

**MARISE PIM PETEAN**

**AS EPÍFITAS VASCULARES EM UMA ÁREA DE FLORESTA  
OMBRÓFILA DENSA EM ANTONINA, PR**

Tese apresentada ao curso de pós-graduação em Engenharia Florestal, setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial a obtenção do Grau de doutor em Engenharia Florestal – Conservação da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Andrade Kersten

**Curitiba  
2009**

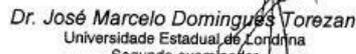


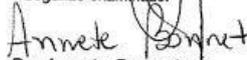
Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

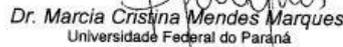
**PARECER**  
Defesa nº. 786

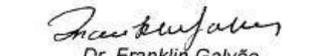
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Marise Pim Petean* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**O COMPONENTE EPIFÍTICO VASCULAR EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa SUBMONTANA NO LITORAL PARANAENSE: ANÁLISE FLORÍSTICA, ESTRUTURAL E DE BIOMASSA**", 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. Sandro Menezes Silva  
Conservation International  
Primeiro examinador

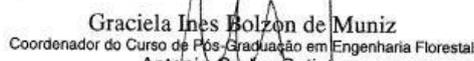
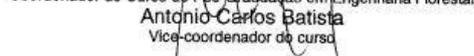
  
Dr. José Marcelo Domingues Torezan  
Universidade Estadual de Londrina  
Segundo examinador

  
Dr. Anete Bonnet  
Empresa Florestas  
Terceiro examinador

  
Dr. Marcia Cristina Mendes Marques  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador

  
Dr. Franklin Galvão  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 19 de fevereiro de 2009.

  
Graciela Ines Bolzon de Muniz  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
  
Antonio Carlos Batista  
Vice-coordenador do curso

## **Agradecimentos**

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho:

Franklin Galvão pela orientação, conversas, sugestões e críticas sempre construtivas.

Rodrigo de Andrade Kersten pela orientação, inúmeras discussões, críticas e sugestões, e também pela paciência.

SPVS por ter cedido a área de estudo, o alojamento, e os funcionários para me auxiliar nas atividades de campo, sem os quais este trabalho se tornaria inviável.

Aos funcionários da SPVS, Sr. Daniel, José Maria, Nelson, Luiz Gonçalves, Lorival, Sr. Amantino, Sr. Valdomiro e Carlos pela ajuda em campo sempre com respeito e bom humor.

Aos professores Omar Ferreira Lopes e Carlos Vellozo Roderjan pela ajuda na descrição da área de estudo.

Paulo Henrique Labiak Evangelista pelas determinações das Pteridophyta.

Christopher pela ajuda em campo.

Gislaine, Bárbara, Marília, Pablo e Marcelinho por compreenderem a minha ausência quando vocês mais precisavam.

Ao IBAMA pela concessão de autorização de coleta sob o N° 02017.000443/2006-41.

Ao IAP (Instituto ambiental do Paraná) pela concessão de autorização de coleta sob N° 14/06

Marcelo Posonski pela compreensão, por me incentivar quando estava desanimada, e por todas as horas em que esteve ao meu lado.

A minha família pela compreensão, incentivo, e por existirem na minha vida.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....   | v   |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....   | vii |
| <b>RESUMO</b> .....   | 1   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | 2   |
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 3   |
| <b>CAPÍTULO 1 - Composição florística de epífitos vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana da Reserva Natural do Morro Da Mina, Antonina, Paraná, Brasil</b> ..... | 5   |
| Resumo .....  | 5   |
| Introdução.....   | 6   |
| Materiais e métodos .....   | 6   |
| Caracterização da área de estudo .....  | 6   |
| Procedimento metodológico .....   | 8   |
| Resultados.....   | 9   |
| Discussão .....   | 15  |
| <b>CAPÍTULO 2 - Biomassa de epífitos vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana da Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil.</b> .....             | 19  |
| Resumo .....  | 19  |
| Introdução.....   | 20  |
| Procedimento metodológico .....   | 21  |
| Resultados .....  | 23  |
| Discussão .....   | 26  |
| <b>CAPÍTULO 3 - Distribuição espacial de epífitos vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil</b> ..... | 33  |
| Resumo .....  | 33  |
| Introdução .....  | 34  |
| Procedimento metodológico .....   | 35  |
| Resultados .....  | 36  |
| Discussão .....   | 41  |
| <b>CAPÍTULO 4 - Estrutura do componente epifítico vascular em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil</b> .....   | 48  |
| Resumo .....  | 48  |
| Introdução .....  | 49  |
| Procedimento metodológico .....   | 49  |
| Resultados .....  | 52  |
| Discussão .....   | 58  |
| <b>CONCLUSÕES</b> .....   | 65  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | 67  |

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE EPÍFITOS VASCULARES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA DA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1.1 - DENDROGRAMA DE SIMILARIDADE FLORÍSTICA ENTRE ÁREAS CONSIDERADAS NA ANÁLISE: RIO URUGUAI (ROGALSKI E ZANIN 2003); PIRAQUARA (KERSTEN 2006); CURITIBA (BORGO E SILVA 2003); PLANÍCIE LITORÂNEA DO RIO GRANDE DO SUL (WAECHTER 1992, 1998); ILHA DO MEL (KERSTEN E SILVA 2001, 2006); SERRA DA JURÉIA (MAMEDE <i>ET AL.</i> 2001); SERRA DE MACAÉ DE CIMA (FONTOURA <i>ET AL.</i> 1997); PARQUE ESTADUAL CARLOS BOTELHO (BREIER 2005); PARQUE ESTADUAL DO PICO DO MARUMBI (PETEAN 2002); RESERVA NATURAL SALTO MORATO (SCHÜTZ-GATTI 2000). ..... | 12 |
|--|----|

### **CAPÍTULO 2 - BIOMASSA DE EPÍFITOS VASCULARES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA DA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 2.1 DIVISÃO DO FORÓFITO EM ZONAS ECOLÓGICAS, ONDE: 1 - FUSTE BAIXO; 2 - FUSTE MÉDIO; 3 - FUSTE ALTO; 4 - COPA INTERNA; E 5 - COPA EXTERNA. ....   | 21 |
| FIGURA 2.2 PERCENTUAL DA BIOMASSA TOTAL (PESO SECO EM KG.HA <sup>-1</sup> ) ENCONTRADO NAS CLASSES DE DIÂMETRO .....   | 23 |
| FIGURA 2.3 PERCENTUAL DA BIOMASSA TOTAL ENCONTRADO NAS ZONAS DOS FORÓFITOS COM OS RESPECTIVOS VALORES ABSOLUTOS DE BIOMASSA EPIFÍTICA TOTAL (KG.HA <sup>-1</sup> ) ENCONTRADA NAS ZONAS DOS FORÓFITOS .....  | 24 |
| FIGURA 2.4 GRÁFICOS REPRESENTATIVOS DAS EQUAÇÕES MATEMÁTICAS USADAS PARA TESTAR A ESTIMATIVA DA BIOMASSA EPIFÍTICA VASCULAR A PARTIR DO DAP DOS FORÓFITOS, E SEUS RESPECTIVOS GRÁFICOS DE RESÍDUOS EM RELAÇÃO AO DAP, OBTIDOS COM AS EQUAÇÕES REFERENTES AOS MODELOS MATEMÁTICOS A E B ..... | 25 |
| FIGURA 2.5 NÚMERO DE INDIVÍDUOS ARBÓREOS EXISTENTES EM CADA CLASSE DE DIÂMETRO .....   | 29 |

### **CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO DE EPÍFITOS VASCULARES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA NA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 3.1 DIVISÃO DO FORÓFITO EM ZONAS ECOLÓGICAS, ONDE: 1 - FUSTE BAIXO; 2 - FUSTE MÉDIO; 3 - FUSTE ALTO; 4 - COPA INTERNA; E 5 - COPA EXTERNA .....   | 36 |
| FIGURA 3.2 DIVISÃO DAS CLASSES DE COBERTURA DAS ESPÉCIES EPIFÍTICAS ONDE 1 - QUADRADO MENOR QUE 5 CM DE LADO; 2 - QUADRADO ENTRE 5 E 10 CM DE LADO; 3 - QUADRADO ENTRE 10 E 25 CM DE LADO; 4 - QUADRADO ENTRE 25 E 50 CM DE LADO; 5 - QUADRADO ENTRE 50 CM E 1M DE LADO, 6 - QUADRADO ENTRE 1 M E 2 M DE LADO; E 7 - MAIOR QUE UM QUADRADO DE DOIS METROS DE LADO (FORA DE ESCALA) ..... | 37 |
| FIGURA 3.3 NÚMERO DE ESPÉCIES EPIFÍTICAS ENCONTRADAS EM CADA ZONA ECOLÓGICA DOS FORÓFITOS INSERIDOS NOS GRUPAMENTOS DE DIÂMETRO .....  | 40 |

