>Codonanthe devosiana</i>	46,7	13,3	0,5	0,9	1,1	0,8	0,88
38	<i>Vriesea aff. tijucana</i>	26,7	5,6	1,1	0,8	0,5	0,9	0,87
39	<i>Epidendrum densiflorum</i>	23,3	8,3	1,0	0,9	0,6	0,8	0,84
40	<i>Philodendron crassinervium</i>	33,3	6,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,76
41	<i>Tillandsia geminiflora</i>	53,3	17,8	0,6	0,3	1,3	1,0	0,75
42	<i>Epidendrum armeniacum</i>	40,0	10,6	0,5	0,7	0,9	0,7	0,72

Tabela 4 (Continuação)

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	Vlfd	VIE
43	<i>Nematanthus tessmannii</i>	40,0	8,3	0,6	0,6	0,8	0,8	0,72
44	<i>Peperomia trineuroides</i>	43,3	12,8	0,5	0,5	1,0	0,8	0,68
45	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	36,7	10,0	0,5	0,6	0,8	0,7	0,67
46	<i>Niphidium crassifolium</i>	36,7	9,4	0,7	0,4	0,8	0,8	0,67
47	<i>Oncidium longipes</i>	40,0	11,1	0,5	0,4	0,9	0,7	0,64
48	<i>Microgramma percussa</i>	16,7	7,8	0,4	1,1	0,5	0,4	0,62
49	<i>Microgramma squamulosa</i>	26,7	7,8	0,2	0,9	0,6	0,4	0,61
50	<i>Rhipsalis cf. burchellii</i>	20,0	5,0	0,6	0,7	0,4	0,6	0,61
51	<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>	53,3	11,7	0,3	0,2	1,1	0,8	0,61
52	<i>Lomagramma guianensis</i>	30,0	7,8	0,3	0,7	0,7	0,5	0,59
53	<i>Philodendron appendiculatum</i>	20,0	3,9	0,5	0,5	0,4	0,5	0,51
54	<i>Aechmea nudicaulis</i>	20,0	6,1	0,6	0,4	0,5	0,5	0,50
55	<i>Vriesea flammea</i>	30,0	7,2	0,4	0,3	0,6	0,6	0,49
56	<i>Anathallis rubens</i>	16,7	6,7	0,4	0,7	0,5	0,4	0,49
57	<i>Asplenium oligophyllum</i>	40,0	7,8	0,3	0,2	0,8	0,6	0,48
58	<i>Oncidium pubes</i>	36,7	9,4	0,3	0,2	0,8	0,6	0,48
59	<i>Hippeastrum aulicum</i>	26,7	5,0	0,4	0,3	0,5	0,6	0,47
60	<i>Peperomia emarginella</i>	26,7	7,2	0,2	0,6	0,6	0,4	0,47
61	<i>Pleiochiton ebracteatum</i>	30,0	6,7	0,4	0,3	0,6	0,6	0,47
62	<i>Wittrockia superba</i>	20,0	3,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,46
63	<i>Microgramma vacciniifolia</i>	16,7	8,9	0,2	0,7	0,5	0,3	0,46
64	<i>Polyphlebium pyxidiferum</i>	30,0	8,3	0,2	0,3	0,7	0,5	0,42
65	<i>Prosthechea bulbosa</i>	23,3	6,7	0,4	0,3	0,5	0,5	0,41
66	<i>Polystachya concreta</i>	33,3	6,7	0,3	0,1	0,7	0,5	0,39
67	<i>Clidemia blepharodes</i>	20,0	5,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,39
68	<i>Cirrhaea dependens</i>	23,3	5,0	0,3	0,2	0,5	0,4	0,38
69	<i>Dichaea cogniauxiana</i>	30,0	6,7	0,3	0,1	0,6	0,5	0,37
	Total	-	-	92,7	93,8	86,5	88,6	90,33

Do total de 2.358 registros de epífitas realizados na cota dos 600 m, houve predomínio amplo de estimativas de cobertura entre 0 e 30% da superfície da zona (n=2.035/ 86,3%). Com coberturas entre 31 e 60% foram enquadrados 313 (13,3%) registros. Nove (0,4%) registros receberam o enquadramento na classe 61-75% e apenas um (0,04%) alcançou 76-100%. *Vriesea vagans* compôs a maior parte (n=5) destes registros de ampla cobertura superficial, além de *Canistrum lindenii*, *Aechmea organensis*, *Philodendron corcovadense* e *P. propinquum*. Por fim, *Microgramma squamulosa*, apesar de seu porte muito pequeno, também obteve um registro de cobertura superior a 61%, na copa externa de um dos forófitos. A maioria destes registros de elevada cobertura se deu em segmentos da copa, tendo sido apenas dois verificados no fuste alto.

Com relação à dominância, 65,6% dos registros de epífitas receberam enquadramentos de porte e biomassa reduzidos, variando de indivíduos muito pequenos a pequenos esparsos (Do=1 ou 2). Observações de muitos indivíduos pequenos a médios esparsos (Do=5) foram contabilizadas em 27,3%. A classe de muitos indivíduos médios a grandes esparsos (Do=9) foi representada em 6,7% dos registros. Por fim, 11

(0,5%) registros receberam enquadramento de indivíduos grandes abundantes a muito grandes esparsos (Do=15), principalmente para as espécies *Spirotheca passifloroides* e *Vriesea philippocoburgii* (n=3 cada), além de *Philodendron corcovadense* (n=2), *Aechmea organensis*, *Coussapoa microcarpa* e *Clusia parviflora*.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 400 m s.n.m.

Aos 400 m s.n.m. foram registradas 160 espécies pertencentes a 23 famílias. Este montante corresponde a 85,1% do total de espécies epífitas encontradas nesta faixa de altitude (Capítulo 2). A diversidade (H') foi de 4,71 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,93.

O conjunto de forófitos amostrados englobou 25 espécies arbóreas distintas, com destaque para *Brosimum lactescens*, com três indivíduos, *Aspidosperma pyricollum*, *Protium kleinii* e *Sloanea guianensis*, das quais foram amostrados dois indivíduos cada. A média de diâmetros (DAP) dos forófitos foi de 40,5 cm e a altura média foi de 19 m. O maior número de espécies epífitas registrado em um único forófito foi 64, em *Eugenia beaurepaireana* com 33,3 cm de DAP e 20 m de altura. Em média foram registradas 43 espécies por forófito. Ao longo do fuste registrou-se em média 16 espécies distintas, com máximo de 30. Na copa registrou-se em média 35 espécies, com máximo de 59.

Dez espécies formaram o grupo mais importante na estrutura epifítica, todas com VIE superior a 2%, somando juntas 28,7%. O percentual de 90% do VIE foi atingido com as 81 espécies mais importantes (Tabela 5).

É interessante ressaltar a considerável riqueza de espécies com reduzida expressividade estrutural, já que 49,4% (s=79) das espécies representaram apenas 10% do VIE. Destas, 27 foram consideradas raras na amostragem, tendo sido registradas em até 5% dos forófitos. Dentre as espécies de ocorrência rara aos 400 m s.n.m. pode-se citar *Asplenium incurvatum*, *Rhipsalis trigona*, *Anthurium pentaphyllum*, *Elaphoglossum glabellum*, *Sinningia douglasii*, *Didymoglossum* cf. *hymenoides*, *Huperzia acerosa*, *Polytaenium lineatum*, *Tillandsia linearis* e *Voyria aphylla*, além de várias Orchidaceae como *Heterotaxis brasiliensis*, *Oncidium divaricatum*, *Acianthera oligantha*, *Cattleya forbesii*, *Eurystyles lorenzii*, *Lockhartia lunifera*, *Octomeria albopurpurea*, *Phymatidium falcifolium* e *Stigmatosema polyaden*.

Seguindo a mesma tendência observada nas demais altitudes estudadas, aos 400 m s.n.m. houve predomínio amplo de estimativas de cobertura entre 0 e 30% (n=2.056/ 85,6%). Com coberturas entre 31 e 60% foram enquadrados 329 (13,7%) registros. Por fim, 18 (0,7%) registros receberam o enquadramento na classe 61-75%, sendo representados pelas espécies: *Vriesea vagans* (n=5), *Aechmea ornata*, *Hillia parasitica* (n=2 cada), *Ficus enormis*, *Vriesea flammea* e *Vriesea philippocoburgii*, em segmentos de

copa; *Microgramma percussa*, *Monstera adansonii* (n=2 cada) e *Rhipsalis floccosa*, no fuste alto; e também *Hymenophyllum polyanthos*, no fuste baixo.

Tabela 5 Principais espécies registradas no levantamento quantitativo (90% do VIE) das epífitas vasculares em trecho de Floresta Ombrófila Densa situado aos 400 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos, todos percentuais: FfA - frequência absoluta nos forófitos; FzA - frequência absoluta nas zonas ecológicas dos forófitos; DoR - dominância relativa; CoR - cobertura relativa; Vlf - valor de importância sobre frequências, VlfD - valor de importância sobre frequência e dominância; VIE – valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	VlfD	VIE
1	<i>Vriesea vagans</i>	90,0	46,1	5,3	6,2	2,8	3,7	4,51
2	<i>Vriesea philippocoburgii</i>	86,7	31,7	5,9	4,8	2,2	3,9	4,23
3	<i>Philodendron loefgrenii</i>	76,7	32,8	3,8	4,2	2,1	2,8	3,29
4	<i>Aechmea organensis</i>	80,0	31,1	3,9	3,4	2,1	2,9	3,04
5	<i>Vriesea flammea</i>	93,3	39,4	3,0	3,1	2,6	2,6	2,77
6	<i>Microgramma percussa</i>	60,0	28,9	1,2	4,2	1,8	1,3	2,28
7	<i>Codonanthe gracilis</i>	66,7	27,8	2,0	3,2	1,8	1,8	2,23
8	<i>Vriesea gigantea</i>	70,0	20,0	2,8	2,0	1,6	2,2	2,15
9	<i>Heteropsis rigidifolia</i>	33,3	20,6	2,6	3,0	1,2	1,7	2,12
10	<i>Vriesea carinata</i>	86,7	36,7	2,0	2,1	2,4	2,0	2,05
11	<i>Vriesea aff. tijucana</i>	50,0	12,2	2,6	1,9	1,0	1,9	1,91
12	<i>Vriesea incurvata</i>	56,7	16,7	2,2	2,0	1,3	1,8	1,86
13	<i>Serpocaulon catharinae</i>	90,0	45,6	1,8	1,6	2,8	2,0	1,86
14	<i>Codonanthe devosiana</i>	76,7	28,3	1,3	2,2	2,0	1,5	1,75
15	<i>Philodendron crassinervium</i>	43,3	16,1	2,0	2,3	1,1	1,5	1,75
16	<i>Aechmea nudicaulis</i>	70,0	18,9	2,0	1,5	1,5	1,8	1,72
17	<i>Rhipsalis pachyptera</i>	73,3	18,9	1,9	1,5	1,6	1,8	1,71
18	<i>Hillia parasitica</i>	50,0	16,1	2,0	1,9	1,2	1,6	1,68
19	<i>Aechmea ornata</i>	36,7	10,6	2,2	1,9	0,8	1,5	1,68
20	<i>Canistrum lindenii</i>	63,3	17,2	2,1	1,4	1,4	1,8	1,66
21	<i>Monstera adansonii</i>	33,3	12,8	1,9	2,2	0,9	1,4	1,63
22	<i>Anthurium gaudichaudianum</i>	66,7	23,3	2,0	1,3	1,7	1,8	1,63
23	<i>Lepismium houletianum</i>	60,0	18,3	1,6	1,6	1,4	1,5	1,56
24	<i>Pleopeltis hirsutissima</i>	86,7	28,9	1,1	1,2	2,1	1,6	1,45
25	<i>Philodendron corcovadense</i>	56,7	12,8	1,7	1,3	1,1	1,5	1,44
26	<i>Anthurium scandens</i>	66,7	21,1	1,2	1,3	1,6	1,4	1,34
27	<i>Rhipsalis floccosa</i>	30,0	11,1	1,4	1,8	0,8	1,1	1,29
28	<i>Spirotheca passifloroides</i>	30,0	10,0	1,7	1,3	0,7	1,2	1,24
29	<i>Microgramma vacciniifolia</i>	46,7	20,0	0,6	2,0	1,3	0,8	1,23
30	<i>Lomagrumma guianensis</i>	43,3	12,8	0,9	1,5	1,0	1,0	1,16
31	<i>Tillandsia geminiflora</i>	83,3	27,2	0,9	0,6	2,0	1,5	1,16
32	<i>Prosthechea bulbosa</i>	66,7	20,6	1,0	0,8	1,6	1,3	1,13
33	<i>Wittrockia superba</i>	30,0	7,2	1,4	0,9	0,6	1,0	1,00
34	<i>Clusia parviflora</i>	43,3	11,1	1,2	0,8	0,9	1,1	0,99
35	<i>Mandevilla atrovioleacea</i>	63,3	18,3	0,8	0,6	1,4	1,1	0,96
36	<i>Scaphyglottis modesta</i>	43,3	12,2	0,9	0,8	1,0	1,0	0,91
37	<i>Dendropanax cuneatus</i>	26,7	7,2	1,1	0,8	0,6	0,9	0,85
38	<i>Elaphoglossum lingua</i>	33,3	13,3	0,5	1,0	0,9	0,6	0,75
39	<i>Nidularium procerum</i>	36,7	7,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,74
40	<i>Stelis deregularis</i>	40,0	11,7	0,5	0,7	0,9	0,7	0,73
41	<i>Peperomia pereskiifolia</i>	43,3	13,9	0,6	0,6	1,0	0,8	0,73
42	<i>Tillandsia stricta</i>	53,3	20,6	0,6	0,3	1,4	0,9	0,71
43	<i>Philodendron propinquum</i>	26,7	6,7	0,6	0,8	0,6	0,6	0,68

Tabela 5 (Continuação)

	Espécie	FfA	FzA	DoR	CoR	Vlf	Vlfd	VIE
44	<i>Epidendrum latilabre</i>	53,3	16,1	0,5	0,2	1,2	0,9	0,68
45	<i>Bulbophyllum</i> spp.	50,0	12,8	0,4	0,4	1,1	0,8	0,68
46	<i>Vriesea paratiensis</i>	23,3	7,2	0,9	0,5	0,5	0,7	0,66
47	<i>Coussapoa microcarpa</i>	20,0	7,2	0,8	0,7	0,5	0,6	0,65
48	<i>Neoregelia laevis</i>	40,0	9,4	0,6	0,3	0,8	0,8	0,63
49	<i>Nidularium innocentii</i>	26,7	7,8	0,7	0,5	0,6	0,7	0,62
50	<i>Pleiochiton ebracteatum</i>	26,7	7,8	0,5	0,7	0,6	0,6	0,59
51	<i>Campyloneurum nitidum</i>	36,7	11,1	0,5	0,4	0,8	0,7	0,59
52	<i>Dichaea cogniauxiana</i>	46,7	14,4	0,4	0,2	1,1	0,8	0,58
53	<i>Philodendron appendiculatum</i>	13,3	5,0	0,7	0,7	0,3	0,5	0,58
54	<i>Vriesea flava</i>	36,7	6,7	0,6	0,3	0,7	0,7	0,58
55	<i>Peperomia glazioui</i>	43,3	18,3	0,5	0,2	1,2	0,7	0,57
56	<i>Rhipsalis teres</i>	23,3	6,1	0,6	0,5	0,5	0,6	0,56
57	<i>Microgramma squamulosa</i>	13,3	6,1	0,3	1,1	0,4	0,3	0,55
58	<i>Maxillaria murilliana</i>	23,3	6,7	0,4	0,7	0,5	0,5	0,55
59	<i>Rhipsalis elliptica</i>	23,3	5,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,52
60	<i>Ficus enormis</i>	6,7	2,8	0,8	0,6	0,2	0,5	0,52
61	<i>Oncidium longipes</i>	36,7	8,9	0,3	0,4	0,8	0,6	0,51
62	<i>Peperomia quadrifolia</i>	36,7	12,2	0,3	0,3	0,9	0,6	0,50
63	<i>Campyloneurum rigidum</i>	23,3	8,3	0,4	0,6	0,6	0,5	0,50
64	<i>Polystachya concreta</i>	40,0	9,4	0,4	0,2	0,8	0,7	0,50
65	<i>Rhipsalis campos-portoana</i>	26,7	6,1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,48
66	<i>Microgramma tecta</i>	13,3	6,7	0,2	0,9	0,4	0,2	0,46
67	<i>Oncidium gardneri</i>	30,0	8,9	0,4	0,3	0,7	0,5	0,46
68	<i>Asplenium scandicinum</i>	30,0	13,9	0,5	0,2	0,9	0,6	0,46
69	<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>	33,3	8,3	0,3	0,3	0,7	0,5	0,45
70	<i>Rhipsalis</i> cf. <i>burchellii</i>	20,0	4,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,43
71	<i>Clidemia blepharodes</i>	23,3	5,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,43
72	<i>Oncidium pubes</i>	33,3	11,7	0,3	0,1	0,8	0,6	0,42
73	<i>Isochilus linearis</i>	30,0	7,8	0,2	0,3	0,6	0,5	0,40
74	<i>Huperzia flexibilis</i>	33,3	8,3	0,3	0,1	0,7	0,5	0,38
75	<i>Epidendrum paranaense</i>	16,7	3,9	0,4	0,3	0,3	0,4	0,37
76	<i>Miltonia regnellii</i>	23,3	4,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,33
77	<i>Epidendrum ramosum</i>	16,7	3,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,33
78	<i>Encyclia oncidoides</i>	20,0	3,9	0,3	0,2	0,4	0,4	0,32
79	<i>Pleopeltis astrolepis</i>	26,7	6,1	0,2	0,2	0,5	0,4	0,31
80	<i>Pleurothallis fusca</i>	26,7	6,1	0,2	0,1	0,5	0,4	0,30
81	<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	20,0	3,3	0,1	0,3	0,4	0,3	0,30
	Total	-	-	93,3	94,4	85,3	88,2	90,27

Com relação à dominância, 68,5% dos registros de epífitas receberam enquadramentos de porte reduzido, variando de indivíduos muito pequenos a pequenos esparsos (Do=1 ou 2). Observações de muitos indivíduos pequenos a médios esparsos (Do=5) foram totalizaram 24%. A classe de muitos indivíduos médios a grandes esparsos (Do=9) foi representada por 6,5%. Por fim, 1,0% dos registros se enquadraram como indivíduos grandes abundantes a muito grandes esparsos (Do=15), principalmente para as espécies *Vriesea philippocoburgii* (n=5) e *Aechmea ornata* (n=4), além de *Ficus enormis* (n=3).

DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA

Observa-se, na figura 2, que a grande maioria (74,1%) das espécies epífitas registradas nos quatro níveis altitudinais tem sua ocorrência limitada à classe de menor frequência, de 0 a 19,9% das amostras. Assim, apenas cinco (2%) das espécies ocorreram em mais de 60% das amostras. O mesmo padrão foi observado por Blum (2006) para a comunidade arbórea amostrada nas mesmas áreas.

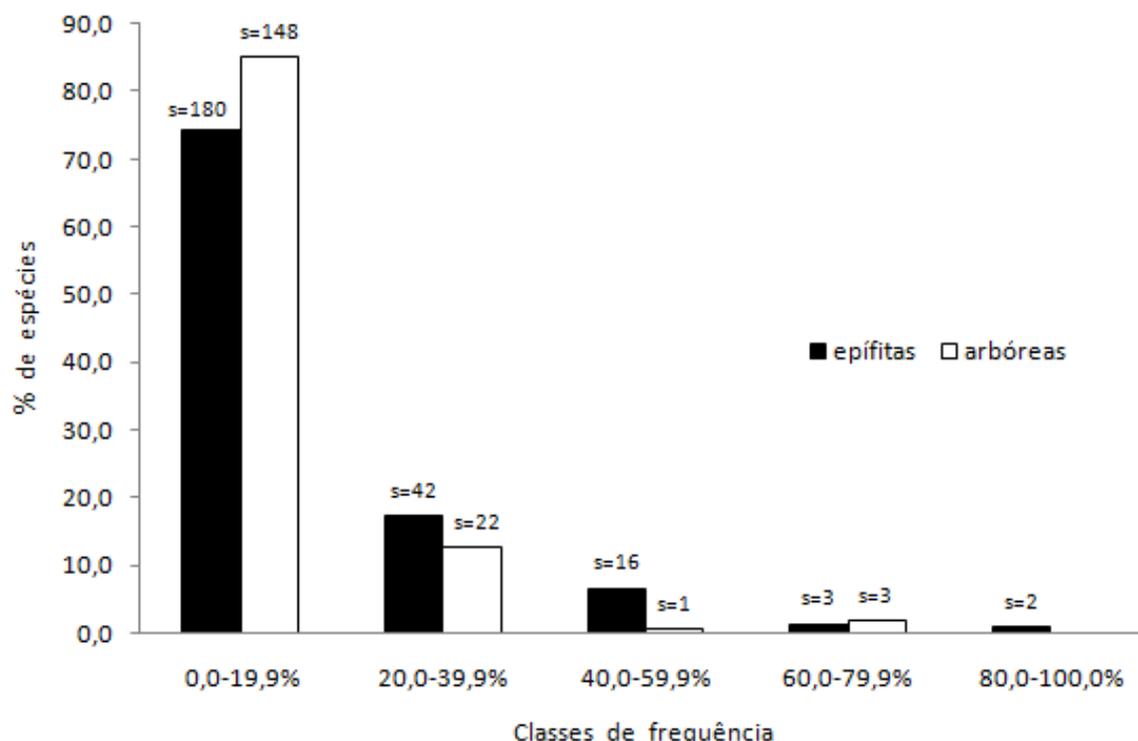


Figura 2 Distribuição da porcentagem de espécies epífitas e arbóreas por classes de frequência nas amostras (epífitas em 120 forófitos e arbóreas em 40 parcelas de 10x20m) para comunidades vegetais quantificadas em quatro altitudes de um trecho de Floresta Ombrófila Densa entre 400 e 1.000 m na Serra da Prata, Morretes, PR. Dados de arbóreas segundo Blum (2006).

Na tabela 6 são apresentados os parâmetros ecológicos resultantes de uma análise conjunta considerando todos os 120 forófitos amostrados ao longo da encosta.

Tabela 6 Epífitas de maior importância em Floresta Ombrófila Densa amostrada aos 400, 600, 800 e 1.000 m na Serra da Prata, Morretes, PR. Seus parâmetros ecológicos, todos percentuais: FfA - frequência absoluta nos forófitos; FzA - frequência absoluta nas zonas ecológicas dos forófitos; FpA - frequência absoluta nos pisos altitudinais; DoR - dominância relativa; CoR - cobertura relativa; Vlf - valor de importância sobre frequências, Vlfid - valor de importância sobre frequência e dominância; VIE - valor de importância ecológica, em ordem decrescente.

Espécie	FfA	FzA	FpA	DoR	CoR	Vlf	Vlfid	VIE
1 <i>Philodendron loefgrenii</i>	85,8	42,9	100	5,8	6,8	2,4	4,1	5,0
2 <i>Vriesea altodaserrae</i>	49,2	26,0	50	4,9	4,4	1,4	3,2	3,6
3 <i>Vriesea vagans</i>	60,8	25,7	100	3,8	4,3	1,6	2,8	3,3
4 <i>Aechmea organensis</i>	48,3	23,2	75	4,0	3,9	1,4	2,7	3,1
5 <i>Vriesea philippocoburgii</i>	44,2	14,0	75	3,4	2,9	1,0	2,3	2,5
6 <i>Serpocaulon catharinae</i>	90,8	44,3	100	2,2	1,9	2,5	2,4	2,2

Tabela 5 (Continuação)

Espécie	FfA	FzA	FpA	DoR	CoR	Vlf	Vlfd	VIE
7 <i>Vriesea flava</i>	55,0	17,1	100	2,5	2,0	1,3	2,0	2,0
8 <i>Lepismium houlettianum</i>	51,7	19,6	100	2,2	2,1	1,3	1,8	1,9
9 <i>Anthurium gaudichaudianum</i>	62,5	21,9	100	2,2	1,7	1,5	2,0	1,9
10 <i>Clusia parviflora</i>	44,2	13,9	100	2,1	1,7	1,1	1,7	1,7
11 <i>Pleopeltis hirsutissima</i>	71,7	27,2	100	1,3	1,4	1,8	1,7	1,6
12 <i>Aechmea ornata</i>	31,7	8,3	100	2,0	1,7	0,8	1,4	1,5
13 <i>Hillia parasitica</i>	36,7	11,5	100	1,8	1,7	0,9	1,4	1,5
14 <i>Prosthechea bulbosa</i>	55,8	17,8	100	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4
15 <i>Vriesea guttata</i>	40,0	13,3	75	1,8	1,3	1,0	1,5	1,4
16 <i>Philodendron propinquum</i>	31,7	9,0	100	1,4	1,8	0,8	1,1	1,4
17 <i>Codonanthe gracilis</i>	30,8	11,9	50	1,2	1,8	0,8	1,0	1,3
18 <i>Aechmea cylindrata</i>	36,7	8,8	75	1,4	1,2	0,8	1,2	1,2
19 <i>Nematanthus australis</i>	35,0	14,0	50	1,1	1,5	0,9	1,1	1,2
20 <i>Canistrum lindenii</i>	33,3	9,0	75	1,5	1,1	0,8	1,3	1,2
21 <i>Campyloneurum nitidum</i>	43,3	16,9	100	1,2	1,0	1,2	1,2	1,1
22 <i>Vriesea flammea</i>	36,7	12,6	100	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1
23 <i>Vriesea carinata</i>	40,8	15,1	75	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1
24 <i>Vriesea aff. tijuca</i>	23,3	5,6	75	1,5	1,1	0,6	1,1	1,1
25 <i>Rhopsalis pachyptera</i>	36,7	10,0	75	1,2	0,9	0,8	1,1	1,1
26 <i>Pleiochiton ebracteatum</i>	40,0	11,3	100,0	0,8	1,1	1,0	1,0	1,0
27 <i>Hymenophyllum polyanthos</i>	36,7	14,7	100,0	0,5	1,5	1,0	0,8	1,0
28 <i>Vriesea incurvata</i>	29,2	7,8	75,0	1,2	1,0	0,7	1,0	1,0
29 <i>Rhopsalis teres</i>	33,3	8,8	100,0	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0
30 <i>Microgramma percussa</i>	22,5	9,9	75,0	0,5	1,8	0,7	0,6	1,0
Subtotal	-	-	-	58,0	58,0	34,3	48,3	51,5
Demais 27 spp. com FpA=100%	-	-	-	9,7	9,6	17,8	13,6	12,3
Demais 42 spp. com FpA= 75%	-	-	-	13,4	13,0	19,2	15,8	14,9
Demais 69 spp. com FpA= 50%	-	-	-	14,9	15,2	20,4	17,2	16,5
Demais 75 spp. com FpA= 25%	-	-	-	4,1	4,2	8,3	5,1	4,8

A curva espécies-amostra é um instrumento auxiliar na representação da heterogeneidade florística e fisionômica (diversidades alfa e beta) de um conjunto vegetal, sendo especialmente útil quando se têm unidades amostrais dispostas ao longo de um gradiente ambiental (Lamprecht, 1990; Blum 2006).

A figura 3 apresenta a curva espécies-forófito construída com base no número acumulado de espécies por unidade amostral para todos os 120 forófitos amostrados nas quatro altitudes. O sentido definido para a elaboração da curva foi da cota mais elevada (1.000 m) para a mais baixa (400 m), das comunidades menos diversas para as mais diversas.

Foram identificadas três sequências nítidas de ascensão íngreme. A primeira, e mais expressiva, ocorreu nos primeiros 13 forófitos amostrados aos 1.000 m, com os quais se abrangeu um terço da riqueza total ($s=81/ 33,3\%$). A segunda ocorreu com os primeiros sete forófitos amostrados na cota 800 m, sobre os quais foram registradas 31 (12,8%) espécies novas. A terceira ascensão íngreme ocorreu com os 37 (15,2%) novos registros realizados nos primeiros oito forófitos aos 600 m de altitude. Todos os trechos

íngremes foram seguidos de estabilizações. É interessante ressaltar que, após o terceiro trecho íngreme, a curva ameniza consideravelmente sua inclinação, abrangendo apenas 40 (16,5%) espécies novas com a amostragem dos últimos 52 (43,3%) forófitos.

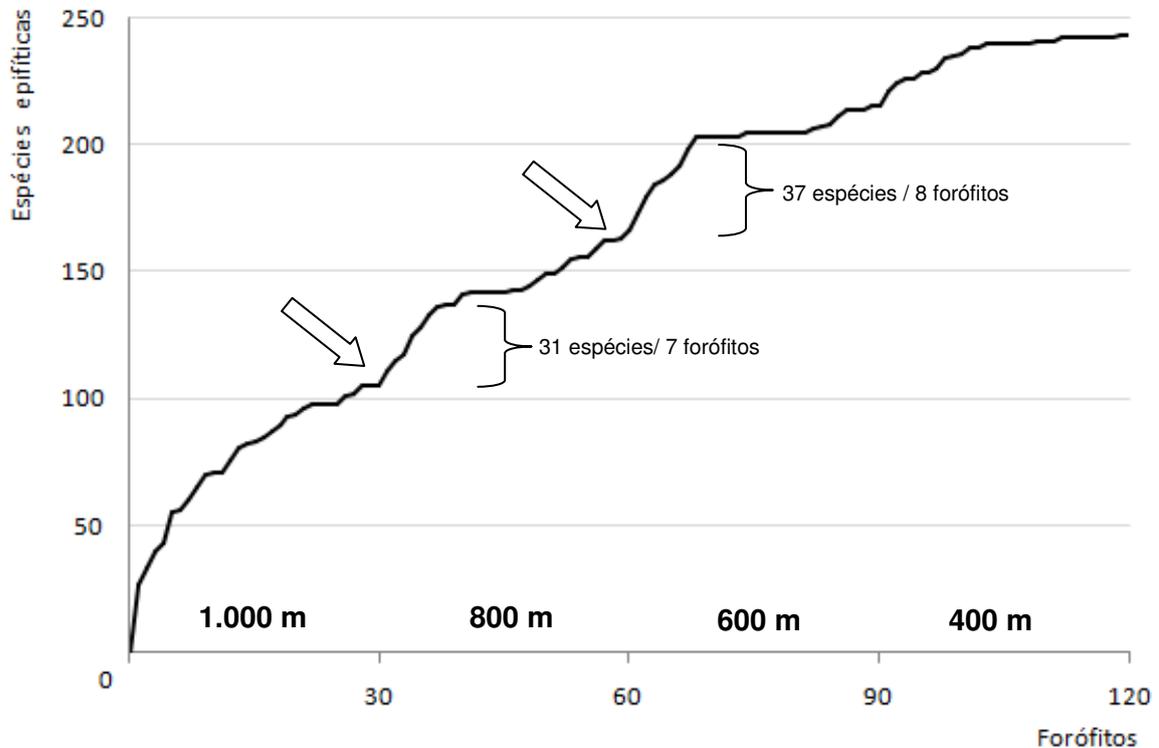


Figura 3 Curva espécies-forófito construída no sentido da redução altitudinal (1.000 → 400 m), considerando espécies epifíticas quantificadas em 120 forófitos distribuídos por quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. As setas indicam modificação florística representada por trechos íngremes da curva.

A figura 4 também revela a existência de dissimilaridades florísticas, concentradas nas cotas intermediárias. Isto indica uma situação de transição, intensificada aos 800 m s.n.m., onde foram registradas mais espécies com restrição de ocorrência altitudinal.

Observou-se que, aos 800 m, o grupo de espécies que não ocorreu abaixo desta cota apresentou relevância estrutural (VIE) substancialmente maior do que a apresentada pelo grupo que não ocorreu acima. Por outro lado, aos 600 m predomina estruturalmente o grupo de espécies com restrição de ocorrência acima desta cota. Este aspecto também é ilustrado na figura 5.

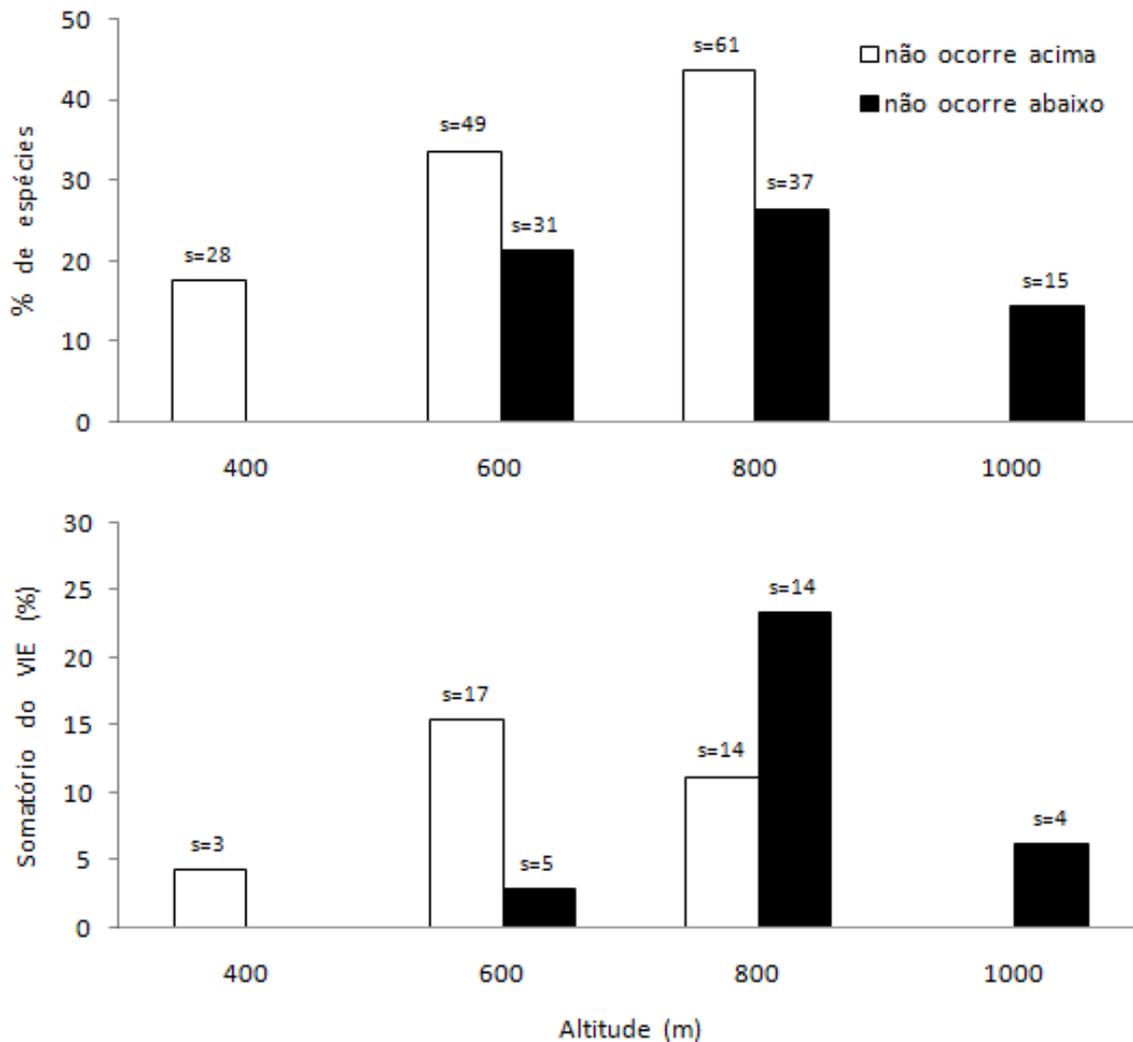


Figura 4 Representação gráfica da restrição de ocorrência altitudinal de espécies epífitas vasculares ao longo de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. No gráfico superior as quantidades de espécies que não ocorreram acima (barra vazia) ou abaixo (barra preenchida) de cada nível. No gráfico inferior o somatório do VIE das espécies que não ocorreram acima ou abaixo de cada nível, considerando apenas o universo de espécies que totalizaram 95% do VIE em cada altitude. ("s" = número absoluto de espécies).

Com o objetivo de identificar distintos padrões de distribuição altitudinal das epífitas vasculares, além de detectar grupos florísticos distintos, construiu-se um gráfico com as curvas de distribuição das 28 espécies de maior relevância estrutural, que correspondem ao conjunto das 10 espécies de maior valor de importância ecológica de cada altitude amostrada (Figura 5). Esta ferramenta de análise foi utilizada por Whittaker (1967), dentro do contexto da análise direta de gradientes.

Destas, 13 se caracterizaram por ocorrerem em todos os pisos altitudinais, demonstrando maior plasticidade. Seis espécies deste grupo demonstraram distribuição irregular ao longo da encosta, aparentemente independente da variação altitudinal. Foi o caso de *Anthurium gaudichaudianum*, *Campyloneurum nitidum*, *Clusia parviflora*, *Lepismium houlettianum*, *Prosthechea bulbosa* e *Vriesea flava*.

Dentre as espécies que se distribuem por toda a encosta, algumas apresentaram tendência gradual de aumento ou redução de sua importância estrutural com a variação de altitude, demonstrando preferências ambientais, a despeito de sua amplitude de ocorrência.

Assim, *Vriesea vagans*, *Vriesea flammea* e *Philodendron propinquum* reduzem seus VIEs na medida em que se eleva a altitude. De forma contrária, *Hymenophyllum polyanthos* e *Rhipsalis teres* tendem a concentrar sua maior expressividade estrutural nas cotas mais elevadas. *Philodendron loefgrenii* e *Serpocaulon catharinae* apresentaram VIEs mais elevados aos 800 e 1.000 m, mas não sofrem redução considerável nas cotas inferiores.

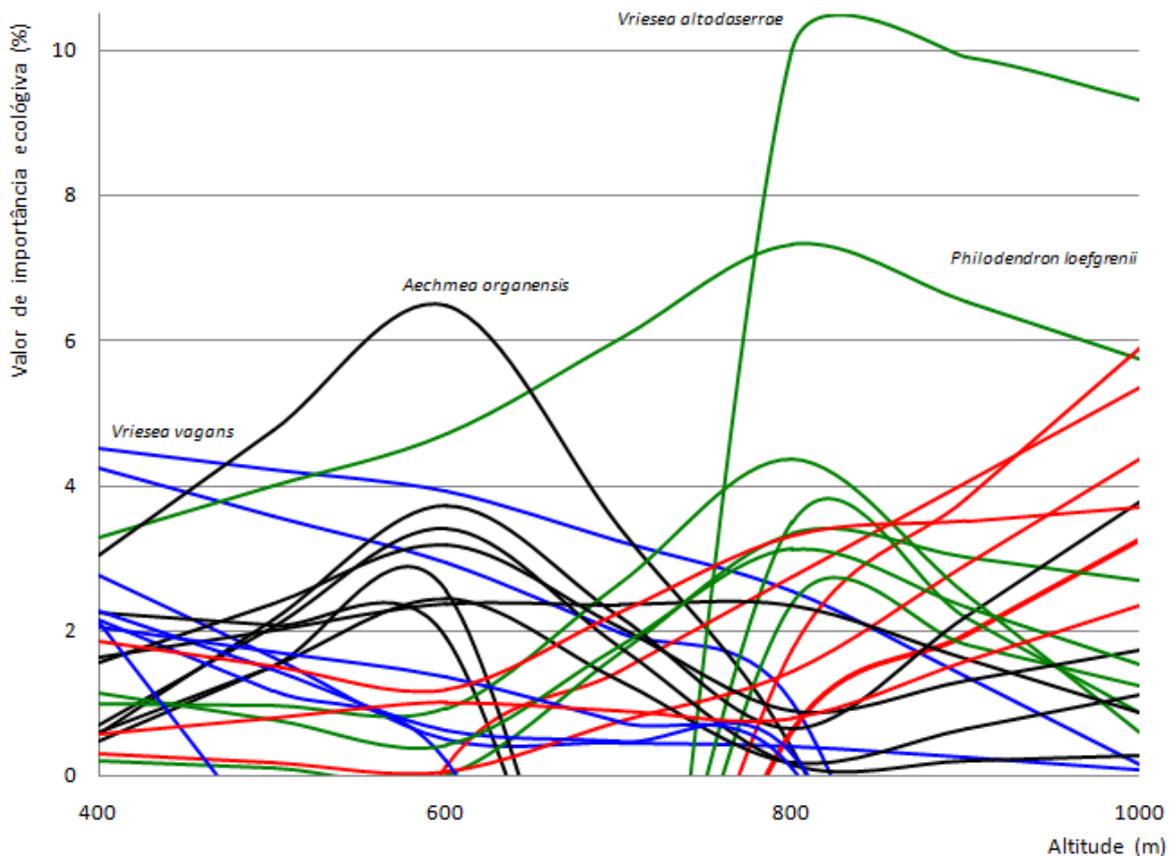


Figura 5 Distribuição altitudinal das 28 espécies que constituem o grupo das 10 com maior VIE em cada nível altitudinal de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Cada cor das curvas representa um grupo de espécies com VIE máximo em cada altitude (azul – 400 m; preto – 600 m, verde – 800 m, vermelho - 1.000 m). As quatro espécies de maior importância na encosta são referenciadas junto às curvas.

O grupo das espécies que não foram registradas em todos os níveis altitudinais amostrados é relevante no sentido de apontar limites altitudinais de associações florísticas ao longo da encosta, pela sua tendência a apresentar maiores preferências ambientais.

Neste aspecto se destacou a cota dos 800 m, por representar o limite de ocorrência de nove das 28 espécies de maior importância estrutural na encosta. Destas, cinco não ocorreram abaixo (*Vriesea altodaserrae*, *V. platynema*, *V. heterostachys*, *Mandevilla immaculata* e *Nematanthus australis*) e quatro não ocorreram acima (*Vriesea philippocoburgii*, *V. carinata*, *Aechmea organensis* e *Microgramma percussa*). Outras duas espécies, *Vriesea guttata* e *Aechmea cylindrata*, também tendem a limitar sua ocorrência em expressividade estrutural acima dos 800 m, mas tiveram registros isolados nas cotas inferiores. Com relação às limitadas abaixo da cota 600 m merecem menção *Vriesea gigantea*, *Codonanthe gracilis*, *Microgramma tecta* e *Heteropsis rigidifolia*.

A tabela 7 foi construída de forma a condensar os principais fatores ambientais e as variáveis das comunidades epifíticas para cada piso altitudinal amostrado. Com base nestas e em outras informações foram realizadas análises de variância, de classificação e de ordenação, visando um melhor entendimento da distribuição das epífitas ao longo da encosta.

Em simples leitura da tabela, em parte gerada com dados levantados por Blum (2006), observa-se que fatores ambientais como declividade acentuada e reduzida profundidade do solo repercutem na estrutura da floresta, incorrendo em maior densidade de indivíduos de menor porte, nas altitudes mais elevadas, destacadamente aos 1.000 m s.n.m. Um aspecto relevante é a diferença de altura do dossel, sendo que aos 400 m as árvores dominantes são quase duas vezes mais altas que aquelas encontradas aos 1.000 m.

Tabela 7 Aspectos das epífitas vasculares da Floresta Ombrófila Densa em quatro altitudes na Serra da Prata, Morretes, PR. Legenda: Dec - declividade; Solo (Cd - Cambissolo Háplico Distrófico, n - nano, l – léptico, t - típico, RLda - Neossolo Litólico húmico alumínico); T - temperatura (média, máxima e mínima médias); ATD - amplitude diária da temperatura (média); UR - umidade relativa do ar; AUrD – amplitude diária da umidade do ar (média e máxima média); N - densidade de árvores; G - área basal; Hdom e Ddom - altura e diâmetro dominantes; Hfor e Dfor - altura e diâmetro médios dos forófitos amostrados; DoM – média da dominância epifítica total; CoM - cobertura epifítica média por registro; Riqueza (Spp - espécies, Fam - famílias); H' - índice de Shannon; J' - equidade; VIE – somatório do valor de importância ecológica das principais espécies.

Altitude	Dec (%)	Solo	Variáveis climáticas	Variáveis estruturais da floresta			DoM	CoM (%)	Spp	Fam	H'	J'	Principais Famílias	Principais Espécies	VIE (%)
1000	69	RLha + Cdn	Tméd: 16,4 °C Tmáx: 21,9 °C Tmín: 12,8 °C ATDméd: 5,7 °C UR: 90,8 % AUrDméd: 20,6% AUrDmáx: 55,3%	N: 1155 ind/ha G: 55,5 m ² /ha	Hdom: 13,1 m Ddom: 45,5 cm	Hfor: 13,7 m Dfor: 31,7 cm	99	9,7	105	22	4,16 nats.ind ⁻¹	0,89	Bromeliaceae Orchidaceae Polypodiaceae Araceae Gesneriaceae	<i>Vriesea altodaserrae</i> <i>Nematanthus australis</i> <i>Philodendron loefgrenii</i> <i>Vriesea guttata</i> <i>Hymenophyllum polyanthos</i> <i>Vriesea flava</i> <i>Serpocaulon catharinae</i> <i>Vriesea heterostachys</i>	41,4
800	65	Cdt	Tméd: 17,3 °C Tmáx: 22,7 °C Tmín: 13,7 °C	N: 990 ind/ha G: 49,6 m ² /ha	Hdom: 17,5 m Ddom: 44,5 cm	Hfor: 15,9 m Dfor: 34,6 cm	173	14,1	140	24	4,43 nats.ind ⁻¹	0,90	Bromeliaceae Orchidaceae Araceae Polypodiaceae Clusiaceae	<i>Vriesea altodaserrae</i> <i>Philodendron loefgrenii</i> <i>Clusia parviflora</i> <i>Vriesea platynema</i> <i>Aechmea cylindrata</i> <i>Serpocaulon catharinae</i> <i>Prosthechea bulbosa</i> <i>Vriesea guttata</i>	37,8
600	35	Cdl	Tméd: 18,2 °C Tmáx: 23,6 °C Tmín: 14,6 °C	N: 605 ind/ha G: 40,0 m ² /ha	Hdom: 20,5 m Ddom: 53,7 cm	Hfor: 19,1 m Dfor: 41,6 cm	242	14,7	146	25	4,54 nats.ind ⁻¹	0,91	Bromeliaceae Araceae Polypodiaceae Cactaceae Orchidaceae	<i>Aechmea organensis</i> <i>Philodendron loefgrenii</i> <i>Vriesea vagans</i> <i>Vriesea flava</i> <i>Philodendron propinquum</i> <i>Lepismium houlettianum</i> <i>Vriesea philippocoburgii</i> <i>Microgramma tecta</i>	30,9
400	44	Cdt	Tméd: 19,0 °C Tmáx: 24,5 °C Tmín: 15,5 °C ATDméd: 5,5 °C UR: 91,0 % AUrDméd: 19,1% AUrDmáx: 44,5%	N: 635 ind/ha G: 48,0 m ² /ha	Hdom: 25,4 m Ddom: 52,4 cm	Hfor: 19,4 m Dfor: 40,5 cm	240	14,6	160	23	4,71 nats.ind ⁻¹	0,93	Bromeliaceae Araceae Orchidaceae Polypodiaceae Cactaceae	<i>Vriesea vagans</i> <i>Vriesea philippocoburgii</i> <i>Philodendron loefgrenii</i> <i>Aechmea organensis</i> <i>Vriesea flammea</i> <i>Microgramma percussa</i> <i>Codonanthe gracilis</i> <i>Vriesea gigantea</i>	21,2

NOTA: Declividade, classes de solo e variáveis estruturais da floresta são informações obtidas de estudo anterior, realizado na mesma área (Blum, 2006); Valores de temperatura são estimativas baseadas em médias de registros realizados entre 1966 e 2008 na Estação Meteorológica de Morretes do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (60 m s.n.m.), utilizando índice de variação altitudinal obtido no presente estudo; Valores de umidade relativa do ar (UR) e de amplitudes (T e Ur) são médias oriundas do monitoramento ao longo de doze meses em duas estações instaladas aos 400 e 1.000 m s.n.m. (Capítulo 1).

A maior parte das correlações de Pearson (Tabela 8), obtidas para pares formados por variáveis ambientais e parâmetros epifíticos, foram significativas ($p < 0,05$). Apenas a riqueza no fuste não foi correlacionada significativamente com algumas variáveis ambientais. Predominam as correlações moderadas, existindo algumas fracas e nenhuma forte, considerando a escala proposta por Santos (2007).

Tabela 8 Correlações de Pearson entre variáveis ambientais e parâmetros das comunidades epifíticas (por forófito) ao longo de um gradiente altitudinal na Serra da Prata, Morretes, PR. Legenda: Dec - declividade; D - densidade de árvores; G - área basal; Tmed - temperatura média; DAP, Ht e Hf – diâmetro, altura total e comprimento do fuste do forófito; CoT - cobertura epifítica total; DoT - dominância epifítica total; Sp – riqueza em espécies no forófito (T), na copa (Cop) e no fuste (Fus). Omitidas as correlações não significativas ($P=95\%$).