|   |   |    |
|---|---|----|
| FIGURA 3.4  | DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES EPIFÍTICAS QUE APRESENTARAM PREFERÊNCIA POR ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS, DESTACADAS AS ZONAS PREFERENCIAIS COM OS RESPECTIVOS PERCENTUAIS DE BIOMASSA PARA A ZONA, ONDE: FB - FUSTE BAIXO; FM - FUSTE MÉDIO; FA - FUSTE ALTO; CI - COPA INTERNA; CE - COPA EXTERNA.....  | 42 |
| FIGURA 3.5  | DISTRIBUIÇÃO DAS CATEGORIAS ECOLÓGICAS DOS EPÍFITOS VASCULARES QUE APRESENTARAM PREFERÊNCIA POR ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS, DESTACADAS AS ZONAS PREFERENCIAIS COM OS RESPECTIVOS PERCENTUAIS DE BIOMASSA PARA A ZONA, ONDE: HM = HEMIEPÍFITO (S = SECUNDÁRIO, P = PRIMÁRIO); E HL = HOLOEPÍFITO (O = OBRIGATÓRIO P = PREFERENCIAL, F = FACULTATIVO, A = ACIDENTAL).....   | 42 |
| <b>CAPÍTULO 4 - ESTRUTURA DO COMPONENTE EPIFÍTICO VASCULAR EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa SUBMONTANA NA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL</b> |   |    |
| FIGURA 4.1  | DIVISÃO DO FORÓFITO EM ZONAS ECOLÓGICAS, ONDE: 1 - FUSTE BAIXO; 2 - FUSTE MÉDIO; 3 - FUSTE ALTO; 4 - COPA INTERNA; E 5 - COPA EXTERNA .....   | 53 |
| FIGURA 4.2  | DIVISÃO DAS CLASSES DE COBERTURA DAS ESPÉCIES EPIFÍTICAS ONDE 1 - QUADRADO MENOR QUE 5 CM DE LADO; 2 - QUADRADO ENTRE 5 E 10 CM DE LADO; 3 - QUADRADO ENTRE 10 E 25 CM DE LADO; 4 - QUADRADO ENTRE 25 E 50 CM DE LADO; 5 - QUADRADO ENTRE 50 CM E 1M DE LADO, 6 - QUADRADO ENTRE 1 M E 2 M DE LADO; E 7 - MAIOR QUE UM QUADRADO DE DOIS METROS DE LADO (FORA DE ESCALA) ..... | 54 |
| FIGURA 4.3  | AVALIAÇÃO DA SUFICIÊNCIA AMOSTRAL CONSIDERANDO OS VALORES DE IMPORTÂNCIA EPIFÍTICA DAS 15 PRINCIPAIS ESPÉCIES SOBRE DIFERENTES NÚMEROS DE FORÓFITOS .....   | 56 |
| FIGURA 4.4  | RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES DO VIB (FREQUÊNCIA NOS FORÓFITOS E BIOMASSA) DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NO LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa NA RNMM. INDICADAS AS CINCO PRINCIPAIS ESPÉCIES SEGUNDO VIB .....  | 59 |
| FIGURA 4.5  | RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES DO VIC (FREQUÊNCIA NOS FORÓFITOS E COBERTURA) DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NO LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa NA RNMM. INDICADAS AS CINCO PRINCIPAIS ESPÉCIES SEGUNDO VIC .....   | 59 |
| FIGURA 4.6  | VALORES DE IMPORTÂNCIA EPIFÍTICOS DAS 15 PRINCIPAIS ESPÉCIES, CALCULADOS POR DIFERENTES MÉTODOS, ORDENADOS EM RELAÇÃO AOS VALORES DE IMPORTÂNCIA DE BIOMASSA EPIFÍTICA. INDICADOS NA PORÇÃO INFERIOR DIREITA DE CADA BARRA A POSIÇÃO RELATIVA DA ESPÉCIE PARA O VALOR CONSIDERADO .....   | 61 |

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE EPÍFITOS VASCULARES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa SUBMONTANA DA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1.1 - ESPÉCIES OBSERVADAS NO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DE EPÍFITOS VASCULARES NA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, SEGUIDAS DAS CATEGORIAS ECOLÓGICAS, ONDE: HM = HEMIEPÍFITO (S = SECUNDÁRIO, P = PRIMÁRIO); E HL = HOLOEPÍFITO (O = OBRIGATÓRIO P = PREFERENCIAL, F = FACULTATIVO, A = ACIDENTAL) .....   | 7  |
| TABELA 1.2 - RIQUEZA ESPECÍFICA EM FAMÍLIAS EPIFÍTICAS VASCULARES, COM OS RESPECTIVOS PERCENTUAIS DE ESPÉCIES OBSERVADAS PARA A FAMÍLIA NO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, PARANÁ. ....   | 11 |
| TABELA 1.3 - NÚMERO DE ESPÉCIES SEGUNDO CATEGORIAS ECOLÓGICAS DAS FAMÍLIAS COM MAIS DE UM REPRESENTANTE NA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, PARANÁ, ONDE: HL = HOLOEPÍFITO (O = OBRIGATÓRIO, P = PREFERENCIAL, F = FACULTATIVO, A = ACIDENTAL); E HMP = HEMIEPÍFITO PRIMÁRIO E HMS = HEMIEPÍFITO SECUNDÁRIO; -- NÃO OCORREU... ..   | 11 |
| TABELA 1.4 - ÍNDICES DE JACCARD RESULTANTES DA COMPARAÇÃO FLORÍSTICA DA ÁREA DE ESTUDO (MORRO DA MINA) COM NOVE OUTRAS COMUNIDADES: RIO URUGUAI (ROGALSKI E ZANIN 2003); BACIA DO ALTO RIO IGUAÇU (KERSTEN E KUNIYOSHI 2006); CUTITIBA (BORGO E SILVA 2003); PLANÍCIE LITORÂNEA DO RIO GRANDE DO SUL (WAECHTER 1992, 1998); ILHA DO MEL: (KERSTEN E SILVA 2001, 2006); SERRA DA JURÉIA (MAMEDE <i>ET AL.</i> 2001); SERRA DE MACAÉ DE CIMA (FONTOURA <i>ET AL.</i> 1997); PARQUE ESTADUAL CARLOS BOTELHO (BREIER 2005); PARQUE ESTADUAL DO PICO DO MARUMBI (PETEAN 2002); E RESERVA NATURAL SALTO MORATO (SCHÜTZ-GATTI 2000) ..... | 12 |
| TABELA 1.5 - ESTUDOS SOBRE EPÍFITOS VASCULARES REALIZADOS NO BRASIL, PRECEDIDOS DA LOCALIDADE, UNIDADE DA FEDERAÇÃO, FORMAÇÃO FLORESTAL, NÚMERO DE ESPÉCIES REGISTRADAS, E FONTE DOS DADOS, EM ORDEM DECRESCENTE DE RIQUEZA, ONDE: FOD – FLORESTA OMBRÓFILA Densa; FODA - FLORESTA OMBRÓFILA Densa ALTOMONTANA; MGE – MANGUEZAL; FOM – FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, RES – RESTINGA .....  | 13 |

### **CAPÍTULO 2 - BIOMASSA DE EPÍFITOS VASCULARES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa SUBMONTANA DA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 2.1 CLASSES DE PERÍMETRO DOS FORÓFITOS COM OS RESPECTIVOS VALORES CORRESPONDENTES EM DIÂMETRO, NÚMERO DE INDIVÍDUOS EXISTENTES NO HECTARE E O NÚMERO DE INDIVÍDUOS SORTEADOS PARA A AMOSTRAGEM DE EPÍFITOS VASCULARES ..... | 21 |
| TABELA 2.2 VALORES MÉDIOS DE BIOMASSA ÚMIDA E SECA EM KG, ENCONTRADA NOS FORÓFITOS INSERIDOS EM CADA CLASSE DE DIÂMETRO (ENTRE PARÊNTESES ESTÃO OS VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS).....   | 23 |
| TABELA 2.3 BIOMASSA TOTAL (PESO SECO EM KG.HA <sup>-1</sup> ) ENCONTRADA NAS CLASSES DE DIÂMETRO E PORCENTAGEM REPRESENTADA DO TOTAL DA BIOMASSA EPIFÍTICA .....   | 23 |

|  |    |
|--|----|
| TABELA 2.4 ESTUDOS SOBRE A BIOMASSA DO COMPONENTE EPIFÍTICO REALIZADOS NO MUNDO, INDICADO A LATITUDES (LA.), ALTITUDE (ALT), TIPOLOGIA VEGETACIONAL (TIPOLOGIA: FN = FLORESTA NEBULAR; FNM = FLORESTA NEBULAR MONTANA; FNA = FLORESTA NEBULAR ALTOMONTANA; FS = FLORESTA SUBMONTANA; FM = FLORESTA MONTANA; FSB = FLORESTA SUBTROPICAL, FSC = FLORESTA SECUNDÁRIA), BIOMASSA TOTAL (BT EM MG.HA <sup>-1</sup> ), BIOMASSA DE TECIDOS EPIFÍTICOS VIVOS (BV EM MG.HA <sup>-1</sup> ), BIOMASSA DE EPÍFITOS VASCULARES (BEPV, INDICADO COM * QUANDO CONSIDERADO APENAS A BIOMASSA VIVA, NC = NÃO CONSTA) ASSIM COMO A REFERÊNCIA..... | 26 |
|--|----|

**CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO DE EPÍFITOS VASCULARES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA NA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 3.1 NÚMEROS DE ESPÉCIES ENCONTRADOS EM CADA GRUPAMENTO DE DAP, COM O PERCENTUAL DE ESPÉCIES EM RELAÇÃO AO TOTAL AMOSTRADO E VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS SOBRE UM MESMO INDIVÍDUO ARBÓREO .....  | 38 |
| TABELA 3.2 ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD ENTRE OS GRUPAMENTOS DE DAP DOS FORÓFITOS .....   | 38 |
| TABELA 3.3 VALORES ABSOLUTOS E PERCENTUAIS DE BIOMASSA (KG.HA <sup>-1</sup> ) EPIFÍTICA ENCONTRADOS EM CADA GRUPAMENTO DE DAP, COM OS VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS SOBRE UM MESMO INDIVÍDUO ARBÓREO .....   | 39 |
| TABELA 3.4 DISTRIBUIÇÃO DAS EPÍFITAS NAS ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS ANALISADOS, COM OS VALORES DA RIQUEZA, BIOMASSA (EM KG E PERCENTUAL), DIVERSIDADE DE SHANNON (H'), DIVERSIDADE DE SIMPSON (E <sub>1/D</sub> ) E EQUIDADE (J') .....  | 39 |
| TABELA 3.5 TESTE DE T ENTRE AS DIVERSIDADES (H') CALCULADAS PARA AS ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS. (T<1,96, P<0,05) .....   | 39 |
| TABELA 3.6 ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD ENTRE AS ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS .....   | 40 |
| TABELA 3.7 ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD (IJ) ENTRE AS ZONAS ECOLÓGICAS DOS FORÓFITOS DAS TRÊS GRUPAMENTOS DE DIÂMETROS; ONDE F - FORÓFITOS FINOS, M - FORÓFITOS MÉDIOS E G - FORÓFITOS GROSSOS; FB - FUSTE BAIXO; FM - FUSTE MÉDIO; FA - FUSTE ALTO; CI - COPA INTERNA; CE - COPA EXTERNA ..... | 41 |

**CAPÍTULO 4 - ESTRUTURA DO COMPONENTE EPIFÍTICO VASCULAR EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA NA RESERVA NATURAL DO MORRO DA MINA, ANTONINA, PARANÁ, BRASIL**

|   |    |
|---|----|
| TABELA 4.1 PRINCIPAIS ESPÉCIES AMOSTRADAS NO LEVANTAMENTO QUANTITATIVO (95% DO VIB) DOS EPÍFITOS VASCULARES EM FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA EM ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO, EM ORDEM DECRESCENTE DE VIB. FAF = FREQUÊNCIA ABSOLUTA NOS FORÓFITOS; FRF = FREQUÊNCIA RELATIVA NOS FORÓFITOS; BR = BIOMASSA RELATIVA; CR = COBERTURA RELATIVA; VIF = VALOR DE IMPORTÂNCIA DE FREQUENCIA, VIC = VALOR DE IMPORTÂNCIA DE COBERTURA; VIB = VALOR DE IMPORTÂNCIA DE BIOMASSA ..... | 56 |
| TABELA 4.2 VALORES DE IMPORTÂNCIA EPIFÍTICA DAS FAMÍLIAS AMOSTRADAS NO LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DOS EPÍFITOS VASCULARES EM   |    |

|            |   |    |
|------------|---|----|
|            | FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA EM ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO .....   | 60 |
| TABELA 4.3 | DIVERSIDADE E RIQUEZA EM ESTUDOS QUANTITATIVOS DE EPÍFITAS VASCULARES DO BRASIL, SEGUIDOS DA UNIDADE DA FEDERAÇÃO, FORMAÇÃO FLORESTAL, NÚMERO DE FORÓFITOS LEVANTADOS, NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIES REGISTRADAS NA ÁREA, NÚMERO DE ESPÉCIES AMOSTRADAS, ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON, EQUIDADE E FONTE DOS DADOS. ONDE: FOD – FLORESTA OMBRÓFILA DENSA; FOM – FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, RES – RESTINGA; H' ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON; E J – EQUIDADE ..... | 62 |
| TABELA 4.4 | - POSICIONAMENTO NA TABELA FITOSSOCIOLÓGICA DAS CINCO PRINCIPAIS ESPÉCIES SEGUNDO O VIB, COM O RESPECTIVO POSICIONAMENTO QUANTO AOS VALORES DE VIF E VIC .....  | 66 |

## RESUMO

O levantamento qualitativo e quantitativo dos epífitos vasculares foi realizado em uma área de um hectare em uma floresta Ombrófila Densa Submontana, em estágio médio de regeneração, na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM), unidade de conservação de domínio privado, situada no litoral paranaense, município de Antonina. A escolha dos forófitos foi baseada na estrutura diamétrica da comunidade arbórea de um hectare. Nesta parcela, foram selecionados 55 forófitos, representativos da estrutura da floresta. Para o levantamento da biomassa epifítica, na análise da distribuição e amostragem fitossociológica os forófitos foram divididos em cinco zonas ecológicas, das quais foram retirados, separados por espécie e pesados todos os indivíduos epifíticos existentes. No levantamento florístico foram registradas 159 espécies de epífitos vasculares distribuídas em 78 gêneros e 22 famílias. Dentre as famílias destacam-se Orchidaceae (61 espécies), Bromeliaceae (24 espécies), Polypodiaceae (14 espécies) e Araceae (11 espécies). A maioria das espécies foi classificada como holoepífita obrigatória. A região floristicamente mais semelhante à estudada foi a do Salto Morato, seguida da Ilha do Mel e Parque Estadual Carlos Botelho. A biomassa total da floresta estimada em 5.338,6 kg.ha<sup>-1</sup>. O número de espécies epífitas por forófito variou de duas a 79. O diâmetro dos forófitos apresentou uma alta correlação com a riqueza, cobertura e biomassa de epífitos. Os maiores valores de riqueza, diversidade e equidade foram encontrados sobre a copa extrema. As zonas ecológicas floristicamente mais semelhantes entre si foram fuste médio-alto e copa interna-externa. Dentre as espécies que apresentaram preferência por alguma zona, seis foram preferenciais por alguma região da copa e seis pelo fuste. Na amostragem fitossociológica foram calculados três valores de importância distintos, baseado somente em frequências (VIF), baseado em frequência e cobertura (VIC) e baseado em frequência e biomassa (VIB) das espécies. A avaliação dos métodos foi realizada pela observação dos índices fitossociológicos e comparação entre a ordenação das espécies epifíticas quanto aos três valores de importância. Foram registradas 138 espécies de epífitos vasculares, com índice de Shannon de 4,54 e a equidade de 0,92. As espécies mais importantes foram *Hetreposis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense*, ambas ocorrendo em menos de 40% dos forófitos, e as mais frequentes foram *Monstera adansonii*, *Vriesea carinata* e *Microgramma vacciniifolia*. As espécies com maior biomassa foram *Hetreposis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense*. Analisando a posição das espécies epifíticas quanto aos valores de importância, tomando como referência o VIB, a maior alteração foi verificada em relação ao VIF, com espécies variando em até 60 posições na tabela; enquanto para o VIC a menor variação foi de 11 posições na tabela, sendo, portanto, a variável mais apropriada para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos da comunidade epifítica.

Palavras chave: Epífitos vasculares, biomassa, floresta ombrófila densa submontana, distribuição espacial.

## ABSTRACT

The quantitative and qualitative survey of vascular epiphytes was conducted in one hectare of a Submontane Ombrophilous Dense Forest at a medium stage of regeneration in the Natural Reserve of Morro da Mina (RNMM), a privately owned conservation unit located in the coast of Paraná, municipality of Antonina. The selection of phorophytes was made based on the diametric structure of the arboreal community of one hectare. In this plots, 55 phorophytes were selected representing the forest structure. When surveying the epiphytic biomass, the distribution analysis and phytosociologic sampling the phorophytes were divided into five ecological zones of which all the existing epiphytic individuals were segregated, separated by species and weighted. The floristic survey was registered 159 species of vascular epiphytes distributed in 78 genera and 22 families were collected. Among the families, the Orchidaceae (61 species), the Bromeliaceae (24 species), the Polypodiaceae (14 species) and the Araceae (11 species) stand out. The majority of the species was classified as mandatory holoepiphyte. From the floristic viewpoint, the region closer to the area studied was that of Salto Morato, followed by the region of Ilha do Mel and Carlos Botelho State Park. The total forest biomass was estimated to be 5,338.6 kg.ha<sup>-1</sup>. The number of epiphytic species by phorophyte ranged from 2 to 79. Phorophyte diameter presented high correlation with epiphytic richness, cover and biomass. The highest values found on the extreme crown. The ecologic zones floristically more similar between each other were middle-tall trunk and internal-external crown. Among the species showing preference for a zone, six preferred a region on the crown and six preferred a region on the trunk. The phytosociologic sampling three distinct importance values were calculated, based exclusively on frequencies (VIF), based on frequency and cover (VIC) and based on frequency and biomass (VIB) of species. The methods' assessment was performed by observing phytosociologic indexes and comparing epiphytic species' ordination as to the three importance values. One hundred thirty eight species of vascular epiphytes were recorded, with a Shannon index of 4.54 and equity index of 0.92. The most important species were *Hetreposis rigidifolia* and *Philodendron corcovadense*, both occurring in less than 40% of the phorophytes, and the most frequent species were *Monstera adansonii*, *Vriesea carinata* and *Microgramma vacciniifolia*. The species with the largest biomass were *Hetreposis rigidifolia* and *Philodendron corcovadense*. Epiphytic indexes calculated through different methods were quite distinct, with a relevant order inversion of the most important species. By analyzing the position of epiphytic species as to importance values with VIB as a reference, one concludes that the greatest variation verified regarded VIF with species varying in up to 60 positions in the table; while for VIC the smallest variation was 11 positions in the table being, therefore, the most adequate variable for calculating the phytosociologic parameters of the epiphytic community.

Key words: Vascular epiphytes, biomass, Submountainous Dense Ombrophilous Forest, spatial distribution

## INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa é uma das unidades fitoecológicas que compõe a Mata Atlântica, bioma amplamente reconhecido por sua enorme diversidade e elevado endemismo, sendo considerado um dos mais ricos em biodiversidade do planeta (Fundação SOS Mata Atlântica *et al.* 1990), e também um dos mais ameaçados, restando atualmente menos de 8% de sua vegetação original (Camara 2005, Pinto e Brito 2005, Tabarelli *et al.* 2005).

No bioma, considerado um dos 34 *hotspots* mundiais de biodiversidade, devido as suas características e vulnerabilidade (Galindo-Leal e Câmara 2005), insere-se a segunda maior floresta pluvial do continente americano, que apresenta 92% de sua área de ocorrência inserida no território brasileiro (Fundação SOS Mata Atlântica e INPE 2001, Galindo-Leal e Câmara 2003).

Parte da diversidade existente nas florestas tropicais é contida por epífitos vasculares, que compreendem cerca de 10% de todas as espécies de plantas vasculares conhecidas (Gentry e Dodson 1987a, Kress 1989, Benzing 1990), podendo englobar mais de 25% das espécies em muitos países (Nieder *et al.* 2001) e representar a forma de vida mais rica em algumas áreas das florestas tropicais (Kelly *et al.* 1994, Ataroff 2001).

Os epífitos ainda assumem um papel importante na produtividade primária e na ciclagem de nutrientes, pois, embora representem uma pequena parcela da matéria seca destas florestas, sua biomassa fotossintetizante e a própria fotossíntese podem igualar e até mesmo ultrapassar a dos próprios forófitos (Nadkarni 1984, Benzing 1990, Hofstede *et al.* 1993, Coxson & Nadkarni 1995).

Os epífitos contribuem ainda para a diversificação de nichos e microambientes, que representam fonte de alimento e habitats para aves, mamíferos, anfíbios e répteis, oferecendo abrigo a uma grande variedade de invertebrados e microorganismos (Nadkarni & Matelson 1989, Waechter 1992).

Apesar da importância da flora epifítica para a diversidade e dinâmica das florestas tropicais, os estudos envolvendo diversidade florística e a distribuição do grupo dentro da floresta são, no Brasil, pouco comuns, sendo sua representatividade em termos de biomassa na Mata Atlântica ainda desconhecida. Assim, o presente estudo foi concebido tendo como objetivos caracterizar florística e estruturalmente a comunidade de epífitos vasculares, avaliar sua distribuição vertical e horizontal na floresta, bem como avaliar a sua representatividade em termos de biomassa em uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná.

O trabalho foi organizado em capítulos, redigidos na forma de artigos científicos. O primeiro, intitulado “Composição florística de epífitos vasculares em Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil” aborda a composição florística dos epífitos vasculares e a sua similaridade florística com outras áreas florestais no sul e sudeste do Brasil.

No segundo capítulo “Biomassa de epífitos vasculares em Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil” foi mensurada a

biomassa epifítica vascular na estrutura florestal e foram gerados modelos matemáticos para estimar a biomassa epifítica existente em outras áreas florestais estruturalmente semelhantes.

No terceiro capítulo “Distribuição de epífitos vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil” foi avaliada a distribuição vertical e horizontal dos epífitos vasculares na floresta e a preferência das espécies por determinadas regiões dos forófitos.

No quarto e último capítulo “Estrutura do componente epifítico vascular em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil” foi efetuada a análise quantitativa dos epífitos vasculares, verificando parâmetros de frequência, cobertura e biomassa das espécies, avaliando a eficiência dos métodos empregados para esta quantificação.

As referências bibliográficas referentes aos quatro capítulos foram reunidas em um único item, listadas após o quarto capítulo.

## **CAPÍTULO 1**

### **Composição florística de epífitos vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana da Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil.**

#### **RESUMO**

O levantamento florístico dos epífitos vasculares foi realizado em um hectare de Floresta Ombrófila Densa em estágio médio de regeneração na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM), unidade de conservação de domínio privado, situada no litoral paranaense, município de Antonina. Foi coletado ao menos um exemplar fértil de cada espécie encontrada. Foram registradas 159 espécies de epífitos vasculares distribuídas em 78 gêneros e 22 famílias. As pteridófitas foram representadas por nove famílias (18 gêneros e 34 espécies) e as angiospermas por 13 famílias, sendo uma magnoliídes (1 gênero e 7 espécies), três monocotiledôneas (42 gêneros e 96 espécies) e nove eudicotiledôneas (17 gêneros e 22 espécies). Dentre as famílias destacam-se Orchidaceae (61 espécies), Bromeliaceae (24 espécies), Polypodiaceae (14 espécies) e Araceae (11 espécies). A maioria das espécies foi classificada como holoepífita obrigatória. A região floristicamente mais semelhante à estudada foi a do Salto Morato, seguida da Ilha do Mel e Parque Estadual Carlos Botelho. A floresta estudada, apesar de ser representada por uma vegetação secundária, apresentou uma flora epifítica muito rica, com valores superiores aos encontrados em diversas áreas florestais estudadas no Sul do país.

## INTRODUÇÃO

Os epífitos são plantas encontradas sobre outras plantas, em pelo menos alguma fase de seu desenvolvimento, beneficiando-se apenas do suporte fornecido pela espécie hospedeira (forófito), sem, portanto, parasitá-las (Bennet 1986, Wallace 1989).

Esta forma de vida, particularmente diversa em florestas tropicais, compreende cerca de 10% de todas as plantas vasculares atualmente conhecidas (Benzing 1990, Nieder *et al.* 2001), podendo chegar a representar em regiões de grande pluviosidade mais de 50% das espécies vasculares existentes (Kelly *et al.* 1994, Kersten & Silva 2006).

Assim, os epífitos contribuem para o aumento da complexidade estrutural destes ecossistemas, assumindo um papel importante na produtividade primária e na ciclagem de nutrientes, já que elaboram grande quantidade de biomassa, sendo capazes de absorver e reter nutrientes da chuva, da neblina e até mesmo da poeira em suspensão (Nadkarni 1984).

No Brasil, trabalhos relacionando à composição da flora epifítica são pouco comuns, dentre eles destacam-se os de Aguiar *et al.* (1981), Cervi e Dombrowski (1985), Waechter (1986, 1992, 1998), Cervi *et al.* (1988), Gottsberger e Morawetz (1993), Pinto *et al.* (1995), Fontoura *et al.* (1997), Dislich e Mantovani (1998), Labiak e Prado (1998), Dittrich *et al.* (1999), Piliackas *et al.* (2000), Schultz-Gatti (2000), Kersten e Silva (2001, 2002, 2006), Borgo *et al.* (2002), Borgo e Silva (2003), Rogalski e Zanin (2003), Giongo e Waechter (2004), Breier (2006) e Kersten & Kuniyoshi (2006).

O presente estudo teve como objetivos caracterizar qualitativamente os epífitos vasculares de uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, e efetuar comparações florísticas entre esta e outras áreas florestais no Sul e Sudeste do Brasil.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Reserva Natural do Morro da Mina está localizada na porção do município de Antonina inserido na Área de proteção ambiental (APA) de Guaraqueçaba, que compreende uma unidade de conservação federal de uso sustentável, tendo como objetivos básicos a proteção da diversidade biológica, disciplinando o processo de ocupação e assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (IPARDES / IBAMA 1990).

A região está submetida, segundo o sistema de Köeppen, ao clima do tipo Af - Tropical Superúmido, sem estação seca, e isento de geadas (Maack 1981), A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e a dos meses mais frios é superior a 18°C, com uma amplitude térmica média de 8 a 9°C (IAPAR 1994). A precipitação total é superior a 2.000 mm anuais, havendo maior concentração de chuvas de janeiro a março e menor entre maio e agosto. A umidade relativa do ar em média é de 85% e a temperatura média anual é de 21°C (SPVS 1999).

A Reserva Natural do Morro da Mina está inserida em uma região que engloba tanto a planície litorânea quanto a Serra do Mar, em região formada por núcleos serranos isolados, localmente conhecidos como “morretes” (Bigarella *et al.* 1978), com altitudes atingindo os 200 m s.n.m. A área de estudo está assentada em patamar variando entre 20 e 50 m s.n.m.

Embora na região predomine relevo montanhoso, com declives que ultrapassam 45%, a área considerada está localizada em relevo forte ondulado com inclinações entre 20% e 30%.