	Dec	D	G	Tmed	DAP	Ht	Hf
CoT	- 0,531	- 0,576	- 0,509	0,560	0,649	0,511	0,337
DoT	- 0,535	- 0,572	- 0,507	0,547	0,638	0,548	0,398
SpT	- 0,543	- 0,589	- 0,484	0,585	0,583	0,565	0,384
SpCop	- 0,501	- 0,558	- 0,451	0,573	0,528	0,485	0,241
SpFus	- 0,225	- 0,210	- 0,236	-	0,338	0,358	0,489

Na figura 6, dendrograma formado a partir de parâmetros de estrutura, riqueza e diversidade das comunidades epifíticas, verifica-se a formação de dois grandes grupos. O primeiro englobou as cotas 400, 600 e 800 m, enquanto que o segundo é formado apenas pela cota 1.000 m. Ainda dentro do primeiro grupo percebe-se um subgrupo formado por pisos muito semelhantes (400 e 600 m).

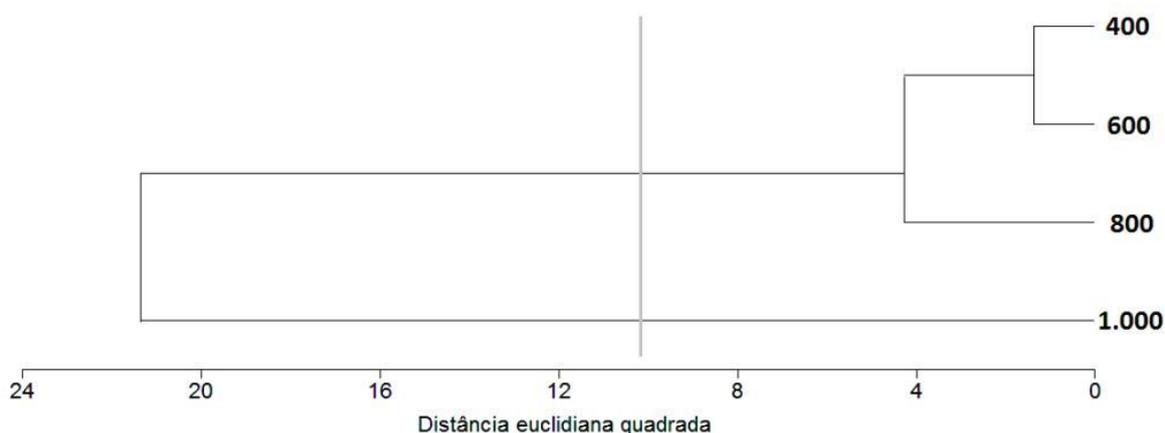


Figura 6 Dendrograma formado a partir de parâmetros estruturais e de diversidade (cobertura média e total; dominância média e total; média de espécies por forófito, por fuste e por copa; riqueza de espécies; índice de Shannon) das comunidades epifíticas amostradas em cada piso altitudinal. Construído pelo método de Ward (Mínima Variância), sendo as variáveis normalizadas pelo método Z-Score.

Visando avaliar a existência de diferenças significativas entre as comunidades epifíticas de cada nível altitudinal estudado, procedeu-se com análises de variância (ANOVA) para os parâmetros riqueza e dominância total por forófito. Ambas as variáveis

demonstraram diferença significativa ao nível de 95% de confiança na comparação entre os níveis. A aplicação do teste de Duncan demonstrou não existir diferença significativa apenas entre as cotas 400 e 600 ($P = 95\%$) sendo que todas as demais combinações apresentaram diferenças significativas, para ambas variáveis.

Quando considerada a importância estrutural (VIE) das espécies de cada nível altitudinal verifica-se que as comunidades das cotas 400 e 600 formam um par de considerável semelhança (Figura 7). Da mesma forma, ainda que com dissimilaridade ligeiramente maior, as cotas 800 e 1.000 também constituíram um par semelhante.

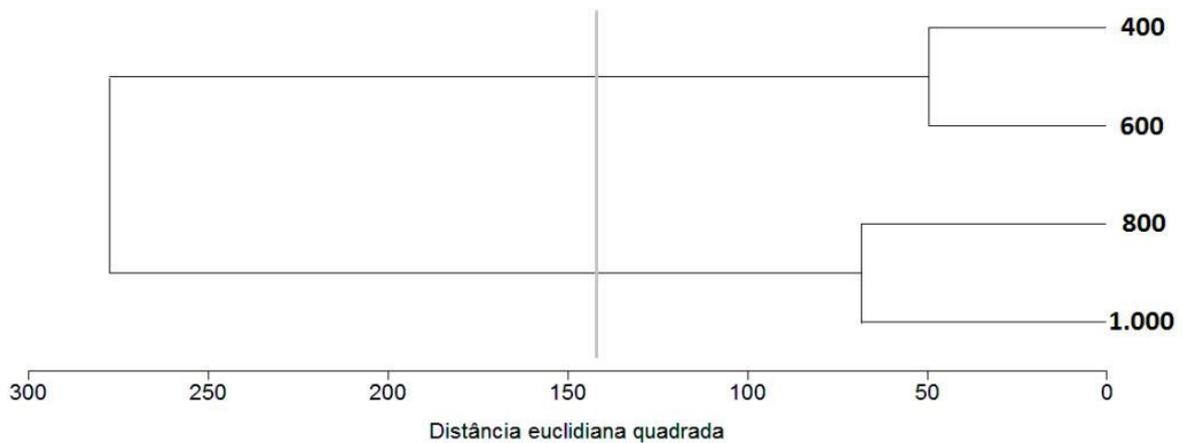


Figura 7 Dendrograma formado a partir dos valores de importância ecológica de cada espécie em cada nível altitudinal. Construído pelo método de Ward (Mínima Variância).

No que se refere à similaridade florística, baseada no índice de Jaccard (Figura 8), as comunidades epifíticas presentes nas cotas 400 e 600 m formaram um par bastante próximo, 60,2% similar. As cotas 800 e 1.000 m apresentaram similaridade de 47,6% entre si, podendo ser considerados grupos distintos, ainda que com razoável semelhança. As comunidades situadas aos 800 m foram 44,4% similares às existentes aos 600 m e 42,9% às dos 400 m. Os menores valores de similaridade ocorrem entre a cota 1.000 e as cotas dos 600 e 400 m, respectivamente 31,4% e 29,3%.

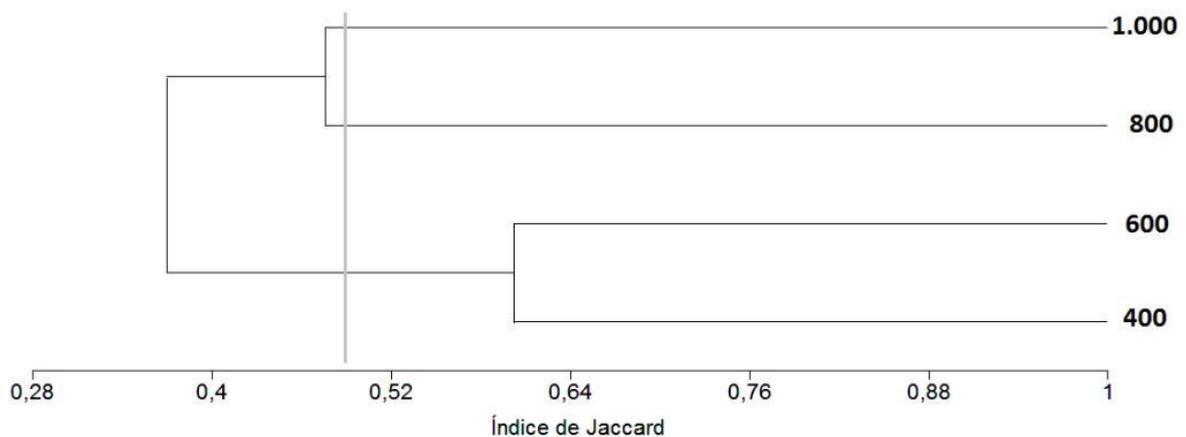


Figura 8 Dendrograma formado a partir do índice de Jaccard, ilustrando a similaridade florística entre os níveis altitudinais. Construído pelo método UPGMA.

Na análise de correspondência canônica verificou-se que as variáveis ambientais utilizadas explicaram somente 18,4% da variabilidade. Ainda assim, como pode ser observado no diagrama de ordenação (Figura 9), estas variáveis permitiram um agrupamento bastante coerente dos forófitos amostrados, de acordo com sua ocorrência nas respectivas altitudes. A percentagem de variância cumulativa da relação espécies-ambiente explicada para os três primeiros eixos foi 48,8% (eixo 1); 22,9% (eixo 2) e 17,2% (eixo 3). Os autovalores obtidos foram 0,507 (eixo 1); 0,237 (eixo 2) e 0,179 (eixo 3), sendo os dois últimos considerados baixos (ter Braak, 1995). Foram obtidas altas correlações espécies-ambiente para os três primeiros eixos, respectivamente, 0,985; 0,929 e 0,937. O teste de Monte Carlo mostrou correlações significativas para os três primeiros eixos ($p=0,01$).

O primeiro eixo apresentou forte associação positiva com as variáveis altitude (correlação 0,89) e declividade (correlação 0,96), sendo negativamente associado à temperatura média (correlação -0,88) e à altura dos forófitos (correlação -0,67). Nenhuma das variáveis avaliadas apresentou associação forte com o eixo dois, sendo ainda menores para o eixo três.

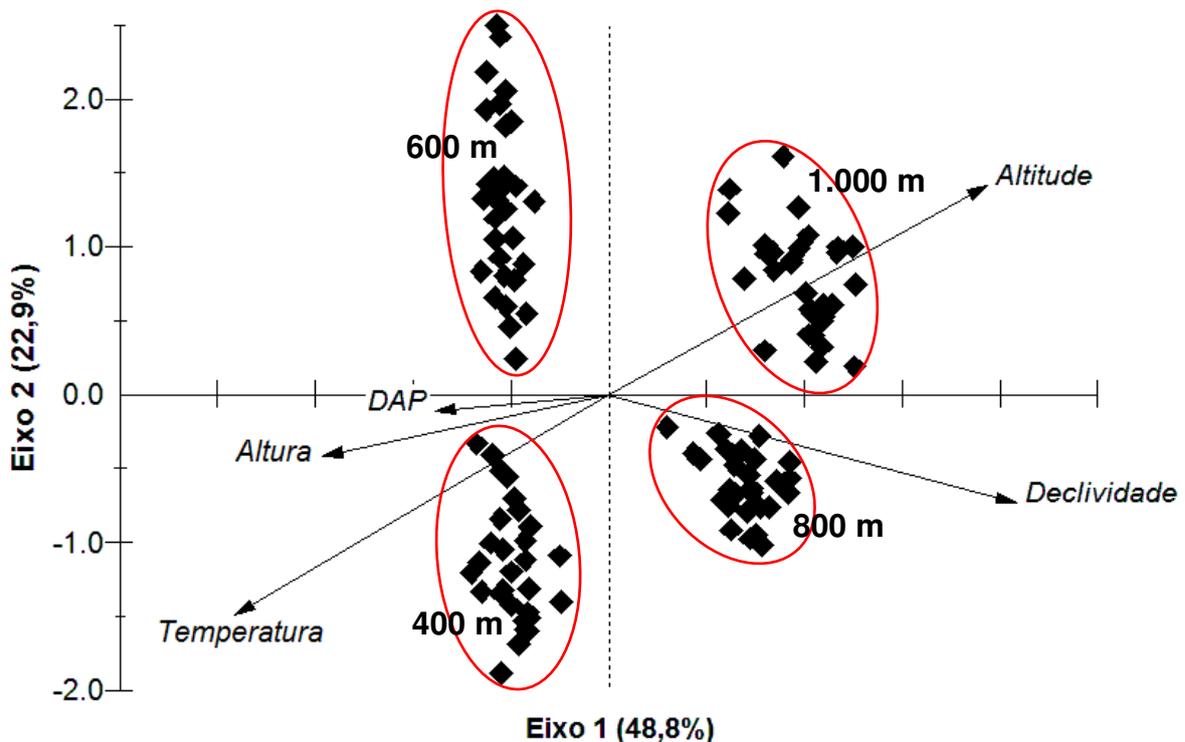


Figura 9 Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica entre os forófitos amostrados nos quatro pisos altitudinais e as variáveis ambientais. O tamanho de cada vetor corresponde à correlação entre a variável e o eixo mais paralelo a ela. Cada grupo de círculos corresponde aos forófitos amostrados em uma altitude.

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA

De maneira geral, a riqueza de espécies epifíticas concentrou-se nas copas interna e média. Apenas aos 1.000 m a zona mais rica foi o fuste médio (Figura 10).

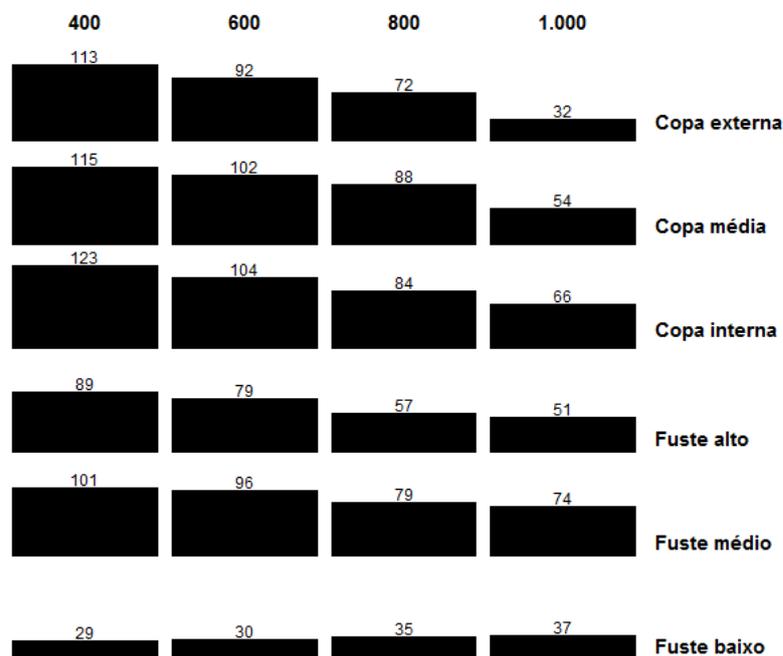


Figura 10 Riqueza de espécies nas zonas ecológicas dos forófitos para cada altitude.

A copa interna aos 400 m foi a zona com maior diversidade ($H' = 4,46 \text{ nats.ind}^{-1}$) (Figura 11). Aos 1.000 m a zona mais diversa foi o fuste médio, com $H' = 3,88 \text{ nats.ind}^{-1}$.

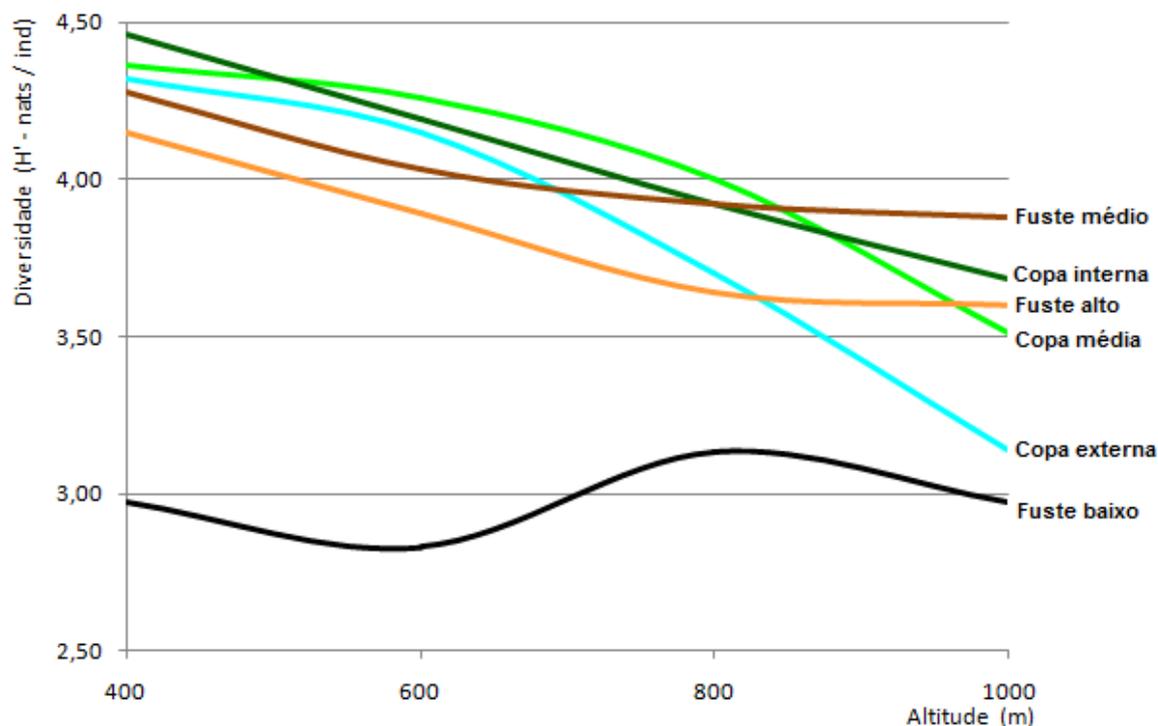


Figura 11 Variação da diversidade florística, representada pelo índice de Shannon (H') nas zonas ecológicas dos forófitos ao longo do gradiente ecológico.

A expressão estrutural das comunidades epifíticas nas distintas zonas ecológicas dos forófitos apresentou tendência bastante clara ao longo do gradiente de altitude (Figuras 12 e 13). Em quase todos os níveis altitudinais observou-se maior cobertura e dominância nas zonas da copa. Na cotas superiores ocorreu um aumento relativo dos valores totais de cobertura e dominância nas zonas do fuste.

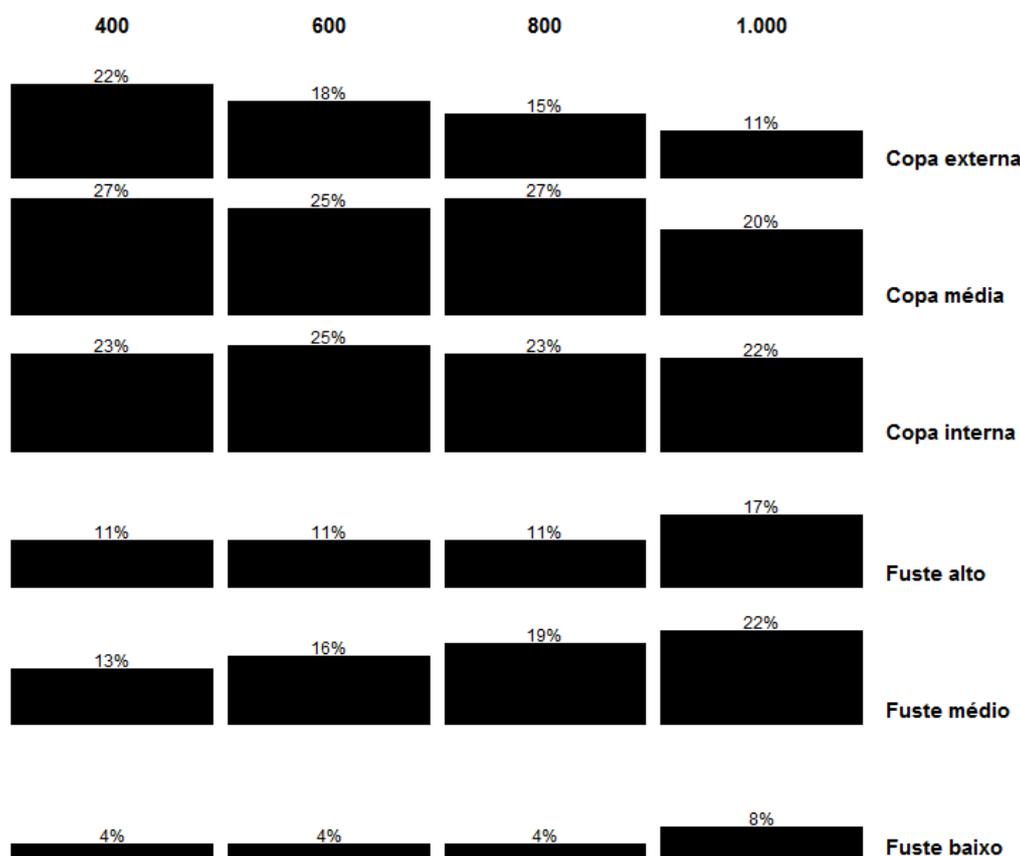


Figura 12 Distribuição da cobertura total (em porcentagem relativa ao total no forófito) nas zonas ecológicas dos forófitos para cada piso altitudinal amostrado.

Para analisar preferências na distribuição vertical foi considerada a dominância relativa das espécies que somaram mais de 20 registros. Dentre este grupo de espécies mais frequentes, nenhuma foi exclusiva de apenas uma zona, em nenhum dos pisos altitudinais amostrados.

Aos 1.000 m, dentre as 20 espécies de maior frequência, sete (35%) demonstraram preferência concentrando mais de 60% de sua dominância em duas zonas adjacentes. Outras seis (30%) espécies concentraram mais de 75% de sua dominância em três zonas adjacentes, demonstrando preferência pelo fuste, pela copa, ou pela porção intermediária do forófito. *Vriesea heterostachys* e *V. flava* foram registradas somente no fuste, concentrando, respectivamente, 100 e 91,1% de sua dominância nos fustes baixo e médio. *Aechmea cylindrata* ocorreu preferencialmente no fuste médio (DoR=64,4%). Com preferência para as copas interna e média destacaram-se *Grobya galeata* (DoR=77,2%) e *Nematanthus australis* (DoR=63,3%).

Por fim, as espécies de *Bulbophyllum* apresentaram nítida preferência pelas copas média e externa, com 82,4% de sua dominância nestas zonas. Apesar de apresentarem distribuição mais equitativa nas zonas, *Vriesea altodaserrae*, *V. guttata* e *Pleopeltis hirsutissima* concentraram sua dominância na copa, respectivamente com 82%, 78% e 75%.

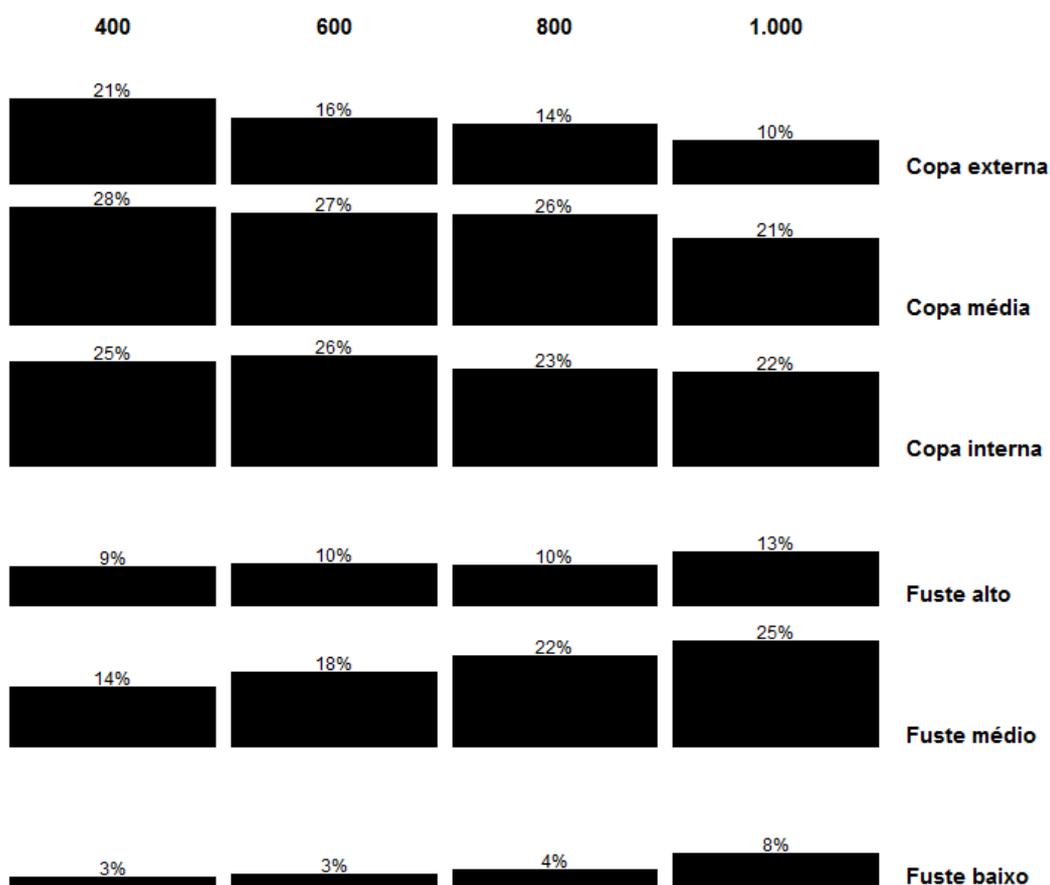


Figura 13 Distribuição da dominância total (em porcentagem relativa ao total no forófito) nas zonas ecológicas dos forófitos para cada piso altitudinal amostrado.

No piso altitudinal dos 800 m, dentre as 26 espécies que apresentaram mais de 20 registros, 13 (50%) demonstraram preferência concentrando mais de 60% de sua dominância em duas zonas adjacentes. Outras quatro (15,4%) espécies concentraram mais de 75% de sua dominância em três zonas adjacentes.

As espécies de *Bulbophyllum* ocorreram exclusivamente nas zonas de copa, concentrando 66,7% da dominância na copa externa e 27,3% na copa média. *Vriesea incurvata* e *Aechmea cylindrata* foram preferenciais de fuste médio, respectivamente com 60,9 e 57% de sua dominância nesta zona. Sete espécies apresentaram preferência pelas copas interna e média, com destaque para *Elaphoglossum lingua* (DoR=73,2%), *Vriesea erythrodactylon* (DoR=73%), *Pleiochiton ebracteatum* (DoR=70%) e *Maxillaria picta* (DoR=65,8%).

Além de *Bulbophyllum* spp., *Prosthechea bulbosa* e *Vriesea vagans* também apresentaram considerável preferência pelas copas média e externa, com 71,5 e 69,9% da dominância nestas zonas. Dentre as espécies que apresentaram distribuição mais equitativa entre as zonas, *Cochlidium punctatum* e *Tillandsia geminiflora* concentraram sua dominância na copa, enquanto *Vriesea platynema* predominou nas zonas intermediárias (fustes médio, alto e copa interna).

Das 35 espécies com mais de 20 registros aos 600 m, 19 (54,3%) demonstraram preferência concentrando mais de 60% de sua dominância em duas zonas adjacentes. Outras duas (5,7%) espécies concentraram mais de 75% de sua dominância em três zonas adjacentes. *Philodendron propinquum* se destacou por ocorrer exclusivamente nas duas zonas inferiores do fuste. Com exceção deste caso, não foi observada preferência das demais espécies frequentes pelas zonas do fuste. Por outro lado, 11 espécies foram preferenciais das copas interna e média, com destaque para *Canistrum lindenii* (DoR=77%), *Rhipsalis pachyptera* (DoR=72%) e *Serpocaulon catharinae* (DoR=69,2%). Outras sete espécies apresentaram preferência pelas copas média e externa, caso de *Pleopeltis pleopeltifolia* (DoR=90,9%), *Tillandsia geminiflora* (DoR=79,1%) e *Oncidium longipes* (DoR=68,6%). Ainda que com distribuição mais equitativa entre as zonas, *Vriesea philippocoburgii* e *Anthurium scandens* concentraram sua dominância na copa, respectivamente com 83,9 e 81,2%.

No piso altitudinal dos 400 m, das 46 espécies com mais de 20 registros, 23 (50%) demonstraram preferência concentrando mais de 60% de sua dominância em duas zonas adjacentes. Outras oito (17,4%) espécies concentraram mais de 75% de sua dominância em três zonas adjacentes. *Lomagramma guianensis* foi a que apresentou caráter de maior exclusividade, tendo ocorrido somente nos fustes baixo e médio. *Monstera adansonii* demonstrou grande preferência pelo fuste médio, com 74,8% da dominância nesta zona. Também preferencial das zonas de fuste foi *Peperomia pereskiifolia*, que totalizou 61% da dominância nos fustes médio e alto. Nove espécies apresentaram preferência pelas copas interna e média, destacando-se *Aechmea ornata* (DoR=81,3%), *Philodendron crassinervium* (DoR=68,8%) e *Anthurium scandens* (DoR=68,2%). Outras 10 espécies apresentaram preferência pelas copas média e externa, com destaque para *Bulbophyllum* spp. (DoR=76,7%) e *Philodendron corcovadense* (DoR=75,2%). Ainda que sem apresentar preferência por determinado par de zonas, *Stelis deregularis*, *Dichaea cogniauxiana* e *Codonanthe gracilis* concentraram sua dominância preferencialmente na copa, respectivamente com 92, 87 e 79,6%.

DISCUSSÃO

O presente trabalho contemplou a maior riqueza já registrada em estudos quantitativos pontuais de epífitas vasculares realizados no Sul do Brasil (Tabela 9), cerca de 1,8 vezes superior à segunda maior riqueza, contabilizada por Petean (2009). Após análise dos compartimentos ambientais (submontano e montano) em separado, verificou-se que seus valores de riqueza continuaram sobressaindo: no patamar submontano (400 e 600 m) foram contabilizadas 191 espécies, enquanto que no montano (800 e 1.000 m) registrou-se 166. As riquezas registradas isoladamente por piso altitudinal aos 400, 600 e 800 m também foram superiores às dos demais estudos realizados, sendo que apenas o número de espécies obtido aos 1.000 m foi mais baixo que o verificado em outras áreas da região Sul (Waechter, 1992; Schütz-Gatti, 2000; Kersten e Silva, 2001; Petean, 2002, 2009; Kersten, 2006).

Tabela 9 Diversidade registrada em estudos quantitativos de epífitas vasculares no sul do Brasil. Fitofisionomia: Floresta Ombrófila Densa (FOD, podendo ser s-submontana, m-montana ou a-altomontana), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Formação Pioneira de Influência Marinha (FPIM); número de forófitos (For); riqueza total de espécies (sppT); riqueza de espécies amostradas quantitativamente (sppA); índice de *Shannon* ($H' - \text{nats.ind}^{-1}$) e equidade (J'). A riqueza passou por ajustes, considerando novos enquadramentos taxonômicos, além de serem excluídas epífitas efêmeras.

Local	Fitofis.	For	sppT	sppA	H'	J'	Referência
Serra da Prata, PR	FOD.s/m	120	277	244	4,96	0,90	Este estudo
RPPN Morro da Mina, PR	FOD.s	55	159	138	4,54	0,92	Petean, 2009
RPPN Salto Morato, PR	FOD.s	30	176	129	4,43	0,91	Schütz-Gatti, 2000
Piraquara, PR	FOD/FOM	60	140	100	4,07	0,88	Kersten, 2006
Torres, RS	FPIM	60	-	93	4,05	0,89	Waechter, 1992
PE Pico do Marumbi, PR	FOD.a	100	97	72	3,48	0,82	Petean, 2002
Ilha do Mel, PR	FPIM	100	77	70	3,61	0,78	Kersten e Silva, 2001

Características ambientais da área de estudo e alguns aspectos metodológicos foram determinantes para a considerável riqueza registrada. Condições climáticas de elevada umidade relativa e precipitação bem distribuída ao longo do ano, características da Serra da Prata (Capítulo 1), são os fatores mais relevantes para o pleno desenvolvimento das comunidades epifíticas (Gentry e Dodson, 1987; Zotz e Hietz, 2001). Adicionalmente, as boas condições de conservação e a grande variedade de microambientes proporcionada pelo relevo movimentado e pela variação altitudinal, abordados por Blum (2006), também contribuíram substancialmente para a diversificação florística (Whitmore, 1990, Hietz-Seifert *et al.*, 1996; Nieder *et al.*, 1999).

Por outro lado, no âmbito metodológico, o número relativamente alto de forófitos amostrados e, principalmente, a opção por amostrar somente indivíduos de porte intermediário (DAP médio = 37,1 cm), certamente tiveram razoável parcela de influência

nos valores de riqueza. Petean (2009), avaliando comunidades epifíticas para diferentes classes de diâmetro dos forófitos, concluiu que a maior parcela de riqueza e biomassa epifíticas concentra-se nos forófitos de diâmetros intermediários ($20 \geq \text{DAP} \geq 50$ cm). De acordo com a autora, esta tendência é explicada pelo fato de que árvores médias ocorrem em maior densidade do que as grandes, e já apresentam estrutura suficientemente desenvolvida para oferecer condições microclimáticas adequadas à plena ocupação por epífitas, além de estarem expostas por um período suficiente para uma alta taxa de colonização. A mesma tendência foi observada por Köhler *et al.* (2007), na Costa Rica.

A proporção do número de espécies amostradas em relação à riqueza total obtida pelo levantamento qualitativo (88%) é semelhante às observadas por Schütz-Gatti (2000), Kersten e Silva (2001) e Petean (2009). Por outro lado, em outros estudos foram registradas proporções maiores de espécies observadas frente às amostradas quantitativamente (Waechter, 1992; Petean, 2002; Kersten, 2006). Este aspecto aponta para possibilidade de que o levantamento florístico na Serra da Prata não tenha atingido a plenitude de espécies existente, indicando que a riqueza epifítica local possa ser ainda mais expressiva, potencializada pelo alto contingente de espécies raras.

Utilizando os mesmos critérios adotados por Kersten (2006), foram consideradas raras as espécies contempladas somente no levantamento florístico ($s=33$) (Capítulo 2) e aquelas que ocorreram em até 5% dos forófitos amostrados ($s=99$). Este conjunto totalizou 132 espécies, 47,7% de toda a riqueza florística registrada na área de estudo, valor relativamente próximo ao encontrado no Salto Morato (42,6%), por Schütz-Gatti (2000) e bastante superior ao registrado no Morro da Mina (31%), por Petean (2009). Blum (2006) registrou, na mesma área de estudo, um percentual de espécies arbóreas raras igual a 47,4% do total, demonstrando uma tendência muito semelhante da proporção de espécies raras em distintas sinúsias na mesma comunidade vegetal.

De forma análoga à riqueza, na Serra da Prata também se obteve o maior índice de diversidade florística já registrado para levantamentos quantitativos de epífitas vasculares na região sul do Brasil. Quando avaliados os índices de diversidade por piso altitudinal amostrado, o encontrado aos 400 m também sobressaiu sobre os demais estudos realizados, enquanto que aos 600 m obteve-se índice igual ao obtido por Petean (2009), também em Floresta Ombrófila Densa Submontana. Aos 800 m, já nos domínios da formação Montana, a diversidade encontrada foi equivalente à registrada por Schütz-Gatti (2000) em uma floresta Submontana, ressaltando-se que a autora amostrou um número menor de forófitos.

A comparação entre as curvas espécie-forófito construídas para cada nível altitudinal demonstram clara relação entre a forma da curva e a localização altitudinal de

sua respectiva comunidade epifítica. Quanto mais baixa a altitude, mais íngreme foi o início da curva, denotando maior diversidade nos pisos submontanos. Apesar de as curvas referentes aos pisos altitudinais 400, 600 e 1.000 terem demonstrado uma tendência inicial de estabilização aos 30 forófitos, é provável que isto se deve à proximidade e conseqüente similaridade entre os forófitos amostrados, podendo não indicar uma real suficiência amostral no âmbito florístico. Para reforçar este aspecto, Petean (2009) considerou a amostragem suficiente somente após a abrangência de 45 forófitos em fitofisionomia similar, enquanto Kersten (2006) indica que, de forma genérica, cerca de 50 a 60 forófitos são necessários para atingir a suficiência amostral. Ainda assim, a falta de um número maior de forófitos amostrados por cota foi compensada pela homogeneidade das amostras (seleção de forófitos com porte e morfologia semelhantes) e pelo conjunto formado pela amostragem das quatro altitudes, assim como pelo levantamento florístico (Capítulo 2).

A família Bromeliaceae despontou pronunciadamente como a mais importante na composição estrutural da comunidade epifítica de todos os pisos altitudinais avaliados, representando mais de 30% da estimativa de estrutura epifítica aos 400, 800 e 1.000 m, e apresentando um valor ligeiramente menor apenas aos 600 m (27,6%). Nos pisos montanos, as principais constituintes desta família foram *Vriesea altodaserrae*, *V. guttata*, *V. flava*, *V. heterostachys*, *V. platynema* e *Aechmea cylindrata*. Já nos patamares submontanos destacam-se *Vriesea vagans*, *V. philippocoburgii*, *V. flammea*, *V. gigantea*, *V. carinata*, *V. flava*, *Aechmea organensis* e *Canistrum lindenii*. Em gradiente altitudinal no México, Hietz e Hietz-Seifert (1995) também registraram esta família como predominante em termos de biomassa nas altitudes baixas e intermediárias. Por outro lado, estudos que também consideraram a biomassa em áreas próximas à Serra da Prata (Kersten, 2006; Petean, 2009) não registraram Bromeliaceae como a mais importante.

Orchidaceae, Araceae e Polypodiaceae também foram famílias de grande relevância estrutural, figurando entre as cinco mais importantes de todos os pisos altitudinais. Petean (2009) também registrou estas famílias como entre as mais importantes no Morro da Mina. Da mesma forma como documentado por Krömer *et al.* (2007), Orchidaceae apresentou uma tendência de elevação da importância estrutural nas altitudes superiores, a despeito de ter sido bem representada nas cotas inferiores. De forma oposta, Araceae foi reduzindo sua importância estrutural com o aumento da altitude, por tratar-se de família com distribuição predominantemente tropical (Mayo *et al.*, 1997), fato também reportado por Gentry e Dodson (1987) em montanhas do Peru e por Krömer *et al.* (2007) na Bolívia. Por fim, Polypodiaceae manteve uma proporção estrutural estável, sem grandes variações entre os pisos altitudinais.

Outras famílias importantes foram Cactaceae e Gesneriaceae, ainda que com uma distribuição mais irregular de sua importância estrutural ao longo da encosta. Cactaceae apresentou seu ápice aos 600 m, com 9,3% da estimativa de estrutura. Já Gesneriaceae obteve maior valor de importância (6,1%) aos 1.000 m, enquanto que ambas apresentaram expressão estrutural mais moderada aos 800 m. Um aspecto notável foi o registro de Clusiaceae com a 4ª colocação em importância aos 800 m, família monoespecífica na área de estudo que se apresentou sempre abaixo da 13ª colocação nos demais níveis altitudinais.

Para cada altitude, em média 10 famílias figuraram com baixíssima importância estrutural ($VIE \leq 1\%$), em geral representadas por hemiepífitas, caso de Griselinaceae, Moraceae, Clusiaceae, Begoniaceae, Rubiaceae, Urticaceae, Solanaceae, Malvaceae, Onagraceae, Araliaceae e Lomariopsidaceae; além de holoepífitos de ocorrência rara e/ou menor porte, caso de Lycopodiaceae, Amaryllidaceae, Pteridaceae, Ophioglossaceae, Aspleniaceae e Hymenophyllaceae.

É notável o fato de que, em cada um dos níveis altitudinais, o forófito que apresentou maior riqueza epifítica coincidentemente sempre pertenceu à família Myrtaceae. Os indivíduos desta família são muitas vezes considerados desfavoráveis para o desenvolvimento de epífitas como relatado por Kersten (2006), devido ao ritidoma liso ou descamante apresentado por muitas de suas espécies. Por outro lado, considerando que o crescimento lento é característica predominante nesta família, indivíduos adultos de médio a grande porte, com ritidoma favorável, tendem sempre a abrigar grande riqueza de epífitas, fato explicado pelo longo tempo de exposição aos propágulos. Corroborando com esta observação, Kersten (2006) e Schütz-Gatti (2000) também registraram indivíduos de Myrtaceae apresentando destaque na riqueza epifítica, respectivamente em Piraquara ($s=28$) e no Salto Morato ($s=40$).

Os valores máximos de riqueza por forófito encontrados na Serra da Prata foram bastante próximos aos registrados na região equatorial por Barthlott *et al.* (2001) ($s=66$), Freiberg (1996) ($s=65$) e Rudolph *et al.* (1998) ($s=51$). Schütz-Gatti (2000) e Petean (2009), em áreas bastante próximas da Serra da Prata, registraram maiores riquezas de epífitas sobre um único forófito, respectivamente 66 e 79 espécies. É preciso ressaltar, porém, que a maior riqueza obtida na Serra da Prata foi sobre um forófito médio de apenas 33,3 cm de diâmetro, enquanto que os forófitos mais ricos para Schütz-Gatti (2000) e Petean (2009) eram de grande porte, respectivamente com 93,6 e 79 cm de diâmetro.

A comparação entre as médias de espécies registradas por forófito em cada altitude demonstrou que as cotas mais baixas proporcionam condições ambientais mais favoráveis para a riqueza epifítica.

Com relação às estimativas de dominância, observou-se que na cota dos 1.000 m houve uma diferenciação pela maior expressão de registros nas classes de indivíduos muito pequenos e pequenos esparsos, assim como a menor expressão de indivíduos grandes. Em área de transição entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista, a cerca de 960 m s.n.m., Kersten (2006) contabilizou 89% dos registros de epífitas enquadradas nas duas primeiras classes de dominância (muito pequenos/ pequenos esparsos), enquanto 2% representaram epífitas de porte grande. Ambos os valores são bastante congruentes com os registrados aos 1.000 m na Serra da Prata. Este aspecto assume importância no sentido de demonstrar que o método de estimativa da biomassa através das notas de dominância, apesar de envolver certa subjetividade pessoal, é passível de aplicação e permite a comparação entre distintos estudos.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.000 m s.n.m.

Dentre as estações de pesquisa onde já foram quantificadas epífitas vasculares de Floresta Ombrófila Densa no Paraná, o Morro Facãozinho, estudado por Petean (2002), é a que apresenta altitude (1.100 m) mais próxima à da comunidade estudada aos 1.000 m na Serra da Prata. No entanto, a despeito da semelhança altitudinal e relativa proximidade geográfica (30 km), a similaridade entre estas duas comunidades foi baixa, com um índice de Jaccard de apenas 32,4%. Os valores de riqueza e diversidade também foram bastante distintos, consideravelmente superiores na Serra da Prata. Isto se dá pela situação topográfica diferenciada, já que a comunidade estudada no Morro Facãozinho localiza-se no topo da montanha, onde o solo e a exposição condicionam o desenvolvimento da formação Altomontana, de porte muito inferior ao da formação Montana existente aos 1.000 m na encosta da Serra da Prata.

Comparando-se o grupo das 15 espécies com maior valor de importância sobre frequências de cada uma das áreas verifica-se que, no Morro Facãozinho (Petean, 2002), elas representam importância consideravelmente maior que na Serra da Prata, 65,7% contra apenas 51%. Este aspecto demonstra uma maior simplificação estrutural nesta área de formação Altomontana, já que menos espécies representam grande parte da importância em frequências.

A constatação de que 45,7% das espécies registradas abrangem 90,3% da importância estrutural (VIE) salienta o caráter de raridade e reduzida expressão estrutural demonstrado pela maioria das espécies (54,3%), responsáveis por apenas 9,7% do VIE.

Algumas das espécies consideradas raras aos 1.000 m apresentaram frequências muito maiores em comunidades de altitudes mais baixas. Foi o caso de *Microgramma vacciniifolia*, que ocorreu em 60 a 92% dos forófitos em outras estações de pesquisa situadas entre cinco e 200 m s.n.m. na região litorânea (Schütz-Gatti, 2000; Petean,

2009; Kersten e Silva, 2005). Além desta, *Vriesea flammea* também se destaca por ter ocorrido em 93,3% dos forófitos amostrados no patamar altitudinal dos 400 m na Serra da Prata. Estas espécies, apesar de sua razoável plasticidade, demonstram clara preferência pelo ambiente submontano e, possivelmente, têm na região dos 1.000 m seu limite altitudinal de ocorrência.

Vriesea altodaserrae foi destacadamente a espécie mais importante aos 1.000 m, com VIE relativamente isolado em relação às demais. Esta espécie foi também registrada no Morro Facãozinho por Petean (2002), ainda que com importância ecológica razoavelmente mais baixa.

Também foram muito importantes *Nematanthus australis*, *Philodendron loefgrenii*, *Vriesea guttata* e *Hymenophyllum polyanthos*, todas com frequências forófitas elevadas. Juntamente com *V. altodaserrae*, estas espécies representam 30,7% do VIE da comunidade. *H. polyanthos*, na quinta posição do VIE, se destacou pela elevada cobertura relativa, a despeito de ter apresentado valor consideravelmente mais baixo de dominância. Também foi relevante a participação de *Serpocaulon catharinae*, na sétima colocação, apresentando 100% de frequência nos forófitos. Paciencia (2008) constatou, em três maciços da Serra do Mar paranaense, que as espécies da família Hymenophyllaceae realmente apresentam maior expressão estrutural nas altitudes mais elevadas, além disso, o autor também destaca *S. catharinae* como a espécie muito frequente.

Dentre as 15 espécies de maior importância sobre frequências aos 1.000 m, seis figuraram também entre as 15 mais importantes na formação Altomontana do Morro Facãozinho – *Hymenophyllum polyanthos*, *Nematanthus australis*, *Cochlidium punctatum*, *Bulbophyllum granulosum*, *Aechmea cylindrata* e *Serpocaulon catharinae* – estudada por Petean (2002); e cinco foram presentes no grupo dominante da zona ecotonal entre as Florestas Ombrófilas Mista e Densa (960 m), estudada por Kersten (2006): *Pleopeltis hirsutissima*, *Serpocaulon catharinae*, *Hymenophyllum polyanthos*, *Philodendron loefgrenii*, *Bulbophyllum granulosum*. Esta compatibilidade de ocorrências em distintas áreas revela um grupo de espécies que pode ser considerado como de máxima expressão nesta faixa altitudinal.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.

As comunidades epifíticas amostradas aos 800 m apresentaram similaridade florística muito baixa em relação às demais estações já estudadas em Floresta Ombrófila Densa no Paraná (Schütz-Gatti, 2000; Kersten e Silva, 2001, Petean, 2002; 2009; Kersten, 2006), mantendo índices de Jaccard sempre inferiores a 30%. A estação de pesquisa com altitude mais próxima é Piraquara (960 m) (Kersten, 2006), cerca de 31 km

a noroeste, mas sua situação interiorizada permite influências do planalto e repercute em uma flora ecotonal apenas 22,3% similar às comunidades dos 800 m na Serra da Prata.

Mantendo proporção muito semelhante à registrada na amostragem dos 1.000 m, aos 800 m 44,3% das espécies quantificadas abrangem 90,2% da importância estrutural (VIE). Kersten (2006) encontrou uma proporção de 52% das espécies para 90% da estrutura, demonstrando maior heterogeneidade florística entre o grupo dominante, certamente decorrente da situação ecotonal.

Da mesma forma que no patamar dos 1.000 m, algumas das espécies consideradas raras aos 800 m, foram muito mais frequentes em comunidades de baixas altitudes. *Microgramma vacciniifolia*, muito rara tanto nos 1.000 m quanto nos 800 m, se caracteriza como uma das espécies de maior frequência forófitica em altitudes menores, com valores de 60 a 92% em outras localidades do leste paranaense, situadas entre cinco e 200 m s.n.m. (Schütz-Gatti, 2000; Kersten e Silva, 2005; Petean, 2009). Em floresta litorânea de planície no Rio Grande do Sul Waechter (1992) também verificou elevada frequência desta espécie (80%). *Aechmea nudicaulis* apresentou padrão semelhante, sendo muito mais frequente em altitudes inferiores. Na própria Serra da Prata, aos 400 m, *A. nudicaulis* ocorreu em 70% dos forófitos. Em outras áreas de Floresta Ombrófila Densa ou de Formações Pioneiras de Influência Marinha do sul do País, abaixo dos 200 m s.n.m., esta espécie apresentou frequências de 47 a 69% (Waechter, 1992; Kersten e Silva, 2005; Petean, 2009). É provável que *A. nudicaulis* tenha seu limite de distribuição aos 800 m, tendo em vista sua baixíssima frequência neste piso e o fato de não ter sido registrada aos 1.000 m.

Do mesmo modo como observado na comunidade epifítica amostrada aos 1.000 m s.n.m., *Vriesea altodaserrae* foi também a espécie mais importante aos 800 m, com valores elevados em todos os parâmetros considerados, destacando-se sobre todos a sua dominância. *Philodendron loefgrenii* também demonstrou considerável importância, se distanciando de *V. altodaserrae* apenas por possuir dominância ligeiramente inferior. Outras três espécies, *Clusia parviflora*, *Vriesea platynema* e *Aechmea cylindrata* compõem o grupo das cinco principais, as quais somam 28,6% do VIE. *V. platynema* e *A. cylindrata* foram também registradas com elevada expressividade estrutural no Morro Facãozinho (Petean, 2002), ainda que a autora tenha considerado apenas as frequências no cálculo do valor de importância.

Aspecto digno de menção é o elevado valor de importância atingido por *Clusia parviflora*, classificada na 3ª colocação por VIE. Em Floresta Ombrófila Densa Submontana no Morro da Mina, Petean (2009) registrou um valor de importância sobre biomassa de apenas 0,6% para esta espécie, que figurou com a 41ª colocação em importância. Nos demais pisos altitudinais amostrados na Serra da Prata, *C. parviflora*

sempre apresentou valores de VIE inferiores a 1%, variando sua colocação entre a 34ª e a 45ª colocação. Esta elevada concentração de importância para *Clusia parviflora* aos 800 m decorreu da existência de razoável número de indivíduos grandes e muito grandes da espécie, o que repercutiu em altos valores de dominância e cobertura.

Além de *V. altodaserrae*, se destacaram pela dominância *P. loefgrenii*, *Clusia parviflora* e *Vriesea platynema*, todas com tendência a apresentarem predominância de indivíduos de médio a grande porte, inclusive alguns de dimensões muito grandes.

Dentre as 15 espécies de maior importância sobre frequências (Vlf) aos 800 m, apenas três também ocorreram entre as mais importantes no Morro Facãozinho (Petean, 2002): *Vriesea platynema*, *Aechmea cylindrata* e *Serpocaulon catharinae*. Esta última também ocorreu com alto Vlf nas florestas ecotonais de Piraquara (Kersten, 2006), assim como *Pleopeltis hirsutissima* e *Philodendron loefgrenii*. Duas das espécies citadas, *S. catharinae* e *P. loefgrenii*, figuram entre as 15 com maior Vlf no Morro da Mina (Petean, 2009), enquanto que nenhuma equivalência de espécies com alto Vlf foi observada entre o piso altitudinal estudado e Salto Morato (Schütz-Gatti, 2000). Esta disparidade indica que a comunidade epifítica situada aos 800 m, dentro dos limites da formação Montana (Blum e Roderjan, 2007), apresenta composição estrutural diferenciada daquelas localizadas nas formações Altomontana e Submontana, assim como das ecotonais entre Florestas Ombrófilas Densa e Mista.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 600 m s.n.m.

Seguindo a mesma tendência verificada aos 800 m, a comunidade epifítica amostrada na cota dos 600 m apresentou similaridade florística muito baixa em relação às demais estações já estudadas em Floresta Ombrófila Densa no Paraná (Schütz-Gatti, 2000; Kersten e Silva, 2001, Petean, 2002; 2009; Kersten, 2006). As maiores similaridades, ainda que muito reduzidas, foram relativas ao Morro da Mina (Petean, 2009) e ao Salto Morato (Schütz-Gatti, 2000), ambas com índice de Jaccard de 33%.

O percentual de espécies (47%) que abrangem cerca de 90% da importância estrutural aos 600 m foi muito próximo do observado na cota dos 800 m, sendo razoavelmente mais elevado do que a proporção encontrada por Petean (2009) no Morro da Mina (40,6%).

Dentre as espécies consideradas raras aos 600 m, é interessante destacar *Hymenophyllum polyanthos*, que ocorreu em 51% dos forófitos no Morro Facãozinho (Petean, 2002), além de ter apresentado frequência acima de 60% nas cotas 800 e 1.000 da Serra da Prata, demonstrando ser uma espécie de maior expressividade nas cotas elevadas. Por outro lado, *Vriesea paratiensis* parece preferir altitudes mais baixas, tendo atingido frequência forofítica de 40% no Morro da Mina (Petean, 2009). É relevante

ressaltar o predomínio das espécies de Orchidaceae no grupo das consideradas raras neste piso altitudinal, totalizando 58,3% do total. Schütz-Gatti (2000) registrou valor próximo, de 50%, no Salto Morato.

Com VIE apenas pouco superior ao das demais, *Aechmea organensis* é a mais importante na comunidade epifítica aos 600 m s.n.m., destacando-se principalmente por ter sido a única que ocorreu em 100% dos forófitos. A ocorrência de uma espécie em todos os forófitos amostrados não foi registrada em outras áreas de Floresta Ombrófila Densa Submontana no Paraná (Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2009). A referida espécie também não ocorreu de forma estruturalmente expressiva nos outros estudos da formação Submontana paranaense, alcançando apenas a 66ª posição na escala de importância construída por Petean (2009) para a comunidade do Morro da Mina.

Apresentando VIEs não muito inferiores estão *Philodendron loefgrenii*, *Vriesea vagans*, *Vriesea flava*, *Philodendron propinquum* e *Lepismium houlettianum*, todas de porte predominantemente médio a grande, com frequência elevada. Juntamente com *A. organensis*, estas espécies somam 25,4% do VIE. *P. loefgrenii* e *V. vagans* também figuram entre as mais importantes registradas por Petean (2009), e *P. propinquum* foi considerada a 3ª espécie mais importante no estudo de Schütz-Gatti (2000).

Além das acima descritas, também se destacaram pela frequência forofítica elevada outras seis espécies, geralmente representadas por indivíduos pequenos, seja por característica da espécie ou pelo registro de plantas juvenis. Foi o caso de *Asplenium scandicinum*, *Campyloneurum nitidum*, *Peperomia quadrifolia*, *Sinningia douglasii*, *Anthurium gaudichaudianum* e *Anthurium sellowianum*.

Comparando os grupos formados pelas 15 espécies de maior importância em cada estação de pesquisa que abrangeu a Floresta Ombrófila Densa no Paraná, verificou-se pouca semelhança com as de maior VIE aos 600 m na Serra da Prata. Apenas quatro espécies foram comuns aos outros estudos: *Philodendron propinquum* no Salto Morato (Schütz-Gatti, 2000); *Philodendron loefgrenii* e *Vriesea vagans* no Morro da Mina (Petean, 2009); *P. loefgrenii* e *Campyloneurum nitidum* em Piraquara (Kersten, 2006). Esta disparidade reflete, em parte, a grande heterogeneidade florística da Floresta Ombrófila Densa, que alcança seu ápice justamente na formação Submontana. Nestes ambientes, pelas elevadas riqueza e diversidade de espécies, é comum a formação de variadas associações florísticas, que podem se diferenciar bastante.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 400 m s.n.m.

Dentre as estações de pesquisa onde já foram quantificadas epífitas vasculares de Floresta Ombrófila Densa no Paraná, destacam-se duas com mesma formação vegetal e altitude mais próxima (50-200 m) à da comunidade estudada aos 400 m na

Serra da Prata: Morro da Mina (Petean, 2009) e Salto Morato (Schütz-Gatti, 2000). De fato, foi registrada uma similaridade florística razoável, de 40,8% (Jaccard), entre as comunidades do Morro da Mina e da cota 400 m da Serra da Prata. A similaridade com Salto Morato foi menor, de 35%. A relativa proximidade florística com estas áreas, contraposta à grande dissimilaridade apresentada com outras estações situadas em altitudes mais elevadas (Petean, 2002; Kersten, 2006), ressalta a grande diferenciação florística existente entre os patamares submontanos e montanos/altomontanos já verificada para espécies arbóreas por Blum (2006).

Cerca de 51% das espécies contabilizaram 90,3% do VIE, demonstrando uma maior heterogeneidade de espécies compondo o grupo de predominância estrutural, situação esperada em florestas com elevada diversidade. Kersten (2006) obteve valor semelhante em área de ecótono entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista.

Dentre as espécies de ocorrência rara aos 400 m s.n.m. destacam-se quatro por não terem sido registradas em nenhum outro levantamento quantitativo de epífitas no Paraná (Schütz-Gatti, 2000; Borgo e Silva, 2003; Petean, 2002; Kersten e Silva, 2001; Kersten e Silva, 2002; Kersten, 2006; Dettke *et al.*, 2008; Kersten *et al.*, 2009; Petean, 2009). São elas: *Rhipsalis trigona*, *Elaphoglossum glabellum*, *Eurystyles lorenzii* e *Voyria aphylla*. As três primeiras são holopífitas obrigatórias de ocorrência naturalmente rara, a julgar pelo baixo número de registros no Paraná (Capítulo 2). Já *V. aphylla* é holopífitas acidental, já que costuma ser geralmente encontrada como saprófita terrícola. A presença de espécies de ocorrência rara como as citadas reforça a característica de grande diversidade e heterogeneidade existente na formação Submontana.

A comunidade epífita estudada na cota dos 400 m se caracterizou por não apresentar predominância estrutural isolada de uma espécie ou pequeno grupo de espécies. Ao contrário, um grande montante de espécies compõe de forma equitativa a estrutura da comunidade, com pequena diferença entre seus valores de importância ecológica. *Vriesea vagans*, *Vriesea philippocoburgii*, *Philodendron loefgrenii*, *Aechmea organensis* e *Vriesea flammea* foram as cinco espécies de maior VIE, somando apenas 17,8%. Destas, *P. loefgrenii* e *V. vagans* também figuraram entre as de maior importância estrutural no Morro da Mina (Petean, 2009).

Comparando os grupos formados pelas 15 espécies de maior importância em cada estação de pesquisa de Floresta Ombrófila Densa no Paraná, verificou-se maior semelhança, ainda que discreta, entre a comunidade do Morro da Mina (Petean, 2009) e a situada aos 400 m na Serra da Prata. Cinco espécies foram comuns às duas áreas: *Vriesea vagans*, *Philodendron loefgrenii*, *Philodendron crassinervium*, *Heteropsis rigidifolia* e *Vriesea carinata*. No Salto Morato (Schütz-Gatti, 2000) apenas *V. carinata* e *Codonanthe gracilis* também ocorreram entre as 15 principais. Além da grande

diversidade e inerente heterogeneidade de associações florísticas da formação Submontana, os distintos critérios na escolha dos forófitos amostrais podem ter contribuído para relatada disparidade dos grupos de espécies principais entre áreas de mesma fisionomia florestal. O fato de Schütz-Gatti (2000) e Petean (2009) terem analisado conjuntamente forófitos de portes variados, desde árvores do subosque até grandes indivíduos emergentes, certamente proporcionou uma composição fitossociológica distinta do que se tivessem amostrado apenas indivíduos de porte intermediário, como ocorreu no presente estudo.

DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA

A constatação de que a grande maioria (74,1%) das espécies epífitas registradas nos quatro níveis altitudinais tem sua ocorrência limitada à classe de menor frequência forneceu forte indicativo da acentuada heterogeneidade florística existente no trecho de encosta estudado. Lamprecht (1990) descreve esta situação como comum em florestas pluviais perenifólias.

As espécies de distribuição horizontal mais homogênea foram *Serpocaulon catharinae* e *Philodendron loefgrenii*, ocorrendo em mais de 85% dos forófitos amostrados ao longo da encosta. De fato, *S. catharinae* é uma das espécies mais comumente encontradas nas comunidades epifíticas do sul e sudeste do Brasil, como comprovado pela grande quantidade de estudos que registraram sua ocorrência em distintas fitofisionomias do RS, SC, PR, SP e RJ (Waechter, 1992; Fontoura *et al.*, 1997; Labiak e Prado, 1998; Dittrich *et al.*, 1999; Schütz-Gatti, 2000; Kersten e Silva, 2001; Mamede *et al.*, 2001; Petean, 2002, 2009; Kersten e Silva, 2002; Borgo e Silva, 2003; Breier, 2005; Kersten, 2006, Mancinelli *et al.*, 2007; Paciencia, 2008; Santos, 2008; Kersten *et al.*, 2009). *Philodendron loefgrenii* também parece ter razoável dispersão, com ocorrências principalmente em Floresta Ombrófila Densa (Schütz-Gatti, 2000; Breier, 2005; Kersten, 2006, Mancinelli *et al.*, 2007; Santos, 2008; Petean, 2009) e Floresta Ombrófila Mista (Borgo e Silva, 2003; Kersten, 2006).

Verificou-se que, para as espécies arbóreas amostradas por Blum (2006), a redução no número de espécies nas classes de maior frequência foi ainda mais explícita, com apenas quatro (2,3%) ocorrendo em mais de 40% das amostras e nenhuma ocorrência na classe 80-100%. Em comparação com as arbóreas, as epífitas apresentaram número ligeiramente superior de espécies nas classes das mais frequentes, confirmando seu perfil ecológico de maior plasticidade, conferida por um conjunto de estratégias adaptativas que lhes permitem adequar-se mais facilmente a restrições ambientais como escassez de nutrientes, instabilidade do substrato e estresse hídrico (Lüttge, 1989; Kira e Yoda, 1989).

No que se refere à frequência ao longo da encosta, 44 (18,1%) espécies se destacaram por ocorrerem em todos os pisos altitudinais amostrados, sendo que sete destas fazem parte do grupo das 10 espécies de maior VIE considerando a encosta como um todo. Foi o caso de *Vriesea vagans*, *Serpocaulon catharinae*, *Vriesea flava*, *Lepismium houlettianum*, *Anthurium gaudichaudianum*, *Philodendron loefgrenii* e *Clusia parviflora*. As quatro primeiras foram também ressaltadas por Klein (1980) como espécies muito frequentes nas encostas do Vale do Itajaí, SC. Com razoável expressão na distribuição altitudinal se apresentaram 52 (21,4%) espécies, que ocorreram em três das altitudes estudadas, destacando-se *Aechmea organensis* e *Vriesea philippocoburgii*. Com preferências ambientais mais restritivas ou simplesmente pela distribuição naturalmente esparsa, 72 (29,6%) espécies ocorreram em apenas dois pisos altitudinais e 75 (30,9%) somente em um dos pisos. De forma análoga, considerando o compartimento arbóreo da Serra da Prata, Blum (2006) registrou a ocorrência de 23% das espécies ocorrendo em apenas dois pisos altitudinais, e de 36% em apenas um dos pisos.

Em gradiente altitudinal de Floresta Estacional no Maciço do Urucum (MS), Damasceno Júnior (2005) detectou 42% das espécies arbóreas ocorrendo em apenas uma das cinco altitudes analisadas. Hietz e Hietz-Seifert (1995), estudando epífitas ao longo de um gradiente altitudinal no México, relataram que 56% das espécies registradas ocorreram apenas em um dos seis pisos altitudinais avaliados. A elevada percentagem encontrada por estes autores foi certamente influenciada pela amplitude de seu gradiente (720 – 2.370 m) e também pela diferença altitudinal média (330 m) entre as estações.

Tendo em vista a heterogeneidade florística e estrutural dos pisos amostrados, a inferência de um grupo de espécies de maior importância fitossociológica no conjunto de toda a encosta precisa ser avaliada com cautela. Há que se considerar que muitas das espécies que obtiveram boas colocações em VIE podem não caracterizar determinados trechos do gradiente, por concentrarem sua grande expressividade estrutural em regiões específicas da encosta.

Ainda assim, é indiscutível o destaque de *Philodendron loefgrenii* como espécie mais relevante no contexto estrutural do conjunto de pisos altitudinais amostrados, por ter ocorrido em todos os níveis, em 85,8% dos forófitos e figurado sempre entre as três espécies mais importantes nas análises específicas para cada altitude. Em estudos de Kersten (2006) e Petean (2009) esta espécie também figurou entre as mais importantes.

Vriesea altodaserrae, apesar de ter ocorrido apenas nos dois pisos altitudinais superiores, destacou-se como a segunda espécie de maior importância estrutural na encosta, fato devido à sua grande expressão em dominância e cobertura, além da elevada frequência forófitica nas áreas onde ocorreu. Outras quatro bromeliáceas – *Vriesea vagans*, *Aechmea organensis*, *Vriesea philippocoburgii* e *Vriesea flava* –

destacaram-se entre as sete espécies de maior VIE na encosta, demonstrando o predomínio e a importância estrutural desta família, em congruência com descrição de Kersten (2006).

Merece destaque ainda, *Serpocaulon catharinae*, pela frequência forófitica de 90,8%, o que lhe conferiu a 6ª colocação, apesar de seu pequeno porte e cobertura. Paciencia (2008) já havia citado esta espécie como a mais frequente em seu estudo, que abrangeu três maciços montanhosos, incluindo a Serra da Prata. Além disso, o autor destaca que a espécie ocorreu em todos os 10 pisos altitudinais avaliados, desde restingas a poucos metros sobre o nível do mar até a Floresta Ombrófila Densa Altomontana aos 1.400 m.

A curva espécies-amostra, construída considerando todos os forófitos amostrados nas quatro altitudes, foi importante indicadora da heterogeneidade florística e fisionômica existente ao longo da encosta, que se confirmou pela existência de sucessivas descontinuidades ao longo de seu traçado.

Deste modo, obteve-se um primeiro indicativo da existência de duas associações florísticas diferenciadas ao longo da encosta estudada, cuja transição se dá entre as cotas 600 e 800 m. Utilizando o mesmo método para espécies arbóreas, Blum (2006) também verificou uma notável distinção florística a partir da cota 700, separando as comunidades arbóreas da Serra da Prata em dois grandes grupos florísticos: submontano e montano.

Através dos gráficos de restrição de ocorrência altitudinal pôde-se confirmar a existência de maiores dissimilaridades florísticas nas cotas intermediárias, o que indica uma situação de transição, intensificada aos 800 m s.n.m. Quase 44% das espécies registradas nesta altitude não foram encontradas no piso acima. Por outro lado, 26,4% das espécies deste nível não ocorreram nas altitudes inferiores. Aos 600 m s.n.m. observou-se situação semelhante, em escala ligeiramente menor.

Quando considerado o somatório do VIE das espécies com restrição de ocorrência observou-se que, aos 800 m, o grupo de espécies que não ocorreu abaixo desta cota apresentou relevância estrutural (VIE=23,3%) duas vezes maior do que a apresentada pelo grupo que não ocorreu acima, a despeito do maior número de espécies enquadrado no segundo grupo. Aos 600 m a situação foi oposta: dentre o grupo de espécies com restrição de ocorrência altitudinal predominam estruturalmente aquelas que não ocorreram acima desta cota, apresentando um somatório de VIE (15,4%) três vezes superior do que o obtido pelo grupo de espécies que não ocorreu abaixo. Esta situação é um claro indicativo de que a faixa altitudinal compreendida entre 600 e 800 m representa uma região de substituição da importância estrutural das espécies. Desta forma, algumas espécies que apresentaram máxima expressão nos pisos inferiores, apesar de ainda

ocorrerem na cota 800 m, o fizeram de forma estruturalmente discreta. O mesmo acontece com outras espécies, de grande expressividade nos pisos superiores, mas que aos 600 m foram representadas apenas por indivíduos esparsos.

Dentre o grupo formado pelas 10 espécies com maior VIE, de cada altitude amostrada, foram detectados três padrões principais de distribuição ao longo da encosta. O primeiro, apresentado por 46,4% das espécies, caracterizou-se pela ocorrência em todos os pisos altitudinais, demonstrando maior plasticidade. Dentre estas se destacaram seis (21,4%) pela aparente indiferença à variação altitudinal, apresentando distribuição irregular nos quatro níveis. Três (10,7%) espécies apresentaram redução da importância estrutural na medida em que se elevava a altitude. Por outro lado, duas (7,1%) tenderam a elevar sua expressividade estrutural nas maiores altitudes. Por fim, outras duas espécies – *Philodendron loefgrenii* e *Serpocaulon catharinae* – apresentaram VIE relativamente estável em todas as cotas analisadas.

O segundo padrão de distribuição é o das espécies que tem a cota 800 m como limite de ocorrência, que chegaram a 32,1% (s=9) do total. Destas, cinco (17,8%) não ocorreram abaixo, demonstrando exclusividade ao ambiente montano. Outras quatro (14,3%) não ocorreram acima, apresentando-se como espécies típicas dos pisos submontanos, mas plásticas o suficiente para marcar presença na periferia do patamar montano, ainda que com VIEs consideravelmente reduzidos.

Por fim, o terceiro padrão se refere às espécies que tiveram sua ocorrência limitada à cota 600 m. Destas, quatro (14,3%) foram exclusivas dos patamares inferiores, não ocorrendo acima, enquanto apenas uma não ocorreu abaixo, sendo preferencial dos pisos superiores, apesar de sua ocorrência acidental aos 600 m.

Em concordância com o que Whittaker (1967) relatou sobre as curvas de distribuição das principais espécies em gradientes diretos, os padrões de distribuição acima descritos, especialmente das espécies com limites nas cotas 600 e 800 m, indicam a existência de associações florísticas distintas.

Como constatado por Blum (2006), a elevação da altitude na encosta estudada tende a repercutir no aumento da declividade e na conseqüente redução da espessura dos solos. Como descrito por Grubb (1977), estes aspectos acarretam em maior densidade de árvores, que acabam por não atingir grandes alturas e diâmetros para manterem sua estabilidade na frágil encosta. Outro aspecto verificado foi a redução no tamanho das copas, que decorre em parte pela elevada densidade de indivíduos, mas também representa uma adaptação com função de aumentar a estabilidade das árvores, reduzindo sua massa suspensa. A altura média da copa aos 1.000 m foi dois metros menor do que as observadas nos pisos 400 e 600, sendo um metro menor do que o valor obtido aos 800 m.

Deste modo, verifica-se que a redução estrutural da floresta nas maiores altitudes repercute em menor espaço para desenvolvimento estrutural de epífitas, principalmente pelas copas mais curtas, estreitas e com galhos mais finos. Vários autores destacam a arquitetura da copa e o diâmetro dos ramos como importantes condicionantes no estabelecimento e desenvolvimento de epífitos (Johansson, 1974; Benzing, 1990; Ingram e Nadkarni, 1993; Sillet, 1999). Além da redução do substrato epífítico, o gradiente de temperatura e as distintas amplitudes de umidade relativa do ar, conforme Hietz (1998), certamente influenciam a gradual redução na expressividade da comunidade epifítica na medida em que se eleva a altitude, traduzindo-se em menores diversidade e expressividade estrutural. A tendência de redução na riqueza com o aumento da altitude foi citada também por Hietz e Hietz-Seifert (1995) e Damasceno Junior (2005).

Devido à menor diversidade, percebe-se que nas cotas superiores um grupo menor de espécies representa maior parcela da importância estrutural. Este aspecto foi ilustrado pela comparação do somatório do VIE das oito espécies mais importantes, que aos 1.000 m atinge quase o dobro do valor registrado para a comunidade situada aos 400 m de altitude. Este aspecto foi confirmado pela gradual redução no valor de equidade na medida em que se eleva a altitude. Ainda que todos os níveis tenham apresentado equidade elevada, a redução desta significa que nas maiores altitudes existem populações contribuindo de maneira mais desigual para a constituição do índice. A comparação entre as equidades obtidas por Petean (2009) na formação Submontana ($J' = 0,92$; 200 m s.n.m.) e Petean (2002) na formação Altomontana ($J' = 0,82$; 1.100 m s.n.m.) demonstra a mesma tendência.

As correlações de Pearson mais elevadas foram obtidas entre cobertura e dominância epifítica totais e o diâmetro dos forófitos, sendo positivas. Kersten (2006) e Petean (2009) também obtiveram correlações significativas entre biomassa ou dominância epifítica e o diâmetro dos forófitos. A riqueza de espécies por forófito manteve correlações positivas razoáveis com a temperatura e o diâmetro dos forófitos. Diversos autores já citaram a alta correlação entre riqueza e porte dos forófitos (Kelly, 1985; Hietz e Hietz-Seifert, 1995; Kersten e Silva, 2002, Zotz e Vollrath, 2003; Breier, 2005; Kersten, 2006; Petean, 2009), assim como a influência da temperatura sobre a distribuição e diversidade da flora (Troppmair, 1987; Zotz, 2005; Begon, 2006). A riqueza de espécies no fuste teve maior correlação com a altura do fuste dos forófitos.

A classificação dos pisos altitudinais, considerando parâmetros epifíticos de estrutura e diversidade, demonstrou que as comunidades das cotas 400 e 600 são bastante semelhantes, agrupando-se de forma bastante próxima. A comunidade da cota 800 m, apesar de mais diferenciada, ainda possui razoável proximidade estrutural e de diversidade com as cotas mais baixas. Por outro lado, a comunidade epifítica situada aos

1.000 m apresentou-se bastante distinta das demais, formando um grupo isolado nos parâmetros considerados. Os parâmetros cobertura total, dominância total e número de espécies na copa se destacaram como principais responsáveis pelo isolamento da cota 1.000 m na classificação, todos cerca de duas vezes menores do que os observados aos 800 m, confirmando a forte influência exercida pela redução no porte da vegetação.

A inexistência de diferença estatística significativa (Teste de Duncan, $P=95\%$) entre as comunidades situadas aos 400 e 600 m, para os parâmetros riqueza e dominância total por forófito, reforça a tendência já delineada na análise de classificação. Por outro lado, o mesmo teste salientou que as cotas 800 e 1.000 m são significativamente distintas entre si e também dos pisos inferiores. Assim, para as duas variáveis consideradas, verificou-se a formação de três grupos homogêneos (400 m = 600 m \neq 800 m \neq 1.000 m).

A classificação dos pisos altitudinais considerando uma matriz constituída pelos VIEs das espécies em cada altitude resultou na formação de dois grupos. A proximidade entre as comunidades dos 400 e 600 m, em termos de composição estrutural das espécies, ratifica os aspectos verificados nas análises anteriores e foi confirmada pela considerável similaridade florística (Índ. Jaccard = 60,2%) entre os dois níveis. Apesar da grande diferenciação em termos de cobertura e dominância totais entre os pisos 800 e 1.000 m, a semelhança dos VIEs das principais espécies permitiram o agrupamento destas duas comunidades. É notável a distância de ligação entre os dois grupos formados, denotando grande dissimilaridade na partição da importância estrutural das espécies entre os pisos montanos e submontanos.

Com relação à similaridade florística, as cotas 800 e 1.000 m, por terem apresentado um índice de Jaccard inferior a 50%, foram consideradas como grupos ligeiramente distintos, ainda que com razoável similaridade (47,6%). Quando consideradas apenas as espécies responsáveis por 95% do VIE em cada um dos dois pisos, o índice de Jaccard se eleva para 51,6%. A porção dissimilar da comunidade da cota 800 m em relação à da cota 1.000 se deve principalmente à influência de algumas espécies típicas dos pisos submontanos que se fazem também presentes aos 800 m, apesar da distinção climática existente entre os patamares montanos e submontanos (Blum, 2006). Este aspecto foi confirmado pelos índices de Jaccard obtidos entre o grupo florístico dos 800 m e os dos pisos inferiores, respectivamente 44,4% similar ao dos 600 m e 42,9% ao dos 400 m. Percebe-se que a comunidade epifítica dos 800 m foi quase tão similar com as dos pisos inferiores quanto com a do piso superior, apenas ligeiramente maior com a deste último. Isto demonstra que, no âmbito da sinúsia epifítica, o referido piso altitudinal constitui a porção final de uma faixa de transição entre as comunidades submontanas e montanas. Blum (2006) observou padrão semelhante nas

comunidades arbóreas para a espécie *Euterpe edulis* que, apesar de ser típica da formação Submontana, apresentou relevante importância estrutural aos 800 m.

A análise de correspondência canônica ordenou os forófitos amostrados dentro de uma lógica regida predominantemente pelas variáveis: altitude, temperatura e declividade. A reduzida porcentagem da variabilidade que pôde ser explicada pelas variáveis ambientais utilizadas, demonstra a complexidade ecológica da sinúsia epifítica, indicando a existência de fatores de variação não abrangidos pelo presente estudo.

A altitude foi relatada como a variável ambiental mais importante em análises de correspondência canônica realizadas por Wolf (1994), Hietz e Hietz-Seifert (1995) e Paciencia (2008). No entanto, como bem ressaltado por Damasceno Junior (2005) e Becker *et al.* (2007), a altitude em si não é um fator ecológico que tenha consequências diretas nos padrões de distribuição da vegetação, ela apenas rege a interação de múltiplos fatores ambientais que influenciam diretamente na distribuição, estrutura e riqueza da vegetação.

Deste modo, regidas pela altitude, a temperatura e a declividade parecem ser as variáveis ambientais mais importantes na determinação de padrões das comunidades epifíticas na Serra da Prata. A temperatura, como já descrito por Troppmair (1987), Pendry e Proctor (1996) e Richter (2000), exerce influência determinante na diferenciação florística ao longo do gradiente altitudinal. Brown e Lomolino (2006) afirmam que o número de espécies decresce com o aumento da altitude, devido à redução na temperatura, enquanto Wurthman (1984) destaca que as baixas temperaturas agem como a principal barreira para a distribuição das espécies epífitas tropicais. De fato, na Serra da Prata, Blum (2006) verificou que o limite altitudinal entre as comunidades arbóreas submontanas e montanas é o mesmo que define a distinção dos climas Cfa (verões quentes) e Cfb (verões amenos).

A declividade, por reger determinantemente a profundidade e estabilidade do solo, e, por consequência, condicionar porte e arquitetura dos forófitos, afeta consideravelmente a expressão estrutural das epífitas, tendo também certa influência sobre sua riqueza. Wolf (1994) destacou a altura dos forófitos como um dos fatores mais relevantes na distribuição das comunidades epífitas ao longo de um gradiente altitudinal. É válido ressaltar que a declividade também proporciona relevante papel nas condições de insolação sendo que, nas áreas mais íngremes, pela exposição da encosta e pelo porte das árvores, a luminosidade tende a proporcionar condições mais favoráveis na região do fuste, o que aumenta relativamente seus valores epifíticos, tanto estruturais quanto de riqueza e diversidade.

O conjunto de análises realizadas confirma a existência de duas associações florísticas no trecho de encosta estudado. O grupo florístico submontano ocorre abaixo da

cota dos 600 m (inclusive), enquanto que o grupo montano se expressa acima dos 800 m (inclusive) existindo uma faixa de transição florística entre estas duas cotas. É provável que a comunidade epifítica montana apresente sua composição mais típica a partir dos 900 m, já que no piso dos 800 m ainda ocorreram espécies dos pisos inferiores.

No que se refere à estrutura e riqueza, verificou-se grande semelhança entre as duas cotas inferiores (patamar submontano), com expressividade maior do que nas cotas superiores. Por outro lado, observou-se que a comunidade montana pode apresentar considerável diferenciação em expressividade estrutural e florística, dependendo do substrato forofítico disponível. Desta forma, em trechos demasiado íngremes, o epifitismo tende a apresentar menor cobertura e dominância, condicionadas ao menor porte e à simplificação arquetônica das copas. Nos trechos onde a declividade permitiu o desenvolvimento de solos mais profundos, os valores de dominância e cobertura epifítica foram mais expressivos, se assemelhando aos observados nos pisos submontanos.

ESPÉCIES INDICADORAS

Para o patamar montano as espécies indicadoras restritas de maior importância são *Vriesea altodaserrae* e *Nematanthus australis*, com notável destaque para a primeira (Tabela 10). Como indicadoras do patamar submontano destacam-se *Codonanthe gracilis*, *Heteropsis rigidifolia* e *Monstera adansonii*.

Tabela 10 Espécies epífitas vasculares indicadoras dos patamares submontano e montano em um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR.

Indicadoras da formação Submontana		Indicadoras da formação Montana	
Semi-restritas	Restritas	Semi-restritas	Restritas
<i>Vriesea philippocoburgii</i>			
<i>Microgramma percussa</i>			
<i>Vriesea gigantea</i>			
<i>Vriesea carinata</i>	<i>Vriesea altodaserrae</i>		<i>Codonanthe gracilis</i>
<i>Vriesea incurvata</i>	<i>Nematanthus australis</i>	<i>Aechmea cylindrata</i>	<i>Heteropsis rigidifolia</i>
<i>Codonanthe devosiana</i>	<i>Mandevilla immaculata</i>	<i>Vriesea guttata</i>	<i>Monstera adansonii</i>
<i>Philodendron crassinervium</i>	<i>Bifrenaria harrisoniae</i>	<i>Maxillaria picta</i>	<i>Philodendron corcovadense</i>
<i>Aechmea nudicaulis</i>	<i>Vriesea heterostachys</i>	<i>Peperomia tetraphylla</i>	<i>Lomagamma guianensis</i>
<i>Rhipsalis pachyptera</i>	<i>Grobya galeata</i>		<i>Dendropanax cuneatus</i>
<i>Canistrum lindenii</i>			
<i>Anthurium scandens</i>			
<i>Spirotheca passifloroides</i>			
<i>Microgramma tecta</i>			

Existem também espécies características de cada um dos patamares cuja dispersão prolonga-se até o início do patamar adjacente, demonstrando maior plasticidade. Estas foram consideradas indicadoras semi-restritas, já que apresentaram elevada expressão estrutural somente em seu patamar preferencial, a despeito de ocorrerem discretamente no patamar adjacente.

Vriesea platynema (var. *variegata*) e *Aechmea organensis*, especificamente para a encosta analisada, foram notáveis indicadoras dos patamares montano e submontano, respectivamente. No entanto, em outros estudos foram obtidos registros pontuais destas espécies em faixas altitudinais distintas das observadas na Serra da Prata (Schütz-Gatti, 2000; Petean, 2002, 2009). Por este motivo elas não foram incluídas na tabela 9. Ressalta-se, no entanto, que os referidos registros podem eventualmente ser devidos a enganos de determinação, já que *Vriesea platynema* var. *platynema* pode ser confundida com *Vriesea ensiformis*, comum na formação Submontana; e que *Aechmea organensis* pode ser confundida com *Aechmea coelestis*, de ocorrência conhecida nos patamares montanos.

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA

As copas interna e média, com ligeiro destaque para a primeira, concentraram a maior riqueza de espécies nas altitudes 400, 600 e 800 m, padrão também descrito por Schütz-Gatti (2000), Rogalski e Zanin (2003) e Krömer *et al.* (2007). Os maiores valores foram registrados aos 400 m.

A concentração da riqueza epifítica na copa, independente de sua divisão em zonas, é um padrão que vem sendo evidenciado pela maioria dos autores que abordaram estudos de estratificação vertical de epífitas (Steege e Cornelissen, 1989; Brown, 1990; Waechter, 1992; Zimmermann e Olmsted, 1992; Ingram e Nadkarni, 1993; Kernan e Fowler, 1995; Gonçalves e Waechter, 2002; Giongo e Waechter, 2004; Kersten, 2006; Buzatto, 2008; Petean, 2009).

Em geral, a copa abriga maior riqueza por apresentar melhores condições de estabelecimento e desenvolvimento para as epífitas. A abundância de ramos com razoável diâmetro e angulação mais próxima da horizontal, assim como o grande número de ramificações, oferecem amplo espaço para a interceptação de diásporos, fixação e desenvolvimento das epífitas. A maior exposição aos ventos permite grande aporte de diásporos por ele transportados. Especialmente nas suas porções interna e mediana, existem boas condições de enraizamento pelo acúmulo de substrato orgânico sobre os ramos mais grossos e nas ramificações centrais, o qual tende a concentrar elevada umidade. Por fim, os níveis relativamente elevados de luminosidade, distribuída em diferentes intensidades nos distintos locais da copa, são elementos vitais para o pleno desenvolvimento das comunidades epifíticas.

Diversos autores já descreveram os fatores que condicionam o elevado epifitismo na copa (Johansson, 1974; Sugden e Robins, 1979; Benzing, 1990; Waechter, 1992; Ingram e Nadkarni, 1993; Freiberg, 1996; Rudolph *et al.*, 1998; Sillet, 1999; Kersten e Silva, 2002; Krömer *et al.*, 2007). Giongo e Waechter (2004) salientam que, a grande

diversidade de condições ambientais existentes na copa propicia o estabelecimento de espécies com variadas exigências, potencializando a riqueza.

Aos 1.000 m verificou-se que a maior riqueza se concentrou no fuste médio, fugindo à regra observada nas demais altitudes e nos diversos trabalhos citados. Outro aspecto singular nesta altitude foi a baixa riqueza encontrada na copa externa, três vezes menor do que as registradas na mesma zona dos pisos submontanos. Na copa média também foi verificada considerável redução na riqueza, em comparação com os pisos inferiores.

O principal fator responsável por esta diferenciação foi a declividade, que condiciona o porte da floresta, a arquitetura das copas e sua exposição aos elementos climáticos. A redução no tamanho das copas implica em maior exposição de seu interior, que se torna mais vulnerável aos efeitos das variações de temperatura e umidade, e acaba por restringir o desenvolvimento de espécies sensíveis.

Da mesma forma, a grande exposição lateral das copas permite maior influência das intempéries em seu interior, o que pode dificultar a fixação de plântulas, que são seguidamente açoitadas por ventos fortes e chuvas torrenciais. Por fim, copas menores apresentam ramos mais finos e em menor quantidade, o que implica em menor espaço para fixação e desenvolvimento de epífitas.

Deste modo, a tendência de redução do epifitismo nas porções externas da copa (Benzing, 1995; Nieder *et al.*, 2001; Kersten, 2006; Krömer *et al.*, 2007) se intensifica na cota dos 1.000 m, influenciando também a copa média e, em menor grau, a copa interna. Com o decréscimo da riqueza nas zonas da copa, o fuste médio, que variou pouco seu número de espécies em relação ao piso dos 800 m, passou a ser a zona mais rica.

É possível que as maiores exposições do fuste à incidência luminosa e à chegada de propágulos, combinadas a menores variações térmicas e de umidade, também tenham influenciado no referido aumento relativo da riqueza encontrada. Corroborando com esta linha de pensamento, o fuste baixo, ao contrário de todas as demais zonas ecológicas, demonstrou uma tendência de aumento de riqueza na medida em que se eleva a altitude, sendo que a maior riqueza nesta zona foi registrada aos 1.000 m, com 37 espécies.

Seguindo a mesma tendência observada para a riqueza de espécies, a maior diversidade ($H' = 4,46 \text{ nats.ind}^{-1}$) foi registrada na copa interna da cota 400 m. Nesta altitude também se destacaram as diversidades registradas para as copas média, externa e fuste médio, variando em torno de $4,30 \text{ nats.ind}^{-1}$. Com exceção do fuste baixo, todas as zonas apresentaram uma tendência de redução da diversidade com o aumento da altitude, destacando-se a queda bastante abrupta na copa externa, que atingiu o segundo menor valor de diversidade aos 1.000 m. Dentre as zonas com diversidade elevada, o

fuste médio foi a que apresentou a menor redução com o aumento da altitude, constituindo-se na zona mais diversa aos 1.000 m ($H' = 3,88 \text{ nats.ind}^{-1}$). Por fim, o fuste baixo foi a zona com a menor diversidade em toda a encosta, sem tendência de aumento ou redução com a variação altitudinal, mantendo-se estável em torno dos $3,00 \text{ nats.ind}^{-1}$. A estabilidade dos valores de diversidade registrados nos fustes médio e baixo demonstra que estes estratos sofrem reduzida variação ambiental ao longo do gradiente altitudinal, por se encontrarem protegidos pelo dossel (Tivy, 1995). Conforme Kira e Yoda (1989), Benzing (1995) e Richards (1996), próximo ao solo a umidade permanece praticamente constante e a amplitude térmica é pequena.

Dos 400 aos 800 m s.n.m. houve largo predomínio da cobertura e dominância de epífitas nas zonas da copa, em congruência com os resultados obtidos por Kersten e Silva (2002), Kersten (2006) e Petean (2009), com grande expressividade nas cotas 400 e 600 m. Aos 400 m, a copa deteve 72% do somatório das coberturas e 74% do somatório das notas de dominância.

A partir da cota 800 m verifica-se uma tendência de aumento relativo dos valores totais de cobertura e dominância nas zonas do fuste, especialmente do fuste médio. Aos 1.000 m este aspecto se torna evidente, sendo que o fuste passa a abrigar 47% do somatório das coberturas e 46% das dominâncias. Pode-se dizer que a biomassa epifítica nesta altitude se divide equitativamente entre fuste e copa, devido aos mesmos fatores ambientais já citados em parágrafos anteriores.

De acordo com Nieder *et al.* (2000), a distribuição vertical das espécies epífitas é governada pelas exigências fisiológicas e os tipos de adaptações a diversos fatores abióticos, principalmente luz e umidade. Dentre as espécies mais frequentes em cada nível altitudinal da Serra da Prata verificou-se, de fato, que muitas apresentaram preferência por determinadas zonas ecológicas. Por outro lado, em nenhuma das cotas houve exclusividade de ocorrência em apenas uma zona, aspecto também constatado por Kersten (2006) e Petean (2009).

A preferência de *Vriesea heterostachys* pelos estratos mais baixos do fuste, aos 1.000 m, também foi observada no Morro Facãozinho (Petean, 2002), o mesmo ocorrendo com *Aechmea cylindrata* no fuste médio. Com tendência similar à observada no presente estudo, a autora registrou a preferência de *Nematanthus australis* pela copa interna e de *Bulbophyllum granulatum* pelas copas média e externa. Kersten (2006) também observou preferência de *B. granulatum* e *Pleopeltis hirsutissima* pelas zonas de copa em Piraquara.

Aos 800 m, assim como na cota dos 1.000 m, e nas áreas estudadas por Petean (2002) e Kersten (2006), as espécies de *Bulbophyllum* têm clara preferência pelas zonas de copa, com elevada concentração na copa externa. A preferência de *Aechmea*

cylindrata pelo fuste médio, de *Vriesea platynema* pelas zonas intermediárias (fustes médio, alto e copa interna) e de *Cochlidium punctatum* pelas zonas de copa confirmam aspectos já relatados por Petean (2002) no Morro Facãozinho. Adicionalmente, *Vriesea vagans* foi também considerada preferencial de copas média e externa no Morro da Mina (Petean, 2009).

Com relação à distribuição vertical no piso altitudinal dos 600 m, destaca-se a reduzida preferência das espécies pelas zonas do fuste, sendo registrado apenas *Philodendron propinquum* como exclusivo dos fustes baixo e médio. Trata-se de uma hemiepífita secundária tolerante à sombra, categoria ecológica típica dos estratos inferiores, aspecto também relatado por Schütz-Gatti (2000), Petean (2009).

Em contraponto, observou-se razoável número ($s=20$) de espécies com preferência pelas zonas de copa, com destaque para *Canistrum lindenii*, *Rhipsalis pachyptera*, *Serpocaulon catharinae*, *Pleopeltis pleopeltifolia*, *Tillandsia geminiflora*, *Oncidium longipes*, *Vriesea philippocoburgii* e *Anthurium scandens*. Em ecótono entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista, Kersten (2006) também verificou a preferência de espécies dos gêneros *Oncidium*, *Pleopeltis*, *Serpocaulon*, *Tillandsia* e *Vriesea* pelas zonas de copa.

Aos 400 m, três espécies se destacaram por sua preferência pelas zonas do fuste: *Lomagramma guianensis* nos fustes baixo e médio; *Monstera adansonii* no fuste médio; e *Peperomia pereskiifolia* nos fustes médio e alto. Petean (2009) também verificou a preferência de *M. adansonii* pelo fuste médio. Outras 22 espécies apresentaram acentuada preferência pela copa. *Stelis deregularis*, *Dichaea cogniauxiana* e *Codonanthe gracilis* mantiveram mais de 80% de sua dominância nas zonas de copa. *Aechmea ornata*, *Philodendron crassinervium* e *Anthurium scandens* demonstraram preferência pelas copas interna e média. Por fim, *Bulbophyllum* spp. e *Philodendron corcovadense* concentraram mais 75% de sua dominância nas copas média e externa. Petean (2002) e Kersten (2006) também constataram *Bulbophyllum granulosum* preferindo as zonas mais externas da copa, assim como Petean (2009) verificou *P. corcovadense* mantendo 69% de sua biomassa na copa externa.

CAPÍTULO 4

Composição Florística do Estrato Herbáceo em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

RESUMO

O estudo do estrato herbáceo foi realizado na porção norte da Serra da Prata (48°41'59,39"W, 25°36'46,39"S), município de Morretes, abrangendo 6,3 ha de encosta situada entre 400 e 1.100 m s.n.m., coberta por Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana. O levantamento foi efetivado ao longo de 17 dias de coletas intensivas, complementadas por registros obtidos durante expedições realizadas entre 2005 e 2009. Foram registradas 154 espécies, 89 gêneros e 49 famílias de herbáceas terrícolas, incluindo rupícolas. Pteridófitas englobaram 50 espécies, 30 gêneros e 15 famílias. Angiospermas totalizaram 104 espécies, 59 gêneros e 34 famílias. A riqueza de herbáceas terrícolas foi a maior já registrada em estudos pontuais de Floresta Ombrófila Densa no sul do Brasil. Uma das espécies constituiu-se provavelmente como primeiro registro para o Paraná e outras cinco enquadraram-se como ameaçadas de extinção. Dryopteridaceae foi a mais rica, com 11 (22%) espécies e nove (30%) gêneros, seguida de Araceae (10), Orchidaceae (10), Bromeliaceae (8), Begoniaceae (7), Cyperaceae (7), Pteridaceae (6) e Rubiaceae (6). Apenas oito (5,1%) espécies foram registradas em todas as faixas altitudinais, e 79 (50%) ocorreram em apenas uma das faixas. Do total, 72 (45,6%) foram registradas exclusivamente abaixo dos 700 m e 42 (26,6%) encontradas somente acima dos 800 m. A maior parte (77,3%) das espécies registradas foi exclusivamente terrícola, sendo apenas nove (5,8%) rupícolas exclusivas e 26 (16,9%) ocorreram tanto sobre o solo quanto sobre rochas. A flora herbáceo terrícola da Serra da Prata apresentou elevada diversidade β , apresentando baixa similaridade entre os patamares submontanos e montanos. Também apresentou reduzida similaridade com outras estações de pesquisa, sendo que as mais similares foram trechos submontanos da Serra do Marumbi e da Ilha do Mel, ambas no Paraná.

Palavras-Chave: floresta atlântica, montana, submontana, riqueza, herbáceas terrícolas

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa predomina na região costeira do sul do País. Fatores climáticos como temperatura e umidade elevadas, além das chuvas bem distribuídas ao longo do ano, proporcionam sua expressiva exuberância estrutural e florística (IBGE, 1992). A diversificação ambiental resultante da interação de múltiplos fatores abióticos é um importante aspecto desta região fitoecológica, com considerável influência sobre a dispersão e o crescimento de espécies (Wettstein, 1970; Leite e Klein, 1990).

De um modo geral, pode-se dividir as fisionomias de Floresta Ombrófila Densa em dois grandes grupos, de acordo com seus sedimentos de origem e sua posição topográfica: as formações sobre sedimentos litorâneos (Aluvial e Terras Baixas) e as formações sobre sedimentos continentais (Submontana, Montana e Altomontana) (IBGE, 1992; Roderjan *et al.*, 2002). Nas porções inferiores e intermediárias da Serra da Prata ocorrem as formações Submontana e Montana, cada qual com características estruturais e florísticas determinadas pela variação de condicionantes abióticas como clima, relevo e solos. O limite entre estas duas formações é representado por uma comunidade transicional que ocupa a faixa altitudinal delimitada pelas cotas de 600 e 800 m s.n.m. (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

Apesar das boas condições de conservação em que se encontram as áreas de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana no Paraná, existem ainda poucos estudos sobre sua composição florística e estrutural, sendo a maior parte focada no componente arbóreo-arbustivo (Silva, 1989; Schorn, 1992; Guapyassú, 1994; Roderjan, 1994; Athayde, 1997; Lacerda, 1999; Blum, 2006; Reginato e Goldenberg, 2007).

Sabe-se, no entanto, que as demais sinúsias que compõem as florestas pluviais representam considerável parte de sua riqueza florística total. Estudos em florestas pluviais tropicais descrevem que a sinússia herbácea terrícola pode representar de 26 a 29% de toda a flora local (Gentry e Dodson, 1987; Hartshorn e Hammel, 1994).

A despeito de sua importância florística e ecológica, no Brasil ainda são poucos os estudos que abordaram mais especificamente o componente herbácea terrícola (Citadini-Zanete, 1984; Cestaro *et al.*, 1986; Citadini-Zanette e Baptista, 1989; Cervi *et al.*, 1988; Andreatta *et al.*, 1997; Dorneles e Negrelle, 1999), ocorrendo razoável incremento nos últimos anos (Müller e Waechter, 2001; Costa, 2004; Kozera e Rodrigues, 2005; Drucker, 2005; Palma *et al.*, 2008; Inácio e Jarenkow, 2008; Lima e Gandolfi, 2009; Kozera *et al.*, 2009). Ainda assim, pode-se considerar que o conhecimento sobre esta sinússia continua escasso frente a sua grandeza florística.