O modelado do relevo sugere a existência de dois padrões tectônicos superpostos às rochas da área: um menos marcado com orientação NE/SW resultante do Ciclo Tectônico Brasileiro/Pan-Africano (Proterozóico Superior); e outro (NW/SE) associado ao Arco de Ponta Grossa, de idade Mesozóica, formado por cristas longas e contínuas de diques de rocha diabásica. As rochas dominantes são rochas muito antigas (Proterozóico Inferior), conhecidas como seqüência Cachoeira (SILVA *et al.*, 1981), extremamente erodida na área em estudo. As partes mais altas do relevo, em colinas alinhadas segundo NE/SW, são formadas principalmente por quartzitos ferríferos, mais resistentes a processos erosivos.

Na área de estudo e suas proximidades não são observados rios ou corpos d'água.

Neste contexto, os solos com maior ocorrência são os Argissolos e Cambissolos com ocorrências esporádicas de Neossolos Litólicos e Regolíticos e Gleissolos em locais abaciados. Na área em questão o solo dominante é um Cambissolo Háptico distrófico com horizonte A fraco a moderado de textura argilosa.

A vegetação local está situada na região da Floresta Ombrófila Densa ou floresta atlântica, em seu patamar submontano. Em função de suas características estruturais e florísticas, pode ser enquadrada como uma transição entre o Estágio Médio e o Avançado da Sucessão Vegetal, cujo dossel, entre 15 e 20 m de altura, é constituído predominantemente por espécies secundárias, iniciais e tardias, sobre o qual emergem indivíduos esparsos de maior porte, até 25 m de altura, remanescentes da floresta original.

Entre as secundárias destacam-se *Virola bicuhyba* – Myristicaceae (virola), *Miconia cabucu* – Melastomataceae (jacatirão-açu), *Tapirira guianensis* – Anacardiaceae (cupiúva), *Nectandra oppositifolia* – Lauraceae (canela-ferrugem), *Hyeronima alchorneoides* – Ex Euphorbiaceae (licurana), *Matayba* cf. *guianensis* – Anacardiaceae (camboatá) e *Alchornea triplinervia* – Euphorbiaceae (tapiá), entre outras.

Entre as remanescentes originais o destaque maior é *Ficus* sp. – Moraceae (figueira), além de *Ocotea catharinensis* – Lauraceae (canela-preta), *Copaifera trapezifolia* – Fabaceae (pau-óleo), *Cryptocarya aschersoniana* – Lauraceae (canela-fogo), *Protium* sp. – Burseraceae (almesca) e *Sloanea* cf. *guianensis* – Elaeocarpaceae (sapopema), entre outras.

Um segundo estrato arbóreo, entre 10 e 15m de altura, é caracterizado pela presença de *Bathysa meridionalis* – Rubiaceae (queima-casa), *Euterpe edulis* – Arecaceae (palmeiteiro), *Astrocaryum aculeatissimum* – Arecaceae (brejaúva), *Eugenia multicostata* – Myrtaceae (pau-alazão) e *Marlierea* sp. – Myrtaceae (guapurunga).

Um terceiro estrato, herbáceo-arbustivo, abaixo de 5 m de altura, está representado por *Geonoma elegans* e *G. schottiana* – Arecaceae (carrapateiro, guaricana), *Psychotria nuda* –

Rubiaceae, *Mollinedia* sp. – Monimiaceae (pimenteira), *Dicksonia sellowiana* - Dicksoniaceae (xaxim), além de diferentes espécies de Poaceae, Piperaceae, Maranthaceae, Rubiaceae e Pteridophyta diversas.

A exploração comercial da área iniciou em torno de 1930 com extração de minério de ferro, atividade continuada até 1970. Após este ciclo, a atividade econômica passou para a exploração de madeira para carvão, época em que foram instalados os fornos, até hoje observados como relictos isolados na mata. Em 1983, o IBDF proibiu o corte de madeira para carvão. Entre os anos de 1985 e 1988 a atividade foi retomada com a retirada de madeira em toras para confecção de compensado. No entanto, apenas em 1995, quando a SPVS efetivamente assumiu a propriedade do imóvel, foi encerrado inclusive o ciclo de interferência realizado pela população local.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para o levantamento florístico foi delimitada uma área de um hectare, onde foi coletado com auxílio de tesoura de poda alta, escada de alumínio de 7m, ou através de escalada manual, pelo menos um exemplar de cada espécie epifítica encontrada fértil para registro em herbário. Em alguns casos, espécimes vegetativos foram coletados para fins de comparação ou cultivados até tornarem-se férteis, possibilitando assim a identificação.

O material botânico foi coletado utilizando-se tesoura de poda manual quando ao alcance das mãos, com auxílio de uma escada de alumínio de 7 m e/ou com equipamento de escalada, conforme a técnica descrita por Perry (1978). O material foi herborizado de acordo com as técnicas usualmente utilizadas em levantamentos florísticos, conforme IBGE (1992) e depositado no Herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM).

A identificação foi realizada com auxílio de literatura especializada, através de comparação com o material depositado nos herbários UPCB e MBM e consulta a especialistas. As angiospermas foram organizadas segundo o sistema APG II (Stevens 2008) e as pteridófitas conforme Smith *et al.* (2006). *Pleurothallis* (Orchidaceae) foi tratado como gênero único, sendo observadas divergências entre autores (Pridgeon & Chase 2001, Luer 2004). A validade dos nomes das espécies e a abreviatura dos nomes dos autores foram verificadas no W3tropicos (2008) e a sinonímia em World Checklist of Selected Plant Families (2008).

As espécies levantadas foram classificadas em seis categorias ecológicas, de acordo com a relação que mantêm com o forófito (Benzing 1990): Holoepífitos característicos, sendo subdivididos em holoepífitos obrigatórios (HLO) e holoepífitos preferenciais (HLP), holoepífitos facultativos (HLF), holoepífitos acidentais (HLA) e hemiepífitos primários (HMP) e hemiepífitos secundários (HMS).

Para avaliar a de similaridade florística da RNMM com outras áreas florestais no Sul do Brasil, utilizou-se o índice de Jaccard (Mueller-Dombois e Ellenberg 1974), sendo comparados com os trabalhos de Fontoura *et al.* (1997), Waechter (1992, 1998), Schütz-Gatti (2000), Kersten e

Silva (2001, 2006), Mamede *et al.* (2001), Petean (2002), Borgo e Silva (2003), Rogalski e Zanin (2003), Breier (2005) e Kersten (2006).

## RESULTADOS

Foram registradas 159 espécies de epífitos vasculares distribuídas em 78 gêneros e 22 famílias (tabela 1.1). As pteridófitas foram representadas por nove famílias (18 gêneros e 34 espécies) e as angiospermas foram representadas por 13 famílias, das quais uma magnoliídes (1 gênero e 7 espécies), três monocotiledôneas (42 gêneros e 96 espécies) e nove eudicotiledôneas (17 gêneros e 22 espécies).

**Tabela 1.1 - Espécies observadas no levantamento florístico de epífitos vasculares na Reserva Natural do Morro da Mina, seguidas das categorias ecológicas, onde: HM = hemiepífito (S = secundário, P = primário); e HL = holoepífito (O = obrigatório P = preferencial, F = facultativo, A = accidental).**

| Família/Espécie   | CAT. |
|---|------|
| <b>ARACEAE</b>  |      |
| <i>Anthurium crassipes</i> Engl.                            | HLP  |
| <i>Anthurium longifolium</i> (Hoffm.) G. Don                | HLO  |
| <i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.                     | HLO  |
| <i>Anthurium undatum</i> Schott                             | HMS  |
| <i>Heteropsis rigidifolia</i> Engl.                         | HMS  |
| <i>Monstera adansonii</i> Schott                            | HMS  |
| <i>Philodendron appendiculatum</i> Nadrusz & Mayo           | HMP  |
| <i>Philodendron corcovadense</i> Kunth                      | HMP  |
| <i>Philodendron crassinervium</i> Lindl.                    | HMS  |
| <i>Philodendron loefgrenii</i> Engl.                        | HMP  |
| <i>Philodendron obliquifolium</i> Engl.                     | HMS  |
| <b>ASPLENIACEAE</b>   |      |
| <i>Asplenium harpeodes</i> Kunze                            | HLP  |
| <i>Asplenium mucronatum</i> C. Presl                        | HLP  |
| <i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.                         | HLP  |
| <i>Asplenium serratum</i> L.                                | HLP  |
| <b>BEGONIACEAE</b>  |      |
| <i>Begonia radicans</i> Vell.                               | HMS  |
| <b>BLECHNACEAE</b>  |      |
| <i>Blechnum binervatum</i> (Poir.) C.V. Morton & Lellinger  | HMS  |
| <b>BROMELIACEAE</b>   |      |
| <i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.                      | HLP  |
| <i>Aechmea organensis</i> Wawra                             | HLO  |
| <i>Aechmea ornata</i> Baker                                 | HLP  |
| <i>Billbergia amoena</i> (Lodd.) Lindl.                     | HLO  |
| <i>Canistrum lindenii</i> (Regel) Mez                       | HLO  |
| <i>Neoregelia laevis</i> (Mez) L.B. Sm.                     | HLF  |
| <i>Nidularium innocentii</i> Lem.                           | HLF  |
| <i>Nidularium procerum</i> Lindm.                           | HLO  |
| <i>Racinaea spiculosa</i> (Griseb.) M.A. Spencer & L.B. Sm. | HLO  |
| <i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.                       | HLO  |
| <i>Tillandsia stricta</i> Sol. Ex Sims                      | HLO  |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> L.                             | HLO  |
| <i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.                         | HLO  |