O presente estudo teve como objetivo caracterizar qualitativamente o componente herbácea terrícola de um trecho de Floresta Ombrófila Densa situado entre os 400 e os 1.100 m s.n.m. numa encosta da porção norte da Serra da Prata, Morretes, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A encosta estudada localiza-se na face norte da Torre da Prata, ponto culminante da Serra da Prata, dentro do município de Morretes, Paraná. A maior parte desta serra é abrangida pelo Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, criado em 2001, com 25.000 ha (Siedlecki *et al.*, 2003).

A área onde foram realizados os levantamentos qualitativos situa-se entre as cotas 400 e 1.100 m s.n.m., abrangendo cerca de 6,3 ha ao longo da trilha de acesso à Torre da Prata (48°41'59,39" W, 25°36'46,39" S). Seu embasamento geológico é constituído pelo granito Rio do Poço (Lopes, 1987). Nos pisos superiores ocorrem Neossolos Litólicos e Cambissolos rasos; os trechos intermediários e inferiores são caracterizados por Cambissolos gradualmente mais profundos, podendo, eventualmente, ocorrer também Argissolos (Curcio, 1992; Blum 2006).

De acordo com a classificação de Koeppen, a área é abrangida por dois tipos climáticos: abaixo dos 700 m s.n.m. o clima Cfa, subtropical úmido mesotérmico e com verões quentes; acima do referido patamar o clima Cfb, subtropical superúmido mesotérmico, com médias térmicas mais baixas e a ocorrência de geadas no inverno. A região é caracterizada por índices pluviométricos que variam entre 2.000 a 3.000 mm, com média anual de 2.290 mm e máximos mensais nos meses de verão (IAPAR, 1978; Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

A Serra da Prata é coberta por Floresta Ombrófila Densa em bom estado de conservação, representada no trecho em estudo pelas formações Submontana (abaixo de 600 m s.n.m.) e Montana (acima de 800 m s.n.m.), assim como uma comunidade transicional entre as duas, situada em torno dos 700 m de altitude (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

MÉTODOS

O levantamento florístico foi realizado ao longo e a partir da trilha de acesso ao cume da Torre da Prata. A prospecção de espécies se restringiu à faixa altitudinal restringida pelas cotas de 400 e 1.100 m. Ao longo da referida trilha, a cada 100 metros de desnível altitudinal (400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000 e 1.100), foram delimitados oito sítios com área aproximada de 2.000 m² cada, onde foram concentrados os esforços de observações e coleta de material botânico. Adicionalmente, também foram considerados os registros e coletas realizados durante os deslocamentos ao longo dos 2.320 m da trilha de acesso, em geral abrangendo uma faixa de 10 m para cada lado da mesma.

O levantamento qualitativo baseou-se primordialmente em 14 expedições realizadas especificamente para esta finalidade entre setembro de 2008 e janeiro de 2010, totalizando 17 dias de coletas sistematizadas e intensivas em campo. Registros fotográficos e coletas botânicas obtidos durante incursões extensivas para outras finalidades, realizadas entre os anos de 2005 e 2009, também foram incluídos. Grande parte das coletas e dos registros foi obtida nas cotas 500, 700, 800 e 1.100 m, onde foi efetivado um levantamento quantitativo das herbáceas terrícolas (Capítulo 5).

Foram consideradas todas as espécies herbáceas (não lignificadas) vasculares, terrícolas ou rupícolas, independente do porte. As rupícolas foram incluídas tendo em vista a grande quantidade de afloramentos rochosos existentes em meio à floresta. Também foram consideradas espécies trepadeiras e hemiepífitas secundárias que se encontravam sobre o solo durante a fase inicial de desenvolvimento. Optou-se por incluí-las devido a sua grande representatividade fisionômica no estrato herbáceo.

Em campo foram registradas informações referentes ao habitat de ocorrência (terrícola, rupícola) e à forma biológica de cada espécie, utilizando a classificação proposta e utilizada por Silva (1998) e Kozera *et al.* (2009), com adaptações.

Procurou-se coletar pelo menos um exemplar fértil das espécies encontradas. Muitas espécies foram registradas através de fotografias digitais, sendo que a cada imagem obtida foi atrelado o referenciamento da altitude onde se efetuou o registro, procedimento igual ao realizado nas coletas de material botânico. Em certos casos foi necessária a coleta de exemplares em estado vegetativo, especialmente da família Orchidaceae, os quais foram cultivados até seu florescimento em casa de sombra.

As coletas obtidas foram fotografadas e herborizadas seguindo os procedimentos usuais, conforme IBGE (1992), para posterior identificação e tombamento no Museu Botânico Municipal de Curitiba – MBM e no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná – UPCB.

A identificação foi realizada com auxílio de literatura taxonômica, comparação com material depositado nos herbários MBM e UPCB, e consulta a especialistas. Para complementar a lista de espécies foi realizada pesquisa do acervo nos herbários MBM e UPCB, através do Specieslink (2010), sendo incluídos alguns registros referentes a coletas obtidas na mesma área de estudo.

As angiospermas foram organizadas segundo o sistema APG III (2009) (Stevens, 2008) e as pteridófitas conforme Smith *et al.* (2006). A validade dos nomes das espécies e a abreviatura dos autores foram verificadas em Tropicos (2009). As sinonímias de angiospermas foram verificadas em *World Checklist of Selected Plant Families* (2009) e, para pteridófitas, em Zuloaga *et al.* (2008).

Para comparações florísticas com distintos levantamentos realizados no sul do Brasil foram utilizados os índices de Jaccard e de Sørensen (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974), sendo considerados apenas táxons determinados em nível de espécie, após revisão das sinonímias botânicas.

RESULTADOS

Na encosta norte da Torre da Prata, entre as cotas de 400 e 1.100 m s.n.m., foram registradas 154 espécies de plantas herbáceas, incluindo hemiepífitas e trepadeiras em fase inicial de desenvolvimento, assim como plantas rupícolas. Estas se distribuíram em 89 gêneros e 49 famílias (Tabela 1). As pteridófitas foram representadas por 50 espécies, de 30 gêneros e 15 famílias. As angiospermas foram representadas no total por 104 espécies, das quais quatro magnoliídeas (2 gêneros e 1 família), 56 monocotiledôneas (33 gêneros e 14 famílias) e 44 eudicotiledôneas (24 gêneros e 19 famílias). Deste total, 141 espécies foram registradas em campo pelo autor, sendo as 13 restantes referentes a coletas realizadas no mesmo local durante o estudo de Paciencia (2008), e que foram tombadas no Herbário UPCB.

Tabela 1 Flora do estrato herbáceo registrada em trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Habitat (TE – terrícola, RU – rupícola); Forma biológica (CE - cespitosa; ER - ereta; HE – hemiepífita secundária, PH – parasita com caule hipógeo, RE – reptante, RI – rizomatosa, RO – rosulada, SA – saprófita, TR – trepadeira, TU - tuberosa). Números de coleta do primeiro autor, exceto aqueles com iniciais de outros coletores (^{FBM} - Fernando B. de Matos, ^{MLBP} - Mateus L. B. Paciencia, ^{PHL} - Paulo H. Labiak Evangelista). Para espécies não coletadas em estado fértil consta: es - coleta de material vegetativo, im - apenas imagem digital.

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Habitat	Forma biológica	Faixa altitudinal (m)					Registro
			400 500	600 700	800 900	1000 1100		
ACANTHACEAE (5 - 3,2%)								
<i>Aphelandra liboniana</i> Linden ex Hook. f.	TE	ER	X					ex
<i>Justicia carnea</i> Lindl.	TE	ER	X	X				09-129
<i>Justicia cordifolia</i> Heyne ex Wall.	TE	ER				X		09-054
<i>Pseuderanthemum riedelianum</i> Nees	TE	ER	X	X				ex
<i>Staurogyne mandioccana</i> Nees	TE	ER		X	X			08-146
AMARANTHACEAE (1 - 0,6%)								
<i>Celosia grandifolia</i> Moq.	TE	ER		X				08-050
ARACEAE (10 - 6,5%)								
<i>Anthurium acutum</i> N.E. Br.	TE	RO		X	X	X		08-088
<i>Anthurium loefgrenii</i> Engl.	TE,RU	RO			X	X		09-106
<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	TE	HE	X	X	X			D26FB01
<i>Anthurium sellowianum</i> Kunth	RU	RO			X			09-238
<i>Heteropsis rigidifolia</i> Engl.	TE	HE	X	X				es,im
<i>Monstera adansonii</i> Schott	TE	HE	X					09-021
<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadruz & Mayo	TE	HE	X	X	X	X		09-222
<i>Philodendron loefgrenii</i> Engl.	TE,RU	HE		X	X	X		09-215
<i>Philodendron obliquifolium</i> Engl.	TE	HE	X					09-232
<i>Philodendron propinquum</i> Schott	TE,RU	HE	X	X	X	X		F03FM01
ASTERACEAE (5 - 3,2%)								
<i>Mikania cf. paranaensis</i> Dusén.	TE	TR				X		A72-03
<i>Mikania dentata</i> Spreng.	TE	TR				X		A45-05
<i>Mikania lanuginosa</i> DC.	TE	TR				X		A03-04
<i>Mikania lundiana</i> DC.	TE	TR	X	X	X			09-111
Indeterminada	TE	ER	X					08-192
BALANOPHORACEAE (1 - 0,6%)								
<i>Lophophytum leandrii</i> Eichler	TE	PH	X					09-171

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Habitat	Forma biológica	Faixa altitudinal (m)				Registro
			400 500	600 700	800 900	1000 1100	
BEGONIACEAE (7 - 4,5%)							
<i>Begonia</i> aff. <i>barkleyana</i> L.B. Sm.	RU	ER				X	09-040
<i>Begonia bidentata</i> Raddi	TE	ER	X				Ex
<i>Begonia echinosepala</i> Regel	TE	ER	X	X			09-243
<i>Begonia fruticosa</i> A. DC.	TE,RU	HE				X	F22FM02
<i>Begonia paleata</i> Schott ex A. DC.	TE	ER		X	X	X	09-014
<i>Begonia pulchella</i> Raddi	TE,RU	ER		X	X	X	09-016
<i>Begonia radicans</i> Vell.	TE,RU	HE	X	X	X	X	08-058
BROMELIACEAE (8 - 5,1%)							
<i>Aechmea cylindrata</i> Lindm.	TE,RU	RO			X	X	09-180
<i>Aechmea ornata</i> Baker	TE,RU	RO				X	im
<i>Billbergia amoena</i> (Lodd.) Lindl.	TE	RO		X	X		09-086
<i>Nidularium amazonicum</i> (Baker) Lindm. & E. Morren	TE,RU	RO	X	X	X		09-081
<i>Nidularium campo-alegrensis</i> Leme	TE,RU	RO			X	X	es,im
<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	TE,RU	RO	X	X	X	X	10-001
<i>Nidularium procerum</i> Lindm.	TE,RU	RO	X		X	X	im
<i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L.B. Sm.	TE	RO			X		09-218
BURMANNIACEAE (2 - 1,3%)							
<i>Cymbocarpa refracta</i> Miers	TE	SA	X				09-001
Indeterminada	TE	SA				X	09-225
CAMPANULACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Siphocampylus fulgens</i> Lebas	TE	ER			X	X	08-083
COMMELINACEAE (1 - 1,3%)							
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl.	TE	ER	X	X	X	X	09-036
<i>Dichorisandra thyrsoiflora</i> J.C. Mikan	TE,RU	ER	X	X	X		08-033
COSTACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Costus arabicus</i> L.	TE	ER	X				09-090
CUCURBITACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Cayaponia pilosa</i> Cogn.	TE	TR				X	ex
CYPERACEAE (7 - 4,5%)							
<i>Carex</i> sp.	TE	CE	X		X	X	ex
<i>Pleurostachys distichophylla</i> (Boeck.) C.B. Clarke	TE,RU	RI			X	X	09-072
<i>Pleurostachys gaudichaudii</i> Brongn.	TE	RI	X	X			09-142
<i>Pleurostachys urvillei</i> Brongn.	TE	RI	X	X	X	X	08-052
<i>Pleurostachys</i> sp.	TE	RI				X	09-188
<i>Rhynchospora splendens</i> Lindm.	TE	CE				X	09-176
<i>Scleria panicoides</i> Kunth	TE	RI	X	X	X		08-119
DIOSCOREACEAE (2 - 1,3%)							
<i>Dioscorea bulbotracha</i> Handel-Mazzetti	TE	TR				X	09-137
<i>Dioscorea piperifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	TE	TR	X				ex
EUPHORBIACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Phyllanthus glaziovii</i> Müll. Arg.	TE	ER				X	08-141
GENTIANACEAE (2 - 1,3%)							
<i>Macrocarpaea rubra</i> Malme	TE	ER			X	X	08-012
<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers.	TE	SA	x				H07CE06
GESNERIACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Sinningia cooperi</i> (Paxton) Wiehler	RU	TU				X	10-013
HELICONIACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Heliconia farinosa</i> Raddi	TE	RI	X				09-234
IRIDACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Neomarica humilis</i> (Klatt) Capell.	TE	RI	X				09-019

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Habitat	Forma biológica	Faixa altitudinal (m)				Registro
			400 500	600 700	800 900	1000 1100	
LAMIACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Scutellaria uliginosa</i> A. St.-Hil. ex Benth.	TE	ER	X	X			09-008
LOGANIACEAE (2 - 1,3%)							
<i>Spigelia dusenii</i> L.B. Sm.	TE	ER	X	X			09-003
<i>Spigelia tetraptera</i> Taub.	TE	ER		X	X		09-073
MARANTACEAE (3 - 1,9%)							
<i>Calathea communis</i> Wand. & S. Vieira	TE	RI	X				09-210
<i>Calathea</i> aff. <i>monophylla</i> (Vell.) Körn.	TE	RI	X	X	X		08-205
<i>Calathea</i> sp.	TE	RI	X				09-233
MELASTOMATACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Bertolonia mosenii</i> Cogn.	TE	ER	X				09-103
MORACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Dorstenia carautae</i> C.C. Berg	TE	ER	X	X			Gb4702
ORCHIDACEAE (10 - 6,5%)							
<i>Aspidogyne commelinoides</i> (Barb.Rodr.) Garay	TE,RU	ER			X		10-011
<i>Aspidogyne argentea</i> (Vell.) Garay	TE	ER	X		X		09-236
<i>Baskervilla paranaensis</i> (Kraenzl.) Schltr.	TE	RO				X	10-018
<i>Cyclopogon truncatus</i> (Lindl.) Schltr.	TE	RO	X		X	X	09-101
<i>Microchilus arietinus</i> (Rchb.f. & Warm.) Ormerod	TE	ER	X				08-206
<i>Pelexia novofriburgensis</i> (Rchb.f.) Garay	TE	RO			X	X	09-140
<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	TE	RO	X	X	X	X	09-141
<i>Psilochilus modestus</i> Barb.Rodr.	TE	ER			X	X	09-196
<i>Stigmatosema polyaden</i> (Vell.) Garay	TE	RO	X				08-158
<i>Vanilla parvifolia</i> Barb.Rodr.	TE	HE	X				191
PASSIFLORACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Passiflora</i> sp.	TE	TR		X			ex
PIPERACEAE (4 - 2,6%)							
<i>Peperomia corcovadensis</i> Gardner	RU	ER			X	X	A111-03
<i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A. Dietr.	RU	ER				X	08-036
<i>Piper solmsianum</i> C. DC.	TE	ER				X	09-174
<i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.	TE	ER		X	X	X	08-024
POACEAE (5 - 3,2%)							
<i>Olyra glaberrima</i> Raddi	TE	CE	X	X			09-246
<i>Parodiolyra micrantha</i> (Kunth) Davidse & Zuloaga	TE	CE	X		X		08-099
<i>Paspalum</i> sp.	TE	RI			X		D01-01
Indeterminada 1	TE	CE	X				09-087
Indeterminada 2	TE	CE	X				09-205
RUBIACEAE (6 - 3,9%)							
<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.	TE	RE	X		X		08-242
<i>Coccocypselum geophiloides</i> Wawra	TE	RE			X	X	08-071
<i>Hoffmannia peckii</i> K. Schum.	TE	ER	X	X	X		08-115
<i>Manettia gracilis</i> Cham. & Schldl.	TE	TR		X	X		09-098
<i>Manettia paranensis</i> Standl.	TE	TR				X	09-152
<i>Psychotria stachyoides</i> Benth.	TE	ER			X		08-147
SMILACACEAE (3 - 1,9%)							
<i>Smilax</i> cf. <i>staminea</i> Griseb.	TE	TR		X			08-215
<i>Smilax</i> cf. <i>subsessiliflora</i> Duhamel	TE	TR			X		09-024
<i>Smilax</i> sp.	TE	TR	X				ex
SOLANACEAE (1 - 0,6%)							
Indeterminada	TE	ER		X			08-128

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Habitat	Forma biológica	Faixa altitudinal (m)				Registro
			400 500	600 700	800 900	1000 1100	
URTICACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Pilea astrogramma</i> Miq.	TE,RU	ER	X	X			08-111
VIOLACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Noisettia orchidiflora</i> (Rudge) Gingins	TE	ER	X				08-213
ZINGIBERACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Renealmia petasites</i> Gagnep.	TE	RI	X	X			08-056
INDETERMINADAS (4 - 2,6%)							
Indeterminada 1	TE	ER	X				Gb-7704
Indeterminada 2	TE	ER	X	X		X	Ga-9004
Indeterminada 3	TE	ER	X				Gb-0702
Indeterminada 4	TE	ER	X	X			Gb-3502
Pteridófitas							
ANEMIIACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	TE	RO		X	X	X	08-130
ASPLENIACEAE (3 - 1,9%)							
<i>Asplenium kunzeanum</i> Klotzsch ex Rosenst.	TE,RU	RO	X	X			08-176
<i>Asplenium pteropus</i> Kaulf.	TE,RU	RE		X			08-002
<i>Asplenium triquetrum</i> N. Murak. & R.C. Moran	RU	RE	X	X	X		08-125
BLECHNACEAE (4 - 2,6%)							
<i>Blechnum binervatum</i> ssp. <i>acutum</i> (Desv.) R.M. Tryon & Stolze	TE,RU	RI				X	09-175
<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	TE	RO		X			im
<i>Blechnum sampaioanum</i> Brade	TE	RO	X	X			09-208
<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J. Sm.	TE	TR	X	X	X		09-023
DENNSTAEDTIACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Dennstaedtia dissecta</i> (Sw.) T. Moore	TE	RE	X				Ga6903
DRYOPTERIDACEAE (11 - 7,1%)							
<i>Arachniodes denticulata</i> (Sw.) Ching	TE	RO				X	1141 ^{FBM}
<i>Ctenitis falciculata</i> (Raddi) Ching	TE	RO	X				3500 ^{PHL}
<i>Elaphoglossum brachyneuron</i> (Fée) J. Sm.	RU	RE				X	2189 ^{MBP}
<i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale	TE	RI	X		X	X	08-105
<i>Lomagramma guianensis</i> (Aubl.) Ching	TE	HE	X	X			09-230
<i>Megalastrum connexum</i> (Kaulf.) A.R. Sm. & R.C. Moran	TE	RO	X				Gb2303
<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	TE,RU	RE	X	X			09-206
<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	TE	RI	X	X			09-207
<i>Stigmatopteris brevinervis</i> (Fée) R.C. Moran	TE	RO	X	X			3162 ^{PHL}
<i>Stigmatopteris caudata</i> (Raddi) C. Chr.	TE	RO	X	X			08-126
<i>Stigmatopteris heterocarpa</i> (Fée) Rosenst.	TE	RI	X	X			H01FB04
GLEICHNIACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Sticherus nigropaleaceus</i> (J.W. Sturm) J. Prado & Lellinger	TE	RI	X				3168 ^{PHL}
HYMENOPHYLLACEAE (4 - 2,6%)							
<i>Abrodictyum rigidum</i> (Sw.) Ebihara & Dubuisson	TE,RU	RI	X	X	X	X	09-010
<i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedwig) C.V. Morton	RU	RE				X	2186 ^{MBP}
<i>Trichomanes hymenophylloides</i> Bosch	RU	RE				X	2185 ^{MBP}
<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi	TE,RU	RI			X	X	09-066
LINDSAEACEAE (5 - 3,2%)							
<i>Lindsaea arcuata</i> Kunze	TE	RI	X				2139 ^{PHL}
<i>Lindsaea bifida</i> (Kaulf.) Mett. ex Kuhn	TE	RI		X		X	09-077
<i>Lindsaea</i> cf. <i>lancea</i> (L.) Bedd.	TE	RI	X	X			Ga1006
<i>Lindsaea ovoidea</i> Fée	TE	RI		X	X	X	08-132
<i>Lindsaea virescens</i> Sw.	TE	RI		X		X	08-129

Tabela 1 (Continuação)

FAMÍLIA (nº. - % de espécies) Espécie	Habitat	Forma biológica	Faixa altitudinal (m)				Registro
			400 500	600 700	800 900	1000 1100	
LOMARIOPSIDACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Lomariopsis marginata</i> (Schrad.) Kuhn	TE	HE	x	x			F07FB04
MARATTIACEAE (4 - 2,6%)							
<i>Danaea elliptica</i> Sm.	TE	RO	X	X			Eb4104
<i>Danaea moritziana</i> C. Presl	TE	RO		X			1142 ^{FBM}
<i>Marattia cicutifolia</i> Kaulf.	TE	RO		X			Eb3504
<i>Marattia laevis</i> Sm.	RU	RO	X				3174 ^{PHL}
PTERIDACEAE (6 - 3,9%)							
<i>Adiantum abscissum</i> Schrad.	TE	RI	X				Gb0601
<i>Cheilanthes regularis</i> Mett.	TE	RI			X		D87-02
<i>Doryopteris sagittifolia</i> J. Sm.	RU	RO		X			09-099
<i>Pteris angustata</i> (Fée) C.V. Morton	TE	RO		X			im
<i>Pteris decurrens</i> C. Presl	TE	RO	X	X			Gb1302
<i>Pteris splendens</i> Kaulf.	TE	RO		X	X	X	Eb0204
SACCOLOMATACEAE (1 - 0,6%)							
<i>Saccoloma inaequale</i> (Kunze) Mett.	TE	RI	X				Gb9402
SELAGINELLACEAE (2 - 1,3%)							
<i>Selaginella decomposita</i> Spring	TE	RE				X	09-191
<i>Selaginella macrostachya</i> (Spring) Spring	TE,RU	RE		X	X	X	09-078
THELYPTERIDACEAE (4 - 2,6%)							
<i>Thelypteris decussata</i> (L.) Proctor	TE	RO	X				3159 ^{PHL}
<i>Thelypteris paranaensis</i> Salino	TE	RO	X				Ga3704
<i>Thelypteris ptarmica</i> (Kunze ex Mett.) C.F. Reed	TE,RU	RO	X				3173 ^{PHL}
<i>Thelypteris raddii</i> (Rosenst.) Ponce	TE	RO	X				3160 ^{PHL}
WOODSIACEAE (2 - 1,3%)							
<i>Diplazium cristatum</i> (Desr.) Alston	TE	RO	X				Gb4904
<i>Diplazium plantaginifolium</i> (L.) Urb.	TE	RI	X				09-242

Várias espécies semilenhosas de subarbustos e arbustos (s=23) foram registradas, mas não incluídas na listagem florística por apresentarem a maior parte de seus ramos lignificados, especialmente na fase madura. São elas: *Aphelandra chamissoniana* Nees (Acanthaceae); *Leandra acutiflora* (Naudin) Cogn., *L. aurea* (Cham.) Cogn., *L. carassana* (DC.) Cogn., *L. fragilis* Cogn., *L. laevigata* (Triana) Cogn., *L. refracta* Cogn., *Ossaea sanguinea* Cogn. e *O. amygdaloides* Triana (Melastomataceae); *Piper arboreum* Aubl., *P. caldense* C. DC., *P. cernuum* Vell., *P. dilatatum* Rich. e *P. lepturum* Kunth (Piperaceae); *Chusquea anelythroides* Rupr. ex Döll, *C. cf. bambusoides* (Raddi) Hack., *C. cf. urelytra* Hack. e *Merostachys multiramea* Hack. (Poaceae); *Psychotria brachypoda* (Müll. Arg.) Britton, *P. leiocarpa* Cham. & Schltdl., *P. malaneoides* Müll. Arg. e *P. pubigera* Schltdl. (Rubiaceae); *Urera nitida* Brack (Urticaceae).

Dentre as angiospermas, Araceae e Orchidaceae foram as famílias de maior riqueza, cada uma com 10 (9,6%) espécies, sendo que Orchidaceae ainda se destacou como mais rica em gêneros (n=9 / 15,2%). Também foram relevantes Bromeliaceae (7,6%), Begoniaceae e Cyperaceae (6,7% cada), e Rubiaceae (5,8%).

O gênero mais rico foi *Begonia*, que totalizou sete (6,7%) espécies, seguido de *Anthurium*, *Philodendron*, *Mikania*, *Nidularium* e *Pleurostachys* (s=4 cada).

No âmbito das pteridófitas, a família com maior número de espécies foi Dryopteridaceae (s=11 / 22%), sendo também a mais rica em gêneros (n=9 / 30%). Pteridaceae e Lindsaeaceae foram igualmente importantes em riqueza específica, respectivamente com seis (12%) e cinco (10%) espécies.

Estas três famílias abrangeram 44% da riqueza de pteridófitas herbáceas terrícolas. *Lindsaea* e *Thelypteris* foram os gêneros mais ricos, respectivamente com cinco (10%) e quatro (8%) espécies.

Em consulta expedita ao banco de dados Specieslink (2010), que reúne registros de coletas de 44 herbários do Brasil e do exterior, assim como através de uma revisão dos principais levantamentos florísticos que abrangeram herbáceas terrícolas no Paraná (Silva, 1998; Dittrich *et al.*, 2005; Kozera e Rodrigues, 2005; Salino *et al.*, 2005; Schwartzburd, 2006; Kozera *et al.*, 2006; Paciencia, 2008; Kozera *et al.*, 2009; Scheer e Mochinski, 2009), verificou-se que quatro das espécies registradas na Serra da Prata possuem apenas cinco registros para o Estado. Foi o caso de *Lindsaea virescens*, *Dioscorea piperifolia*, *Aspidogyne commelinoides* e *Baskervilla paranaensis*, sendo particularmente relevantes os registros destas duas últimas, ambas da família Orchidaceae. Por seu caráter raro também se destacaram outras duas Orchidaceae: *Vanilla parvifolia*, com apenas dois registros; e *Cyclopogon truncatus*, da qual não foi encontrado nenhum registro para o Paraná, nas fontes consultadas.

Quatro das espécies registradas se destacam por fazerem parte da “Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná” (SEMA, 1995), figurando na categoria “rara”: *Lophophytum leandrii*, *Cymbocarpa refracta*, *Voyria aphylla* e *Aspidogyne commelinoides*. De fato, além de apresentarem ocorrência naturalmente rara, são todas espécies de difícil visualização em ambiente natural. A primeira, parasita com caule hipógeo, somente é encontrada quando emite sua inflorescência, que dura apenas alguns dias. A segunda e a terceira, saprófitas de serapilheira, muito diminutas, em geral passam despercebidas. *A. commelinoides*, por sua vez, também só se destaca em meio à vegetação herbácea quando se encontra fértil. Por fim, é válido ressaltar que *Heliconia farinosa*, também registrada na Serra da Prata, é considerada ameaçada em nível nacional, segundo MMA (2008).

A faixa altitudinal que apresentou maior riqueza foi a dos 400-500 m, com 88 (57,1%) espécies. Na faixa dos 600-700 m foi registrada riqueza intermediária, de 66 (42,9%) espécies. As faixas dos 800-900 e 1.000-1.100 m demonstraram riqueza pouco menor, com valores semelhantes, respectivamente de 55 (35,7%) e 59 (38,3%) espécies.

A grande maioria ($s=119 / 77,3\%$) das espécies registradas foi exclusivamente terrícola, sendo 53,9% representados por angiospermas e 23,4% por pteridófitas (Figura 1). Apenas nove (5,8%) foram rupícolas exclusivas, enquanto 26 (16,91%) ocorreram tanto sobre o solo quanto sobre rochas.

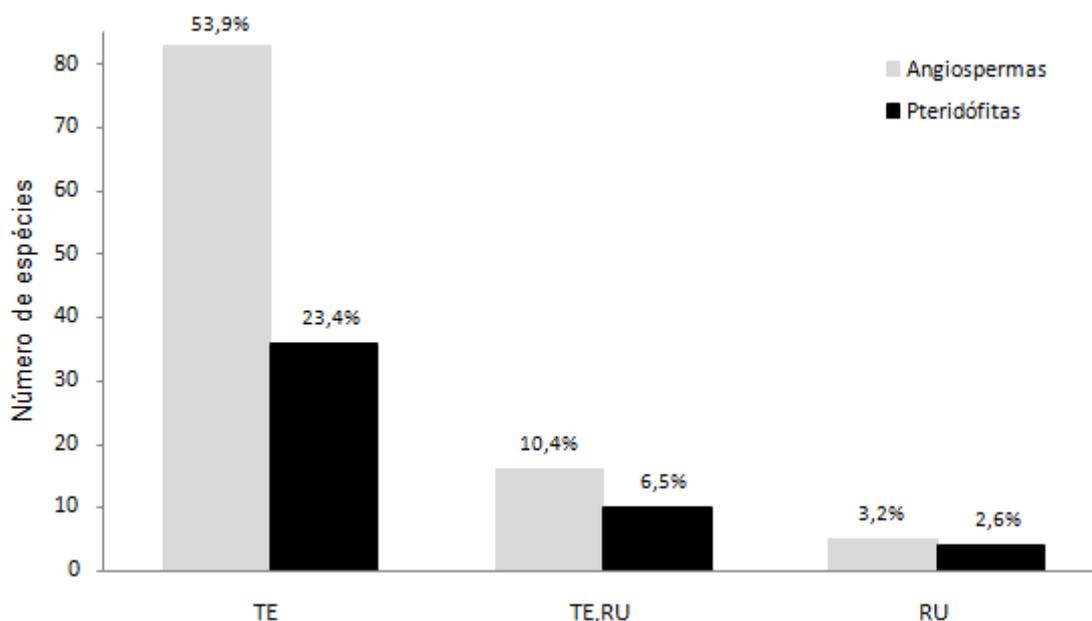


Figura 1 Distribuição das espécies herbáceas, registradas em Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo seu hábito de ocorrência (TE - terrícola, RU - rupícola).

As formas biológicas predominantes dentre o conjunto total de espécies registradas foram as herbáceas eretas ($s=40 / 26,0\%$), as rosuladas ($s=38 / 24,7\%$) e as rizomatosas ($s=28 / 18,2\%$) (Figura 2). Quando considerado somente o grupo das pteridófitas, observou-se que dentre estas predominaram as herbáceas rosuladas, as rizomatosas e as reptantes, com baixa expressividade florística nas demais formas. Verificou-se também que algumas formas biológicas foram representadas somente por angiospermas, no caso das eretas, cespitosas, saprófitas, tuberosas e parasitas com caule hipógeo.

Ao longo da encosta norte da Torre da Prata, verificou-se que a flora herbáceo-terrícola dos pisos submontanos (400, 500 e 600 m) apresentou reduzida similaridade (Jaccard = 20% / Sørensen = 33%) com a registrada nos pisos montanos (800, 900, 1.000 e 1.100 m), a despeito da grande proximidade horizontal entre estes pisos.

De forma análoga, um trecho da formação Altomontana estudado por Scheer e Mocoichinski (2009), a cerca de 1.300 m também na Serra da Prata, apresentou similaridades muito baixas com a comunidade abrangidas pelo presente estudo, inferiores a 13% (Jaccard) ou a 22% (Sørensen).

Por outro lado, tanto o patamar submontano quanto o montano apresentaram razoável similaridade (Jaccard \approx 30% / Sørensen \approx 45%) com o conjunto florístico encontrado na cota dos 700 m, que representa uma comunidade de transição.

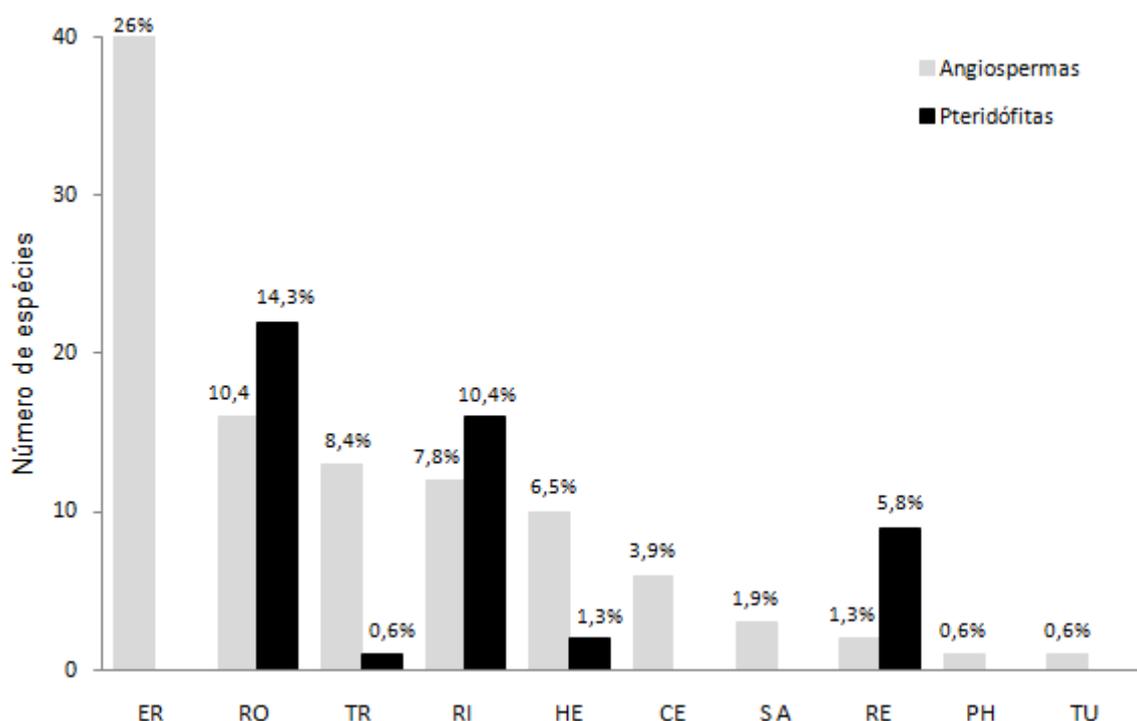


Figura 2 Distribuição das espécies herbáceas, registradas em Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, segundo suas formas biológicas (CE - cespitosa, ER - ereta, HE - hemiepífita secundária, PH - parasita com caule hipógeo, RE - reptante, RI - rizomatosa, RO - rosulada, SA - saprófita, TR - trepadeira, TU - tuberosa).

Conforme explicitado na tabela 2, a comunidade herbácea terrícola da Serra da Prata apresentou reduzida similaridade florística com a maioria das demais comunidades amostradas em áreas situadas a menos de 70 km de distância.

Tabela 2 Comparação de similaridade florística (índice de Sørensen na metade superior e índice de Jaccard na metade inferior) entre a área de estudo e outras sete estações de pesquisa situadas num raio de 70 km: Serra da Prata (este estudo); Ilha do Mel (Kozera e Rodrigues, 2005); Serra do Marumbi (Kozera *et al.*, 2009); Itapoá (Dorneles e Negrelle, 1999; Negrelle, 2006); Curitiba (Kozera *et al.*, 2006); Serra Ibitiraquire, Serra da Igreja, Serra Gigante (Scheer e Mocoichinski, 2009).

	Serra da Prata	Ilha do Mel	Serra do Marumbi	Itapoá	Curitiba	Serra Ibitiraquire	Serra da Igreja	Serra Gigante
S. da Prata		0,32	0,47	0,08	0,11	0,11	0,15	0,14
Ilha do Mel	0,19		0,37	0,13	0,09	0,06	0,02	0,06
S. do Marumbi	0,31	0,23		0,09	0,09	0,02	0,04	0,06
Itapoá	0,04	0,07	0,04		0,04	0,03	0,00	0,06
Curitiba	0,06	0,05	0,05	0,02		0,05	0,05	0,01
S. Ibitiraquire	0,06	0,03	0,01	0,01	0,03		0,61	0,35
S. da Igreja	0,08	0,01	0,02	0,00	0,03	0,44		0,48
S. Gigante	0,07	0,03	0,03	0,03	0,01	0,21	0,31	

DISCUSSÃO

No levantamento florístico da comunidade herbácea terrícola da encosta norte da Torre da Prata registrou-se a maior riqueza já abrangida por estudos pontuais que consideraram esta sinúcia no sul do Brasil (Tabela 3). Dentre os estudos avaliados, o único que atingiu quantidade superior de espécies foi o realizado por Barros (2008), na Serra da Tiririca – RJ. Em extenso levantamento qualitativo do Parque Municipal Barigui – PR, Kozera *et al.* (2006) também registraram considerável quantidade de herbáceas terrícolas, ainda que em comunidade de Floresta Ombrófila Mista, reconhecidamente menos rica que as situadas em Floresta Ombrófila Densa (Klein, 1979; IBGE, 1992).

O presente estudo, dentre 17 realizados em diversas áreas do Brasil, foi o que abrangeu a maior riqueza de famílias botânicas (n=49), bastante próximo do valor obtido por Kozera *et al.* (2006), de 45 famílias.

Um aspecto determinante da elevada riqueza registrada foi a considerável variação altitudinal da encosta estudada. Este gradiente de altitude possui 800 m de desnível ao longo de aproximadamente 2.300 m de distância horizontal.

Um relevo tão vigoroso proporciona situações ambientais diferenciadas, além de englobar dois tipos climáticos, o Cfa e o Cfb, de acordo com a classificação de Koeppen, que determinam associações florísticas também distintas (Blum e Roderjan, 2007).

Tabela 3 Estudos sobre herbáceas terrícolas em distintas fisionomias vegetais brasileiras, organizados em ordem decrescente pela riqueza em espécies, riqueza em famílias; fitofisionomia de ocorrência: Floresta Ombrófila Densa (FOD, podendo ser s-submontana, m-montana, a-altomontana ou tb-terras baixas), Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Estacional Semidecidual (FES), Floresta Estacional Decidual (FED), Formação Pioneira de Influência Marinha (FPIM) e Refúgio Vegetacional de Afloramentos Rochosos (RVAR). Os dados de riqueza florística passaram por revisão, excluindo-se espécies exóticas e não-herbáceas.

Local	nº espécies	nº famílias	Fitofisionomia	Referência
Serra da Tiririca, RJ	167	39	FOD.s / RVAR	Barros, 2008
Serra da Prata, PR	154	49	FOD.s/m	Este estudo
Parque Barigui, PR	129	45	FOM	Kozera <i>et al.</i> , 2006
Ilha do Mel, PR	119	33	FOD.tb / FPIM	Silva, 1998
Serra do Marumbi, PR	86	36	FOD.s	Kozera, <i>et al.</i> , 2009
Ilha do Mel, PR	84	32	FOD.s	Kozera e Rodrigues, 2005
Serra Negra, MG	51	23	FES / FOD.m	Menini Neto, 2009
Reserva Volta Velha, SC	47	16	FOD.tb	Negrelle, 2006
Morro Grande, RS	46	24	FPIM / FES	Müller e Waechter, 2001
Serra da Igreja, PR	45	19	FOD.a	Scheer e Mocoichinski, 2009
Serra Ibitiraquire, PR	44	24	FOD.a	Scheer e Mocoichinski, 2009
Restinga de Ariquindá, PE	43	24	FPIM	Silva, <i>et al.</i> , 2008.
Serra Gigante, PR/SP	40	19	FOD.a	Scheer e Mocoichinski, 2009
Amazônia Central, AM	35	18	FOD.tb	Costa, 2004
Serra da Prata, PR	32	19	FOD.a	Scheer e Mocoichinski, 2009
Parque Est. do Turvo, RS	28	12	FED	Inácio e Jarenkow, 2008
Parque Est. de Itapuã, RS	22	14	FES	Palma <i>et al.</i> , 2008

Além da diversificação proporcionada pelo clima, o relevo movimentado propicia uma grande variedade de micro-ambientes para as herbáceas terrícolas, desde vales úmidos e sombreados até cristas bem drenadas e iluminadas, como observado por Whitmore (1990). A existência de clareiras e afloramentos rochosos também enriquece a variabilidade de nichos para as espécies herbáceas. Assim, diferentes condições de disponibilidade de água, nutrientes e luminosidade, além da estrutura do substrato e do próprio gradiente climático, favorecem a ocorrência de espécies adaptadas a cada micro-ambiente, resultando em elevada riqueza florística. Diversos autores descreveram a importância dos referidos fatores ambientais na distribuição e riqueza das espécies (Lieberman *et al.*, 1985; Whitmore, 1990; Tuomisto e Ruokolainen, 1994; Poulsen e Tuomisto, 1996; Tuomisto e Poulsen, 1996; Müller e Waechter, 2001; Tuomisto *et al.*, 2003; Kozera *et al.*, 2005; Inácio e Jarenkow, 2008; Kozera *et al.*, 2009).

É importante ressaltar que os elevados valores de riqueza também se devem às boas condições de conservação em que se encontram os remanescentes florestais da área de estudo, descritas por Blum (2006).

De forma análoga à registrada no presente estudo, na Ilha do Mel, Kozera e Rodrigues (2005) também verificaram Araceae e Orchidaceae como as mais ricas. Araceae ainda se destacou entre as mais ricas em outras áreas de Floresta Ombrófila Densa (Silva, 1998; Negrelle, 2006; Kozera *et al.*, 2009; Scheer e Mocoichinski, 2009).

Dentre as pteridófitas, o destaque da família Dryopteridaceae também foi observado em vários estudos que abrangeram herbáceas terrícolas sob comunidades florestais (Silva, 1998; Kozera e Rodrigues, 2005; Inácio e Jarenkow, 2008; Kozera *et al.*, 2009).

O aspecto de poucas famílias abrangerem grande parte das espécies registradas parece ser um padrão em comunidades herbáceas. Richards (1998), observou que a sinússia herbácea terrícola é comumente representada por um pequeno número de famílias, mesmo quando existe considerável riqueza de espécies.

A relevância de estudos que abordem principalmente sinúsias não arbóreas, com enfoque na Floresta Ombrófila Densa, foi salientada pela constatação na Serra da Prata de cinco espécies com poucos registros no Paraná e de uma espécie da qual não foi encontrado nenhum registro para o Estado. Além disso, a existência de cinco espécies consideradas raras e ameaçadas de extinção no Paraná reforça a importância ecológica desta região, justificando a existência do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange para a conservação de sua biodiversidade. A continuidade dos levantamentos certamente florísticos elevaria o número de espécies raras e ameaçadas registradas para esta localidade.

No que se refere à distribuição por faixa altitudinal, a concentração da riqueza de espécies ($s=88/57,1\%$) na faixa dos 400-500 m era esperada, seguindo a mesma tendência já verificada para as sinúcias arbórea (Blum, 2006) e epifítica (Capítulo 2) na mesma área. Nestas altitudes ocorre a formação Submontana, fisionomia que apresenta a maior diversidade florística dentro da região fitoecológica, devido à combinação de fatores ambientais favoráveis para uma máxima expressividade florística (Klein, 1980; Leite e Klein, 1990; Roderjan *et al.*, 2002; Blum, 2006). Na Serra do Marumbi e no Morro Bento Alves (Ilha do Mel), outras duas estações de pesquisa onde foram abordadas comunidades herbáceas terrícolas em Floresta Ombrófila Densa Submontana, foram registradas riquezas florísticas muito semelhantes, respectivamente 86 e 84 espécies (Kozera *et al.*, 2009; Kozera e Rodrigues, 2005).

Nas faixas dos 600-700, 800-900 e 1.000-1.100 m foram registrados valores de riqueza ligeiramente mais baixos, tendendo à redução com o aumento da altitude. A riqueza ($s=32$) de herbáceas terrícolas registrada por Scheer e Mocoichinski (2009) em trecho altomontano, a cerca de 1.300 m na Serra da Prata, evidencia esta tendência. A julgar pela riqueza ($s=86$) encontrada por Kozera *et al.* (2009) aos 630 m na encosta do Morro Facãozinho, área relativamente próxima e com condições ambientais similares, pode-se inferir que um levantamento qualitativo mais aprofundado na faixa dos 600-700 m da Serra da Prata poderá resultar em razoável incremento no número de espécies.

Apesar da redução do número de espécies no patamar montano, cerca de um terço menor do que no patamar submontano, sua riqueza ainda foi considerável, especialmente se comparada às registradas em muitos estudos pontuais no Brasil (Müller e Waechter, 2001; Costa, 2004; Negrelle, 2006; Inácio e Jarenkow, 2008; Palma *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2008; Scheer e Mocoichinski, 2009). Isto demonstra que, a despeito do aumento nas restrições ambientais, como a redução na temperatura e maior declividade, na medida em que se eleva a altitude outras variáveis ambientais podem compensar as restrições, proporcionando habitat adequado para espécies diferentes.

Uma das variáveis ambientais que passam a exercer maior influência no desenvolvimento de comunidades herbáceas terrícolas nos trechos montanos é a luminosidade que chega à superfície do solo. Devido à declividade e ao menor porte das árvores, maiores taxas de luz são oferecidas ao estrato herbáceo terrícola, possibilitando nichos para espécies que não poderiam ocorrer no subosque muito sombreado dos pisos submontanos. De forma análoga, Lima e Gandolfi (2009) concluíram que distintos regimes de luz promovem diferenças significativas na cobertura de herbáceas sobre o solo de uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, aspecto também verificado por Inácio e Jarenkow (2008) em trecho de Floresta Estacional Decidual.

O acréscimo no número de bromeliáceas terrícolas com o aumento da altitude ilustra claramente o efeito da maior luminosidade na comunidade montana. Nos pisos submontanos ocorreram apenas quatro espécies de Bromeliaceae, enquanto que nos pisos montanos foram registradas oito.

Demonstrando a riqueza de microambientes existentes na encosta estudada, e sua grande influência na distribuição espacial das herbáceas terrícolas, 79 (51,2%) espécies foram registradas em somente uma das faixas altitudinais pré-estabelecidas, e apenas oito (5,2%) apresentaram ocorrência em todas as quatro faixas altitudinais. Trata-se de uma minoria de plantas com elevada plasticidade, mais indiferentes às restrições ambientais, são elas: *Philodendron appendiculatum*, *P. propinquum*, *Begonia radicans*, *Nidularium innocentii*, *Dichorisandra hexandra*, *Pleurostachys urvillei*, *Prescottia stachyodes* e *Abrodictyum rigidum*. Estas espécies foram comuns ao longo de toda a encosta avaliada e algumas também com ampla dispersão em maior escala geográfica, como foi o caso de *Prescottia stachyodes*, registrada desde as florestas de restinga da Planície Litorânea até a formação Altomontana nas porções superiores da Serra do Mar (Silva, 1998; Kozera e Rodrigues, 2005; Scheer e Mocoichinski, 2009). Demonstrando razoável dispersão pela formação Submontana se destacaram *P. appendiculatum*, *B. radicans*, *P. urvillei* e *A. rigidum*, todas também registradas na Serra do Marumbi e na Ilha do Mel (Kozera e Rodrigues, 2005; Kozera *et al.*, 2009).

O limite climático entre os tipos Cfa e Cfb, situado na região dos 700 m s.n.m. e influente sobre as associações florísticas arbóreas (Blum e Roderjan, 2007) e epifíticas (Capítulos 2 e 3), determina que 46,7% das espécies herbáceas terrícolas inventariadas (s=72) ocorram somente abaixo desta cota, provavelmente por não suportar as temperaturas médias mais frias do clima Cfb, que inclui a possibilidade de geadas (ainda que remotas nesta região). De outro lado, 25,9% das espécies (s=40) aparentemente não apreciam as temperaturas mais elevadas do clima Cfa, e foram encontradas somente acima da cota dos 800 m (inclusive).

Dentre o grupo de elevada restrição ambiental figuraram algumas espécies que ocorreram somente nas extremidades da encosta estudada. Desta forma, 38 espécies (24,6%) foram exclusivas da faixa 400-500 m, podendo ser consideradas típicas da formação Submontana, caso de *Monstera adansonii*, *Bertolonia mosenii*, *Megalastrum connexum* e *Diplazium plantaginifolium*, todas também registradas por Kozera *et al.* (2009) e Kozera e Rodrigues (2005), em trechos de Floresta Ombrófila Densa Submontana da Serra do Marumbi e na Ilha do Mel. Outras espécies como *Heliconia farinosa*, *Neomarica humilis*, *Calathea communis*, *Microchilus arietinus*, *Noisettia orchidiflora* e *Diplazium cristatum* também se enquadraram como típicas dos ambientes submontanos.