Tabela 1.1 (Continuação)

| Família/Espécie   | CAT. |
|---|------|
| <b>BROMELIACEAE</b>   |      |
| <i>Vriesea carinata</i> Wawra                               | HLO  |
| <i>Vriesea erythrodactylon</i> (E. Morren) E. Morren ex Mez | HLO  |
| <i>Vriesea flammea</i> L.B. Sm.                             | HLO  |
| <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich.                           | HLO  |
| <i>Vriesea paratiensis</i> E. Pereira                       | HLO  |
| <i>Vriesea philippocoburgii</i> Wawra                       | HLO  |
| <i>Vriesea platynema</i> Gaudich.                           | HLP  |
| <i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult.f.) Wittm.          | HLO  |
| <i>Vriesea rodigasiana</i> E. Morren                        | HLO  |
| <i>Vriesea vagans</i> (L.B. Sm.) L.B. Sm.                   | HLO  |
| <i>Wittrockia superba</i> Lindm.                            | HLO  |
| <b>CACTACEAE</b>  |      |
| <i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.                    | HLO  |
| <i>Lepismium warmingianum</i> (K. Schum.) Barthlott         | HLO  |
| <i>Rhipsalis campos-portoana</i> Loefgr.                    | HLO  |
| <i>Rhipsalis elliptica</i> G. Lindb. ex K. Schum.           | HLO  |
| <i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiff.              | HLO  |
| <i>Rhipsalis neves-armondii</i> K. Schum.                   | HLO  |
| <i>Rhipsalis pachyptera</i> Pfeiff.                         | HLO  |
| <i>Rhipsalis puniceo-discus</i> G. Lindb.                   | HLO  |
| <i>Rhipsalis teres</i> (Vell.) Steud.                       | HLO  |
| <b>CLUSIACEAE</b>   |      |
| <i>Clusia parviflora</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.           | HLF  |
| <b>DRYOPTERIDACEAE</b>                                      |      |
| <i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.               | HLP  |
| <i>Elaphoglossum macrophyllum</i> (Mett. ex Kuhn) H. Christ | HLF  |
| <i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.                         | HMS  |
| <i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching              | HLP  |
| <b>GESNERIACEAE</b>   |      |
| <i>Codonanthe devosiana</i> Lem.                            | HLO  |
| <i>Codonanthe gracilis</i> (Mart.) Hanst.                   | HLO  |
| <i>Nematanthus fissus</i> (Vell.) L.E. Skog                 | HLO  |
| <i>Nematanthus wettsteinii</i> (Fritsch) H.E. Moore         | HLO  |
| <b>HYMENOPHYLLACEAE</b>                                     |      |
| <i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.                   | HLO  |
| <i>Hymenophyllum pulchellum</i> Schldl. & Cham.             | HLO  |
| <i>Trichomanes pyxidiferum</i> L.                           | HLO  |
| <i>Trichomanes radicans</i> Sw.                             | HLO  |
| <b>LOMARIOPSIDACEAE</b>                                     |      |
| <i>Lomariopsis marginata</i> (Schrad.) Kuhn                 | HMS  |
| <b>LYCOPODIACEAE</b>  |      |
| <i>Huperzia flexibilis</i> (Fée) B. Øllg.                   | HLO  |
| <i>Huperzia mandiocana</i> (Raddi) Trevis                   | HLO  |
| <b>MALVACEAE</b>  |      |
| <i>Spirotheca passifloroides</i> Cuatrec.                   | HMP  |
| <b>MELASTOMATACEAE</b>                                      |      |
| <i>Bertolonia mosenii</i> Cogn.                             | HLA  |
| <i>Clidemia blepharodes</i> DC.                             | HLF  |
| <i>Pleiochiton ebracteatum</i> Triana                       | HLO  |

Tabela 1.1 (Continuação)

| Família/Espécie   | CAT. |
|---|------|
| <b>MORACEAE</b>   |      |
| <i>Ficus organensis</i> Miq.                              | HMP  |
| <b>OPHIOGLOSSACEAE</b>                                    |      |
| <i>Ophioglossum palmatum</i> L.                           | HLO  |
| <b>ORCHIDACEAE</b>  |      |
| <i>Bifrenaria aureofulva</i> (Hook.) Lindl.               | HLO  |
| <i>Bifrenaria harrissoniae</i> (Hook.) Rchb. f.           | HLO  |
| <i>Campylocentrum aromaticum</i> Barb. Rodr.              | HLO  |
| <i>Cattleya forbesii</i> Lindl.                           | HLO  |
| <i>Cyclopogon multiflorus</i> Schltr.                     | HLF  |
| <i>Dichaea anchorifera</i> Cogn.                          | HLO  |
| <i>Dichaea australis</i> Cogn.                            | HLO  |
| <i>Dichaea pendula</i> (Aubl.) Cogn.                      | HLO  |
| <i>Encyclia patens</i> Hook.                              | HLO  |
| <i>Epidendrum latilabre</i> Lindl.                        | HLO  |
| <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq.                         | HLO  |
| <i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.                           | HLO  |
| <i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.                           | HLO  |
| <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb.f.                   | HLO  |
| <i>Epidendrum vesicatum</i> Lindl.                        | HLO  |
| <i>Gomesa crispa</i> (Lindl.) Klotzsch ex Rchb.f.         | HLO  |
| <i>Heterotaxis brasiliensis</i> (Brieger & Illg) F.Barros | HLO  |
| <i>Huntleya meleagris</i> Lindl.                          | HLO  |
| <i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R.Br.                   | HLO  |
| <i>Jacqiniella globosa</i> (Jacq.) Schltr.                | HLO  |
| <i>Lankesterella ceracifolia</i> (Barb.Rodr.) Mansf.      | HLO  |
| <i>Lockhartia lunifera</i> (Lindl.) Rchb.f.               | HLO  |
| <i>Maxillaria bradei</i> Schltr. ex Hoehne                | HLO  |
| <i>Maxillaria chlorantha</i> Lindl.                       | HLO  |
| <i>Maxillaria leucaimata</i> Barb.Rodr.                   | HLO  |
| <i>Maxillaria parviflora</i> (Poepp. & Endl.) Garay       | HLO  |
| <i>Octomeria gracilis</i> Lodd. ex Lindl.                 | HLO  |
| <i>Octomeria</i> sp.1                                     | HLO  |
| <i>Octomeria</i> sp.2                                     | HLO  |
| <i>Oncidium flexuosum</i> Lodd.                           | HLO  |
| Orchidaceae sp.1  | HLO  |
| Orchidaceae sp.2  | HLO  |
| <i>Phymatidium falcifolium</i> Lindl.                     | HLO  |
| <i>Pleurothallis hypnicola</i> Lindl.                     | HLO  |
| <i>Pleurothallis loranthophylla</i> Rchb.f.               | HLO  |
| <i>Pleurothallis saundersiana</i> Rchb.f.                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.1                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.2                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.3                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.4                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.5                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.6                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.7                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.8                                 | HLO  |
| <i>Pleurothallis</i> sp.9                                 | HLO  |
| <i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & H.R.Sweet     | HLO  |
| <i>Prosthechea bulbosa</i> (Vell.) W.E.Higgins            | HLO  |

**Tabela 1.1 (Continuação)**

| <b>Família/Espécie</b>                                     | <b>CAT.</b> |
|--|-------------|
| <b>ORCHIDACEAE</b>   |             |
| <i>Prosthechea fragrans</i> (Sw.) W.E.Higgins              | HLO         |
| <i>Prosthechea pygmaea</i> (Hook.) W.E. Higgins            | HLO         |
| <i>Prosthechea vespa</i> (Vell.) W.E. Higgins              | HLO         |
| <i>Reichenbachanthus reflexus</i> (Lindl.) Porto & Brade   | HLO         |
| <i>Rodriguesia bracteata</i> (Vell.) Hoehne                | HLO         |
| <i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr.             | HLO         |
| <i>Stelis deregularis</i> Barb.Rodr.                       | HLO         |
| <i>Stelis papaquerensis</i> Rchb.f.                        | HLO         |
| <i>Stelis</i> sp.1   | HLO         |
| <i>Stelis</i> sp.2   | HLO         |
| <i>Trigonidium latifolium</i> Lindl.                       | HLO         |
| <i>Trizeuxis falcata</i> Lindl.                            | HLO         |
| <i>Xylobium variegatum</i> (Ruiz & Pav.) Garay & Dunst.    | HLO         |
| <i>Zygopetalum</i> sp                                      | HLO         |
| <b>PIPERACEAE</b>  |             |
| <i>Peperomia corcovadensis</i> Gardner                     | HLO         |
| <i>Peperomia emarginella</i> (Sw. ex Wikstr.) C. DC.       | HLO         |
| <i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A. Dietr.                  | HLO         |
| <i>Peperomia glazioui</i> C. DC.                           | HLO         |
| <i>Peperomia pereirae</i> Yunck.                           | HLO         |
| <i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth                    | HLO         |
| <i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & C.A. Mey.               | HLO         |
| <b>POLYPODIACEAE</b>                                       |             |
| <i>Campyloneurum acrocarpon</i> Fée                        | HLO         |
| <i>Campyloneurum rigidum</i> J. Sm.                        | HLO         |
| <i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L.E. Bishop             | HLO         |
| <i>Microgramma percussa</i> (Cav.) de la Sota              | HLO         |
| <i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston                   | HLO         |
| <i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel. | HLO         |
| <i>Pecluma chnoophora</i> (Kunze) Salino & F. Cos          | HLO         |
| <i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G. Price               | HLO         |
| <i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G. Price               | HLO         |
| <i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.            | HLO         |
| <i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota          | HLO         |
| <i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.       | HLO         |
| <i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston            | HLO         |
| <i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R. Sm.  | HLO         |
| <b>PTERIDACEAE</b>   |             |
| <i>Radiovittaria stipitata</i> (Kunze) E.H. Crane          | HLO         |
| <i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.                           | HLO         |
| <i>Vittaria scabrida</i> Klotzsch ex Fée                   | HLO         |
| <b>RUBIACEAE</b>   |             |
| <i>Hillia illustris</i> (Vell.) K. Schum.                  | HLO         |
| <b>URTICACEAE</b>  |             |
| <i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini               | HMP         |