As espécies restritas às altitudes elevadas, faixa entre 1.000 e 1.100 m, representaram 14,9% (s=23) do total, destacando-se *Justicia cordifolia*, *Aechmea ornata* e *Rhynchospora splendens*, também observadas por Scheer e Mocoichinski (2009) em trechos altomontanos de outras serras paranaenses.

Com relação ao hábito de ocorrência, os resultados do presente estudo estão em concordância com aspectos já observados em outros estudos na Floresta Ombrófila Densa do Paraná. Kozera *et al.* (2009) e Kozera e Rodrigues (2005) também verificaram o grande predomínio das espécies terrícolas, tendo encontrado número semelhante de rupícolas exclusivas, respectivamente cinco (5,7%) e seis (6,9%) espécies.

O predomínio das herbáceas eretas, rosuladas ou rizomatozas parece ser uma constante na formação Submontana, já que também foi constatado o mesmo padrão na Serra do Marumbi e na Ilha do Mel (Kozera *et al.*, 2009; Kozera e Rodrigues, 2005).

A reduzida similaridade entre as comunidades herbáceo terrícolas dos patamares submontano, montano e altomontano (Scheer e Mocoichinski, 2009) demonstram a elevada diversidade β da encosta estudada. A grande variação altitudinal e o relevo movimentado condicionam, em uma pequena distância horizontal, o desenvolvimento de associações florísticas bastante distintas.

De um modo geral, a comparação entre a composição florística da Serra da Prata e de outras sete áreas, situadas a menos de 70 km de distância, resultou em valores bastante baixos de similaridade. Única exceção foi a considerável similaridade existente com um trecho de Floresta Ombrófila Densa Submontana situado aos 630 m no Morro do Facãozinho, Serra do Marumbi (Kozera *et al.*, 2009), que chegou a 47% pelo índice de Sørensen. A segunda área mais similar (32% pelo índice de Sørensen) foi também de Floresta Ombrófila Densa Submontana, situada na Ilha do Mel, a cerca de 140 m no Morro Bento Alves. Por outro lado, os índices de similaridade obtidos com as demais áreas foram todos muito baixos, sempre inferiores a 15%. Richards (1998) relatou padrão similar para comunidades herbáceo terrícolas de um distrito Malaio, afirmando que a composição florística desta sinúsia varia consideravelmente de local para local, sendo que algumas espécies ocorrem somente em uma ou duas serras vizinhas e aparentemente em nenhum outro local do distrito.

CAPÍTULO 5

Estrutura do Estrato Herbáceo da Floresta Ombrófila Densa em Quatro Níveis Altitudinais da Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Morretes, Paraná

RESUMO

O levantamento de herbáceas terrícolas foi realizado na porção norte da Serra da Prata (48°41'59,39"W, 25°36'46,39"S), município de Morretes, abrangendo trecho de encosta situado entre 500 e 1.100 m s.n.m., coberto por Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana. A quantificação foi efetivada através de parcelas amostrais de 1x1 m, dispostas de forma contínua ao longo de faixas amostrais de 2 m de largura e comprimento variável, acompanhando a altitude. No total foram amostradas 716 parcelas, distribuídas em quatro altitudes: 500 m (208 m²), 700 m (108 m²), 800 m (200 m²) e 1.100 m (200 m²). De cada parcela foram registradas a altura máxima e a estimativa de cobertura de todas as espécies herbáceas (não lignificadas) vasculares enraizadas em seu interior, terrícolas ou rupícolas. Ao todo foram registradas 93 espécies de herbáceas terrícolas, pertencentes a 59 gêneros e 35 famílias. O índice de Shannon foi 3,74 nats.ind⁻¹. Dryopteridaceae e Araceae apresentaram elevada importância em todas as altitudes amostradas. Begoniaceae e Bromeliaceae predominaram nas cotas superiores, enquanto Marantaceae e Pteridaceae tiveram maior expressão nos pisos inferiores. As espécies mais frequentes ao longo da encosta foram *Philodendron propinquum* e *Lastreopsis amplissima*. Nos pisos montanos *Lastreopsis amplissima*, *Anthurium acutum* e *Pleurostachys distichophylla* foram as espécies de maior importância estrutural, enquanto que nos pisos submontanos se destacaram *Philodendron propinquum*, *Stigmatopteris heterocarpa*, *Lomagramma guianensis* e *Dichorisandra thyrsiflora*. Os maiores valores de cobertura, altura média e diversidade foram registrados aos 500 m. Na cota dos 700 m verificou-se a menor altura média e aos 1.100 m foi registrada a menor diversidade. Confirmou-se a existência de duas associações florísticas distintas (submontana e montana) ao longo da encosta, com área de transição em torno dos 700 m. Temperatura e declividade exerceram grande influência nos padrões de distribuição das comunidades herbáceas terrícolas.

Palavras-Chave: floresta atlântica, gradiente altitudinal, estrutura, ervas terrestres

INTRODUÇÃO

A diversificação ambiental da Floresta Ombrófila Densa, resultante da interação de múltiplos fatores abióticos, é um importante aspecto desta fitofisionomia, com considerável influência sobre a dispersão e o crescimento de espécies (Wettstein, 1970; Leite e Klein, 1990). Esta característica é bem ilustrada pela existência de distintas formações de Floresta Ombrófila Densa que se distribuem ao longo dos gradientes altitudinais das cadeias montanhosas (Roderjan, 1994; Blum, 2006).

A despeito dos grandes avanços alcançados na pesquisa sobre aspectos ecológicos da Floresta Ombrófila Densa, ainda é incipiente o conhecimento relativo ao seu comportamento ao longo de gradientes ambientais propiciados pela variação altitudinal. Esta deficiência segue uma tendência observada em escala global, reportada por Brown e Lomolino (2006). No Paraná, apenas três estudos abordaram esta temática, sendo dois voltados para comunidades arbóreas (Roderjan, 1994; Blum, 2006) e o terceiro abrangendo apenas espécies de pteridófitas (Paciencia, 2008).

Outra temática muito pouco abordada nos estudos de vegetação é a estrutura da sinúsia herbácea terrícola, que pode representar de 26 a 29% da flora local (Gentry e Dodson, 1987; Hartshorn e Hammel, 1994). No Brasil ainda são poucos os estudos que abordaram a estrutura sociológica deste estrato (Citadini-Zanette, 1984; Cestaro *et al.*, 1986; Dorneles e Negrelle, 1999; Müller e Waechter, 2001; Kozera, 2001; Costa, 2004; Kozera e Rodrigues, 2005; Drucker, 2005; Palma *et al.*, 2008; Inácio e Jarenkow, 2008; Lima e Gandolfi, 2009).

No Paraná, as herbáceas terrícolas da Floresta Ombrófila Densa sobre vertentes de montanha foram abordadas em apenas três estudos quantitativos. Kozera (2001), Kozera e Rodrigues (2005) estudaram trechos submontanos na Ilha do Mel e na Serra do Marumbi. Paciencia (2008) abordou apenas pteridófitas, incluindo epífitas e arborescentes, ao longo de gradientes altitudinais de três serras.

Deste modo, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura e os aspectos da distribuição espacial, além de identificar condicionantes abióticas, do componente herbáceo de um trecho de Floresta Ombrófila Densa situado entre os 500 e os 1.100 m s.n.m. numa vertente da porção norte da Serra da Prata, Morretes, Paraná

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se na face norte da Torre da Prata, ponto culminante da Serra da Prata, que é abrangida pelo Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (Siedlecki *et al.*, 2003). O levantamento foi conduzido nas proximidades da trilha de acesso à Torre da Prata (48°41'59,39" W, 25°36'46,39" S), entre as cotas 500 e 1.100 m s.n.m.

O embasamento geológico é o granito Rio do Poço (Lopes, 1987). Nas porções mais elevadas ocorrem Neossolos Litólicos e Cambissolos rasos, enquanto Cambissolos gradualmente mais profundos ocorrem nos trechos intermediários e inferiores, podendo, eventualmente, ocorrer também Argissolos (Curcio, 1992; Blum, 2006).

De acordo com a classificação de Koeppen, a área é abrangida por dois tipos climáticos: abaixo dos 700 m s.n.m. o clima Cfa, subtropical úmido mesotérmico e com verões quentes; acima do referido patamar o clima Cfb, subtropical superúmido

mesotérmico, com médias térmicas mais baixas e a ocorrência de geadas no inverno. A região é caracterizada por índices pluviométricos que variam entre 2.000 a 3.000 mm, com média anual de 2.290 mm e máximos mensais nos meses de verão (IAPAR, 1978; Roderjan, 1994; Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

A área é coberta pela Floresta Ombrófila Densa, representada no trecho em estudo pelas formações Submontana e Montana, assim como uma comunidade transicional situada em torno dos 700 m s.n.m (Blum, 2006; Blum e Roderjan, 2007).

MÉTODOS

O levantamento quantitativo para análise da estrutura comunitária das herbáceas terrícolas foi realizado com base em grupos amostrais distribuídos nas cotas 500, 700, 800 e 1.100 m s.n.m., aproveitando quatro dos oito conjuntos amostrais implantados em 2005 para a quantificação da comunidade arbórea (Blum, 2006), os quais foram instalados a cada 100 m de desnível entre os 400 e os 1.100 m, cada qual formando um retângulo de 100 x 20 m, com sua maior extensão acompanhando a curva de nível.

Em cada um dos quatro níveis altitudinais foi delimitada uma faixa de amostragem com largura de 2 m e comprimento variável, de acordo com especificidades do terreno e questões logísticas. Cada faixa foi locada externamente à extremidade inferior do respectivo conjunto amostral utilizado anteriormente para quantificação da sinúsia arbórea (Blum, 2006). Dentro das faixas de amostragem foram instaladas parcelas contíguas de 1 x 1 m, dispostas aos pares, acompanhando a curva de nível. A direção predominante das faixas amostrais foi leste-oeste, variando entre 90º e 110º.

Para manter a homogeneidade da amostragem, em alguns casos foi necessário interromper a sequência de pares de amostras pela existência de áreas de convergência hídrica (vales íngremes), clareiras ocasionadas por deslizamentos, ou matações rochosos de grande dimensão. Os referidos trechos eram atravessados dando-se continuidade à sequência de parcelas somente quando a situação ambiental se mostrasse semelhante à das amostras iniciais.

Na cota dos 500 m foram instaladas 208 unidades amostrais (104 pares), sendo que aos 700 m o conjunto amostral constituiu-se de 108 parcelas (94 pares). As cotas dos 800 e 1.100 m receberam 200 parcelas (100 pares) cada. Desta forma, considerando os quatro conjuntos amostrais, atingiu-se uma área amostral de 716 m².

Dentro das unidades amostrais foram incluídas todas as espécies herbáceas (não lignificadas) vasculares enraizadas em seu interior, terrícolas ou rupícolas, independente de seu porte. As rupícolas foram incluídas tendo em vista a grande quantidade de afloramentos rochosos existentes em meio à floresta. Também foram consideradas espécies trepadeiras e hemiepífitas secundárias que se encontravam sobre o solo

durante a fase inicial de desenvolvimento. Optou-se por incluí-las devido a sua grande representatividade fisionômica no estrato herbáceo.

Para cada espécie foram registradas a altura máxima e a estimativa de cobertura dentro da parcela, da mesma forma como realizado por Kozera e Rodrigues (2005). A altura máxima foi medida com trena e, para determinar a cobertura, cada parcela foi dividida em quatro partes iguais de 50 x 50 cm (0,25 m²), facilitando a estimativa visual.

Com base nos dados coletados foram calculadas: as frequências absoluta (FA) e relativa (FR); as coberturas absoluta (CA), relativa (CR) e média (CM); e o valor de importância ecológica (VIE) (Mueller-Dombois e Ellenberg 1974, Braun-Blanquet 1979). A distribuição vertical do componente herbáceo foi analisada através da categorização em classes de alturas, de forma análoga a Kozera (2001) e Maraschin-Silva *et al.* (2009).

Como medidas de diversidade foram utilizadas a riqueza de espécies, o índice de Shannon (H') e a equidade (J'), estes últimos estimados a partir dos dados de ocorrência das espécies nas unidades amostrais (Magurran 1988).

Para o cálculo dos parâmetros estruturais foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\begin{array}{lll} \text{VIE} = (\text{FR} + \text{CR}) \times 2^{-1} & \text{FR} = \text{FA} \times (\sum \text{FA})^{-1} \times 100 & \text{FA} = (\text{na}_e \times \text{na}_t^{-1}) \times 100 \\ \text{CR} = \text{CA} \times (\sum \text{CA})^{-1} \times 100 & \text{CA} = \sum \text{Ca}_e & \text{CM} = \text{CA} \times \text{na}_t^{-1} \end{array}$$

Onde:

VIE = valor de importância ecológica

FR = frequência relativa da espécie "e"

FA = frequência absoluta da espécie "e" nas unidades amostrais

CR = cobertura relativa da espécie "e"

CA = cobertura absoluta da espécie "e"

CM = cobertura média da espécie "e"

Ca_e = cobertura da espécie "e" em cada unidade amostral

na_e = número de amostras com a espécie "e"

na_t = número total de amostras

A heterogeneidade florística da encosta foi avaliada por análise de frequência das espécies e pela curva espécies-amostra, gerando indicativos para a diferenciação de associações distintas, como sugerido por Lamprecht (1990) e Jaster (2002). Com relação ao diagrama de distribuições das espécies por classes de frequência, considerando que o tamanho das unidades amostrais exerce grande influência nos valores de frequência (Lamprecht, 1990), estes foram calculados para parcelas de três dimensões distintas: 1 m², 4 m² (simulação usando conjunto de quatro unidades de 1x1 m) e 16 m² (simulação usando conjunto de 16 unidades de 1x1 m).

Para a detecção de grupos ecológicos ao longo da encosta foram realizadas análises de agrupamentos sobre matrizes de dados florísticos e estruturais. Utilizou-se o método de Ward (mínima variância), considerado o mais eficiente (Valentin, 2000), e como medida métrica, a distância euclidiana. Também foi utilizado o método UPGMA (distância média não ponderada), utilizando como medida de distância o índice de

Sørensen, baseado na presença ou ausência das espécies. Para comparações de similaridade florística foram considerados pares similares aqueles com valor superior a 50% (ou 0,5) (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974).

Para verificar a existência de relações entre parâmetros de riqueza e estrutura das comunidades herbáceas e as variáveis ambientais, foi utilizado o coeficiente de Pearson, ou "coeficiente de correlação do produto de momentos" (Martins, 2009).

Foram realizadas análises de variância (ANOVA) entre os pisos altitudinais, considerando cobertura, altura e riqueza das herbáceas por amostra. Aplicou-se o teste de comparação de médias (Duncan) para determinar diferenças estatísticas significativas entre os pisos altitudinais. Os valores estatísticos de "F" foram considerados significativos ao nível de 5% de probabilidade, mesmo nível definido para o teste de Duncan.

Foi avaliada a correlação entre a distribuição das coberturas (por amostra) das espécies herbáceas terrícolas e as variáveis ambientais disponíveis através da análise de correspondência canônica (CCA), método de ordenação eficaz no estudo de gradientes ecológicos diretos (ter Braak, 1986, 1988; Lewinsohn e Prado, 1998). Após algumas análises preliminares, foram descartadas variáveis ambientais redundantes, permanecendo na última versão apenas a altitude, temperatura média e declividade.

Para os cálculos, análises e diagramas foram utilizados os programas Microsoft Excel 2007, JMP 5.0, MVSP 3.1, STATGRAPHICS Centurion XV e CANOCO version 4.5.

No intuito de identificar espécies indicadoras dos patamares submontano e montano na Serra da Prata, foi verificado o padrão de distribuição das 15 espécies de maior VIE em cada nível altitudinal amostrado, sendo selecionadas aquelas restritas ou semi-restritas aos respectivos patamares. Para confirmar o caráter bioindicador das espécies foram consultados registros obtidos em outras estações de Floresta Ombrófila Densa (Dorneles e Negrelle, 1999; Kozera e Rodrigues, 2005; Dittrich *et al.*, 2005; Negrelle, 2006; Paciencia, 2008; Kozera *et al.*, 2009; Scheer e Mocoichinski, 2009), assim como no banco de dados Specieslink (2010) e também nos dados resultantes do levantamento florístico (Capítulo 4).

Prévia e paralelamente ao levantamento quantitativo, foi realizado um inventário florístico, com duração de 16 meses entre 2008 e 2010, para abranger espécies não encontradas na amostragem. Procurou-se coletar pelo menos um exemplar fértil das espécies encontradas. Espécies muito comuns e de taxonomia conhecida foram registradas somente em imagens digitais. As coletas obtidas foram herborizadas conforme IBGE (1992), para posterior identificação e tombamento no Museu Botânico Municipal de Curitiba – MBM e no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná – UPCB.

As angiospermas foram organizadas segundo o sistema APG III (2009) (Stevens, 2008) e as pteridófitas conforme Smith *et al.* (2006). A validade dos nomes das espécies e a abreviatura dos autores foram verificadas em Tropicos (2009). As sinonímias de angiospermas foram verificadas em *World Checklist of Selected Plant Families* (2009) e, para pteridófitas, em Zuloaga *et al.* (2008).

RESULTADOS

Considerando em conjunto a quantificação das herbáceas terrícolas nos quatro pisos altitudinais analisados, foram registradas 93 espécies pertencentes a 59 gêneros e 35 famílias. Quatro espécies permaneceram como indeterminadas em nível de divisão (Angiosperma). O montante registrado corresponde a 58,9% do total de espécies e a 71,4% das famílias encontradas no levantamento florístico (Capítulo 4). O índice de Shannon (H') foi de 3,74 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi 0,83.

A análise da proporção de espécies novas com o incremento da área amostral (Figura 1) demonstra, para todos os níveis altitudinais, uma tendência de acentuado aumento de espécies novas nos primeiros 12 m² de amostragem, representada pelas porções mais íngremes das curvas.

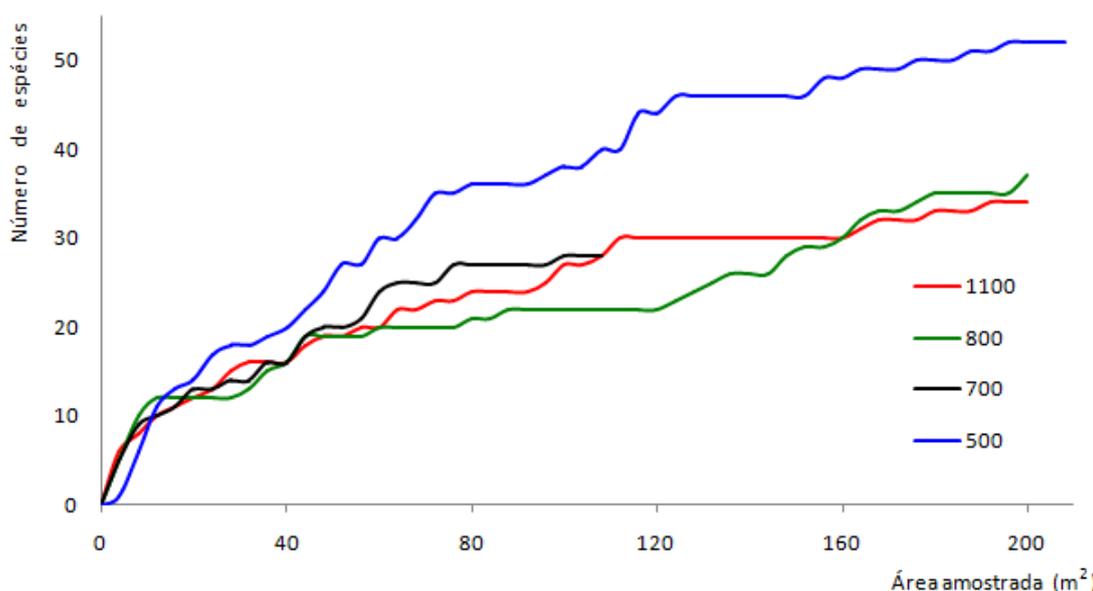


Figura 1 Curvas espécies-área para as comunidades herbáceas terrícolas amostradas em quatro altitudes de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR.

Para os pisos 500, 700 e 1.100, aos 100 m² de amostragem foram atingidos 73%, 100% e 78% dos totais de espécies registrados nas respectivas altitudes. Na cota dos 800 m, a mesma área amostral abrangeu somente 59% do total de espécies amostradas nesta altitude.

Numa primeira aproximação estrutural, em nível de família, verificou-se que a família Dryopteridaceae foi a mais importante em três das quatro altitudes analisadas, enquanto Araceae se encontra entre as cinco de maior importância estrutural em todas as cotas amostradas (Tabela 1). As demais famílias apresentaram expressão estrutural desigual ao longo da encosta.

Tabela 1 Famílias de herbáceas terrícolas em quatro altitudes de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR, e respectivos valores de importância ecológica, em ordenação decrescente para a cota 500 m. Sublinhadas as cinco famílias mais relevantes (maior VIE) de cada altitude, constando sua ordem de importância.

Famílias	Altitude (m s.n.m.)				Famílias	Altitude (m s.n.m.)			
	500	700	800	1100		500	700	800	1100
<u>Dryopteridaceae</u>	<u>28,7</u> (1ª)	<u>17,5</u> (1ª)	6,3	<u>38,3</u> (1ª)	<u>Cyperaceae</u>	0,3	<u>9,4</u> (4ª)	<u>8,7</u> (3ª)	<u>13,6</u> (3ª)
<u>Araceae</u>	<u>23,9</u> (2ª)	<u>14,9</u> (2ª)	<u>25,8</u> (1ª)	<u>9,3</u> (4ª)	Heliconiaceae	0,3			
<u>Marantaceae</u>	<u>9,3</u> (3ª)	5,0	2,5		Orchidaceae	0,3	1,3	2,4	1,7
<u>Commelinaceae</u>	<u>7,2</u> (4ª)	<u>10,0</u> (3ª)	4,6	0,8	Smilacaceae	0,3			
<u>Pteridaceae</u>	<u>6,7</u> (5ª)	6,1	2,0		Marattiaceae	0,2	3,8		
Dennstaedtiaceae	4,8				<u>Bromeliaceae</u>	0,2	0,5	<u>17,8</u> (2ª)	<u>8,5</u> (5ª)
Blechnaceae	2,8	3,7			Violaceae	0,1			
<u>Begoniaceae</u>	2,8	0,8	<u>7,0</u> (4ª)	<u>15,7</u> (2ª)	Lindsaeaceae	0,1	5,6	4,3	0,5
Saccolomataceae	2,3				Asteraceae	0,1	2,1	3,0	2,7
Thelypteridaceae	1,7				Hymenophyllaceae	0,1		0,6	0,6
Poaceae	1,7		0,1		Rubiaceae	0,1		5,7	0,2
<u>Loganiaceae</u>	1,3	<u>8,0</u> (5ª)	0,8		Passifloraceae		0,4		
Acanthaceae	1,0	0,4		0,2	Anemiaceae		0,8	0,2	
Zingiberaceae	0,6				Piperaceae			1,9	4,1
Dioscoreaceae	0,6				<u>Selaginellaceae</u>			<u>6,4</u> (5ª)	2,2
Melastomataceae	0,5				Cucurbitaceae				0,2
Woodsiaceae	0,5				Campanulaceae				1,0
Moraceae	0,3	1,2			Indeterminada	1,1	8,6		0,4

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.100 m s.n.m.

Aos 1.100 m s.n.m., com 200 m² de amostragem, foram registradas 34 espécies pertencentes a 22 gêneros e 16 famílias (Tabela 2). Destas, 29 espécies, 18 gêneros e 12 famílias pertencem às Angiospermas, enquanto as Pteridófitas foram representadas por apenas cinco espécies, quatro gêneros e quatro famílias. O montante de espécies amostradas corresponde a 57,6 % do total registrado nesta faixa de altitude durante o levantamento florístico (Capítulo 4). O índice de Shannon (H'), estimado para a amostragem neste piso, foi de 2,71 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,77.

O número máximo de espécies registradas em uma única parcela (1 m²) foi seis, sendo que em média foram encontradas 1,9 espécies por amostra. Considerando uma amostra de 4 m², formada por quatro parcelas contíguas de 1x1 m, o número máximo de espécies incluídas foi 12, com média de 4,9. A cobertura média por parcela (1 m²) foi de 16%, atingindo um valor máximo de 72%. Em 27 (13,5%) amostras não foi registrada a

ocorrência de nenhuma espécie herbácea terrícola e em 140 (70%) amostras foi detectada a presença de poáceas lenhosas da tribo Bambusae (taquaras).

Formando o grupo mais importante na estrutura herbácea terrícola destacaram-se 13 espécies, todas com VIE superior a 2%, totalizando 90,2%. As espécies de menor expressividade estrutural predominaram em número, considerando que 61,8% (s=21) das espécies representaram apenas 9,8% do VIE. As espécies que apresentaram o maior nível de raridade (frequência inferior a 0,5%) aos 1.100 m foram *Mikania* cf. *paranaensis*, *Justicia cordifolia*, *Mikania dentata*, *Cayaponia pilosa*, *Coccocypselum geophiloides*, *Peperomia glabella*, *Cyclopogon truncatus*, *Lindsaea virescens* e *Philodendron loefgrenii*.

Tabela 2 Espécies registradas na amostragem do componente herbácea terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 1.100 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos: H - altura máxima (máxima, mínima e média); FA - frequência absoluta; CR - cobertura relativa; CM - cobertura média; VIE - valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

Espécie	H _{max} (cm)	H _{mín} (cm)	H _{méd} (cm)	FA (%)	CR (%)	CM (%)	VIE (%)
1 <i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale	150	5	54,3	51,0	49,33	7,9	38,3
2 <i>Begonia paleata</i> Schott ex A. DC.	140	5	45,8	16,0	7,13	1,1	7,9
3 <i>Pleurostachys distichophylla</i> (Boeck.) C.B. Clarke	120	5	41,1	14,0	5,94	1,0	6,7
4 <i>Carex</i> sp.	25	8	13,6	16,5	3,14	0,5	6,0
5 <i>Begonia pulchella</i> Raddi	100	5	38,8	11,5	5,45	0,9	5,8
6 <i>Philodendron propinquum</i> Schott	30	5	15,8	13,0	2,99	0,5	5,0
7 <i>Nidularium innocentii</i> Lem.	53	24	36,1	5,0	5,32	0,9	4,0
8 <i>Aechmea cylindrata</i> Lindm.	65	15	45,1	4,5	4,95	0,8	3,7
9 <i>Anthurium acutum</i> N.E. Br.	58	10	31,3	7,0	2,89	0,5	3,3
10 <i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.	140	18	63,0	6,5	2,55	0,4	3,0
11 <i>Selaginella macrostachya</i> (Spring) Spring	9	3	5,7	7,5	0,47	0,1	2,2
12 <i>Mikania lanuginosa</i> DC.	30	5	19,9	4,0	2,24	0,4	2,2
13 <i>Begonia fruticosa</i> A. DC.	20	3	8,8	6,0	0,78	0,1	2,0
14 <i>Siphocampylus fulgens</i> Lebas	79	20	47,0	2,0	0,96	0,2	1,0
15 <i>Philodendron appendiculatum</i> Nadruz & Mayo	40	15	28,0	1,5	0,96	0,2	0,9
16 <i>Psilochilus modestus</i> Barb.Rodr.	30	10	20,0	2,5	0,37	0,1	0,9
17 <i>Pleurostachys urvillei</i> Brongn.	63	48	55,5	1,0	1,15	0,2	0,8
18 <i>Nidularium procerum</i> Lindm.	40	14	24,8	2,0	0,56	0,1	0,8
19 <i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl.	100	7	38,0	2,0	0,53	0,1	0,8
20 <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	22	5	14,0	2,0	0,25	0,04	0,7
21 <i>Abrodictyum rigidum</i> (Sw.) Ebiara & Dubuisson	17	10	11,8	2,0	0,19	0,03	0,6
22 <i>Peperomia corcovadensis</i> Gardner	7	5	6,3	1,5	0,19	0,03	0,5
23 <i>Piper solmsianum</i> C. DC.	59	15	37,0	1,0	0,40	0,1	0,5
24 Indeterminada 2	15	9	12,0	1,0	0,22	0,04	0,4
25 <i>Lindsaea ovoidea</i> Fée	22	10	16,0	1,0	0,16	0,03	0,3
26 <i>Mikania</i> cf. <i>paranaensis</i> Dusén.	15	15	15,0	0,5	0,25	0,04	0,3
27 <i>Justicia cordifolia</i> Heyne ex Wall.	35	35	35,0	0,5	0,16	0,03	0,2
28 <i>Mikania dentata</i> Spreng.	25	25	25,0	0,5	0,16	0,03	0,2
29 <i>Cayaponia pilosa</i> Cogn.	10	10	10,0	0,5	0,09	0,02	0,2
30 <i>Coccocypselum geophiloides</i> Wawra	10	10	10,0	0,5	0,06	0,01	0,2
31 <i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A. Dietr.	16	16	16,0	0,5	0,06	0,01	0,2
32 <i>Cyclopogon truncatus</i> (Lindl.) Schltr.	5	5	5,0	0,5	0,03	0,01	0,1
33 <i>Lindsaea virescens</i> Sw.	5	5	5,0	0,5	0,03	0,01	0,1
34 <i>Philodendron loefgrenii</i> Engl.	5	5	5,0	0,5	0,03	0,01	0,1

A maioria (s=24 / 70,6%) das espécies registradas foi enquadrada como exclusivamente terrícola. Oito (23,5%) espécies se caracterizaram por ocorrerem tanto como terrícolas quanto como rupícolas. Por fim, duas (5,9%) espécies ocorreram somente como rupícolas.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.

Na área amostral situada aos 800 m s.n.m. foram registradas 37 espécies pertencentes a 29 gêneros e 18 famílias. Destas, 29 espécies, 21 gêneros e 12 famílias pertencem às Angiospermas, enquanto as Pteridófitas foram representadas por apenas oito espécies, oito gêneros e seis famílias. O montante de espécies amostradas corresponde a 67,3% do total registrado nesta faixa de altitude durante o levantamento florístico (Capítulo 4). O índice de Shannon (H'), estimado para a amostragem neste piso, foi de 3,09 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,86.

O número máximo de espécies registradas em uma única parcela (1 m²) foi seis, sendo que em média foram encontradas 2,1 espécies por amostra. Considerando uma amostra de 4 m², formada por quatro parcelas contíguas de 1x1 m, o número máximo de espécies incluídas foi 13, com média de 5,2.

A cobertura média por parcela (1 m²) foi de 20,4%, atingindo um valor máximo de 90%. Em 23 (11,5%) amostras não foi registrada a ocorrência de nenhuma espécie herbácea terrícola e em 134 (67%) amostras foi detectada a presença de poáceas lenhosas da tribo Bambusae (taquaras).

O grupo mais importante na estrutura herbácea terrícola foi representado por 17 espécies, todas com VIE superior a 2%, totalizando 87,4% (Tabela 3). As demais espécies amostradas (s=20 / 54,1%) apresentaram baixa expressividade estrutural, representando apenas 12,6% do VIE. As que apresentaram maiores níveis de raridade aos 800 m foram *Cheilanthes regularis*, *Nidularium campo-alegrensis*, *Anemia phyllitidis*, *Aspidogyne argentea*, *Billbergia amoena*, *Cyclopogon truncatus*, *Paspalum* sp. e *Trichomanes pilosum*.

Tabela 3 Espécies registradas na amostragem do componente herbácea terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 800 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos: H - altura máxima (máxima, mínima e média); FA - frequência absoluta; CR - cobertura relativa; CM - cobertura média; VIE - valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

Espécie	H _{max} (cm)	H _{min} (cm)	H _{méd} (cm)	FA (%)	CR (%)	CM (%)	VIE (%)
1 <i>Anthurium acutum</i> N.E. Br.	88	2	35,3	32,5	17,0	3,5	16,4
2 <i>Pleurostachys distichophylla</i> (Boeck.) C.B. Clarke	230	15	79,2	16,0	8,0	1,6	7,9
3 <i>Nidularium innocentii</i> Lem.	45	13	30,1	7,5	9,6	2,0	6,6
4 <i>Selaginella macrostachya</i> (Spring) Spring	13	3	5,8	16,0	4,9	1,0	6,4
5 <i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale	140	3	57,6	8,0	8,6	1,8	6,3

Tabela 3 (Continuação)

Espécie	H_{max} (cm)	H_{min} (cm)	H_{méd} (cm)	FA (%)	CR (%)	CM (%)	VIE (%)
6 <i>Psychotria stachyoides</i> Benth.	50	9	26,2	12,0	4,6	0,9	5,2
7 <i>Nidularium procerum</i> Lindm.	68	22	49,2	6,5	6,9	1,4	5,0
8 <i>Philodendron propinquum</i> Schott	27	3	9,2	13,5	2,9	0,6	4,8
9 <i>Aechmea cylindrata</i> Lindm.	70	21	44,8	6,5	6,0	1,2	4,6
10 <i>Lindsaea ovoidea</i> Fée	48	4	21,7	11,0	3,3	0,7	4,3
11 <i>Begonia pulchella</i> Raddi	120	3	58,1	7,5	4,3	0,9	4,0
12 <i>Begonia radicans</i> Vell.	12	3	8,4	9,0	1,7	0,4	3,0
13 <i>Mikania lundiana</i> DC.	27	2	15,2	8,5	1,8	0,4	3,0
14 <i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	35	10	19,9	7,0	2,3	0,5	2,9
15 <i>Calathea</i> aff. <i>monophylla</i> (Vell.) Körn.	70	10	33,2	4,5	2,9	0,6	2,5
16 <i>Dichorisandra thyrsoflora</i> J.C. Mikan	120	11	52,1	4,5	2,9	0,6	2,5
17 <i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl.	76	13	40,9	5,0	1,6	0,3	2,0
18 <i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.	190	31	79,1	4,0	1,9	0,4	1,9
19 <i>Psilochilus modestus</i> Barb.Rodr.	30	8	18,7	6,0	0,6	0,1	1,8
20 <i>Pteris splendens</i> Kaulf.	150	52	95,5	2,0	2,2	0,5	1,6
21 <i>Anthurium loefgrenii</i> Engl.	44	11	30,0	2,5	1,3	0,3	1,3
22 <i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L.B. Sm.	22	15	19,3	2,0	1,3	0,3	1,1
23 <i>Spigelia tetraptera</i> Taub.	45	18	33,3	2,0	0,6	0,1	0,8
24 <i>Coccocypselum geophiloides</i> Wawra	5	4	4,7	1,5	0,3	0,1	0,5
25 <i>Abrodictyum rigidum</i> (Sw.) Ebihara & Dubuisson	20	11	17,0	1,5	0,2	0,04	0,5
26 <i>Philodendron loefgrenii</i> Engl.	27	4	12,7	1,5	0,2	0,04	0,5
27 <i>Pleurostachys urvillei</i> Brongn.	71	23	47,0	1,0	0,3	0,1	0,4
28 <i>Carex</i> sp.	15	14	14,5	1,0	0,3	0,1	0,4
29 <i>Cheilanthes regularis</i> Mett.	55	55	55,0	0,5	0,5	0,1	0,4
30 <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	35	16	25,5	1,0	0,2	0,0	0,3
31 <i>Nidularium campo-alegrensis</i> Leme	24	24	24,0	0,5	0,3	0,1	0,3
32 <i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	14	14	14,0	0,5	0,1	0,03	0,2
33 <i>Aspidogyne argentea</i> (Vell.) Garay	11	11	11,0	0,5	0,1	0,02	0,2
34 <i>Billbergia amoena</i> (Lodd.) Lindl.	41	41	41,0	0,5	0,1	0,02	0,2
35 <i>Cyclopogon truncatus</i> (Lindl.) Schltr.	9	9	9,0	0,5	0,05	0,01	0,1
36 <i>Paspalum</i> sp.	35	35	35,0	0,5	0,05	0,01	0,1
37 <i>Trichomanes pilosum</i> Raddi	9	9	9,0	0,5	0,02	0,01	0,1

A maioria (s=26 / 70,3%) das espécies registradas foi enquadrada como exclusivamente terrícola. As demais (s=11 / 29,7%) se caracterizaram por ocorrerem tanto como terrícolas quanto como rupícolas.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 700 m s.n.m.

A amostragem da comunidade herbácea terrícola situada na cota dos 700 m s.n.m. resultou no registro de 28 espécies pertencentes a 22 gêneros e 18 famílias. Destas, 17 espécies, 13 gêneros e 12 famílias pertencem às Angiospermas, enquanto as Pteridófitas foram representadas por 11 espécies, nove gêneros e seis famílias.

O número de espécies amostradas corresponde a 41,8% do total registrado nesta faixa de altitude durante o levantamento florístico (Capítulo 4). O índice de Shannon (H'), estimado para este piso, foi de 2,92 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,88.

O número máximo de espécies registradas em uma única parcela (1 m²) foi cinco, sendo que em média foram encontradas 1,6 espécies por amostra. Considerando uma amostra de 4 m², formada por quatro parcelas contíguas de 1x1 m, o número máximo de espécies incluídas foi nove, com média de 4,4. A cobertura média por parcela (1 m²) foi de 14,5%, atingindo um valor máximo de 54%. Em 21 (19,4%) amostras não foi registrada a ocorrência de nenhuma espécie herbácea terrícola e em 31 (28,7%) amostras foi detectada a presença de poáceas lenhosas da tribo Bambusae (taquaras).

O grupo estruturalmente mais importante foi representado por 14 espécies, todas com VIE superior a 2%, somando juntas 87,5% (Tabela 4). As 14 restantes representaram apenas 12,5% do VIE, demonstrando uma ocorrência bastante discreta. O grupo com maiores níveis de raridade aos 700 m abrangeu *Anemia phyllitidis*, *Marattia cicutifolia*, *Polybotrya cylindrica*, *Nidularium innocentii*, *Passiflora* sp. e *Pseuderanthemum riedelianum*.

Tabela 4 Espécies registradas na amostragem do componente herbáceo terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 700 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos: H - altura máxima (máxima, mínima e média); FA - frequência absoluta; CR - cobertura relativa; CM - cobertura média; VIE - valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

Espécie	Hmax (cm)	Hmin (cm)	Hmed (cm)	FA (%)	CR (%)	CM (%)	VIE (%)
1 <i>Lomagramma guianensis</i> (Aubl.) Ching	20	4	10,8	18,5	10,6	1,6	10,9
2 <i>Dichorisandra thyrsoiflora</i> J.C. Mikan	130	9	49,0	12,0	9,9	1,5	8,6
3 <i>Pleurostachys urvillei</i> Brongn.	49	10	26,9	13,0	8,9	1,3	8,4
4 <i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	30	10	21,3	13,0	8,4	1,3	8,2
5 <i>Spigelia dusenii</i> L.B. Sm.	56	12	34,0	11,1	9,3	1,4	8,0
6 Indeterminada 4	30	6	15,8	17,6	4,4	0,7	7,6
7 <i>Philodendron propinquum</i> Schott	16	4	8,4	15,7	3,9	0,6	6,7
8 <i>Pteris splendens</i> Kaulf.	40	4	18,3	11,1	5,4	0,8	6,1
9 <i>Stigmatopteris heterocarpa</i> (Fée) Rosenst.	65	20	37,1	6,5	8,1	1,2	6,0
10 <i>Calathea</i> aff. <i>monophylla</i> (Vell.) Körn.	80	8	40,0	5,6	6,6	1,0	5,0
11 <i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J. Sm.	33	8	27,2	5,6	4,0	0,6	3,7
12 <i>Danaea elliptica</i> Sm.	42	26	32,5	3,7	4,2	0,6	3,2
13 <i>Lindsaea</i> cf. <i>lancea</i> (L.) Bedd.	50	15	34,4	4,6	3,3	0,5	3,1
14 <i>Mikania lundiana</i> DC.	30	18	23,3	3,7	1,9	0,3	2,1
15 <i>Lindsaea bifida</i> (Kaulf.) Mett. ex Kuhn	22	12	18,0	2,8	1,5	0,2	1,6
16 <i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl.	90	10	38,0	2,8	1,1	0,2	1,4
17 <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	22	8	15,0	2,8	0,9	0,1	1,3
18 <i>Dorstenia carautae</i> C.C. Berg	28	20	24,0	1,9	1,3	0,2	1,2
19 <i>Pleurostachys gaudichaudii</i> Brongn.	25	12	18,5	1,9	1,0	0,1	1,1
20 Indeterminada 2	14	12	13,0	1,9	0,9	0,1	1,0
21 <i>Lindsaea ovoidea</i> Fée	40	30	35,0	1,9	0,7	0,1	0,9
22 <i>Begonia radicans</i> Vell.	9	5	7,0	1,9	0,6	0,1	0,8
23 <i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	50	50	50,0	0,9	1,0	0,1	0,8
24 <i>Marattia cicutifolia</i> Kaulf.	220	220	220,0	0,9	0,6	0,1	0,6
25 <i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	16	16	16,0	0,9	0,4	0,1	0,5
26 <i>Nidularium innocentii</i> Lem.	25	25	25,0	0,9	0,4	0,1	0,5
27 <i>Passiflora</i> sp.	8	8	8,0	0,9	0,3	0,05	0,4
28 <i>Pseuderanthemum riedelianum</i> Nees	20	20	20,0	0,9	0,3	0,04	0,4

A grande maioria (s=25 / 89,3%) das espécies registradas foi enquadrada como exclusivamente terrícola. Apenas três (10,7%) espécies se caracterizaram por ocorrerem tanto como terrícolas quanto como rupícolas.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 500 m s.n.m.

Aos 500 m s.n.m. foram registradas 52 espécies pertencentes a 41 gêneros e 29 famílias. Destas, 35 espécies, 26 gêneros e 19 famílias pertencem às Angiospermas, enquanto as Pteridófitas foram representadas por 17 espécies, 15 gêneros e 10 famílias. O montante de espécies amostradas corresponde a 59,1% do total registrado nesta faixa de altitude durante o levantamento florístico (Capítulo 4). O índice de Shannon (H'), estimado para este piso, foi de 3,11 nats.ind⁻¹ e a equidade (J') foi de 0,79.

O número máximo de espécies registradas em uma única parcela (1 m²) foi seis, sendo que em média foram encontradas 2,7 espécies por amostra. Considerando uma amostra de 4 m², formada por quatro parcelas contíguas de 1x1 m, o número máximo de espécies incluídas foi 13, com média de 6,5.

A cobertura média por parcela (1 m²) foi de 43,7%, atingindo um valor máximo de 171%, resultado da sobreposição de indivíduos com alturas distintas. Em apenas oito (3,8%) amostras não foi registrada a ocorrência de nenhuma espécie herbácea terrícola e em 18 (8,7%) amostras foi detectada a presença de poáceas lenhosas da tribo Bambusae (taquaras).

O grupo estruturalmente mais importante foi representado por 13 espécies, todas com VIE superior a 2%, somando juntas 78,5% (Tabela 5). As espécies de menor expressividade estrutural predominaram em número, considerando que 75% (s=39) das espécies representaram apenas 21,5% do VIE. Dentre estas, *Heliconia farinosa*, *Justicia carnea*, *Calathea communis*, *Aphelandra liboniana*, *Nidularium amazonicum*, *Diplazium plantaginifolium*, *Noisettia orchidiflora*, *Lindsaea cf. lancea*, *Abrodictyum rigidum*, *Carex sp.*, *Mikania lundiana* e *Coccocypselum condalia*, foram as espécies com ocorrência mais rara, tendo sido registradas somente em até 0,5% das amostras.

Tabela 5 Espécies registradas na amostragem do componente herbáceo terrícola em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, aos 500 m s.n.m. na Serra da Prata, Morretes, PR, e seus respectivos parâmetros ecológicos: H - altura máxima (máxima, mínima e média); FA - frequência absoluta; CR - cobertura relativa; CM - cobertura média; VIE - valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

	Espécie	H_{max} (cm)	H_{min} (cm)	H_{méd} (cm)	FA (%)	CR (%)	CM (%)	VIE (%)
1	<i>Philodendron propinquum</i> Schott	37	3	20,6	51,4	16,7	7,3	17,8
2	<i>Stigmatopteris heterocarpa</i> (Fée) Rosenst.	120	12	64,2	31,3	21,2	9,3	16,3
3	<i>Dichorisandra thyrsoiflora</i> J.C. Mikan	170	10	82,6	15,9	6,8	3,0	6,3
4	<i>Calathea aff. monophylla</i> (Vell.) Körn.	85	26	54,0	11,5	6,4	2,8	5,3
5	<i>Lomagramma guianensis</i> (Aubl.) Ching	31	4	12,8	21,6	2,7	1,2	5,3
6	<i>Dennstaedtia dissecta</i> (Sw.) T. Moore	80	11	42,5	10,1	5,9	2,6	4,8

Tabela 5 (Continuação)

	Espécie	Hmax (cm)	Hmin (cm)	Hméd (cm)	FA (%)	CR (%)	CM (%)	VIE (%)
7	<i>Pteris decurrens</i> C. Presl	70	8	33,3	13,0	4,1	1,8	4,4
8	<i>Monstera adansonii</i> Schott	25	6	13,4	15,4	3,1	1,4	4,4
9	<i>Calathea</i> sp.	51	7	25,3	12,0	3,2	1,4	3,8
10	<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J. Sm.	39	8	24,3	9,1	2,3	1,0	2,8
11	<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	90	4	27,5	6,3	2,7	1,2	2,5
12	<i>Saccoloma inaequale</i> (Kunze) Mett.	120	60	98,1	3,8	3,2	1,4	2,3
13	<i>Adiantum abscissum</i> Schrad.	90	12	39,8	6,3	2,3	1,0	2,3
14	<i>Stigmatopteris caudata</i> (Raddi) C. Chr.	100	19	70,6	3,4	2,4	1,1	1,8
15	<i>Begonia bidentata</i> Raddi	130	5	46,6	4,3	1,9	0,8	1,7
16	<i>Megalastrum connexum</i> (Kaulf.) A.R. Sm. & R.C. Moran	95	45	71,9	3,8	2,0	0,9	1,7
17	<i>Thelypteris paranaensis</i> Salino	130	37	80,1	3,4	2,1	0,9	1,7
18	<i>Spigelia dusenii</i> L.B. Sm.	53	8	26,2	5,3	0,7	0,3	1,3
19	<i>Begonia radicans</i> Vell.	12	4	7,6	4,3	0,5	0,2	1,0
20	<i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale	123	70	94,3	1,4	1,5	0,6	1,0
21	<i>Olyra glaberrima</i> Raddi	130	28	69,6	2,4	1,0	0,4	0,9
22	<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadruz & Mayo	28	7	18,1	3,4	0,6	0,3	0,9
23	<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl.	150	20	76,2	2,9	0,7	0,3	0,9
24	<i>Parodiolyra micrantha</i> (Kunth) Davidse & Zuloaga	35	16	24,2	2,9	0,4	0,2	0,7
25	<i>Renealmia petasites</i> Gagnep.	220	105	162,5	1,0	0,9	0,4	0,6
26	<i>Pseuderanthemum riedelianum</i> Nees	50	7	29,8	2,4	0,3	0,1	0,6
27	<i>Dioscorea piperifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	12	7	10,0	1,9	0,5	0,2	0,6
28	Indeterminada 1	30	12	25,0	1,9	0,4	0,2	0,5
29	<i>Bertolonia mosenii</i> Cogn.	12	9	11,2	2,4	0,2	0,1	0,5
30	<i>Heteropsis rigidifolia</i> Engl.	20	15	17,6	1,4	0,3	0,1	0,4
31	Indeterminada 4	30	20	24,3	1,4	0,1	0,1	0,3
32	<i>Diplazium cristatum</i> (Desr.) Alston	50	26	38,0	1,0	0,3	0,1	0,3
33	<i>Dorstenia carautae</i> C.C. Berg	32	20	26,0	1,0	0,3	0,1	0,3
34	<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	16	12	13,3	1,4	0,1	0,05	0,3
35	<i>Heliconia farinosa</i> Raddi	140	140	140,0	0,5	0,4	0,2	0,3
36	<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	40	34	37,0	1,0	0,3	0,1	0,3
37	<i>Smilax</i> sp.	10	10	10,0	1,0	0,2	0,1	0,3
38	<i>Danaea elliptica</i> Sm.	19	5	12,0	1,0	0,1	0,04	0,2
39	<i>Pleurostachys urvillei</i> Brongn.	20	19	19,5	1,0	0,1	0,03	0,2
40	<i>Justicia carnea</i> Lindl.	160	160	160,0	0,5	0,2	0,1	0,2
41	<i>Calathea communis</i> Wand. & S. Vieira	80	80	80,0	0,5	0,2	0,1	0,2
42	<i>Aphelandra liboniana</i> Linden ex Hook. f.	140	140	140,0	0,5	0,1	0,1	0,2
43	<i>Nidularium amazonicum</i> (Baker) Lindm. & E. Morren	40	40	40,0	0,5	0,1	0,1	0,2
44	<i>Diplazium plantaginifolium</i> (L.) Urb.	38	38	38,0	0,5	0,1	0,05	0,1
45	Indeterminada 3	45	45	45,0	0,5	0,1	0,04	0,1
46	Indeterminada 2	18	18	18,0	0,5	0,1	0,03	0,1
47	<i>Noisetia orchidiflora</i> (Rudge) Gingins	32	32	32,0	0,5	0,1	0,02	0,1
48	<i>Lindsaea</i> cf. <i>lancea</i> (L.) Bedd.	10	10	10,0	0,5	0,04	0,02	0,1
49	<i>Abrodictyum rigidum</i> (Sw.) Ebiara & Dubuisson	12	12	12,0	0,5	0,03	0,01	0,1
50	<i>Carex</i> sp.	13	13	13,0	0,5	0,03	0,01	0,1
51	<i>Mikania lundiana</i> DC.	15	15	15,0	0,5	0,03	0,01	0,1
52	<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.	12	12	12,0	0,5	0,02	0,01	0,1

Seguindo a mesma tendência verificada aos 700 m, a grande maioria (s=49 / 94,2%) das espécies registradas foi enquadrada como exclusivamente terrícola. Outras três (5,8%) ocorreram tanto como terrícolas quanto como rupícolas.

DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA

A grande maioria das espécies apresentou valores de frequência muito baixos, mesmo quando consideradas unidades amostrais maiores (Figura 2). Este aspecto denota a elevada heterogeneidade florística desta sinúcia na encosta estudada.

Philodendron propinquum foi a espécie mais frequente, tendo ocorrido em 46,7% das parcelas de 4 m² e em 71,7% das amostras de 16 m². Destacam-se ainda *Lastreopsis amplissima* (31,1% - 4 m²; 43,5% - 16 m²) e *Anthurium acutum* (25% - 4 m²; 45,7% - 16 m²). Todas as demais espécies apresentaram frequências menores que 40% mesmo nas parcelas de 16 m², com largo predomínio na classe 0-19,9%.

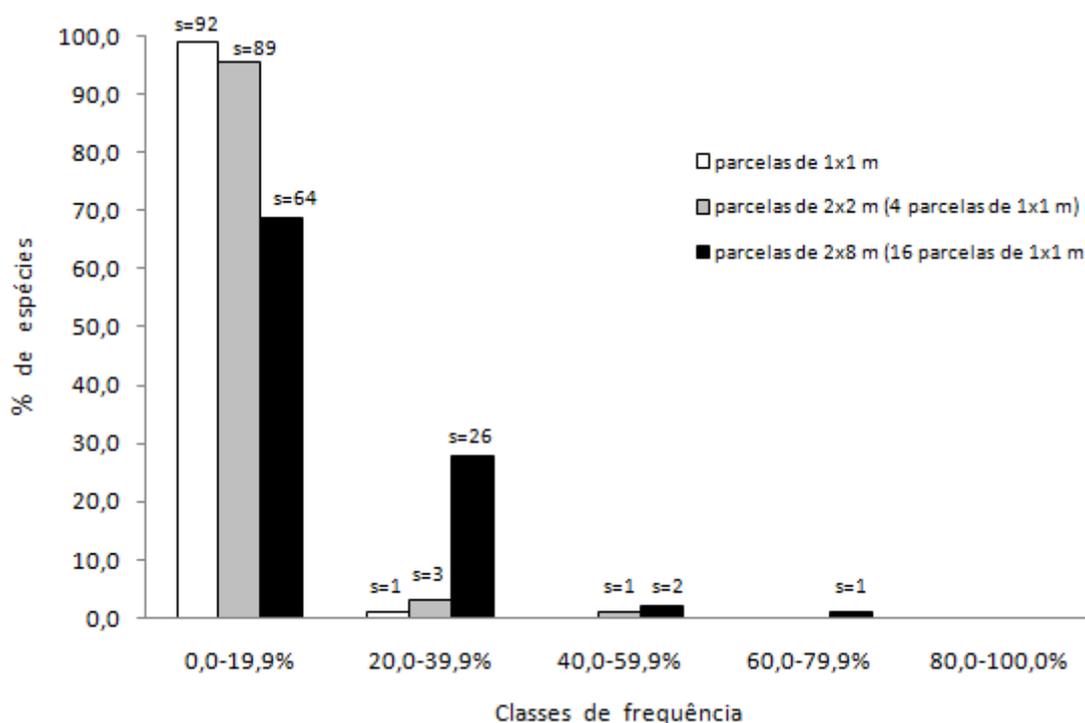


Figura 2 Distribuição da porcentagem de espécies herbáceas por classes de frequência, comparando-se unidades amostrais de três dimensões, para comunidades quantificadas em quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa entre 500 e 1.100 m na Serra da Prata, Morretes, PR.

Na tabela 6 são apresentados os parâmetros ecológicos resultantes de uma análise fitossociológica considerando todas as amostras instaladas ao longo da encosta, o que permitiu uma visão abrangente do comportamento das principais espécies num espaço geográfico mais amplo, incluindo a verificação da frequência por piso altitudinal.

Tabela 6 Herbáceas terrícolas de maior importância estrutural em Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Parâmetros ecológicos oriundos de amostragem aos 500, 700, 800 e 1.100 m: FA - frequência absoluta nas amostras; FP - frequência absoluta nos pisos altitudinais; CR - cobertura relativa; CM - cobertura média; VIE - valor de importância ecológica, em ordenação decrescente.

Espécie	FA (%)	FP (%)	CR (%)	CM (%)	VIE (%)
1 <i>Philodendron propinquum</i> Schott	24,7	100	10,0	2,5	10,8
2 <i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale	16,9	75	11,5	2,9	9,7
3 <i>Stigmatopteris heterocarpa</i> (Fée) Rosenst.	10,1	50	11,4	2,9	8,1
4 <i>Anthurium acutum</i> N.E. Br.	11,0	50	4,4	1,1	4,8
5 <i>Dichorisandra thyrsoiflora</i> J.C. Mikan	7,7	75	5,0	1,2	4,3
6 <i>Calathea</i> aff. <i>monophylla</i> (Vell.) Körn.	5,4	75	4,5	1,1	3,5
7 <i>Pleurostachys distichophylla</i> (Boeck.) C.B. Clarke	8,4	50	2,9	0,7	3,4
8 <i>Lomagramma guianensis</i> (Aubl.) Ching	9,1	50	2,3	0,6	3,3
9 <i>Nidularium innocentii</i> Lem.	3,6	75	3,1	0,8	2,4
10 <i>Begonia pulchella</i> Raddi	5,3	50	1,9	0,5	2,2
11 <i>Dennstaedtia dissecta</i> (Sw.) T. Moore	2,9	25	3,0	0,8	2,2
12 <i>Selaginella macrostachya</i> (Spring) Spring	6,6	50	1,2	0,3	2,1
13 <i>Pteris decurrens</i> C. Presl	3,8	25	2,1	0,5	1,9
14 <i>Monstera adansonii</i> Schott	4,5	25	1,6	0,4	1,8
15 <i>Aechmea cylindrata</i> Lindm.	3,1	50	2,2	0,6	1,8
16 <i>Begonia paleata</i> Schott ex A. DC.	4,5	25	1,3	0,3	1,7
17 <i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G. Don	4,3	75	1,3	0,3	1,7
18 <i>Calathea</i> sp.	3,5	25	1,6	0,4	1,6
19 <i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J. Sm.	3,5	50	1,5	0,4	1,6
20 <i>Carex</i> sp.	5,0	75	0,6	0,2	1,5
Subtotal	-	-	73,5	-	70,5
Demais 3 spp. com FP=100%	-	-	2,3	-	2,9
Demais 5 spp. com FP= 75%	-	-	2,4	-	4,1
Demais 16 spp. com FP= 50%	-	-	8,7	-	10,1
Demais 49 spp. com FP= 25%	-	-	13,1	-	12,4

A figura 3 apresenta a curva espécies-área construída com base no número acumulado de espécies por área amostrada para todas as quatro altitudes. O sentido definido para a elaboração da curva foi da cota mais elevada (1.100 m) para a mais baixa (500 m), das comunidades menos diversas para as mais diversas.

Foram identificadas três sequências mais destacadas de ascensão íngreme. A primeira, e mais expressiva, ocorreu nos primeiros 64 m² de amostragem aos 1.100 m, com os quais se abrangeu um 23,7% da riqueza total (s=22).

A segunda, mais discreta, ocorreu com os primeiros 64 m² amostrados na cota 700 m, que abrangeram 12 (12,9%) espécies novas.

A terceira ascensão íngreme baseia-se nas 18 (19,4%) novas espécies registradas nos primeiros 80 m² amostrados aos 500 m de altitude. Todos os trechos íngremes foram seguidos segmentos de tendência mais horizontal.

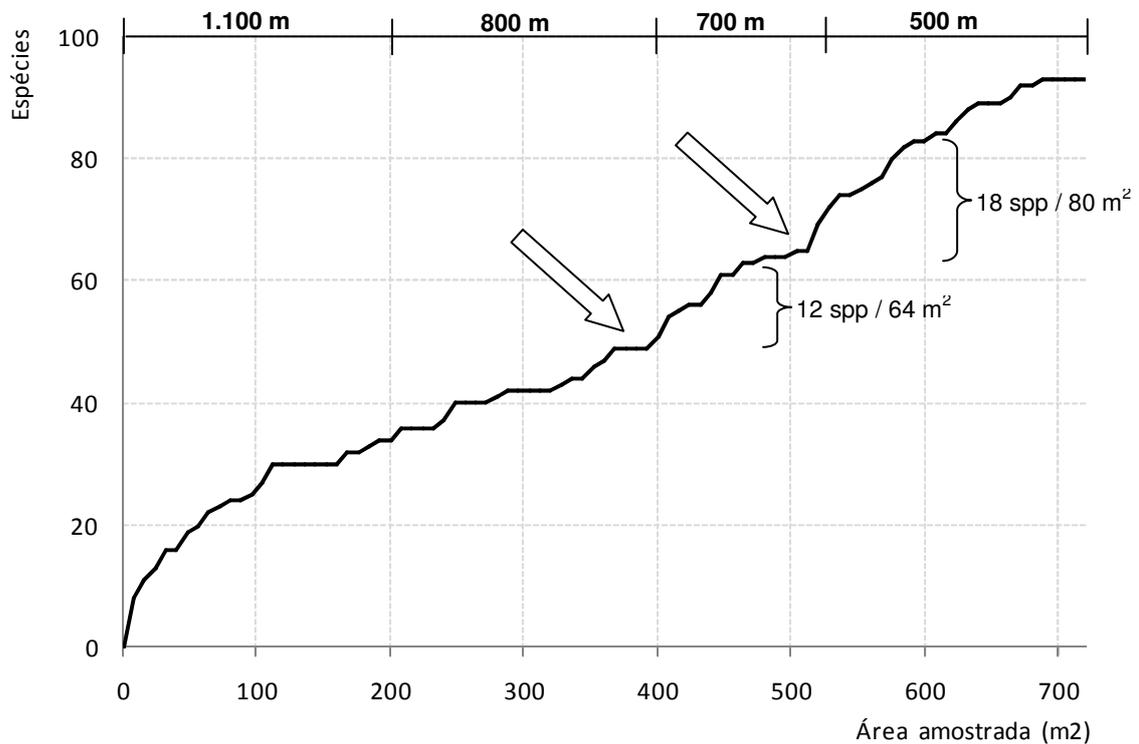


Figura 3 Curva espécies-área construída no sentido da redução altitudinal (1.100 → 500 m), considerando espécies herbáceas terrícolas quantificadas em quatro níveis altitudinais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. As setas indicam modificação florística representada por trechos íngremes da curva.

A figura 4 também revela a existência de dissimilaridades florísticas, concentradas nas cotas intermediárias, especialmente quando considerado o VIE das principais espécies. Isto indica uma situação de transição, intensificada nos pisos onde existem mais espécies com restrição de ocorrência altitudinal.

Aos 800 m, o grupo de espécies que não ocorreu abaixo desta cota apresentou relevância estrutural (VIE) mais de duas vezes superior à apresentada pelo grupo que não ocorreu acima.

Por outro lado, aos 700 m, predomina estruturalmente o grupo de espécies com restrição de ocorrência acima desta cota, com VIE quatro vezes maior do que o do grupo que não ocorreu abaixo.

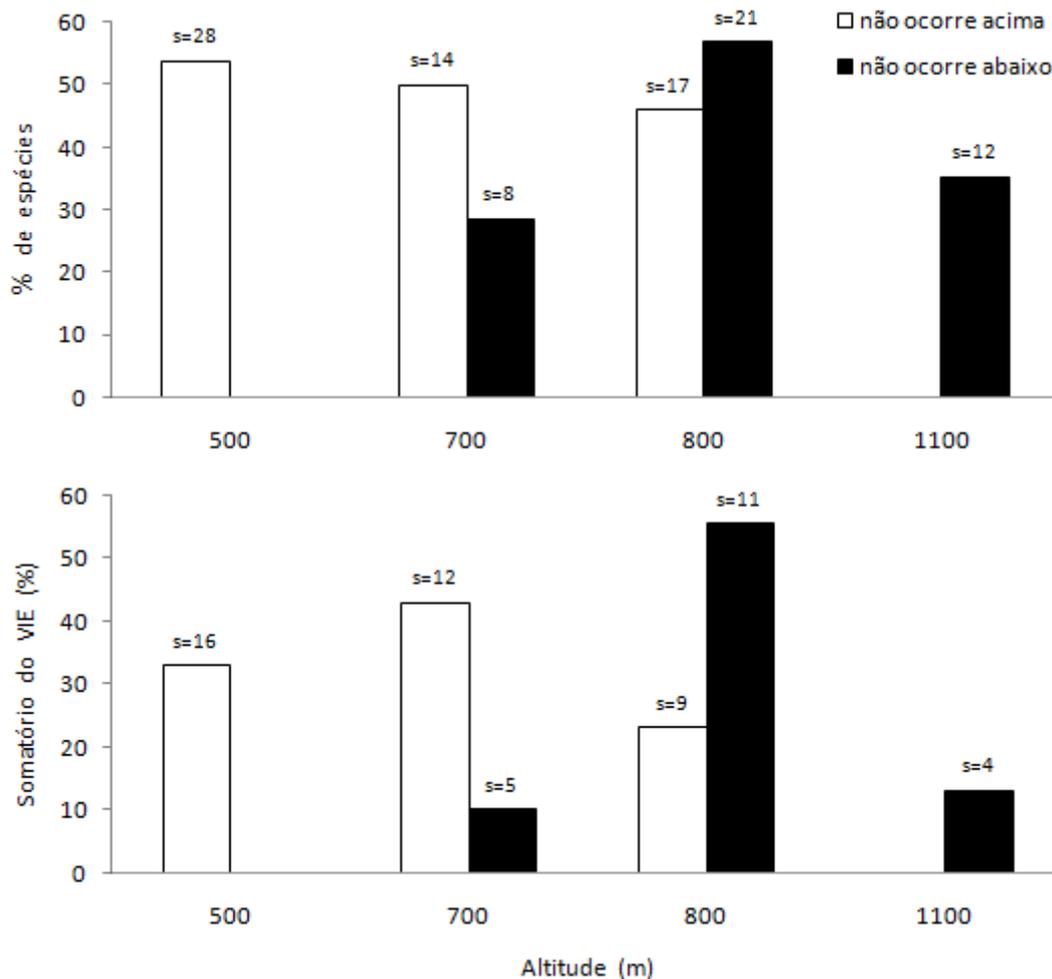


Figura 4 Representação gráfica da restrição de ocorrência altitudinal de espécies herbáceas terrícolas ao longo de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. O gráfico superior representa as quantidades de espécies que não ocorreram acima (barra vazia) ou abaixo (barra preenchida) de cada nível. No gráfico inferior apresenta-se o somatório do VIE das espécies que não ocorreram acima ou abaixo de cada nível, considerando apenas o universo de espécies que totalizaram 95% do VIE em cada altitude.

Com o objetivo de identificar distintos padrões de distribuição altitudinal das herbáceas terrícolas, além de detectar grupos florísticos distintos, construiu-se um gráfico com as curvas de distribuição das 27 espécies de maior relevância estrutural, que correspondem ao conjunto das 10 espécies de maior valor de importância ecológica de cada altitude amostrada (Figura 5). Esta ferramenta de análise foi recomendada por Whittaker (1967), dentro do contexto da análise direta de gradientes.

Dentre as referidas espécies cuja distribuição compôs o diagrama da figura 5, apenas duas ocorreram em todos os pisos altitudinais: *Philodendron propinquum* e *Pleurostachys urvillei*. A primeira apresentou tendência de redução gradual de sua importância estrutural com a elevação altitudinal, evidenciando preferências ambientais, a despeito de sua grande plasticidade. A segunda demonstrou distribuição irregular ao longo da encosta, aparentemente indiferente à variação altitudinal. Outras duas espécies,

Lastreopsis amplissima e *Carex* sp., muito provavelmente ocorrem nos quatro níveis altitudinais abordados, embora não tenham sido amostradas aos 700 m, possivelmente pela menor área amostral abrangida nesta cota. Destas, a primeira teve sua máxima expressividade estrutural (38,3%) aos 1.100 m, sofrendo gradativas reduções no VIE com a redução da altitude.

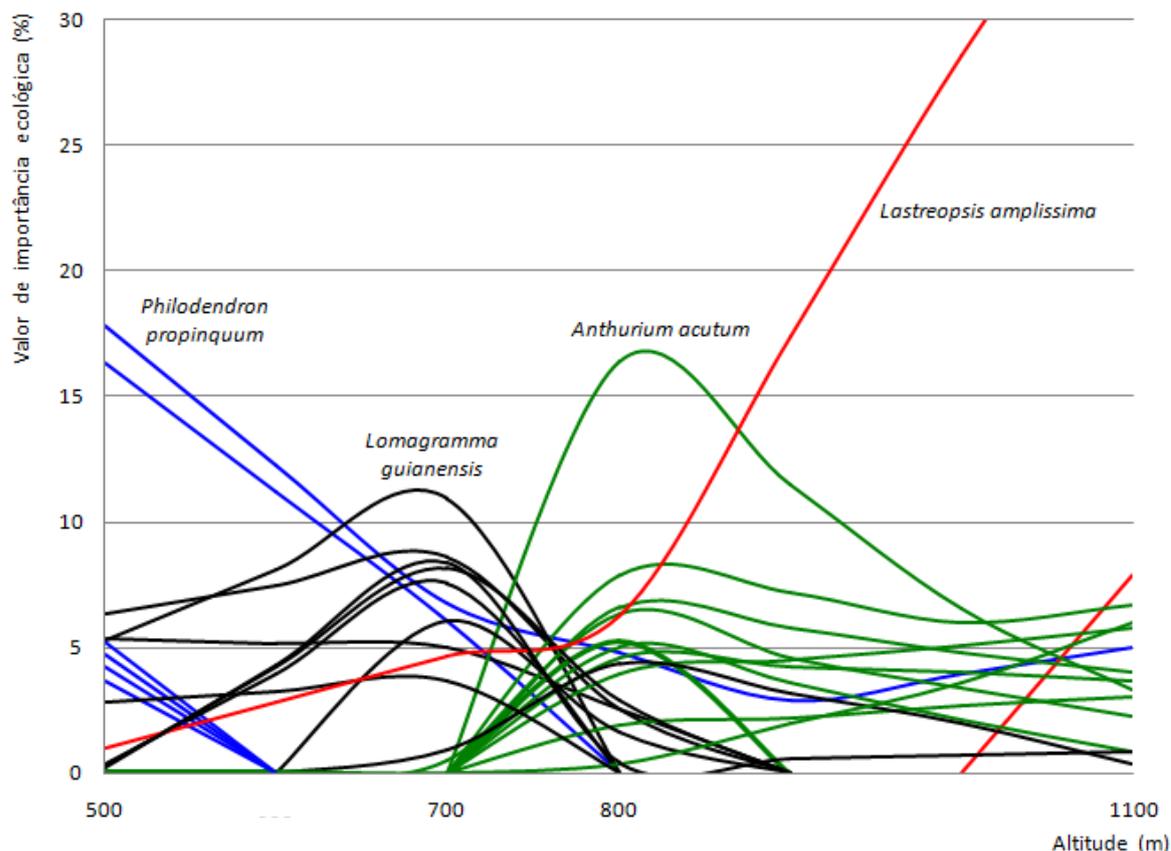


Figura 5 Distribuição altitudinal das 27 espécies que constituem o grupo das 10 com maior VIE em cada nível altitudinal de um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR. Cada cor distinta das curvas representa um grupo de espécies com VIE máximo em cada altitude (azul - 500 m; preto - 700 m, verde - 800 m, vermelho - 1.100 m). As espécies de maior importância estão referenciadas junto às curvas.

As espécies que não foram registradas em todos os níveis altitudinais amostrados são relevantes no sentido de apontar limites altitudinais de associações florísticas ao longo da encosta, pela sua maior tendência a apresentar preferências ambientais.

A cota dos 800 m se destacou por representar o limite de ocorrência de 10 das 27 espécies de maior importância estrutural na encosta. Destas, sete não ocorreram abaixo (*Anthurium acutum*, *Pleurostachys distichophylla*, *Selaginella macrostachya*, *Nidularium procerum*, *Aechmea cylindrata*, *Begonia pulchella* e *Piper xylosteoides*) e três não ocorreram acima (*Dichorisandra thyrsiflora*, *Calathea* aff. *monophylla* e *Anthurium pentaphyllum*). *Begonia paleata* não foi encontrada abaixo dos 1.100 m. Outras duas espécies, *Psychotria stachyoides* e *Pteris splendens*, ocorreram exclusivamente nas cotas intermediárias (700 e 800 m).

Dentre as espécies que se limitam aos pisos mais baixos, não ocorrendo acima dos 500 ou 700 m, merecem menção *Monstera adansonii* e *Calathea* sp., além de cinco pteridófitas: *Stigmatopteris heterocarpa*, *Lomagramma guianensis*, *Dennstaedtia dissecta*, *Pteris decurrens* e *Salpichlaena volubilis*.

A tabela 8 foi construída de forma a condensar os principais fatores ambientais e as variáveis das comunidades herbáceas terrícolas para cada piso altitudinal amostrado. Com base nestas informações foram realizadas análises visando um melhor entendimento da distribuição das herbáceas terrícolas ao longo da encosta.

Todas as correlações de Pearson (Tabela 7) obtidas para pares formados por variáveis ambientais e os parâmetros cobertura e riqueza das herbáceas terrícolas foram significativas ($p < 0,05$). A altura das herbáceas não foi correlacionada significativamente com a maioria das variáveis ambientais. Considerando a escala proposta por Santos (2007), a cobertura apresentou principalmente correlações moderadas com as variáveis ambientais, enquanto que altura e riqueza demonstraram apenas correlações fracas.

Tabela 7 Correlações de Pearson entre variáveis ambientais e parâmetros (por amostra) das herbáceas terrícolas ao longo do gradiente altitudinal na Serra da Prata, Morretes, PR. Legenda: Decliv - declividade; V - saturação de bases; Dens e Hdom - densidade e altura dominante das árvores); Tmed – temperatura média; Cob, Alt e Spp - cobertura, altura e riqueza das herbáceas. Omitidas correlações não significativas ($P=95\%$).

	Decliv	V	Dens	Hdom	Tmed	Cob
Cob	-0,497	0,514	-0,336	0,518	0,461	-
Alt	-0,211	-	-	-	-	0,456
Spp	-0,294	0,296	-0,185	0,275	0,229	0,663

Tabela 8 Fatores ambientais e parâmetros ecológicos das comunidades herbáceas terrícolas de Floresta Ombrófila Densa em quatro altitudes da Serra da Prata, Morretes, PR. Legenda: Dec - declividade; Solo (Cd - Cambissolo Háplico Distrófico, n - nano, l – léptico, t - típico, RLha – Neossolo Litólico húmico alumínico; V - saturação de bases); T - temperatura; ATD - amplitude diária da temperatura; UR - umidade relativa do ar; AUrD – amplitude diária da umidade do ar; N - densidade de árvores; G - área basal; Hdom e Ddom - altura e diâmetro dominantes; Spp – espécies; Ang. – angiosperma; Pte. - pteridófito; Fam - famílias; H' - índice de Shannon; J' - equidade; VIE – soma do valor de importância das principais espécies.

Altitude (m)	Dec (%)	Solo	Variáveis Climáticas	Estrutura da Floresta	Cobertura herbácea	Altura média	Spp	Fam	H' J'	Principais Famílias	Principais Espécies	VIE (%)
1100	61	Cdn+RLha	Tméd - 15,9 °C Tmáx - 21,4 °C Tmín - 12,4 °C ATDméd: 5,7 °C* UR: 90,8 %* V: AUrDméd: 20,6%* 10% AUrDmáx: 55,3%*	N: 780 (ind/ha) Hdom: 14,7 m G: 42,0 (m ² /ha) Ddom: 45,0 cm	Média: 16,0 % Geral: 35,9 cm Máxima: 72,0 % Parcelas vazias: 13,5 %	Total: 34 Ang: 85,3% Pte: 14,7%	16	2,71 nats.ind ⁻¹ 0,77	Dryopteridaceae Begoniaceae Cyperaceae Araceae Bromeliaceae	<i>Lastreopsis amplissima</i> <i>Begonia paleata</i> <i>Pleurostachys distichophylla</i> <i>Carex</i> sp. <i>Begonia pulchella</i> <i>Philodendron propinquum</i> <i>Nidularium innocentii</i> <i>Aechmea cylindrata</i>	77,4	
800	65	Cdt	Tméd - 17,3 °C Tmáx - 22,7 °C Tmín - 13,7 °C	N: 990 (ind/ha) Hdom: 17,5 m G: 49,6 (m ² /ha) Ddom: 44,5 cm	Média: 20,4% Geral: 33,5 cm Máxima: 90,0 % Parcelas vazias: 11,5 %	Total: 37 Ang: 78,4% Pte: 21,6%	18	3,09 nats.ind ⁻¹ 0,86	Araceae Bromeliaceae Cyperaceae Begoniaceae Selaginellaceae	<i>Anthurium acutum</i> <i>Pleurostachys distichophylla</i> <i>Nidularium innocentii</i> <i>Selaginella macrostachya</i> <i>Lastreopsis amplissima</i> <i>Psychotria stachyoides</i> <i>Nidularium procerum</i> <i>Philodendron propinquum</i>	58,5	
700	79	Cdn+Cdl	Tméd - 17,7 °C Tmáx - 23,2 °C Tmín - 14,1 °C	N: 750 (ind/ha) Hdom: 17,8 m G: 48,0 (m ² /ha) Ddom: 52,8 cm	Média: 14,8 % Geral: 24,7 cm Máxima: 54,0 % Parcelas vazias: 19,4 %	Total: 28 Ang: 60,7% Pte: 39,3%	18	2,92 nats.ind ⁻¹ 0,88	Dryopteridaceae Araceae Commelinaceae Cyperaceae Loganiaceae	<i>Lomagramma guianensis</i> <i>Dichorisandra thyrsoiflora</i> <i>Pleurostachys urvillei</i> <i>Anthurium pentaphyllum</i> <i>Spigelia dusenii</i> Indeterminada 4 <i>Philodendron propinquum</i> <i>Pteris splendens</i>	64,5	
500	32	Cdt	Tméd - 18,6 °C Tmáx - 24,1 °C Tmín - 15,0 °C ATDméd: 5,5 °C* UR: 91,0 %* V: AUrDméd: 19,1%* 21% AUrDmáx: 44,5%*	N: 605 (ind/ha) Hdom: 24,3 m G: 51,4 (m ² /ha) Ddom: 59,9 cm	Média: 43,7 % Geral: 38,2 cm Máxima: 171,0 % Parcelas vazias: 3,8 %	Total: 52 Ang: 67,3% Pte: 32,7%	19	3,11 nats.ind ⁻¹ 0,79	Dryopteridaceae Araceae Marantaceae Commelinaceae Pteridaceae	<i>Philodendron propinquum</i> <i>Stigmatopteris heterocarpa</i> <i>Dichorisandra thyrsoiflora</i> <i>Calathea</i> aff. <i>monophylla</i> <i>Lomagramma guianensis</i> <i>Dennstaedtia dissecta</i> <i>Pteris decurrens</i> <i>Monstera adansonii</i>	64,7	

NOTA: Declividade, informações de solo e variáveis estruturais da floresta foram obtidas em estudo anterior realizado na mesma área (Blum, 2006); Valores de temperatura são estimativas baseadas em médias de registros realizados entre 1966 e 2008 na Estação Meteorológica de Morretes do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (60 m s.n.m.), utilizando índice de variação altitudinal obtido no presente estudo; * valores de umidade relativa do ar (UR) e de amplitudes (T e Ur) são médias obtidas do monitoramento destas variáveis ao longo de doze meses em duas estações instaladas aos 400 e 1.000 m s.n.m. (Capítulo 1).

Na figura 6, dendrograma formado a partir de parâmetros de estrutura e diversidade das comunidades herbáceo terrícolas, verifica-se a formação de dois grandes grupos. O primeiro englobou as cotas 700, 800 e 1.100 m, enquanto que o segundo é formado apenas pela cota 500 m. Ainda dentro do primeiro grupo percebe-se um subgrupo formado por pisos muito semelhantes (800 e 1.100 m).

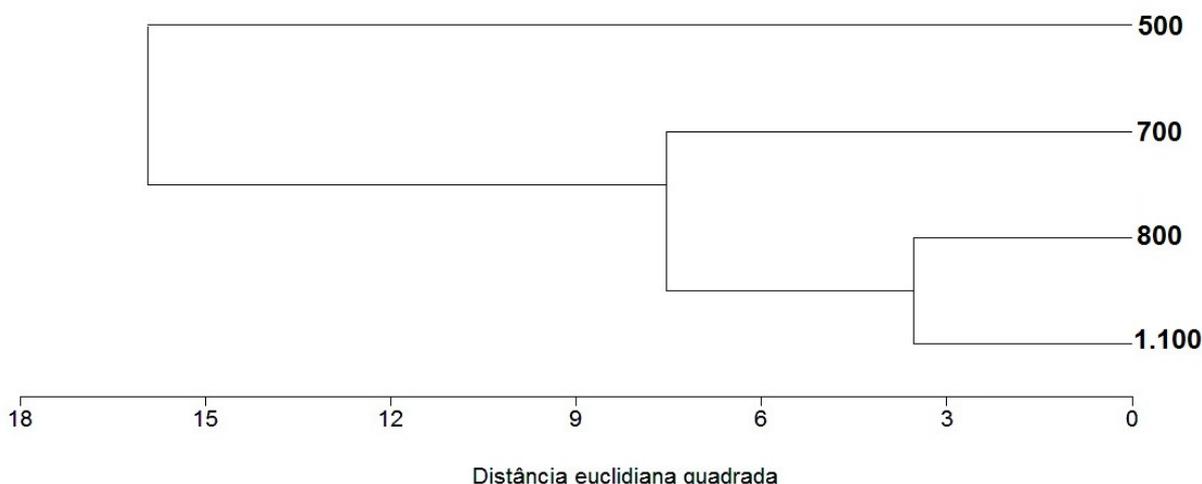


Figura 6 Dendrograma formado a partir de parâmetros estruturais e de diversidade (cobertura média; altura média; % de parcelas vazias; riqueza de espécies nas primeiras 108 parcelas de cada altitude; % de angiospermas e % de pteridófitas; índice de Shannon) das comunidades herbáceo terrícolas amostradas em cada piso altitudinal. Construído pelo método de Ward (Mínima Variância), variáveis normalizadas pelo método Z-Score.

Visando avaliar a existência de diferenças significativas entre as comunidades herbáceo terrícolas de cada nível altitudinal estudado, procedeu-se com análises de variância (ANOVA) para os parâmetros riqueza, cobertura e altura média por amostra. Todas as variáveis demonstraram diferença significativa ao nível de 95% de confiança na comparação entre os níveis. Com base no teste de Duncan verificou-se que a comunidade da cota 500 m apresentou médias de riqueza e cobertura significativamente diferentes das demais altitudes ($P = 95\%$). Por sua vez, a média de altura da comunidade herbáceo terrícola da cota 700 m se diferenciou significativamente das médias registradas nos demais pisos altitudinais.

Quando considerada a importância estrutural (VIE) das espécies de cada nível altitudinal verifica-se que as comunidades das cotas 500 e 700 formam um par de razoável semelhança (Figura 7). A comunidade dos 800 m, ainda que mais diferenciada, apresentou semelhança a ponto de formar um grupo com o par de cotas mais baixas. Por fim, no que se refere à partição da importância ecológica das espécies, a composição amostrada aos 1.100 m mostrou-se muito diferente das demais, formando grupo isolado.

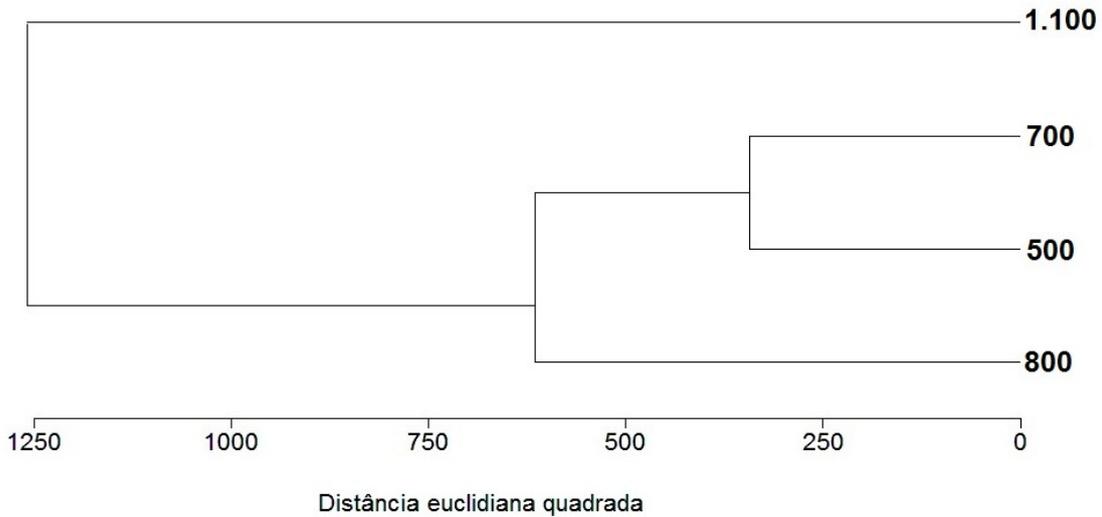


Figura 7 Dendrograma formado a partir dos valores de importância ecológica de cada espécie em cada nível altitudinal. Construído pelo método de Ward (Mínima Variância).

Quanto à similaridade florística (índice de Sørensen) (Figura 8), as comunidades herbáceas terrícolas presentes nas cotas 800 e 1.100 m formaram um par razoavelmente próximo, 56,3% similar. As comunidades das cotas 500 e 700 m também apresentaram similaridade considerável, de 50% entre si. A comunidade situada aos 800 m foi 40% similar à existente aos 700 m e 27% à dos 500 m. Os menores valores de similaridade ocorrem entre a cota 1.100 e as cotas dos 700 e 500 m, respectivamente 20,6% e 22,9%.

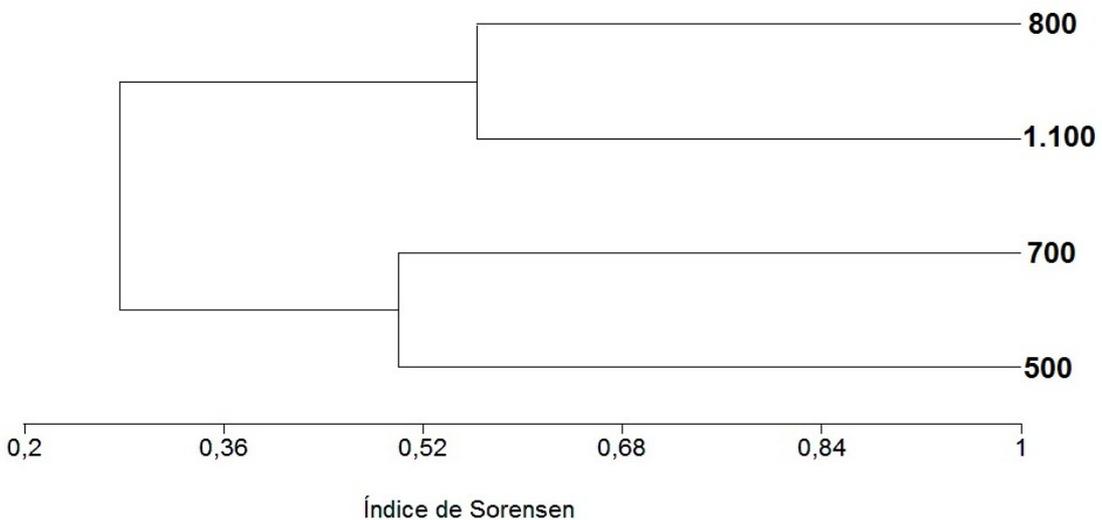


Figura 8 Dendrograma formado a partir do índice de Sørensen, ilustrando a similaridade florística entre os níveis altitudinais. Construído pelo método UPGMA.

Na análise de correspondência canônica verificou-se que as variáveis ambientais utilizadas explicaram apenas 9,1% da variabilidade. Ainda assim, como pode ser observado no diagrama de ordenação (Figura 9), estas variáveis permitiram um agrupamento razoavelmente coerente das parcelas amostrais, com tendência a separá-las de acordo com suas respectivas altitudes.

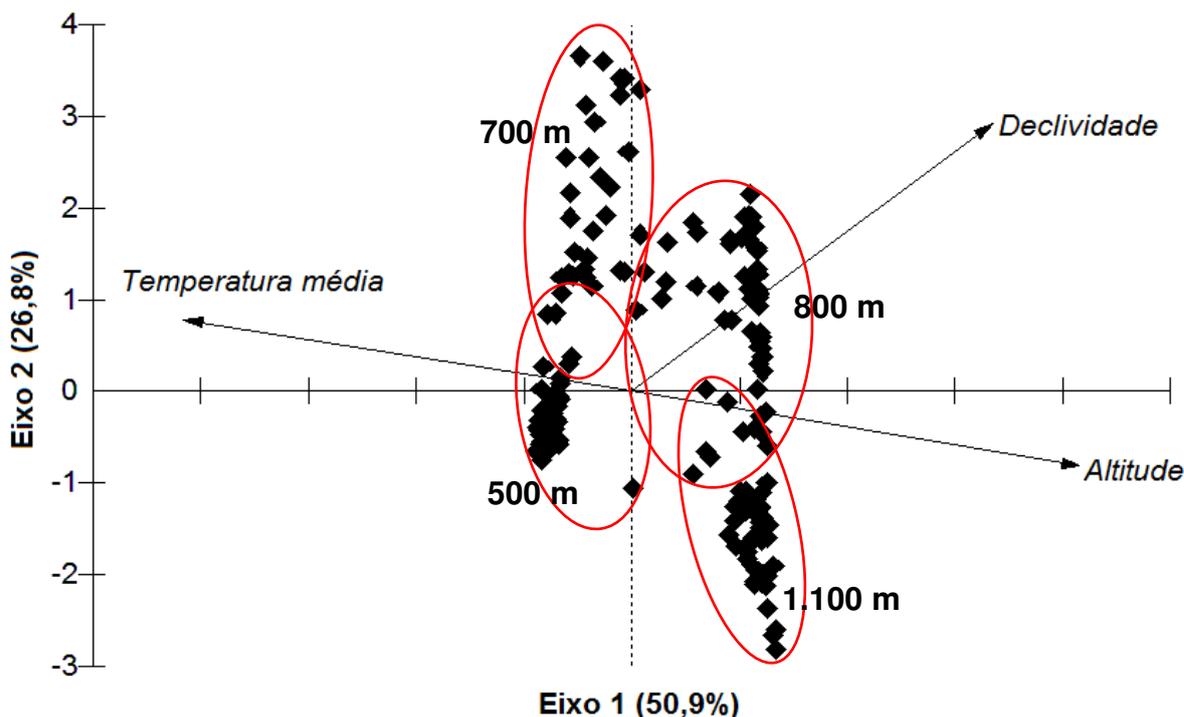


Figura 9 Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica entre as parcelas amostrais nos quatro pisos altitudinais e as variáveis ambientais. O tamanho de cada vetor corresponde à correlação entre a variável e o eixo mais paralelo a ela. Cada elipse em vermelho abrange as parcelas amostradas em uma das altitudes.

A percentagem de variância cumulativa da relação espécies-ambiente explicada para os três primeiros eixos foi 50,9% (eixo 1); 26,8% (eixo 2) e 22,2% (eixo 3). Os autovalores obtidos para os três primeiros eixos foram 0,820 (eixo 1); 0,432 (eixo 2) e 0,358 (eixo 3), sendo o último considerado baixo (ter Braak, 1995). Foi obtida alta correlação espécies-ambiente (0,966) para o primeiro eixo, sendo as correlações para o segundo e terceiro eixos também foram consideráveis, respectivamente 0,866 e 0,808. O teste de Monte Carlo resultou em correlações significativas para os três primeiros eixos ($p=0,01$).

O primeiro eixo apresentou forte associação positiva com as variáveis altitude (correlação 0,89) e declividade (correlação 0,72), sendo negativamente associado à temperatura média (correlação -0,89). A maior correlação observada com o eixo 2 foi apresentada pela declividade (0,47).

ESTRUTURA VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA

A média das alturas máximas de cada registro obtido nas quatro cotas amostradas foi 33,1 cm. Aos 1.100 m a altura máxima obtida foi 150 cm, registro de *Lastreopsis amplissima*, destacando-se também as alturas verificadas em *Begonia paleata* (140 cm) e *Piper xylosteoides* (140 cm).

Na cota dos 800 m foi *Pleurostachys distichophylla* que apresentou os dois registros de maior altura (200 e 230 cm), seguida de *P. xylosteoides* (190 cm). Na comunidade herbácea terrícola dos 700 m, apesar de haver uma tendência de alturas menores, registrou-se um indivíduo de *Marattia cicutifolia* com 220 cm, consideravelmente superior do que o segundo registro de maior altura, representado por *Dichorisandra thyrsoiflora* (130 cm). Por fim, aos 500 m verificou-se alturas máximas semelhantes às dos 700 e 800 m, apresentadas por *Renealmia petasites* (220 cm), *D. thyrsoiflora* (170 cm) e *Justicia carnea* (160 cm).

Na figura 10 são apresentados diagramas com distribuições dos percentuais de registros e das coberturas relativas por classes de altura do estrato herbáceo, para cada piso altitudinal.

Para analisar padrões na estratificação vertical do componente herbáceo terrícola foram consideradas as espécies que somaram mais de 20 registros em cada altitude. Exceção foi feita para a cota dos 700 m, da qual foram consideradas aquelas com mais de 10 registros, em virtude da menor amostragem realizada neste piso altitudinal. A cobertura relativa destas espécies mais frequentes foi distribuída em cinco classes de alturas (0-30; 31-60; 61-90; 91-120; >121 cm) com o objetivo de verificar tendências de concentração da cobertura em determinados estratos verticais.

Aos 1.100 m, dentre as seis espécies de maior frequência, *Carex* sp. e *Philodendron propinquum* se apresentaram exclusivamente na classe de menor altura (até 30 cm). *Pleurostachys distichophylla* e *Begonia pulchella* concentraram cerca de 50% de sua cobertura relativa na classe de 31 a 60 cm, apresentando respectivamente 23 e 32% na classe 0-30cm. *Begonia paleata* demonstrou padrão similar, com 40% da cobertura vinculada a registros entre 31 e 60 cm, e 26% referente a registros de até 30 cm. Com alturas maiores, *Lastreopsis amplissima* distribuiu sua cobertura predominante (82,2%) de forma equitativa entre as classes 31-60, 61-90 e 91-120 cm.

No piso altitudinal dos 800 m, dentre as seis espécies que apresentaram mais de 20 registros, duas ocorreram exclusivamente na classe de até 30 cm, *Selaginella macrostachya* e *Philodendron propinquum*. A classe de 31 a 60 cm foi preferencial para *Anthurium acutum* (70%), *Psychotria stachyoides* (54%) e *Lindsaea ovoidea* (63%), sendo que esta última também apresentou razoável cobertura (37%) na classe 0-30 cm. Demonstrando ser representada por agrupamentos de porte considerável nesta cota, *Pleurostachys distichophylla* concentrou 35% da cobertura em alturas entre 91 e 120 cm, e outros 30% em alturas superiores a 121 cm.

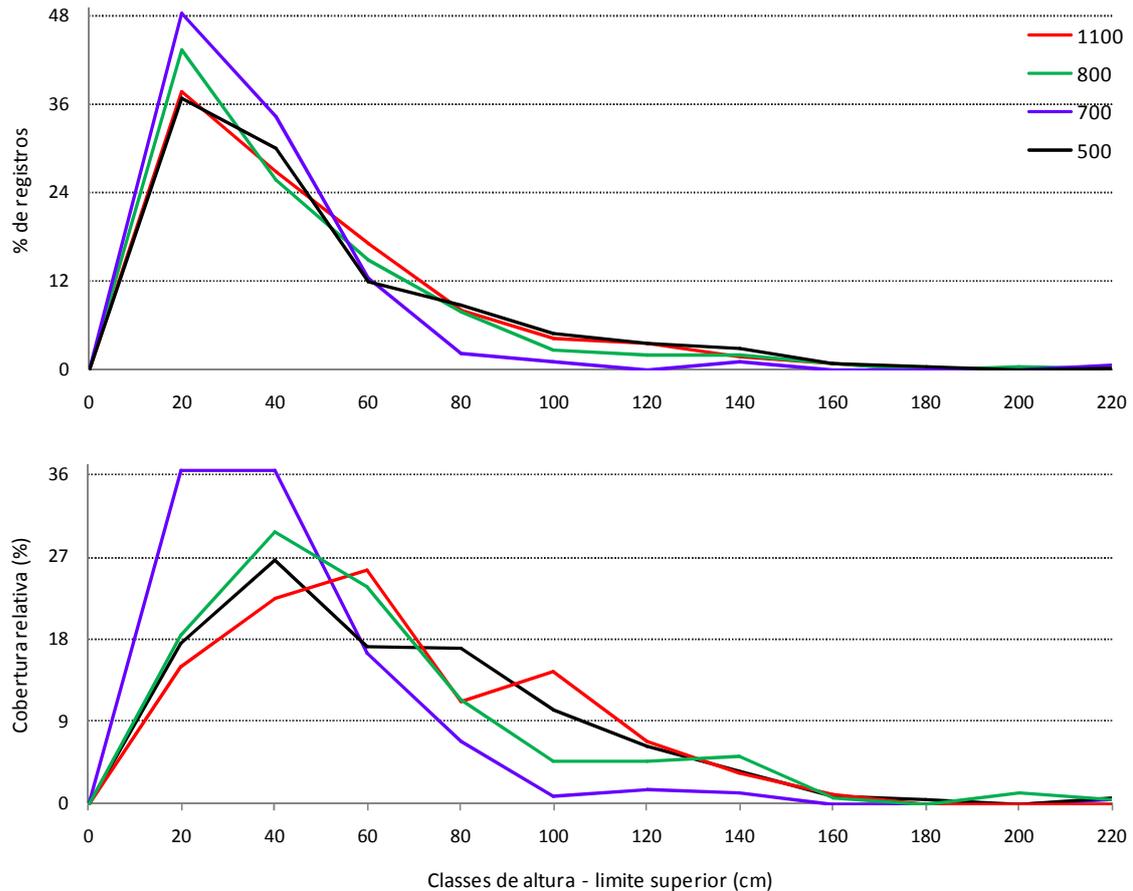


Figura 10 Distribuição do percentual de registros (acima) e da cobertura relativa (abaixo) das herbáceas terrícolas por classes de altura para cada piso altitudinal (vermelho – 1.100 m s.n.m., verde – 800 m s.n.m., azul – 700 m s.n.m., preto – 500 m s.n.m.) avaliado na Serra da Prata, Morretes, PR.

Das oito espécies com mais de 10 registros aos 700 m, três apresentaram alturas de até 30 cm: *Lomagramma guianensis*, *Anthurium pentaphyllum* e *Philodendron propinquum*. Apesar de não ser exclusiva, *Pteris splendens* também demonstrou predominância (71,3%) na classe 0-30 cm. *Spigelia dusenii* concentrou sua cobertura (73,6%) nos registros de 31 a 60 cm, enquanto *Pleurostachys urvillei* distribuiu-se de forma equitativa nas duas classes de menor altura. Por fim, *Dichorisandra thyrsoiflora* foi a única a apresentar registros nas três classes de maior altura, concentrando 49,1% da cobertura entre 31 e 90 cm, e 28,3% em acima dos 91 cm.

Na cota dos 500 m, das nove espécies com mais de 20 registros, apenas *Monstera adansonii* foi exclusiva da classe de até 30 cm de altura. Apesar de não exclusivas, *Lomagramma guianensis* (99%), *Philodendron propinquum* (70%) e *Calathea* sp. (61%) também mantiveram sua cobertura predominantemente na classe de menor altura. *Dennstaedtia dissecta* e *Pteris decurrens* foram mais bem representadas com alturas entre 31 e 60 cm, respectivamente com 70 e 58% de suas coberturas relativas.

Dominando os estratos intermediários, *Stigmatopteris heterocarpa* e *Calathea aff. monophylla* concentraram 80 e 90% de sua cobertura entre 31 e 90 cm. A exemplo do que ocorreu aos 700 m, *Dichorisandra thyrsoiflora* foi também a espécie com as alturas mais expressivas em termos de representatividade da cobertura, com 74,1% em altura superiores a 91 cm.

DISCUSSÃO

Dentre os trabalhos que contemplaram a estrutura da sinúsia herbácea terrícola no Brasil, o presente estudo se destaca por ter registrado uma das maiores riquezas já alcançadas (Tabela 9), o que se deve principalmente ao fato de ter abrangido duas formações distintas de Floresta Ombrófila Densa.

Tabela 9 Diversidade registrada em estudos quantitativos de herbáceas terrícolas no Brasil. Fitofisionomia: Floresta Ombrófila Densa (FOD, podendo ser s-submontana, m-montana ou tb-terras baixas); Floresta Ombrófila Mista (FOM); Floresta Estacional Semidecidual (FES), Floresta Estacional Decidual (FED), Formação Pioneira de Influência Marinha (FPIM); riqueza de espécies (Spp); índice de *Shannon* ($H' \text{ nats.ind}^{-1}$). Os dados de riqueza florística foram revisados, excluindo-se espécies exóticas e não-herbáceas.

Local	Fitofis.	Área (m ²)	Spp	H'	Referência
Serra da Prata, PR	FOD.s/m	716	93	3,74	Este estudo
RF Adolpho Ducke, AM	FOD.tb	6.000	72*	-	Drucker, 2005
Ilha do Mel, PR	FOD.s	480	52	3,04**	Kozera e Rodrigues, 2005
Serra do Marumbi, PR	FOD.s	640	50	2,36**	Kozera, 2001
Amazônia Central, AM	FOD.tb	880	35	-	Costa, 2004
Canela, RS	FOM/FES	600	30	2,77**	Diesel e Siqueira, 1991
PE do Turvo, RS	FED	120	28	2,77	Inácio e Jarenkow, 2008
Rolante, RS	FES	600	28	1,19**	Diesel e Siqueira, 1991
RPPN Volta Velha, SC	FOD.tb	100	26	-	Dorneles e Negrelle, 1999
Morro Grande, RS	FPIM/FES	120	26	2,51	Müller e Waechter, 2001
E.E. Aracuri, RS	FOM	120	20	2,69	Cestaro <i>et al.</i> , 1986
Parobé, RS	FES	600	18	2,23**	Diesel e Siqueira, 1991
Três Cachoeiras, RS	FOD.tb	600	17	2,39	Citadini-Zanette, 1984
São João, RS	FOD.tb	800	14	2,28	Citadini-Zanette e Batista, 1989
PE de Itapuã, RS	FES	120	10	1,95	Palma <i>et al.</i> , 2008
Palmares do Sul, RS	FPIM	50	10	1,90	Mauhs e Barbosa, 2004

* desconsideradas as hemiepiéfitas; ** consideradas também as espécies arbustivas para o cálculo do índice

A análise em separado das duas formações amostradas também demonstrou elevados valores de riqueza, muito superiores aos verificados na maioria dos demais estudos realizados na região Sul. No patamar submontano (500 m - 208 m²) foram contabilizadas 52 espécies, enquanto que no montano (800 e 1.100 m - 400 m²) registrou-se 51. Apenas Drucker (2005), em extensa amostragem de Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Central, obteve maior riqueza de espécies. Kozera (2001) e Kozera e Rodrigues (2005), na Serra do Marumbi e na Ilha do Mel, registraram valores muito

semelhantes aos verificados nas duas formações da Serra da Prata, utilizando áreas amostrais apenas ligeiramente mais amplas. Somente o número de espécies obtido aos 700 m ($s=28$) foi mais baixo que o verificado em outras áreas da região Sul (Citadini-Zanette, 1984; Cestaro *et al.*, 1986; Citadini-Zanette e Batista, 1989; Dorneles e Negrelle, 1999; Müller e Waechter, 2001; Mauhs e Barbosa, 2004; Palma *et al.*, 2008), aspecto que se deve, em parte, à menor intensidade amostral (108 m^2) aplicada neste nível altitudinal.

A proporção do número de espécies amostradas em relação à riqueza total obtida no levantamento qualitativo (58,9%) foi muito semelhante às observadas por Müller e Waechter (2001) e Kozera (2001), respectivamente de 56,5 e 58,1%. Kozera e Rodrigues (2005) obtiveram proporção menor, de 43,7%. De qualquer modo, todas estas proporções podem ser consideradas relativamente baixas, demonstrando a existência de um grande contingente de espécies herbáceas terrícolas com ocorrência rara, de difícil detecção nas amostragens quantitativas. Este aspecto reforça a grande importância de se efetuar levantamentos quantitativos paralelamente aos qualitativos, especialmente para a sinúsia herbácea terrícola.

Considerando em conjunto a amostragem dos quatro pisos altitudinais na Serra da Prata, obteve-se o maior índice de diversidade florística já registrado para levantamentos quantitativos pontuais de herbáceas terrícolas na região Sul e, possivelmente, em todo o Brasil. Quando avaliada a diversidade em separado de cada piso altitudinal amostrado, os índices encontrados para as comunidades dos 500, 700 e 800 m (3,11, 2,92 e 3,09 nats.ind^{-1}) também sobressaíram sobre os obtidos nos demais estudos consultados. Apenas na Ilha do Mel, amostrando herbáceas e subarbustos em Floresta Ombrófila Densa Submontana, Kozera e Rodrigues (2005) registraram índice de Shannon equiparável aos encontrados no presente estudo. Aos 1.100 m, em comunidade montana de menor expressão estrutural (Blum, 2006), a diversidade encontrada foi pouco mais baixa, equivalente às registradas por Inácio e Jarenkow (2008) e Cestaro *et al.* (1986), respectivamente em florestas Estacional Decidual e Ombrófila Mista no RS.

As curvas espécies-área construídas para cada nível altitudinal demonstraram forma relativamente similar em todas as altitudes, com tendência de acentuado aumento de espécies novas nos primeiros 12 m^2 de amostragem. Em seguida, as curvas apresentaram sequências intercaladas de pequenos trechos íngremes e de estabilizações. Este desenho reflete um padrão de distribuição heterogênea das espécies herbáceas terrícolas, que tendem a formar distintas micro-associações florísticas em pequeno espaço horizontal.

As duas famílias mais importantes na composição estrutural das comunidades herbáceas terrícolas da encosta avaliada foram Araceae e Dryopteridaceae, com VIEs médios de 22,7 e 18,5%, respectivamente. Este aspecto foi também registrado para

florestas submontanas da Ilha do Mel e da Serra do Marumbi (Kozera, 2001; Kozera e Rodrigues, 2005). Nos pisos montanos, uma única espécie, *Lastreopsis amplissima*, foi responsável pelo predomínio de Dryopteridaceae nesta faixa altitudinal. Nos patamares submontanos se destacaram *Lomagramma guianensis*, *Stigmatopteris heterocarpa* e *Polybotrya cylindrica* como principais representantes da família. Com relação à Araceae, nos pisos superiores predominou *Anthurium acutum* e nos inferiores *Anthurium pentaphyllum* e *Monstera adansonii*, sendo que *Philodendron propinquum* teve ocorrência estruturalmente expressiva em todas as altitudes.

Dentre as demais famílias com maior importância, todas apresentaram expressão estrutural consideravelmente desigual ao longo da encosta, sendo que algumas demonstram clara preferência por determinadas faixas altitudinais. Cyperaceae atingiu sua máxima expressão aos 1.100 m, sendo também relevante aos 800 e 700 m, mas pouco significativa na cota dos 500 m. Bromeliaceae e Begoniaceae apresentaram maiores valores de importância nos pisos montanos, demonstrando melhores condições para desenvolvimento nestas faixas de altitude. Por outro lado, Marantaceae e Pteridaceae apresentaram nítida preferência pelos pisos submontanos, com máxima expressão aos 500 m. Commelinaceae também exibiu esta tendência, mas demonstrou maior plasticidade, com razoável representatividade aos 800 m.

Os valores de riqueza média por parcela obtidos em diferentes altitudes foram congruentes com os encontrados em outros estudos que abordaram a sinússia herbácea. Kozera (2001), com amostras de 4 m², registrou valor médio de 6,44 espécies/parcela em Floresta Ombrófila Densa Submontana, na Serra do Marumbi. Na Ilha do Mel, Kozera e Rodrigues (2005) registraram uma média mais alta, de 13 espécies por parcela. No entanto, é relevante ressaltar que ambos os estudos citados abrangeram também a sinússia de subarbustos lenhosos. Inácio e Jarenkow (2008), em Floresta Estacional Decidual, registraram uma riqueza média de 5,6 espécies herbáceas terrícolas por parcela (4 m²).

Com relação à cobertura média por parcela, destacou-se a comunidade da cota 500 m, com valor três vezes superior ao verificado na cota de menor cobertura (700 m). Nas altitudes dos 800 e 1.100 m a cobertura média também não foi muito expressiva. Adicionalmente, as três cotas superiores apresentaram considerável percentual de parcelas sem herbáceas terrícolas, destacando-se a altitude dos 700 m, onde em 19,4% das amostras não foi registrada nenhuma herbácea terrícola. Em contraposição, aos 500 m este percentual foi muito baixo, de 3,8%. Estes padrões demonstram que os pisos submontanos proporcionam condições ambientais mais favoráveis para o desenvolvimento da sinússia herbácea terrícola, que tende a manter uma cobertura maior e de distribuição mais homogênea. Em florestas submontanas da Serra do Marumbi e da

Ilha do Mel (Kozera, 2001; Kozera e Rodrigues, 2005) foram registrados valores médios de cobertura por parcela relativamente mais baixos (32,8 e 30,6%), considerando que nestes estudos foi também abrangida a sinúsia dos subarbustos lenhosos.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 1.100 m s.n.m.

Lastreopsis amplissima foi destacadamente a espécie mais importante aos 1.100 m, com VIE muito superior em relação às demais, representando quase 40% de toda a estrutura herbácea terrícola. Esta pteridófita de médio porte (Schwartzburd, 2006) apresentou uma das maiores alturas médias e deteve valor de cobertura sete vezes superior ao apresentado pela segunda colocada neste quesito. Além de destacar-se pelo porte e cobertura, foi muito frequente. Esta espécie foi também registrada no patamar altomontano da Serra da Prata por Scheer e Mocoichinski (2009), e no patamar submontano da Serra do Marumbi por Kozera (2001), onde figurou na sétima colocação em importância relativa, tendo ocorrido em 19,4% das amostras. Paciencia (2008), estudando pteridófitas ao longo de gradientes de altitude em três serras paranaenses, verificou a ocorrência de *Lastreopsis amplissima* desde os 50 até os 1.400 m s.n.m., sendo que as maiores abundâncias foram registradas nas cotas 1.000 e 800 m, em congruência com o que se verificou no presente estudo.

Frente ao predomínio de *Lastreopsis amplissima*, as demais espécies demonstraram valores de importância mais discretos, destacando-se *Begonia paleata*, *Pleurostachys distichophylla*, *Carex* sp., *Begonia pulchella* e *Philodendron propinquum*. Estas cinco espécies totalizaram 31,4% do VIE. Outras duas bromeliáceas, *Nidularium innocentii* e *Aechmea cylindrata*, merecem menção pela razoável cobertura apresentada.

Dentre as 15 espécies de maior importância aos 1.100 m, apenas *Lastreopsis amplissima* figurou entre as 15 mais importantes na formação Submontana da Serra do Marumbi, estudada por Kozera (2001); e nenhuma foi compatível com o grupo dominante registrado em floresta submontana da Ilha do Mel (Kozera e Rodrigues, 2005). Este aspecto demonstra a grande diferenciação florística e estrutural existente entre os pisos montanos e submontanos.

A constatação de que apenas 38,2% das espécies registradas abrangeram 90,2% da importância estrutural (VIE) demonstra o considerável caráter de raridade e reduzida expressão estrutural demonstrado pela maioria das espécies herbáceas (51,8%), responsáveis por apenas 9,8% do VIE.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 800 m s.n.m.

A espécie de maior destaque em termos de expressividade estrutural aos 800 m foi *Anthurium acutum*, com VIE duas vezes superior que o da segunda colocada. Esta

arácea de médio porte pode ser considerada uma das espécies fisionomicamente mais importantes no estrato herbáceo da formação Montana. Apesar de não formar agrupamentos densos, *A. acutum* se distribui de forma homogênea, sendo que seus indivíduos podem ser encontrados a intervalos regulares. Demonstrando sua preferência pelas porções de maior altitude, esta espécie não foi registrada em estudos realizados nas formações Submontana ou das Terras Baixas (Dorneles e Negrelle, 1999; Kozera, 2001; Kozera e Rodrigues, 2005). Por outro lado, foi observada por Scheer e Mocoichinski (2009) em comunidades altomontanas de três maciços serranos do Paraná.

Apesar do predomínio estrutural de *A. acutum*, também merecem menção *Pleurostachys distichophylla*, *Nidularium innocentii*, *Selaginella macrostachya*, *Lastreopsis amplissima*, *Psychotria stachyoides* e *Nidularium procerum*. Juntamente com a primeira, estas espécies somam 53,8% do VIE.

Pleurostachys distichophylla e *Selaginella macrostachya* se destacaram por sua razoável frequência. Destaque adicional deve ser dado à segunda, por ter alçado a 4ª colocação em importância, a despeito de seu porte bastante reduzido. Paciencia (2008) também registrou considerável expressão desta espécie justamente na cota dos 800 m em maciços da Serra do Mar Paranaense. *Nidularium innocentii* e *Lastreopsis amplissima* representaram considerável parcela da cobertura herbácea, apesar de suas frequências relativamente baixas.

Dentre as 15 espécies de maior importância aos 800 m, apenas *Lastreopsis amplissima* figurou entre as 15 mais importantes na formação Submontana da Serra do Marumbi, estudada por Kozera (2001); e *Anthurium pentaphyllum* fez parte do grupo dominante registrado em floresta submontana da Ilha do Mel (Kozera e Rodrigues, 2005). Este aspecto demonstra a diferenciação florística e estrutural existente entre os pisos montanos e submontanos.

Assim como nos 1.100 m, um grande contingente de espécies (54,1%) apresentou muito baixa importância estrutural, totalizando apenas 12,6% do VIE. Isto ressalta o caráter de ocorrência rara e distribuição esparsa da maioria das espécies registradas.

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 700 m s.n.m.

Ao contrário do padrão observado aos 1.100 e 800 m, na cota dos 700 m não existiu uma única espécie despontando com importância estrutural muito superior às demais. Pelo contrário, a sinúsia herbáceo terrícola nesta altitude foi caracterizada por cinco espécies com VIEs muito próximos: *Lomagramma guianensis*, *Dichorisandra thyrsiflora*, *Pleurostachys urvillei*, *Anthurium pentaphyllum* e *Spigelia dusenii*. Todas juntas somam 47,2% da estrutura total.

Dentre as 15 espécies de maior importância aos 700 m, cinco figuraram também entre as 15 mais importantes na formação Submontana da Ilha do Mel: *Anthurium pentaphyllum*, *Dichorisandra thyrsoiflora*, *Salpichlaena volubilis*, *Lomagramma guianensis* e *Lindsaea lancea* (Kozera e Rodrigues, 2005); enquanto quatro também fizeram parte do grupo dominante registrado em ambiente submontano da Serra do Marumbi: *Stigmatopteris heterocarpa*, *Lomagramma guianensis*, *Danaea elliptica* e *Dichorisandra thyrsoiflora* (Kozera, 2001). Por outro lado, quatro espécies das 15 mais importantes aos 700 m foram também importantes na cota dos 800 m. Esta semelhança tanto com o patamar submontano quanto com o montano é um aspecto já esperado para a situação de transição confirmada nesta altitude, também descrita para comunidades arbóreas e epifíticas (Blum, 2006; Capítulo 3).

Metade das espécies amostradas compõe o grupo de maior dominância estrutural, somando 87,5% do VIE. A outra metade, que totaliza apenas 12,5% da importância, foi composta por espécies de ocorrência mais esparsa e menor expressividade em cobertura.

Dentre as espécies consideradas raras aos 700 m s.n.m. no presente estudo, *Anemia phyllitidis*, *Polybotrya cylindrica* e *Pseuderanthemum riedelianum* foram detectadas com frequências muito mais expressivas em formação Submontana da Ilha do Mel (Kozera e Rodrigues, 2005), constando entre as 12 espécies de maior importância no referido estudo. Este fato indica a possibilidade de que algumas espécies apresentaram ocorrência rara aos 700 m pelo fato desta altitude representar uma região de transição entre as formações Submontana e Montana, conforme reportado por Blum (2006).

ESTRUTURA COMUNITÁRIA AOS 500 m s.n.m.

Dois espécies mantiveram destacado predomínio em importância estrutural na cota dos 500 m: *Philodendron propinquum* e *Stigmatopteris heterocarpa*. Juntas somaram 34,1% do VIE, cada uma com valor quase três vezes superior ao da 3ª colocada.

P. propinquum se destacou pela sua expressiva frequência, demonstrando um padrão de distribuição bastante amplo e razoavelmente homogêneo. *S. heterocarpa* também apresentou considerável frequência, mas obteve destaque por ter sido a espécie com a maior cobertura. Paciencia (2008) registrou *S. heterocarpa* com maior expressão em abundância na cota dos 600 m, reforçando sua preferência pelos pisos submontanos. Da mesma forma, Kozera (2001) também registrou uma espécie de *Philodendron* (*P. ochrostemon*) como a mais importante da comunidade amostrada em floresta submontana na Serra do Marumbi.

Apesar do predomínio estrutural das duas espécies citadas, outras também foram relevantes formadoras do grupo mais importante: *Dichorisandra thyrsoiflora*, *Calathea* aff.

monophylla, *Lomagramma guianensis*, *Dennstaedtia dissecta*, *Pteris decurrens* e *Monstera adansonii*, totalizando juntas 29% do VIE.

É importante ressaltar a grande importância das pteridófitas na estrutura da sinússia herbácea terrícola do patamar submontano já que, das 15 espécies de maior relevância estrutural, nove pertencem a esta divisão, somando 42,6% do VIE total.

Comparando os grupos formados pelas 15 espécies de maior importância na área de estudo e em mais duas estações de pesquisa de Floresta Ombrófila Densa Submontana no Paraná, verificou-se razoável semelhança, já que três espécies foram comuns às três áreas: *Polybotrya cylindrica*, *Lomagramma guianensis* e *Dichorisandra thyrsoiflora*. Além destas, *Stigmatopteris heterocarpa* e *Pteris decurrens* foram comuns à área de estudo e à Serra do Marumbi (Kozera, 2001); enquanto *Monstera adansonii* e *Salpichlaena volubilis* foram comuns entre a área de estudo e a Ilha do Mel (Kozera e Rodrigues, 2005). Todas estas espécies podem, de uma forma genérica, ser consideradas como típicas e representativas da Floresta Ombrófila Densa Submontana no Paraná.

A maioria das espécies amostradas (55,8%) apresentaram muito baixa importância estrutural na comunidade, totalizando juntas apenas 8,5% do VIE. Como já descrito anteriormente, a baixa relevância estrutural se dá pelos padrões de ocorrência esparsa das referidas espécies.

DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL AO LONGO DA ENCOSTA

A constatação de que a grande maioria das espécies herbáceas terrícolas registradas nos quatro níveis altitudinais têm sua ocorrência limitada à classe de menor frequência (0 a 19,9% das amostras) evidencia claramente a acentuada heterogeneidade florística existente no trecho de encosta estudado. Mesmo quando consideradas parcelas amostrais de área maior (16 m²) quase 70% das espécies continuaram permanecendo na classe de menor frequência. Lamprecht (1990) descreve esta situação como comum em florestas pluviais perenifólias e a mesma tendência foi observada para as comunidades arbóreas e epifíticas na Serra da Prata (Blum, 2006; Capítulo 3).

As espécies de distribuição horizontal mais homogênea foram *Philodendron propinquum* e *Lastreopsis amplissima*, ocorrendo respectivamente em 46,7 e 31,1% das amostras de 4 m² (grupo de quatro parcelas contíguas de 1 m²) ao longo da encosta. Considerando a grande heterogeneidade florística das comunidades herbáceas terrícolas, além da considerável variedade de microambientes disponíveis ao longo da encosta estudadas, as frequências apresentadas pelas referidas espécies podem ser consideradas relativamente elevadas. Em amostragem mais concentrada, distribuída por 1 ha de Floresta Ombrófila Densa Submontana na Serra do Marumbi, Kozera (2001)

registrou elevada frequência (93,1%) de *Philodendron ochrostemon*, espécie taxonômica e ecologicamente muito próxima de *P. propinquum*. No mesmo estudo também foi registrada *Lastreopsis amplissima* com razoável frequência (19,4%), ocupando a 12ª colocação neste quesito. De fato, *L. amplissima* parece ser uma espécie de maior amplitude de ocorrência, tendo sido registrada não só em diferentes formações de Floresta Ombrófila Densa (Dittrich *et al.*, 2005; Paciencia, 2008; Scheer e Mocochoński, 2009), como também na Floresta Ombrófila Mista (Kozera *et al.*, 2006; Schwartsburd, 2006) e também em florestas de montanha do Rio de Janeiro (Engelmann *et al.*, 2007).

No que se refere à frequência ao longo da encosta, apenas quatro (4,3%) espécies ocorreram em todos os quatro pisos altitudinais amostrados. Destas somente *Philodendron propinquum* integra o grupo de espécies de maior VIE, considerando a encosta como um todo. Com razoável expressão na distribuição altitudinal se apresentaram 11 (11,8%) espécies, que ocorreram em três dos quatro pisos estudados, destacando-se *Lastreopsis amplissima*, *Dichorisandra thyrsiflora*, *Calathea* aff. *monophylla* e *Nidularium innocentii*.

Com preferências ambientais mais restritivas ou simplesmente pela distribuição naturalmente esparsa, 24 (25,8%) espécies ocorreram em apenas dois pisos altitudinais, destacando-se *Stigmatopteris heterocarpa* e *Anthurium acutum*; e 54 (58,1%) somente em um dos pisos, com maior importância para *Dennstaedtia dissecta*, *Pteris decurrens*, *Monstera adansonii* e *Begonia paleata*. De forma análoga, considerando o compartimento arbóreo de um gradiente altitudinal de Floresta Estacional no Maciço do Urucum (MS), Damasceno Júnior (2005) detectou 42% das espécies ocorrendo em apenas uma das cinco altitudes analisadas. Hietz e Hietz-Seifert (1995), estudando epífitas ao longo de um gradiente de altitude no México, relataram que 56% das espécies registradas ocorreram apenas em um dos seis pisos altitudinais avaliados.

A curva espécies-amostra, construída considerando todas as parcelas amostradas nas quatro altitudes, foi importante indicadora da heterogeneidade florística e fisionômica existente ao longo da encosta, que se confirmou pela existência de sucessivas descontinuidades ao longo de seu traçado. Tais descontinuidades são respostas às variações ambientais em escala local, aspecto também reportado por Lieberman *et al.* (1985) e Paciencia (2008).

Desta forma, obteve-se um primeiro indicativo da existência de duas associações florísticas diferenciadas ao longo da encosta estudada, cuja transição se dá entre as cotas 500 e 800 m. Blum (2006) também verificou uma notável distinção florística das comunidades arbóreas da Serra da Prata a partir da cota 700, separando-as em dois grandes grupos florísticos: submontano e montano.

Através dos gráficos de restrição de ocorrência altitudinal pôde-se confirmar a existência de maiores dissimilaridades florísticas nas cotas intermediárias, o que indica uma situação de transição. Aos 800 m, o grupo de espécies que não ocorreu abaixo desta cota apresentou relevância estrutural (VIE = 55,5%) mais de duas vezes superior do que a apresentada pelo grupo que não ocorreu acima. Por outro lado, aos 700 m, predomina estruturalmente o grupo de espécies com restrição de ocorrência acima desta cota, com VIE (43%) quatro vezes maior do que o do grupo que não ocorreu abaixo. Adicionalmente, um grupo de 16 espécies, com considerável representatividade do VIE (33%) aos 500 m, não ocorreu acima desta cota, demonstrando forte restrição de ocorrência ao patamar submontano.

Os aspectos relatados demonstram um claro indicativo de que a faixa altitudinal compreendida entre 500 e 800 m representa uma região de substituição da importância estrutural das espécies. Deste modo, algumas espécies que apresentaram máxima expressão no piso inferior, apesar de ainda terem ocorrido na cota 800 m, o fizeram de forma estruturalmente discreta. O mesmo acontece com outras espécies, de grande expressividade nos pisos superiores, mas que aos 700 m foram representadas apenas por indivíduos esparsos.

Dentre o grupo formado pelas 10 espécies com maior VIE, de cada altitude amostrada, foram detectados quatro padrões relevantes de distribuição ao longo da encosta. O primeiro, apresentado por apenas duas (7,4%) espécies, caracterizou-se pela ocorrência em todos os pisos altitudinais, demonstrando maior plasticidade. Destas, uma apresentou aparente indiferença à variação altitudinal, apresentando distribuição irregular nos quatro níveis. A outra apresentou tendência gradual de redução da importância estrutural com a elevação altitudinal. Outras duas espécies muito provavelmente ocorrem nos quatro níveis altitudinais abordados, embora não tenham sido amostradas aos 700 m, possivelmente pela menor área amostral abrangida nesta cota. Destas, a primeira teve sua máxima expressividade estrutural aos 1.100 m, sofrendo gradativas reduções no VIE com a redução da altitude.

O segundo padrão de distribuição é o das espécies que tem a cota 800 m como limite de ocorrência, que chegaram a 37% (s=10) do total. Destas, sete (25,9%) não ocorreram abaixo, demonstrando exclusividade ao ambiente montano. Outras três (11,1%) não ocorreram acima, apresentando-se como espécies típicas dos pisos submontanos, mas plásticas o suficiente para marcar presença na periferia do patamar montano, ainda que com VIEs consideravelmente reduzidos.

O terceiro padrão se refere às espécies que tiveram sua ocorrência limitada à cota 700 m. Destas, quatro (14,8%) foram exclusivas dos patamares inferiores, não ocorrendo

acima, enquanto três (11,1%) não ocorreram abaixo, sendo preferenciais dos pisos superiores, apesar de sua ocorrência na faixa de transição.

Por fim, o quarto padrão é representado por espécies que se restringem às extremidades do trecho de encosta estudado, não acima dos 500 m ou não abaixo do 1.100 m. Apenas uma (3,7%) espécie se enquadra nesta última situação, demonstrando possível restrição às maiores altitudes. Por outro lado, quatro (14,8%) espécies não ocorreram acima dos 500 m, se caracterizando como exclusivas do ambiente típico da formação Submontana.

Em concordância com o que Whittaker (1967) relatou sobre as curvas de distribuição das principais espécies em gradientes diretos, os padrões de distribuição acima descritos, especialmente das espécies com limites nas cotas 500 e 800 m, são claros indicativos da existência de associações florísticas distintas.

Analisando dados levantados por Blum (2006) (Tabela 7), observou-se que fatores ambientais como declividade acentuada e posição na encosta exercem grande influência sobre profundidade e características do solo, condicionando as variações em nível de subgrupo (nano, léptico e típico) dos Cambissolos e também a ocorrência do Neossolo Litólico aos 1.100 m. A combinação Cambissolo nano/ Neossolo Litólico aos 1.100 m, combinado à elevada declividade e a eventos de pluviosidade intensa, resultou numa fisionomia florestal de porte baixo caracterizada por clareiras frequentes, denunciadas pelas reduzidas densidade e área basal da floresta.

Outro aspecto digno de menção é a considerável declividade média registrada aos 700 m, devida a uma ruptura de declive por condicionamentos de falha inerentes ao arcabouço geológico (Blum, 2006). Em condições normais a declividade tenderia a reduzir-se gradualmente no sentido descendente da vertente apresentando, para este caso, valores entre 65 e 35% (valores médios aos 800 e 600 m, respectivamente). Desta forma, é certo que o súbito aumento na declividade propicia condições ambientais bastante diferenciadas para a sinúsia herbáceo terrícola.

De fato, a declividade parece ser um fator preponderante na estruturação das comunidades herbáceo terrícolas, uma vez que nos três pisos superiores, todos com declividades acima de 60%, foram registrados valores médios de cobertura significativamente mais baixos que o obtido aos 500 m, que apresenta declividade de 32%. A mesma tendência foi verificada para a altura média dos registros, especialmente quando comparadas as médias das cotas 700 e 500 m. Estes aspectos estão provavelmente relacionados com a qualidade e estabilidade do substrato disponível para o desenvolvimento das herbáceas terrícolas. Terrenos mais íngremes resultam em solos depauperados, com estrutura físico-química mais desfavorável. Além disso, a maior exposição ao efeito da gravidade também restringe o desenvolvimento das herbáceas,

dificultando a fixação de propágulos e o desenvolvimento das plantas, as quais se encontram constantemente sujeitas a fluxos hídricos superficiais, durante os frequentes episódios de pluviosidade intensa.

Além das restrições condicionadas pela declividade, o gradiente de temperatura e as distintas amplitudes de umidade relativa do ar certamente detêm parcela de influência sobre a gradual redução na expressividade das comunidades herbáceo terrícolas na medida em que se eleva a altitude, traduzindo-se em menores diversidade e expressividade estrutural. Esta tendência de redução na riqueza com o aumento da altitude é citada para as sinúsias arbórea (Damasceno Junior, 2005; Blum, 2006) e epifítica (Hietz e Hietz-Seifert, 1995; Capítulo 3). Devido à menor diversidade, percebe-se que na cota dos 1.100 m um grupo menor de espécies representa maior parcela da importância estrutural, como ilustrado pela comparação do somatório do VIE das oito espécies mais importantes.

Um aspecto digno de menção é a clara tendência de redução do percentual de riqueza das pteridófitas na medida em que se eleva a altitude. Aos 1.100 m a divisão Pteridófitas abrangeu apenas 14,7% do total de espécies amostradas. Na cota dos 800 m este percentual foi apenas pouco maior (21,6%), enquanto que nas altitudes 500 e 700 m manteve-se acima dos 32%. Confirmando este padrão, diversos autores reportaram menores riquezas de pteridófitas nas altitudes mais elevadas, além da distinção florística de suas comunidades em relação às de altitudes mais baixas (Tryon, 1972; Proctor *et al.*, 1988; Moran, 1995; Lieberman *et al.*, 1996; Paciencia, 2008).

A cobertura de herbáceas foi o parâmetro que apresentou as correlações mais elevadas com variáveis ambientais, sendo a maioria de intensidade moderada, com exceção de uma correlação fraca com a densidade de árvores. Destacam-se suas correlações negativas com altitude e declividade, e as positivas com altura arbórea dominante e saturação de bases.

A única correlação significativa entre altura das herbáceas e variáveis ambientais foi uma associação negativa, de intensidade fraca, com a declividade. A riqueza de espécies por parcela manteve apenas correlações fracas com as variáveis ambientais, destacando-se a relação negativa com a declividade e as positivas com saturação de bases, altura arbórea dominante e temperatura. Apesar de não ter sido evidenciada de forma nítida, possivelmente por questões metodológicas, a grande influência da temperatura sobre a distribuição e diversidade da flora é um consenso entre os ecólogos (Troppmair, 1987; Zotz, 2005; Begon, 2006), e foi importante na determinação de limites de ocorrência de várias espécies amostradas, da mesma forma como verificado para as sinúsias arbórea e epifítica na mesma área de estudo (Blum, 2006; Capítulo 3).

A classificação dos pisos altitudinais, considerando parâmetros de estrutura e diversidade das herbáceas terrícolas, demonstrou que as comunidades das cotas 800 e 1.100 são bastante semelhantes, agrupando-as de forma bastante próxima. A comunidade dos 700 m, apesar de ser considerada um grupo separado, ainda possui razoável proximidade estrutural e de diversidade com as cotas mais altas, formando com elas um grupo heterogêneo. Por outro lado, a comunidade situada aos 500 m apresentou-se muito distinta das demais, formando um grupo nitidamente isolado em termos de estrutura e diversidade. Quase todos os parâmetros considerados foram bastante diferenciados para a cota dos 500 m, mas certamente a cobertura e a riqueza se destacaram como principais responsáveis pelo isolamento desta altitude na classificação. Estes resultados ilustram a forte influência exercida pela declividade que, neste piso submontano, apresentou valor bastante suave (32%) em comparação com as cotas superiores, pelo menos duas vezes mais íngremes.

A inexistência de diferença estatística significativa (Teste de Duncan, $P=95\%$) entre as comunidades situadas entre os 700 e 1.100 m, para os parâmetros cobertura e riqueza, consolida o resultado delineado na análise de classificação. Confirmando este aspecto, os valores de cobertura e riqueza registrados na cota 500 m foram significativamente diferentes dos encontrados nos demais pisos. Por outro lado, com o mesmo teste verificou-se que a comunidade situada aos 700 m se diferencia significativamente das demais quando considerado o parâmetro altura média (dos registros), cujo valor médio foi bastante inferior ao das demais altitudes.

A classificação dos pisos altitudinais considerando uma matriz constituída pelos VIEs das espécies em cada altitude resultou em agrupamento distinto do observado na classificação baseada em dados estruturais e de diversidade. Neste caso, as comunidades dos pisos 500 e 700 formaram o par de maior semelhança, demonstrando maior similaridade na distribuição da importância das espécies. Seguindo a tendência esperada para um gradiente altitudinal, a cota 800, apesar de constituir um grupo separado e distinto, apresentou certa semelhança com o par formado pelos pisos inferiores, formando com eles um grupo maior e mais heterogêneo. Por fim, a comunidade dos 1.100 m constituiu um grupo isolado das demais, mostrando um arranjo estrutural das espécies muito distinto dos observados nas demais altitudes.

Tendo em vista os valores de similaridade obtidos e os grupos formados na classificação, confirma-se a existência de duas grandes associações florísticas (submontana e montana). A cota dos 700 m representa uma região de transição, mas com maior influência do piso submontano.

Da mesma forma como para as comunidades epifíticas (Capítulo 3), a análise de correspondência canônica baseada nas variáveis altitude, declividade e temperatura

permitiu um agrupamento coerente das parcelas amostrais, a despeito da baixa percentagem de variabilidade explicada pelas referidas variáveis. É bastante provável que a utilização de variáveis mais específicas, como características físico-químicas do solo e intensidade luminosa (ambas relacionadas à variável complexa: declividade), possa resultar em maiores percentagens da variabilidade explicada.

Wolf (1994), Hietz e Hietz-Seifert (1995) e Paciencia (2008) também destacaram a altitude como a variável ambiental mais importante em suas análises de correspondência canônica. No entanto, como ressaltado por Damasceno Junior (2005) e Becker *et al.* (2007), a altitude em si não é um fator ecológico que tenha consequências diretas nos padrões de distribuição da vegetação, ela apenas rege a interação de múltiplos fatores ambientais que influenciam diretamente na distribuição, estrutura e riqueza da vegetação.

Deste modo, regidas pela altitude, a temperatura e a declividade parecem ser as variáveis ambientais mais importantes na determinação de padrões das comunidades herbáceas terrícolas na Serra da Prata. A temperatura, como já descrito por Troppmair (1987), Pendry e Proctor (1996) e Richter (2000), exerce influência determinante na diferenciação florística ao longo do gradiente altitudinal. Brown e Lomolino (2006) afirmam que o número de espécies decresce com o aumento da altitude, devido à redução na temperatura, enquanto Wurthman (1984), estudando epífitas, destaca que as baixas temperaturas agem como a principal barreira para a distribuição das espécies tropicais. De fato, na Serra da Prata, Blum (2006) verificou que o limite altitudinal entre as comunidades arbóreas submontanas e montanas é o mesmo que define a distinção dos climas Cfa (verões quentes) e Cfb (verões amenos). A mesma tendência foi verificada para a sinússia epifítica (Capítulo 3).

A declividade, por reger as características do solo, com destaque para sua constituição físico-química e estabilidade na encosta, afeta consideravelmente a expressão estrutural das herbáceas terrícolas. Vários autores já destacaram os efeitos da topografia e das características do solo sobre a estrutura de herbáceas terrícolas (Gentry e Emmons, 1987; Poulsen, 1996; Tuomisto e Poulsen, 1996; Costa *et al.*, 2005; Meira-Neto *et al.*, 2005; Paciencia, 2008; Zuquim *et al.*, 2009). Declividades acentuadas repercutiram necessariamente em redução na cobertura herbácea do solo, mantendo também forte influência na altura média desta sinússia.

É válido ressaltar que a declividade também proporciona relevante papel nas condições de insolação, embora este aspecto não tenha sido abordado quantitativamente no presente estudo. Nas áreas mais íngremes, pela exposição da encosta e pelo menor porte das árvores, a luminosidade tende a proporcionar condições mais favoráveis na região do solo, o que pode acarretar em diferenciações florísticas, além de estruturais. Nestes casos, algumas espécies que geralmente ocorrem com maior frequência no

ambiente epifítico, acabam por apresentar considerável desenvolvimento no solo florestal, em decorrência das melhores condições de luminosidade. Müller e Waechter (2001) descrevem situação semelhante para ambientes de restinga arbórea no Rio Grande do Sul.

O conjunto de análises realizadas confirma a existência de duas associações florísticas no trecho de encosta estudado, condicionadas pelo gradiente de temperatura. A comunidade submontana típica ocorre provavelmente até pouco acima dos 600 m, considerando sua forte influência ainda aos 700 m. Por outro lado, a comunidade montana se expressa acima dos 800 m (inclusive).

Por situarem-se predominantemente sobre topografia mais suave, que proporciona condições pedológicas mais favoráveis e maior estabilidade do terreno, a comunidade herbácea terrícola submontana apresentou maior expressividade em cobertura e altura, variáveis negativamente correlacionadas com a declividade. Já a comunidade montana tendeu a apresentar expressividade muito menor nos parâmetros citados, em função do predomínio de relevos muito íngremes nas altitudes mais elevadas. Adicionalmente, características condicionadas pelo arcabouço geológico, como a ruptura de declive existente aos 700 m da encosta estudada, podem interromper tendências graduais de redução da declividade, mesmo nas proximidades ou já nos domínios do patamar submontano, incorrendo em obrigatórias adequações estruturais por parte da sinúcia herbácea terrícola.

ESPÉCIES INDICADORAS

Para o patamar montano as espécies indicadoras restritas de maior importância estrutural são *Pleurostachys distichophylla* e *Psychotria stachyoides* (Tabela 10). Como indicadoras restritas do patamar submontano destacam-se *Monstera adansonii*, *Adiantum abscissum* e *Saccoloma inaequale*, com destaque para a primeira.

Tabela 10 Espécies herbáceas indicadoras dos patamares montano e submontano em um trecho de Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, PR.

Indicadoras da formação Submontana		Indicadoras da formação Montana	
Semi-restritas	Restritas	Semi-restritas	Restritas
	<i>Pleurostachys distichophylla</i>		<i>Monstera adansonii</i>
	<i>Psychotria stachyoides</i>	<i>Anthurium acutum</i>	<i>Adiantum abscissum</i>
<i>Anthurium pentaphyllum</i>	<i>Aechmea cylindrata</i>	<i>Lindsaea ovoidea</i>	<i>Saccoloma inaequale</i>
<i>Lindsaea lancea</i>	<i>Psilochilus modestus</i>	<i>Begonia pulchella</i>	<i>Stigmatopteris caudata</i>
	<i>Mikania lanuginosa</i>	<i>Piper xylosteoides</i>	<i>Thelypteris paranaensis</i>
	<i>Siphocampylus fulgens</i>		

Existem também espécies muito características de cada um dos patamares cuja dispersão prolonga-se até a área de transição ou o início do patamar adjacente, demonstrando uma maior plasticidade. Estas foram consideradas indicadoras semi-

restritas, já que apresentaram elevada expressão estrutural (frequência e cobertura) somente em seu patamar preferencial, a despeito de ocorrerem na faixa de transição ou discretamente no patamar adjacente.

ESTRUTURA VERTICAL AO LONGO DA ENCOSTA

Nas cotas 500, 800 e 1.100 foram observadas médias de altura (dos registros) muito semelhantes entre si, respectivamente 38,2 cm, 33,5 cm e 35,9 cm, muito similares à média encontrada por Inácio e Jarenkow (2008) em Floresta Estacional Decidual. Já aos 700 m a comunidade herbácea apresentou média de altura menor, de 24,7 cm, semelhante ao valor reportado por Palma *et al.* (2008) para uma Floresta Estacional Semidecidual.

Quando considerada a média de altura das espécies, verificou-se que aos 1.100 m (25,2 cm) foi razoavelmente menor do que a observada na cotas dos 500 m (44,5 cm), sendo que as cotas intermediárias apresentaram valores também intermediários, médias de 31,7 e 31,9 cm para as espécies dos 700 e dos 800 m, respectivamente. Este aspecto demonstra uma tendência de ocorrerem espécies de maior porte nas altitudes mais baixas, certamente em decorrência das melhores condições no substrato, além do clima extremamente favorável ao desenvolvimento exuberante da vegetação.

As alturas máximas registradas ao longo da encosta variaram entre 150 e 230 cm, consideravelmente maiores que as descritas para outras fisionomias florestais da região Sul (Cestaro *et al.*, 1986; Dorneles e Negrelle, 1999; Müller e Waechter, 2001; Inácio e Jarenkow, 2008; Palma *et al.*, 2008).

Conforme visualizado nos diagramas com distribuições dos percentuais de registros e das coberturas por classes de altura, houve um nítido predomínio do percentual de registros nas alturas de até 20 cm, padrão bastante homogêneo que correspondeu a cerca de 40% dos registros em cada altitude, sendo também reportado para comunidade herbácea terrícola de Floresta Estacional Decidual (Inácio e Jarenkow, 2008). As classes seguintes, com maior percentagem de registros, foram as adjacentes (21-40 cm e 41-60 cm), que abrangeram respectivamente médias aproximadas de 30 e 15% dos registros em cada nível. Para a quarta classe (61-80 cm) verificou-se uma queda brusca no percentual de registros da cota 700 m, que a partir daí passou a apresentar estruturação vertical distinta das demais altitudes, caracterizada pelo baixo percentual ou até mesmo pela ausência de registros nas classes superiores. Apenas 5,1% dos registros na cota 700 m foram referentes a alturas superiores que 60 cm, valor três vezes menor que o observado na cota 800 e quatro vezes menor do que aos 500 m. Este padrão de menores alturas na cota dos 700 m é resultado da elevada declividade (79%) existente neste piso altitudinal.

A mesma situação foi verificada quando considerada a distribuição da cobertura relativa, sendo que aos 700 m as duas classes de menor altura concentraram 72,7% da cobertura herbácea. Nas demais cotas a cobertura se distribuiu de forma mais equitativa nas três primeiras classes, com predominância entre 21 e 60 cm. Para estas altitudes também foi verificada uma tendência de maior estratificação, com a formação de estratos emergentes entre 61 e 140 cm, dependendo da situação em cada piso altitudinal.

CONCLUSÕES

CLIMA

A taxa de redução da temperatura com o aumento da altitude na Serra da Prata foi baixa em comparação com valores registrados em outros estudos, o que pode ser consequência do efeito moderador exercido pela proximidade do oceano, que proporciona maior estabilidade térmica, além da manutenção de elevados e constantes índices de umidade do ar.

Com base na estimativa da temperatura média do mês mais quente, foi identificada uma região de transição climática em torno dos 700 m s.n.m. Nas porções inferiores à referida altitude ocorre o clima Cfa, com verões quentes, enquanto que nas porções superiores prevalece o clima Cfb, com verões amenos e temperatura média inferior aos 13°C no mês mais frio.

A média da umidade relativa do ar foi elevada em ambas altitudes avaliadas, sendo certamente potencializada pelo constante aporte das massas de ar úmido oriundas do oceano Atlântico, que tendem a se acumular na face leste das elevações da Serra do Mar. A posição dos registradores, protegidos em parte pela porção alta do dossel, também favoreceu o registro dos valores mais elevados de umidade do ar.

As médias das amplitudes diárias de temperatura e umidade relativa do ar foram muito semelhantes para as duas altitudes, o que leva à conclusão de que a variação altitudinal não exerceu influência relevante sobre a variação diária de temperatura e umidade do ar no trecho de encosta estudado, entre julho de 2009 e junho de 2010.

DIVERSIDADE FLORÍSTICA

O estudo das comunidades de epífitas vasculares e de herbáceas terrícolas na encosta norte da Torre da Prata permitiu a detecção de elevada diversidade de espécies, totalizando as maiores riquezas específicas já amostradas em estudos pontuais de Floresta Ombrófila Densa no sul do Brasil.

O registro de dez espécies consideradas ameaçadas de extinção eleva a importância ecológica da área de estudo e ressalta sua demanda por medidas efetivas para a conservação da biodiversidade regional.

Além disso, a constatação de oito espécies que muito provavelmente ainda não haviam sido registradas para o Paraná demonstra a escassez de estudos sobre sinúscias epifítica e herbácea terrícola no Estado, especialmente em ecossistemas de elevada diversidade, como a formações de encosta da Floresta Ombrófila Densa.

É importante ressaltar o elevado número de espécies que ocorreram de forma mais pontual ao longo da encosta, denotando a elevada heterogeneidade das

comunidades. Somente 19,5% da espécies epifíticas demonstraram maior plasticidade, ocorrendo em todas as faixas altitudinais consideradas. A comunidade herbáceo terrícola demonstrou heterogeneidade ainda maior, já que apenas 5,1% de suas espécies foram registradas em todas as faixas altitudinais.

ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO DA COMUNIDADE EPIFÍTICA

O largo predomínio estrutural da família Bromeliaceae ao longo de toda a encosta estudada é congruente com seu grande destaque fisionômico nas comunidades epifíticas. As bromélias, tanto nas copas como nos fustes, foram o componente visualmente mais representativo da sinúsia epifítica da Serra da Prata. Isto se dá pelo maior porte de grande parte de suas espécies, assim como pela sua tendência a formar agrupamentos extensos.

Philodendron loefgrenii foi espécie mais relevante no contexto estrutural do conjunto de pisos altitudinais amostrados, demonstrando sua grande versatilidade e capacidade adaptativa, aspecto também reportado em outros estudos. Apesar de ter ocorrido apenas nas altitudes superiores, *Vriesea altodaserrae* destacou-se como a segunda espécie de maior importância estrutural na encosta, devido à sua grande expressão em dominância e cobertura, além da alta frequência nas áreas onde ocorreu.

Os maiores valores de dominância, cobertura e diversidade foram registrados na altitude dos 400 m, enquanto que os menores valores ocorreram aos 1.000 m, revelando a influência da altitude na expressividade da sinúsia epifítica vascular. Além disso, a comunidade montana apresentou considerável heterogeneidade estrutural, decorrente da maior variabilidade do substrato forofítico.

Confirmando um padrão observado na grande maioria dos estudos sobre distribuição vertical da sinúsia epifítica, as copas interna e média concentraram os maiores valores de riqueza, dominância e cobertura de epífitas na maioria das altitudes avaliadas. Única exceção ocorreu aos 1.000 m, onde os parâmetros epifíticos se distribuíram de forma mais equitativa entre os fustes e as copas, aspecto atribuído principalmente ao menor porte das árvores e, conseqüentemente, de suas copas.