As famílias que se destacaram pela riqueza específica (tabela 1.2) foram Orchidaceae, com 61 espécies (38%), Bromeliaceae 24 espécies (14%), Polypodiaceae 14 espécies (9%) e Araceae 11 espécies (7%). Apenas 12 famílias, nove de Magnoliophyta e três de Pteridophyta,

apresentaram somente uma espécie e 12 famílias apenas um gênero.

*Pleurothallis* (Orchidaceae) foi o gênero mais rico, com 12 espécies, seguido por *Vriesea* com 10 espécies, *Peperomia* e *Rhipsalis* ambos com sete espécies cada, *Epidendrum* com 6 espécies 45 gêneros foram representados por apenas uma espécie.

**Tabela 1.2 - Riqueza específica em famílias epifíticas vasculares, com os respectivos percentuais de espécies observadas para a família no levantamento florístico da Reserva Natural do Morro da Mina, Paraná.**

| Família          | spp | %spp | Família          | spp | %spp |
|------------------|-----|------|------------------|-----|------|
| Orchidaceae      | 61  | 38   | Pteridaceae      | 3   | 2    |
| Bromeliaceae     | 24  | 15   | Lycopodiaceae    | 2   | 1    |
| Polypodiaceae    | 14  | 9    | Begoniaceae      | 1   | <1   |
| Araceae          | 11  | 7    | Blechnaceae      | 1   | <1   |
| Cactaceae        | 9   | 6    | Clusiaceae       | 1   | <1   |
| Piperaceae       | 7   | 4    | Lomariopsidaceae | 1   | <1   |
| Aspleniaceae     | 4   | 3    | Malvaceae        | 1   | <1   |
| Dryopteridaceae  | 4   | 3    | Moraceae         | 1   | <1   |
| Gesneriaceae     | 4   | 3    | Ophioglossaceae  | 1   | <1   |
| Hymenophyllaceae | 4   | 3    | Rubiaceae        | 1   | <1   |
| Melastomataceae  | 3   | 2    | Urticaceae       | 1   | <1   |

Em relação às categorias ecológicas a maioria das espécies foi classificada como holoepífitos obrigatórios (127 espécies, 80%), seguida dos holoepífitos preferenciais e dos hemiepífitos secundários com nove espécies cada (6%). Apenas uma espécie foi classificada como holoepífito acidental (tabela 1.3).

**Tabela 1.3 - Número de espécies segundo categorias ecológicas das famílias com mais de um representante na Reserva Natural do Morro da Mina, Paraná, onde: HL = holoepífito (O = obrigatório, P = preferencial, F = facultativo, A = acidental); e HMP = hemiepífito primário e HMS = hemiepífito secundário; -- não ocorreu.**

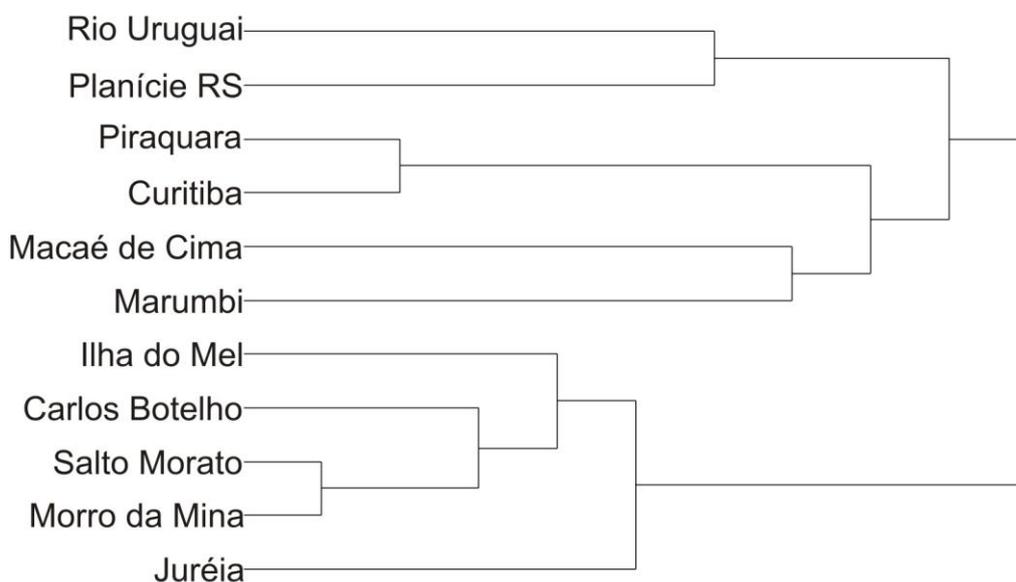
| Família          | HLA | HLF | HLO | HLP | HMP | HMS |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Araceae          | --  | --  | 2   | 1   | 3   | 5   |
| Aspleniaceae     | --  | --  | --  | 4   | --  | --  |
| Bromeliaceae     | --  | 2   | 19  | 3   | --  | --  |
| Cactaceae        | --  | --  | 9   | --  | --  | --  |
| Dryopteridaceae  | --  | 2   | --  | 1   | --  | 1   |
| Gesneriaceae     | --  | --  | 4   | --  | --  | --  |
| Hymenophyllaceae | --  | --  | 4   | --  | --  | --  |
| Lycopodiaceae    | --  | --  | 2   | --  | --  | --  |
| Melastomataceae  | 1   | 1   | 1   | --  | --  | --  |
| Orchidaceae      | --  | 1   | 60  | --  | --  | --  |
| Piperaceae       | --  | --  | 7   | --  | --  | --  |
| Polypodiaceae    | --  | --  | 14  | --  | --  | --  |
| Pteridaceae      | --  | --  | 3   | --  | --  | --  |

Na tabela 1.4 e na figura 1.1 podem ser vistas comparações florísticas da área deste estudo (Morro da Mina) com outras florestas estudadas no Sul do Brasil. A região floristicamente mais semelhante ao Morro da Mina foi o Salto Morato (Schütz-Gatti 2000), com índice de similaridade de Jaccard igual a 0,42, seguida da Ilha do Mel (Kersten e Silva 2001, 2006) e Parque

Estadual Carlos Botelho (Breier 2005), ambas com valores iguais a 0,32, e Juréia (Mamede *et al.* 2001), com com índice de similaridade de Jaccard igual a 0,30.

**Tabela 1.4 - Índices de Jaccard resultantes da comparação florística da área de estudo (Morro da Mina) com dez outras comunidades: Rio Uruguai (Rogalski e Zanin 2003); Piraquara (Kersten 2006); Curitiba (Borgo e Silva 2003); Planície Litorânea do Rio Grande do Sul (Waechter 1992 1998); Ilha do Mel: (Kersten e Silva 2001, 2006); Serra da Juréia (Mamede *et al.* 2001); Serra de Macaé de Cima (Fontoura *et al.* 1997); Parque Estadual Carlos Botelho (Breier 2005); Parque Estadual do Pico do Marumbi (Petean 2002); e Reserva Natural Salto Morato (Schütz-Gatti 2000).**

|                | Rio Uruguai | Piraquara | Curitiba | Planície RS | Ilha do Mel | Juréia | Macaé | Carlos Botelho | Marumbi | Salto Morato |
|----------------|-------------|-----------|----------|-------------|-------------|--------|-------|----------------|---------|--------------|
| Piraquara      | 0,11        | --        |          |             |             |        |       |                |         |              |
| Curitiba       | 0,16        | 0,34      | --       |             |             |        |       |                |         |              |
| Planície RS    | 0,22        | 0,11      | 0,17     | --          |             |        |       |                |         |              |
| Ilha do Mel    | 0,07        | 0,11      | 0,10     | 0,20        | --          |        |       |                |         |              |
| Juréia         | 0,06        | 0,11      | 0,08     | 0,18        | 0,18        | --     |       |                |         |              |
| Macaé          | 0,05        | 0,12      | 0,06     | 0,13        | 0,08        | 0,11   | --    |                |         |              |
| Carlos Botelho | 0,08        | 0,13      | 0,12     | 0,19        | 0,18        | 0,23   | 0,12  | --             |         |              |
| Marumbi        | 0,06        | 0,19      | 0,12     | 0,10        | 0,07        | 0,08   | 0,09  | 0,07           | --      |              |
| Salto Morato   | 0,06        | 0,16      | 0,10     | 0,23        | 0,29        | 0,26   | 0,12  | 0,32           | 0,10    | --           |
| Morro da Mina  | 0,07        | 0,15      | 0,14     | 0,22        | 0,32        | 0,30   | 0,12  | 0,32           | 0,10    | 0,42         |