Em geral, a copa abriga maior riqueza e expressão estrutural de epífitas por apresentar melhores condições para seu estabelecimento e desenvolvimento. A abundância de ramos com razoável diâmetro e angulação mais próxima da horizontal, oferece amplo espaço para a interceptação de diásporos, fixação e desenvolvimento das epífitas. A maior exposição aos ventos permite grande aporte de diásporos por ele transportados. Especialmente nas suas porções interna e mediana, existem boas condições de enraizamento pelo acúmulo de substrato orgânico sobre os ramos mais grossos e nas ramificações centrais, o qual tende a concentrar elevada umidade. Por fim,

os níveis relativamente elevados de luminosidade, distribuída em diferentes intensidades nos distintos locais da copa, são elementos vitais para o pleno desenvolvimento das comunidades epifíticas. Os aspectos relatados foram observados na área de estudo e relatados também por diversos outros autores.

ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO DA COMUNIDADE HERBÁCEO TERRÍCOLA

A composição estrutural da sinúsia herbáceo terrícola na encosta avaliada foi fortemente caracterizada pelas famílias Araceae e Dryopteridaceae, em conformidade com resultados de outros estudos deste componente na Floresta Ombrófila Densa do Paraná. As demais famílias apresentaram expressão estrutural consideravelmente desigual ao longo da encosta, demonstrando estarem condicionadas à variação altitudinal.

Desta forma, Cyperaceae, Bromeliaceae e Begoniaceae tenderam a apresentar maior expressividade estrutural nas altitudes mais elevadas. Por outro lado, Marantaceae e Pteridaceae apresentaram nítida preferência pelo patamar submontano, com máxima expressão aos 500 m. Commelinaceae também exibiu esta tendência, mas demonstrou maior plasticidade, mantendo razoável representatividade aos 800 m.

Lastreopsis amplissima, *Anthurium acutum* e *Pleurostachys distichophylla* se destacaram pela sua elevada importância estrutural nas altitudes 800 e 1.100 m. Abaixo dos 600 m s.n.m. predominaram *Philodendron propinquum*, *Stigmatopteris heterocarpa*, *Lomagramma guianensis* e *Dichorisandra thyrsiflora*.

Os maiores valores de cobertura, altura média e diversidade foram registrados aos 500 m, enquanto que as demais altitudes apresentaram valores mais baixos e semelhantes entre si (com exceção da altura média aos 700 m, significativamente menor que todas as demais). Estes padrões demonstram que o piso submontano proporciona condições ambientais mais favoráveis para o desenvolvimento da sinúsia herbáceo terrícola, que tende a manter uma cobertura maior e de distribuição mais homogênea, favorecidas pela paisagem de topografia mais suave.

Nas cotas altimétricas dos 500, 800 e 1.100 m foram observadas médias de altura do estrato herbáceo terrícola semelhantes entre si, e congruentes com valores registrados em outros estudos. Já aos 700 m s.n.m. a média de altura foi consideravelmente menor, provavelmente condicionada pela acentuada declividade no trecho. Conclui-se que a variação altitudinal em si parece não afetar a altura do estrato herbáceo na encosta avaliada, sendo a declividade o fator que aparenta maior influência sobre o referido parâmetro. Neste âmbito, verificou-se que as alturas mantiveram-se similares sobre terrenos com declividade entre 30 e 60%, modificando-se substancialmente no local onde a declividade chegou próxima aos 80%.

A despeito de não ter influenciado a altura do estrato herbáceo terrícola considerando o conjunto de seus indivíduos, a altitude parece exercer influência no porte médio das espécies, já que se observou um gradiente de redução da altura média das espécies na medida em se elevou a altitude. Este aspecto demonstra uma tendência de ocorrerem espécies de maior porte nas altitudes mais baixas, certamente em decorrência das melhores condições no substrato, além do clima extremamente favorável ao desenvolvimento exuberante da vegetação.

GRADIENTE AMBIENTAL DA ALTITUDE

Para ambas as sinúcias detectou-se a existência de duas associações florísticas distintas (submontana e montana), com faixa de transição entre as altitudes 600 e 800 m, coincidindo com o limite altitudinal entre os tipos climáticos Cfa (abaixo) e Cfb (acima), que também determinou a transição das comunidades arbóreas, de acordo com estudo anterior realizado na mesma área. Este aspecto demonstra que todas as sinúcias – independente de seu porte, adaptações ecológicas ou estratos ocupados – apresentam o mesmo comportamento no que se refere à limitação altitudinal das comunidades florísticas submontana e montana.

Desta forma, a temperatura parece afetar mais diretamente a composição florística e sociológica das sinúcias abrangidas. Algumas espécies que apresentaram máxima expressão nos pisos inferiores, apesar de ainda terem ocorrido aos 800 m, o fizeram de forma estruturalmente discreta, restringidos pelas temperaturas baixas inerentes ao clima Cfb. O mesmo acontece com outras espécies, de grande expressividade nos pisos superiores, mas que aos 600 m foram representadas apenas por indivíduos esparsos, possivelmente por apresentarem maior sensibilidade às temperaturas elevada do clima Cfa.

No âmbito das epífitas, para o patamar montano as espécies indicadoras de maior importância estrutural são *Vriesea altodaserrae* e *Nematanthus australis*, com notável destaque para a primeira. Como indicadoras do patamar submontano destaca-se *Codonanthe gracilis*, *Heteropsis rigidifolia* e *Monstera adansonii*.

Para a sinúcia herbáceo-terrícola, o patamar montano tem como principais espécies indicadoras *Pleurostachys distichophylla* e *Psychotria stachyoides*. Como indicadoras do patamar submontano destacam-se *Monstera adansonii*, *Adiantum abscissum* e *Saccoloma inaequale*.

Enquanto a temperatura desponta como variável determinante na delimitação de comunidades florísticas, a estrutura das sinúcias epifítica e herbáceo-terrícola apresentou maior relação com as características topográficas, traduzidas pela declividade.

O relevo acidentado das altitudes superiores condicionou maior heterogeneidade na estrutura da comunidade epifítica montana, devido a sua influência sobre o porte e arquitetura dos forófitos, resultando em diferenças significativas entre as altitudes 800 e 1.000 m.

Como constatado em estudo anterior na mesma área, a elevação da altitude tende a repercutir no aumento da declividade e na conseqüente redução da espessura dos solos. Por sua vez, estes aspectos acarretam em menor porte das árvores, que apresentam maior densidade e acabam por não atingir grandes alturas e diâmetros para manterem sua estabilidade na frágil encosta. Outro aspecto verificado foi a redução no tamanho das copas, que decorre em parte da elevada densidade de indivíduos, mas também representa uma adaptação com função de aumentar a estabilidade das árvores, reduzindo sua massa suspensa.

Assim, percebe-se claramente que a redução estrutural da floresta nas maiores altitudes repercute em menor espaço para desenvolvimento estrutural de epífitas, principalmente pelas copas mais curtas, estreitas e com galhos mais finos.

A declividade também exerceu influência preponderante na estruturação das comunidades herbáceo terrícolas, uma vez que nos três pisos superiores, todos com declividades acima de 60%, foram registrados valores médios de cobertura significativamente mais baixos ao obtido aos 500 m, que apresenta declividade mais suave (32%).

A mesma tendência foi verificada para a altura média do estrato herbáceo, especialmente quando comparadas as médias das cotas 700 e 500 m, respectivamente a de maior e a de menor declividade. Estes aspectos estão provavelmente relacionados com a qualidade e estabilidade do substrato disponível para o desenvolvimento das herbáceas terrícolas. Terrenos mais íngremes resultam em solos depauperados, com estrutura físico-química mais desfavorável. Além disso, a maior exposição ao efeito da gravidade também restringe o desenvolvimento das herbáceas, dificultando a fixação de propágulos e o desenvolvimento das plantas, as quais se encontram constantemente sujeitas a fluxos hídricos superficiais, durante os frequentes episódios de pluviosidade intensa.

É válido ressaltar que a declividade também proporciona relevante papel nas condições de insolação, embora este aspecto não tenha sido abordado quantitativamente no presente estudo. Nas áreas mais íngremes, pela exposição da encosta e pelo menor porte das árvores, a luminosidade tende a proporcionar condições mais favoráveis na região do solo, o que pode acarretar em diferenciações florísticas, além de estruturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREATA, R. H. P.; GOMES, M.; BAUMGRATZ, J. F. A. 1997. Plantas herbáceo-arbustivas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. *In*: LIMA, H. C. de; GUEDES-BRUNI, R. R. (Eds.). **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 139-152.
- ANGULO, R. J. 1992. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- ATHAYDE, S. F. de. 1997. **Composição florística e estrutura fitossociológica em quatro estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa Submontana como subsídio ao manejo ambiental – Guaraqueçaba – PR**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants:APG III. **Botanical journal of the Linnean Society**, 161:105-121.
- BARROS, A. A. M. 2008. **Análise florística e estrutural do Parque Estadual da Serra da Tiririca, Niterói e Maricá, RJ, Brasil**. Tese (Doutorado em Botânica), Escola Nacional de Botânica Tropical.
- BARTHLOTT, W.; SCHMIT-NEUERBERG, V.; NIEDER, J.; ENGWALD, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. **Plant Ecology**, 152:145-156.
- BECKER, A.; KÖRNER, C.; BRUN, J. J.; GUIBAN, A.; TAPPEINER, U. 2007. Ecological and land use studies along elevational gradients. **Mountain Research and Development**, 27 (1):58–65.
- BEGON, M.; COLIN, R.; TOWNSEND, J. L. H. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems** 4th ed. Blackwell Publishing, Oxford.
- BENAVIDES, A. M.; DUQUE, A. J.; DUIVENVOORDEN, J.; VASCO, G. A.; CALLEJAS, R. 2005. A first quantitative census of vascular epiphytes in rainforests of Colombian Amazonia. **Biodiversity and Conservation** 14:739–758.
- BENZING, D. H. 1989. Vascular epiphytism in America. *In*: H. Lieth, M. J. A. Werger. Tropical rainforest ecosystems, **Ecosystems of the world**, Amsterdam, 14b:133-154.
- BENZING, D. H. 1995. Vascular epiphytes. *In*: M. D. Lowman, N. M. Nadkarni. **Forest Canopies**. San Diego, CA: Academic Press.
- BENZING, D. H. 2000. **Bromeliaceae – profile of an adaptative radiation**. Cambridge University Press, New York. 690p.
- BENZING, D. H. 1990. **Vascular epiphytes**. Cambridge University Press, New York.
- BIGARELLA, J. J. 1978. **A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná - Um problema de segurança ambiental e nacional: contribuição à geografia, geologia e ecologia regional**. Curitiba: SEPL/ADEA, 248 p.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V. M. (eds.). 1967. Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 23.
- BLUM, C. T. 2006. **A Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, PR – caracterização florística, fitossociológica e ambiental de um gradiente altitudinal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná.

- BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V. 2007. Espécies indicadoras em um gradiente da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, 5 (2):873-875.
- BORÉM, R. A. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. 2002. Fitossociologia do estrato arbóreo em uma topossequência alterada de Mata Atlântica, no município de Silva Jardim - RJ, BRASIL. **Revista Árvore** 26 (6):727-742.
- BORGIO M.; SILVA S. M. 2003. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26 (3):391-401.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**, Blume Edic. Madrid.
- BREIER, T. B. 2005 **O epifitismo vascular em florestas do sudeste do Brasil**. Tese (doutorado em biologia vegetal), Universidade Estadual de Campinas.
- BROWN, D. A. 1990. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional "El Rey" Argentina: composición florística y patrón de distribución. **Revista Biología Tropical**, 38(2A): 155-166.
- BROWN, J.; LOMOLINO, M. V. 2006. **Biogeografía** 2. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora. 691p.
- BUZATTO, C. R.; SEVERO, B. M. A.; WAECHTER, J. L. 2008. Composição florística e distribuição ecológica de epífitos vasculares na Floresta Nacional de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, 63 (2): 231-239.
- CARVALHO, D. A. de; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MARQUES, J. J. G. de S. M.; CARVALHO, W. A. C. 2005. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Altomontana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta bot. bras**, 19 (1):91-109.
- CERVI, A. C.; ACRA, L. A.; RODRIGUES, L.; GABRIEL, M. M.; LOPES, M. 1988. Contribuição ao conhecimento das plantas herbáceas de uma floresta de araucária do primeiro planalto paranaense. **Ínsula**, 18:83-98.
- CERVI, A. C.; BORGIO, M. 2007. Epífitos vasculares no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. Levantamento preliminar. **Fontqueria**, 55:415-422.
- CESTARO, L. A.; WAECHTER, J. L.; BAPTISTA, L. R. M. 1986. Fitossociologia do estrato herbáceo da mata de araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. **Hoehnea**, 13:59-72.
- CITADINI-ZANETTE, V. 1984. Composição florística e fitossociologia da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, 32:23-62.
- CITADINI-ZANETTE, V.; BAPTISTA, L. R. de M. 1989. Vegetação herbácea terrícola de uma comunidade florestal em Limoeiro, município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Biociências**, 45:1-87.
- CORDANI, U. G.; GIRARDI, V. A. V. 1967. Geologia da folha de Morretes. **Boletim Paranaense de Geociências**, 26:1-40.
- COSTA, F. R. C. 2004. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. **Acta Amazonica**, 34 (1):53-59.
- COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E.; LUIZÃO, R. C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. **Journal of Ecology**, 93:863-878.

CURCIO, G. R. 1992. **Caracterização e gênese de Podzólicos Vermelho-Amarelos e Cambissolos da porção sul da Serra do Mar – PR**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; SILVA, G. M.; GIAROLA, N. F. B.; CARRILHO, B. F.; COMIN, J. J. 1991. Caracterização e distribuição dos solos da Serra do Mar (porção sul de tombamento – PR). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 23., 1991, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 264.

CUSTÓDIO FILHO, A. 2002. **A Floresta Ombrófila Densa em diferentes altitudes no Parque Estadual Carlos Botelho. São Paulo, Brasil**. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

DAMASCENO JÚNIOR, G. A. 2005. **Estudo florístico e fitossociológico de um gradiente altitudinal no planalto residual do Urucum – Mato Grosso do Sul – Brasil**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Instituto de Biologia, UEC.

DETTKE, G. A.; ORFRINI, A. C.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. 2008. Composição florística e distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, Brasil. **Rodriguésia** 59 (4):859-872.

DIESEL, S.; SIQUEIRA, J. C. 1991. Estudo fitossociológico herbáceo/arbustivo da mata ripária da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. **Pesquisas**, Botânica, 41:205-257.

DISLICH, R.; MANTOVANI, W. 1998. A flora de epífitas vasculares da reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (São Paulo, Brasil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 17:01-83.

DITTRICH, V. A. de O.; WAECHTER, J. L.; SALINO, A. 2005. Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. **Acta bot. bras.**, 19 (3):519-525.

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

DORNELES, L. P. P.; NEGRELLE, R. R. B. 1999. Composição florística e estrutura do compartimento herbáceo de um estágio sucessional avançado da Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas**, 12 (2):7-30.

DRUCKER, D. P. 2005. **Variação na composição da comunidade herbácea em áreas ripárias da Amazônia Central**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), INPA/UFAM.

EMBRAPA. 1984. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná – Tomo I**. Curitiba: EMBRAPA – SNLCS/SUDESUL/IAPAR. 414 p.

ENGELMANN, R. A.; WESENBERG, J.; MORAWETZ, W. 2007. Pteridófitas e begoniáceas no subosque da Mata Atlântica na parte oriental do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ, Brasil. *In*: Cronemberger, C.; Castro, E. B. V. (orgs.). **Ciência e conservação na Serra dos Órgãos**. Brasília: IBAMA, p. 83-104.

ENGWALD, S. 1999. **Diversität und Ökologie der Epiphyten eines Berg – und eines Tieflandregenwaldes in Venezuela – Eine vergleichende Analyse**. Tese (Ph.D.), Botanisches Institut, Universität Bonn.

FONTOURA, T.; SYLVESTRE, L. S.; VAZ, A. M. S.; VIEIRA, C. M. 1997. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. *In*: H. C. Lima, R. R. Guedes-Bruni (eds.). **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Editora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.89-102.

- FONTOURA, T.; COSTA, A.; WENDT, T. 1991. Preliminary checklist of the Bromeliaceae of Rio de Janeiro state, Brazil. **Selbyana**, 12: 5-45.
- FREIBERG, M. 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. **Biotropica**, 28:345-355.
- GENTRY, A. H.; DODSON C. H. 1987. Contribution of non trees to species richness of a tropical rain forest. **Biotropica**, 19:149-156.
- GENTRY, A. H.; DODSON, C. H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Garden**, 74:205-233.
- GENTRY, A. H.; EMMONS, L. H. 1987. Geographical variation in fertility, fenology, and composition of the understory of neotropical forest. **Biotropica**, 19:216-227.
- GIONGO, C.; WAECHTER J. L. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, 27:563-572.
- GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. 2002. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta botanica Brasilica**, 16 (4):429-441.
- GONÇALVES, C.N.; WAECHTER, J.L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta botanica Brasilica**, 17:89-100.
- GOOGLE EARTH. 2009. Disponível em <earth.google.com>. Acesso em Fevereiro de 2010.
- GRUBB, P. J. 1977. Control of Forest growth and tropical mountains: with special reference to mineral nutrition. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 8: 83-107.
- GUAPYASSÚ, M. dos S. 1994. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, Morretes – Paraná**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.
- HARTSHORN, G. S.; HAMMEL, B. E. 1994. Vegetation types and floristic patterns. In: L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide, G. S. Hartshorn (eds.). **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**. pp. 73-89. The University of Chicago Press, Chicago.
- HERTEL, R.J.G. 1949. **Contribuição à ecologia de flora epífita da Serra do Mar (vertente oeste) do Paraná**. Tese (Concurso à livre docência de Botânica) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Paraná.
- HIETZ, P. 1998. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. **International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)**, 70(11).
- HIETZ, P.; HIETZ-SEIFERT, U. 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. **Journal of Vegetation Science**, 6 (4):487-498.
- HIETZ-SEIFERT U.; HIETZ, P.; GUEVARA, S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. **Biological Conservation**, 75:103-111.
- IAPAR. 1978. **Cartas climáticas básicas do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Estado do Paraná, 41 p.
- IAPAR. 1989. Velocidade e direção predominante dos ventos no estado do Paraná. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado do Paraná**, 26.

- IAPAR. 2010. **Médias históricas em estações do IAPAR**. Disponível em <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Morretes.htm>. Acesso em Março de 2010.
- IBGE. Diretoria de Geociências. 1998a. **Folha SG.22-X-D-V-2-NO – MI-2858-2-NO – Alexandra, PR. Região Sul do Brasil**. Rio de Janeiro. 1 carta: color. Escala 1:25.000.
- IBGE. Diretoria de Geociências. 1998b. **Folha SG.22-X-D-V-2-NO – MI-2858-2-SO – Serra da Prata, PR. Região Sul do Brasil**. Rio de Janeiro. 1 carta: color. Escala 1:25.000.
- IBGE. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira** (Série Manuais Técnicos em Geociências – Número 1). Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 92 p.
- IBISCH, P. 1996. **Neotropische Epiphytendiversität – das Beispiel Bolivien**. Martina Galunder – Verlag, Wiehl.
- INÁCIO, C. D.; JARENKOW, J. A. 2008. Relações entre a estrutura da sinúsia herbácea terrícola e a cobertura do dossel em Floresta Estacional no Sul do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, 31 (1):41-51.
- INGRAM, S. W.; FERREL-INGRAM, K.; NADKARNI, N. M. 1996. Floristic composition of vascular epiphytes in a neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. **Selbyana**, 17:88-103.
- INGRAM, S. W.; NADKARNI, N. M. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a Neotropical cloud Forest, Costa Rica. **Biotropica**, 25 (4):370-383.
- IPARDES. 1990. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 257 p.
- IPARDES. 1991. **Diagnóstico físico ambiental da Serra do Mar – área sul**. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 107 p.
- JASTER, C. B. 1995. **Análise estrutural de algumas comunidades florestais no litoral do estado do Paraná, na área de domínio da Floresta Ombrófila Densa – Floresta Atlântica**. Dissertação (Forstwissenschaftlicher Fachbereich), Institut für Waldbau – Abteilung II - Tropen und Subtropen, Universidade Georg-August de Göttingen.
- JASTER, C. B. 2002. **A Estrutura como indicadora do nível de desenvolvimento sucessional de comunidades arbóreas da restinga – uma proposta metodológica**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- JOHANSSON, D. R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica**, 59:1-136.
- KAEHLER, M. 2008. Bromélias. In: N. L. P. Alves. **As montanhas do Marumbi**. Edição do Autor, Curitiba, p.325-329.
- KELLY, D. L. 1985. Epiphytes and climbers of a Jamaican rain forest: vertical distributions, life forms and life history. **Journal of Biogeography**, 2:233-243.
- KERNAN, C.; FOWLER, N. 1995. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. **Journal of Ecology**, 83 (1):65–73.
- KERSTEN, R. A. 2006. **Epifitismo vascular na bacia do Alto Iguaçu, Paraná**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná.
- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. 2001. Composição florística e distribuição espacial de epífitas vasculares em floresta da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 24 (2):213-226

- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 25 (3):259-267.
- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. 2006. The floristic compositions of vascular epiphytes of a seasonally inundated forest on the coastal plain of Ilha do Mel Island, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 54 (3):935-942.
- KERSTEN, R. A.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. 2009. Epífitas vasculares em duas formações ribeirinhas adjacentes na bacia do rio Iguaçu – Terceiro Planalto Paranaense. **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, 64 (1):33-43.
- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. 2005. Florística e estrutura de comunidades de epífitas vasculares da planície litorânea. In: M. C. M. Marques, R. M. Britez (eds.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Editora UFPR, Curitiba, p.125-143.
- KERSTEN, R.A.; KUNIYOSHI, Y, S. 2006. Epífitos vasculares na bacia do Alto Iguaçu, Paraná – Composição florística. **Estudos de Biologia**, 28:55-71.
- KIRA, T.; YODA, K. 1989. Vertical stratification in microclimate. In: Lieth, H.; Werger, M. J. A. (eds). **Ecosystems of the world** vol. 14b: Tropical Rain Forest ecosystems. Amsterdã. p.7-53.
- KLEIN, R. M. 1979. Ecologia da flora e vegetação do vale do Itajaí. **Sellowia**, 31.
- KLEIN, R. M. 1980. Ecologia da flora e vegetação do vale do Itajaí (Continuação). **Sellowia**, 32.
- KÖHLER, I.; TOBÓN, C.; FRUMAU, K. F.; BRUJINZEEL, L. A. 2007. Biomass and water storage dynamics of epiphytes in old-growth and secondary montane cloud forest stands in Costa Rica. **Plant Ecology**, 193:171-184.
- KOZERA, C. 2001. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo em duas áreas de Floresta Ombrófila Densa, Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas.
- KOZERA, C.; DITTRICH, V. A. de O.; SILVA, S. M. 2006. Composição florística da Floresta Ombrófila Mista Montana do Parque Municipal do Barigüi, Curitiba, PR. **Floresta**, 36 (1):45-58.
- KOZERA, C.; RODRIGUES, R. R. 2005. Floresta Ombrófila Densa Submontana: florística e estrutura do estrato inferior. In: Marques, M. C. M.; Britez, R. M. (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Editora UFPR – Universidade Federal do Paraná, p. 103-123.
- KOZERA, C.; RODRIGUES, R. R.; DITTRICH, V. A. de O. 2009. Composição florística do subosque de uma Floresta Ombrófila Densa Montana, Morretes, PR, Brasil. **Floresta**, 39 (2):323-334.
- KRÖMER, T.; KESSLER, M.; GRADSTEIN, S. R. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. **Plant Ecol**, 189:261–278.
- LABIAK, P. H.; PRADO, J. 1998. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá – Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, 11:1-79.
- LACERDA, A. E. B. 1999. **Levantamento florístico e estrutural de vegetação secundária em área de contato da Floresta Ombrófila Densa e Mista, PR**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- LAMPRECHT, H. 1990. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ). Rossdorf: TZ – Ver.-Ges. 343 p.

- LEITE, P. F. 1994. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil – proposta de classificação**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.
- LEITE, P.; KLEIN, R. M. 1990. Vegetação. *In*: IBGE. **Geografia do Brasil: região Sul**. v. 2. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, p. 113-150.
- LEME, E. M. C. 1993. **Bromélias na natureza**. Marigo Comunicação Visual, Rio de Janeiro.
- LEME, E. M. C. 1998. **Canistropsis – bromélias da Mata Atlântica**. Editora Salamandra. Rio de Janeiro.
- LEME, E. M. C. 2000. **Nidularium – bromélias da Mata Atlântica**. Editora Sextante. Rio de Janeiro.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. L. 1998. **O uso de análises multivariadas ecológicas em estudos ambientais interdisciplinares**. FAPESP - Projeto Temático. Processo 93/3510-4 PADCT/CIAMB - Convênio 66.95.0407-00. (Versão em PDF)
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, 84:137-152.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G. S.; PERALTA, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. **Journal of Ecology**, 73:505-516.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. 1995. Canopy closure and distribution of tropical forest tree species at La selva, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, 11:161-178.
- LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI R. R. 1997. Diversidade de plantas vasculares na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. *In*: H. C. Lima; R. R. Guedes-Bruni (eds.). **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Editora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.29-63.
- LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S. 2009. Structure of the herb stratum under different light regimes in the Submontane Atlantic Rain Forest. **Braz. J. Biol.**, 69 (2):289-296.
- LOPES, O. F. 1985. Nota preliminar sobre a geologia da Serra da Prata – Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, 36:65-68.
- LOPES, O. F. 1987. Zoneamento metamórfico da Formação Rio das Cobras do Pré-Cambriano do estado do Paraná. *In*: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 1, p. 303-312.
- LOPES, O. F. 1987. O Granito Sin-Tectônico Cubatãozinho: petrogênese e evolução geológica. *In*: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 1, p. 390-398.
- LÜTTGE, U. (ed.). 1989. Vascular plants as epiphytes: evolution and ecophysiology. **Ecological Studies** v. 76. Springer-Verlag, Berlin. 270p.
- MAACK, R. 1981. **Geografia física do estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: BADEP/UFPR/IBPT.
- MADISON, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features **Selbyana**, 2:1-13.
- MAGURRAN, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University.

- MAMEDE, M. C. H.; CORDEIRO, I.; ROSSI, L. 2001. Flora vascular da Serra da Juréia, município de Iguape, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, 15:63-124.
- MANCINELLI, W. S.; QUADROS, K. E.; KERSTEN, R. A. 2007. Levantamento de epífitos vasculares em quatro forófitos em diferentes altitudes no Morro da Tromba - SC. *In*: Congresso Nacional de Botânica, **Anais...** São Paulo.
- MANTOVANI, W.; RODRIGUES, R. R.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; CATHARINO, E. L. M.; CORDEIRO, I. 1990. A vegetação na Serra do Mar em Salesópolis, SP. *In*: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo, 2., Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: ACIESP, p. 348-384.
- MARASCHIN-SILVA, F.; SCHERER, A.; BAPTISTA, L. R. M. 2009. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbusivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Rev. Bras. Bioci.**, 7 (1):53-65.
- MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, P.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F.; FORZZA, R. C. 2008. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, 59 (1):209-258.
- MARTINS, G. A. 2009. **Estatística geral e aplicada** 3ª. edição. São Paulo: Editora Atlas S.A.
- MARTINS, V. S.; SILVA, N. R. S.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A. 2003. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, 64:172-181.
- MAUHS, J.; BARBOSA, J. F. 2004. Levantamento do componente herbáceo em floresta de restinga psamófila, Palmares do Sul, RS. **Pesquisas, Botânica**, 55:137-141.
- MAYO, S. J.; BOGNER, J.; BOYCE, P. C. 1997. The genera of Araceae. Londres: RBGKew Press.
- MEIRA-NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R.; SOUZA, A. L. 2005. Influência da cobertura e do solo na composição florística do subosque em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 19:473-486.
- MENINI NETO, L.; MATOZINHOS, C. N.; ABREU, N. L.; VALENTE, A. S. M.; ANTUNES, K.; SOUZA, F. S.; VIANA, P. L.; SALIMENA, F. R. G. Flora vascular não-arbórea de uma floresta de gruta na Serra da Mantiqueira, Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotrop.**, 9 (4):1-13.
- MMA. 2008. **Instrução Normativa nº 6**, 23-09-08. Reconhece as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Ministério do Meio Ambiente.
- MORAN, R. C. 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on Neotropical montane forest. *In*: Churchill, S. P.; Baslev, H.; Forero, E.; Luteyn, J. L. (eds.). **Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests**. New York Botanical Garden Press, p. 359-363.
- MORENO, M. R.; NASCIMENTO, M. T.; KURTZ, B. C. 2003. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na mata atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. **Acta bot. bras.**, 17 (3):371-386.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 547 p.
- MÜLLER, S. C.; WAECHTER, J. L. 2001. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbusivo de uma floresta costeira subtropical. **Rev. Bras. Bot.**, 24 (4):395-406.
- NADKARNI, N. 1984. Epiphyte biomass and nutrient capital of a Neotropical Elfin Forest. **Biotropica**, 16 (4):249-256.

- NEGRELLE, R. R. B. 2006. Composição florística e estrutura vertical de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Planície Quaternária. **Hoehnea**, 33 (3):261-289.
- NIEDER, J.; ENGWALD, S.; BARTHLOTT, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. **Selbyana**, 20:66-75.
- NIEDER, J.; ENGWALD, S.; KLAUN, M.; BARTHLOTT, W. 2000. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a Lowland Amazonical Rain Forest (Surumoni Crane Plot) of Southern Venezuela. **Biotropica**, 32 (3):385-396.
- NIEDER, J.; PROSPERI, J.; MICHALOUD, G. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. **Plant Ecology**, 153:51-63.
- NIMER, E. 1990. Clima. *In*: IBGE. **Geografia do Brasil**: região Sul. v. 2. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, p. 113-150.
- NUNES-FREITAS, A. F. 2004. **Bromeliáceas da Ilha Grande: variação inter-habitats na composição, riqueza e diversidade da comunidade**. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- PACIENCIA, M. L. B. 2008. **Diversidade de pteridófitas em gradientes de altitude na Mata Atlântica do estado do Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo.
- PALMA, C. B.; INÁCIO, C. D.; JARENKOW, J. A. 2008. Florística e estrutura da sinúsia herbácea terrícola de uma Floresta Estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 6 (3):151-158.
- PENDRY, C. A.; PROCTOR, J. 1996. The causes of altitudinal zonation of rain forests on Bukit Belalong, Brunei. **Journal of Ecology**, 84:407-418.
- PETEAN, M. P. 2002. **Florística e estrutura dos epífitos vasculares em uma área de Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Parque Estadual do Pico do Marumbi, Morretes, Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná.
- PETEAN, M. P. 2009. **As epífitas vasculares em uma área de Floresta Ombrófila Densa em Antonina, PR**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná.
- PIRES, P. T. L.; ZILLI, A. L.; BLUM, C. T. (eds.). 2005. **Atlas da Floresta Atlântica no Paraná – área de abrangência do Programa Proteção da Floresta Atlântica**. Curitiba: SEMA/Programa Proteção da Floresta Atlântica – Pró-Atlântica, 104 p.
- PORTELA FILHO, C. V.; FERREIRA, F. J. F.; SALAMUNI, E.; BAHNIUK, J. 2001. Comparação entre granitóides de parte da Serra do Mar no estado do Paraná através da aerogamaespectrometria. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 7., 2001, Salvador. **Anais...** Salvador: Brazilian Geophysical Society.
- POULSEN, A. D. 1996. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rain forest in north-west Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, 12:177-190.
- POULSEN, A. D.; TUOMISTO, H. 1996. Small-scale to continental distribution patterns of neotropical pteridophytes: the role of edaphic preferences. *In*: Camus, J. M.; Gibby and Johns, M. (eds.). **Pteridology in Perspective**, p.551-561. Royal Botanic Gardens, Kew.
- PRIDGEON, A. M.; CHASE, M. W. 2001. A phylogenetic reclassification of Pleurothallidinae (Orchidaceae). **Lindleyana**, 16:235-271.
- PRIDGEON, A. M.; SOLANO, R.; CHASE, M. W. 2001. Phylogenetic relationships in pleurothallidinae (Orchidaceae): combined evidence from nuclear and plastid DNA sequences. **American Journal of Botany**, 88 (12):2286–2308.

PROCTOR, J.; LEE, Y. F.; LANGLEY, A. M.; MUNRO, W. R. C.; NELSON, T. 1988. Ecological studies on Gunung Silan, a small ultrabasic mountain in Sabah, Malaysia. I. Environment, forest structure and floristics. **Journal of Ecology**, 76:320-340.

REGINATO, M.; GOLDENBERG, R. 2007. Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as Florestas Ombrófilas Mista e Densa Montana, Piraquara, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, 34 (3):349-364.

REIS, J. R. M.; FONTOURA, T. 2009. Diversidade de bromélias epífitas na Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Teimoso – Jussari, BA. **Biota Neotropica**, 9(1).

RICHARDS, P. W. 1996. **The tropical rain forest, an ecological study**. 2.ed. London: Cambridge University Press.

RICHTER, M. 2000. A hypothetical framework for testing phytodiversity in mountainous regions: the influence of airstreams and hygrothermic conditions. **Phytocoenologia**, 30 (3-4):519-541.

ROCHA, M. do R. L. 1999. **Caracterização fitossociológica e pedológica de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Parque Estadual Pico do Marumbi - Morretes, PR**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná.

RODERJAN, C. V. 1994. **O gradiente da Floresta Ombrófila Densa no Morro do Anhangava, Quatro Barras, PR – aspectos climáticos, pedológicos e fitossociológicos**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. 2002. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciência & Ambiente**, 24:75-92.

RODERJAN, C. V.; GRODSKI, L. 1999. Acompanhamento meteorológico em um ambiente de Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro Anhangava, município de Quatro Barras – PR, no ano de 1993. **Cadernos da Biodiversidade**, 2(1): 27-34.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. 1992. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. In: Morellato, L. P. C. (org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP/FAPESP, p. 64-96.

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

RUDOLPH, D.; RAUER, G.; NIEDER, J.; BARTHLOTT, W. 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador. **Selbyana**, 19:27-33.

SALINO, A.; DITTRICH, V. A. de O.; BRITZ, R. M. 2005. Flora pteridofítica. In: Marques, M. C. M.; Britz, R. M. (eds.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Editora UFPR – Universidade Federal do Paraná, p. 85-101.

SANCHEZ, M. 2001. **Composição florística e estrutura arbórea num gradiente altitudinal da Mata Atlântica**. Tese (Doutorado), Instituto de Biologia, Universidade de Campinas.

SANTOS, A. C. L. 2008. **Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares associadas a trilhas no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica.

SANTOS, C. 2007. **Estatística descritiva - manual de auto-aprendizagem**. Lisboa: Edições Sílabo.

SCHEER, M. B.; MOCOCHINSKI, A. Y. 2009. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotrop.**, 9(2).

SCHMIDLIN, D. 1998. **Utilização de técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas para atualização e geração do mapa compilado de solos da Área de Proteção Ambiental – APA de Guaratuba (PR)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SCHORN, L. A. 1992. **Levantamento florístico e análise estrutural em três unidades edáficas em uma Floresta Ombrófila Densa Montana no estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.

SCHÜTZ-GATTI, A. L. 2000. **O componente epifítico vascular na Reserva Salto Morato, Guaqueçaba - PR**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná.

SCHWARTSBURD, P. B. 2006. **Pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná.

SEMA. 1995. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ, 139p.

SIEDLECKI, K. N.; PORTES, M. C. De O.; CIELO FILHO, R. 2003. Proposta de adequação dos limites do Parque Nacional Saint Hilaire/Lange (Serra da Prata) – Estado do Paraná. *In*: SIMPÓSIO DE ÁREAS PROTEGIDAS – Conservação no Âmbito do Cone Sul, 2., 2003, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Católica de Pelotas.

SILLET, S. 1999. Tree crown structure and vascular epiphyte distribution in *Sequoia sempervirens* rain forest canopies. **Selbyana**, 20:76-97.

SILVA, F. C. 1989. Composição florística e estrutura fitossociológica da Floresta Tropical Ombrófila da encosta atlântica no município de Morretes (Paraná). **Boletim de Pesquisa Florestal**, 18/19:31-49.

SILVA, S. M. 1998. **As formações florestais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná: composição florística e principais características estruturais**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, S. S. L.; ZICKEL, C. S.; CESTARO, L. A. 2008. Flora vascular e perfil fisionômico de uma restinga no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Acta bot. bras.**, 22 (4):1123-1135.

SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. 2008. Fern classification. *In*: T. A. Ranker (ed.). **Biology and evolution of ferns and lycophytes**. Cambridge University Press. Cambridge. p. 417-461.

SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. 2006. A classification for extant ferns. **Taxon**, 55:705-731.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. 2004. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: Edição dos Autores.

SPECIESLINK. 2010. **Sistema de informação distribuído para coleções biológicas: a integração do Species Analyst e do SinBiota (FAPESP)**. CRIA – Centro de Referência em Informação Ambiental, Campinas, SP. Disponível em: < <http://smlink.cria.org.br/>>. Acesso em: jan. 2010.

SQUITTER. 2004. **Registrador de umidade e temperatura UTReg - modelo S1615, manual do usuário 1.1**. São José dos Campos: Squitter do Brasil.

STEEGE, H.; CORNELISSEN, J. H. C. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in Lowland rain forest of Guiana. **Biotropica**, 21 (4):331-339.

STEVENS, P. F. 2008. **Angiosperm phylogeny website. Version 9**. Disponível em: <www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/>. Acesso em: abr. 2010.

STRUMINSKI, E. 2001. **Parque Estadual Pico do Marumbi**. Curitiba: Editora UFPR, 185p.

SUDGEN, A. M.; ROBINS, R.J. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in colombian cloud forests, I. The distribution of the epiphytic flora. **Biotropica**, 11:173-188.

TER BRAAK, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, 67:1167-1179.

TER BRAAK, C. J. F. 1995. Ordenation. *In*: Jongman, R. H. G; ter Braak, C. J. F; Van Tongeren, O. F. R. (eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University, p. 91-173.

TER BRAAK, C. J. F.; PRENTICE, I. C. 1988. A theory of gradient analysis. **Adv. Ecol. Res.**, 18:271-317.

TIVY, J. **Biogeography: a study of plants in the ecosphere**. 1993. Third Edition, Longman Group Limited, England.

TROPICOS. 2009. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Disponível em <www.tropicos.org>. Acesso em Dezembro de 2009.

TROPMAIR, H. 1987. **Biogeografia e meio ambiente**. Edição do autor. Rio Claro, São Paulo.

TRYON, R. M. 1972. Endemic areas and geographic speciation in tropical American ferns. **Biotropica**, 4 (3):121-131.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. 1983. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel.

TUOMISTO, H.; POULSEN, A. D. 1996. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in Neotropical rain forests. **Journal of Biogeography**, 23:283-293.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; AGUILAR, M.; SARMIENTO, A. 2003. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. **Journal of Ecology**, 91:743-756.

VALENTIN, J. L. 2000. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência. 117p.

VILANI, M. T.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J. S.; PRIANTE-FILHO, N. 2006. Sazonalidade da radiação, temperatura e umidade em uma floresta de transição Amazônia Cerrado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 21 (3b):331-343.

WAECHTER, J. L. 1980. **Estudo fitossociológico das orquídeas epifíticas da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Dissertação (Mestrado em botânica). Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

WAECHTER, J. L. 1986. Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, 34: 39-49.

WAECHTER, J. L. 1992. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal de São Carlos.

WETTSTEIN, R. R. V. 1970. **Aspectos da vegetação do Sul do Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher, 126 p.

WHITMORE, T. C. 1990. **An introduction to the tropical rain forests**. Clarendon Press, Oxford.

WHITTAKER, R. H. 1967. Gradient analysis of vegetation. **Biol. Rev.**, 49:207-264.

WOLF, J. H. D. 1994. Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the northern Andes. **Vegetatio**, 112:15-28.

WORLD CHECKLIST OF SELECTED PLANT FAMILIES. 2009. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <www.kew.org/wcsp/>. Acesso em: dez. 2009.

WURTHMAN, E. 1984. Brazilian *Vrieseas* prove to be freeze stalwarts. **Journal of the Bromeliad Society**, 34:252–254.

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

ZOTZ G.; VOLLRATH B. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* - correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. **Journal of Tropical Ecology**, 19:81-90.

ZOTZ G.; HIETZ, P. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. **Journal of Experimental Botany**, 52 (364):2067-2078.

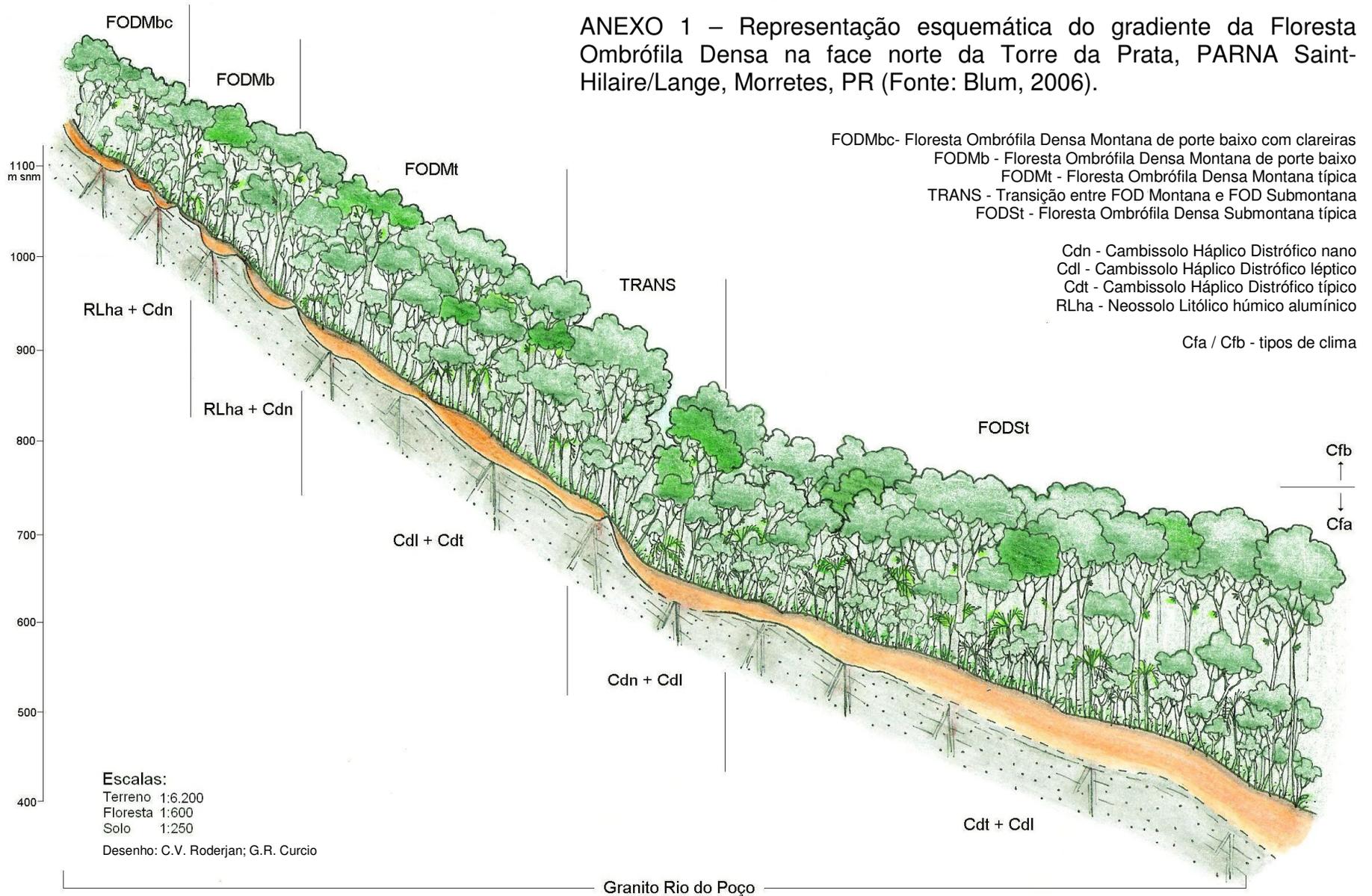
ZOTZ, G. 2005. Vascular epiphytes in the temperate zones – a review. **Plant Ecology**, 176:173-183.

ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O.; BELTRANO, M. J. 2008. **Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur** (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay e Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107. 3.486 p.

ZUQUIM, G.; COSTA, F. R. C.; PRADO, J.; BRAGA-NETO, R. 2009. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. **Biodivers Conserv**, 18:151-166.

ANEXOS

ANEXO 1 – Representação esquemática do gradiente da Floresta Ombrófila Densa na face norte da Torre da Prata, PARNA Saint-Hilaire/Lange, Morretes, PR (Fonte: Blum, 2006).



ANEXO 2 – Aspectos da área de estudo.



Face norte da Torre da Prata, a partir da BR 277



Interior da Floresta Ombrófila Densa Montana



Epifitismo no patamar submontano



Afloramento de rocha aos 1.000 m



Torre da Prata, a partir da copa de um forófito aos 400 m s.n.m.

ANEXO 3 – Aspectos da logística dos levantamentos de campo.



Visão do alto de um forófito aos 600 m s.n.m.



Escalada de forófito



Transporte de cargas



Registro de dados



Acampamento

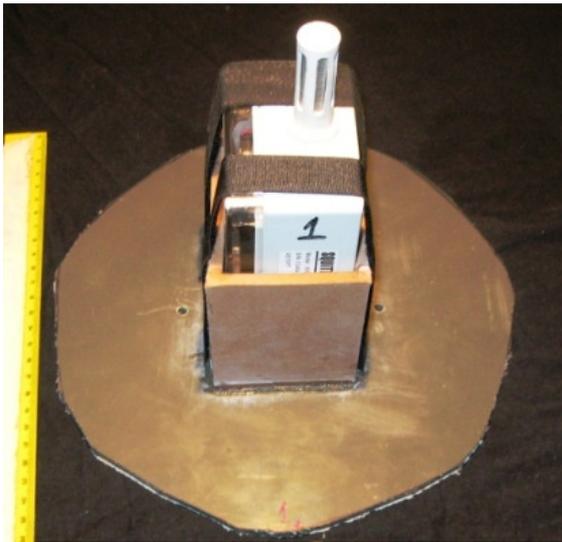


Quantificação de herbáceas



Parcela amostral para quantificação de herbáceas

ANEXO 4 – Acompanhamento das variáveis climáticas.



Registrador de temperatura e umidade do ar



Registrador com abrigo e grade protetora, aos 1.000 m s.n.m.



Notebook conectado por cabo ao registrador



Cabo conectado para transferência de dados



Transferência de dados suspenso a 15 m do solo

ANEXO 5 – Algumas Epífitas e Herbáceas Terrícolas da Serra da Prata.



Monstera adansonii



Philodendron corcovadensis



Philodendron propinquum



Philodendron loefgrenii



Anthurium acutum



Aechmea cylindrata



Aechmea organensis



Vriesea heterostachys



Nidularium procerum



Vriesea carinata



Nidularium innocentii



Vriesea altodaserrae



Vriesea philippocoburgii



Lophophytum leandrii



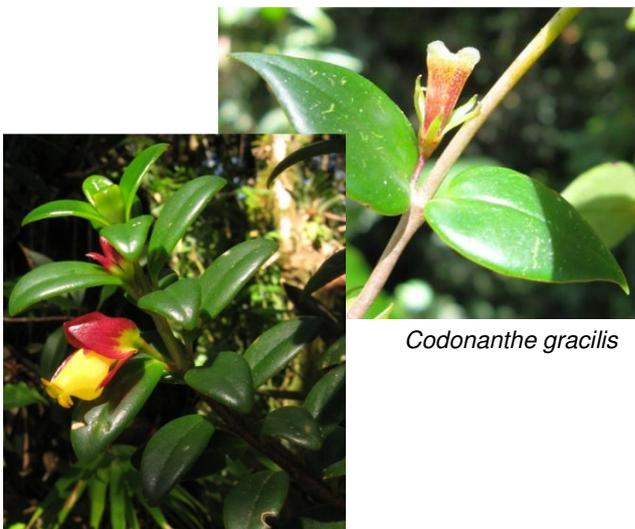
Siphocampylus fulgens



Dichorisandra thyrsiflora



Nematanthus tessmannii



Codonanthe gracilis



Nematanthus australis



Heliconia farinosa

Dorstenia carautae



Aspidoogyne commelinoides



Epidendrum addae



Lepanthopsis floripecten



Maxillaria picta



Leptotes bicolor



Grobya galeata



Baskervilla paranaensis



Vanilla parvifolia



Lankesterella ceracifolia



Bifrenaria harrisoniae



Serpocaulon catharinae



Renealmia petasites