**Figura 1.1 - Dendrograma de similaridade florística entre áreas consideradas na análise: Rio Uruguai (Rogalski e Zanin 2003); Piraquara (Kersten 2006); Curitiba (Borgo e Silva 2003); planície litorânea do Rio Grande do Sul (Waechter 1992, 1998); Ilha do Mel (Kersten e Silva 2001, 2006); Serra da Juréia (Mamede *et al.* 2001); Serra de Macaé de Cima (Fontoura *et al.* 1997); Parque Estadual Carlos Botelho (Breier 2005); Parque Estadual do Pico do Marumbi (Petean 2002); Reserva Natural Salto Morato (Schütz-Gatti 2000).**

## DISCUSSÃO

A riqueza florística observada na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM) pode ser considerada elevada quando comparada a outros estudos pontuais (tabela 1.5), sendo menor apenas quando comparada a três outras áreas. Duas delas em Floresta Ombrófila Densa, a estudada por Schültz-Gatti (2000), na Reserva Natural do Salto Morato - PR, com 174 espécies, e as estudadas por Breier (2005), no Parque Estadual Carlos Botelho - SP, com 161 espécies e na restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso - SP, onde foram registradas 178 espécies.

**Tabela 1.5 - Estudos sobre epífitos vasculares realizados no Brasil, precedidos da localidade, unidade da federação, formação florestal, número de espécies registradas, e fonte dos dados, em ordem decrescente de riqueza, onde: FOD – Floresta Ombrófila Densa ; FODA - Floresta Ombrófila Densa altomontana; MGE – manguezal; FOM – floresta ombrófila mista, RES – restinga.**

| FORM.   | LOCALIDADE         | UF | SPP | GEN | FAM | FONTE                         |
|---------|--------------------|----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| RES     | Cananéia           | SP | 178 | 84  | 34  | Breier 2005                   |
| FOD     | Guaraqueçaba       | PR | 175 | 79  | 30  | Schültz-Gatti 2000            |
| FOD     | Sete Barras        | SP | 161 | 75  | 25  | Breier 2005                   |
| FOD     | Antonina           | PR | 159 | 78  | 22  | Este estudo                   |
| FOD/FOM | Piraquara          | PR | 143 | 64  | 26  | Kersten 2006                  |
| RES     | Torres I           | RS | 115 | 56  | 15  | Waechter 1986                 |
| RES     | Ilha do Mel        | PR | 103 | 49  | 20  | Kersten e Silva 2006          |
| FOD/FOM | Piraquara          | PR | 101 | 54  | 20  | Hertel 1950                   |
| FODA    | Marumbi            | PR | 97  | 49  | 16  | Petean 2003                   |
| FOM     | Curitiba           | PR | 96  | 48  | 21  | Borgo e Silva 2003            |
| RES     | Torres II          | RS | 93  | 44  | 15  | Waechter 1992                 |
| RES     | Ilha do Mel        | PR | 77  | 44  | 17  | Kersten e Silva 2001          |
| RES     | Terra de Areia     | RS | 77  | 33  | 10  | Gonçalves e Waechter 2003     |
| FOM     | Curitiba           | PR | 72  | 41  | 18  | Dittrich <i>et al.</i> 1999   |
| FES     | Marcelino Ramos    | RS | 70  | 30  | 8   | Rogalski e Zanin 2003         |
| FES     | Eldorado do Sul    | RS | 57  | 34  | 15  | Giongo e Waechter 2004        |
| FES     | Foz do Iguaçu      | PR | 56  | 38  | 13  | Cervi e Borgo 2007            |
| RES     | Osório             | RS | 53  | 32  | 12  | Waechter 1998                 |
| FOM     | Araucária          | PR | 49  | 28  | 12  | Kersten e Silva 2002          |
| FOM     | Curitiba           | PR | 34  | 22  | 6   | Cervi <i>et al.</i> 1985 1988 |
| FES     | São Paulo          | SP | 34  | 19  | 8   | Dislich e Mantovani 1998      |
| FES     | Fênix              | PR | 32  | 23  | 10  | Borgo <i>et al.</i> 2002      |
| MGE     | Ubatuba            | SP | 26  | 17  | 7   | Piliackas <i>et al.</i> 2000  |
| FES     | Gália              | SP | 25  | 17  | 9   | Breier 2005                   |
| RES     | Taim               | RS | 24  | 17  | 8   | Waechter 1992                 |
| FES     | Montenegro/Triunfo | RS | 17  | 12  | 4   | Aguiar <i>et al.</i> 1981     |

A maior riqueza encontrada nestas áreas está relacionada à maior conservação destes ambientes, já que as três áreas supracitadas são compostas por florestas primárias pouco alteradas, enquanto que a área onde atualmente encontrar-se a RNMM apresenta um histórico de antropismos de grande magnitude. No interior da Reserva, diversas minas de exploração de minério de ferro foram mantidas até o ano de 1970, havendo ainda a exploração de madeira, interrompida somente no ano de 1988 (SPVS 1999). Outro fator que interferiu na riqueza foi a menor área amostral, um hectare, ao passo que as espécies amostradas por Breier (2005) decorreram de um levantamento de 10,24 ha em cada formação.

Outros estudos pontuais (que consideraram áreas de pequenas dimensões) apresentaram uma riqueza menor que a encontrada na RNMM (tabela 1.5), dentre estes apenas a área do

Marumbi (Petean 2002) está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Densa, e apresentou menor riqueza por ser uma floresta altomontana (situada em uma altitude de 1.100 m s.n.m.), constituída por árvores de menor porte, o que representa uma menor disponibilidade de substrato para o desenvolvimento de epífitos. Esta área está ainda sujeita a temperaturas mais baixas e fortes ventos, o que interfere no desenvolvimento epifítico em regiões próximas ao dossel. A redução na diversidade em direção a elevadas altitudes também foi verificada em diversos estudos envolvendo a flora epifítica em regiões neotropicais, sendo a maior diversidade encontrada em elevações intermediárias, bastante variáveis conforme a latitude geográfica (Gentry e Dodson 1987a, Küper *et al.* 2004, Krömer *et al.* 2007).

O epifitismo vascular em Floresta Ombrófila Densa, formação onde se situa a RNMM, apresenta-se, de modo geral mais rico quando comparada ao de Floresta Ombrófila Mista, (Waechter 1986, Fontoura *et al.* 1997, Kersten e Silva 2001, Borgo e Silva 2003), o que está relacionado ao fato dos estudos do componente realizados nesta formação concentrarem-se no estado do Paraná, onde atualmente estas florestas encontram-se fortemente alteradas (Kersten 2006), e inseridas em uma matriz cujo uso atual do solo é agrícola ou pecuário (Castela e Brites 2004). Enquanto que na Planície Litorânea e na Serra do Mar paranaense, região de domínio da Floresta Ombrófila Densa, atualmente é encontrado o maior índice de cobertura florestal do estado (SEMA 2002), com extensas áreas protegidas por onze unidades de conservação nacionais e estaduais, e ainda, diversas unidades de conservação de domínio privado, a exemplo da área deste estudo.

A flora epifítica é responsável por grande parte da diversidade que torna as florestas tropicais o mais complexo ecossistema terrestre (Gentry e Dodson 1987a). Na RNMM, esta importante contribuição para a diversidade da floresta fica evidente quando se compara a riqueza das epífitos a das arbóreas. Silva (1989), em um estudo fitossociológico, numa área de Floresta Ombrófila Densa Submontana, localizada no Parque Estadual do Pico do Marumbi, unidade próxima a deste estudo, com distância inferior a 30 km, listou a ocorrência de apenas 70 espécies arbóreas, enquanto que na RNMM foram observadas 159 espécies, o que representa o dobro da riqueza das arbóreas. Kersten (2006), comparando estudos conjugados sobre as floras epifítica e arbórea realizados no Paraná, relatou que possivelmente o número de espécies epifíticas possa exceder o de espécies arbóreas no Estado.

As famílias mais ricas (tabela 1.2), Orchidaceae, Bromeliaceae e Polypodiaceae, que juntas representaram 62% das espécies encontradas na RNMM, também estão entre as mais ricas em diversos levantamentos realizados no Brasil (Valdivia 1977, 1992, Waechter 1986, Fontoura *et al.* 1997, Dittrich *et al.* 1999, Kersten e Silva 2001, 2002, Borgo e Silva 2002, Giongo e Waechter 2004, Kersten e Kuniyoshi 2006), bem como em regiões neotropicais extra brasileiras (Catling e Lefkovitch 1989, Steege e Cornelissen 1989, Bøgh 1992, Zimmerman e Olmsted 1992, Hietz e Hietz-Seifer 1995, Olmsted e Juárez 1996, Freiberg 1996, Zott *et al.* 1999, Barthlott *et al.* 2001 Wolf e Flamenco 2003, Krömer *et al.* 2005, Zott e Schultz 2008).

A elevada riqueza de Orchidaceae encontrada na RNMM segue o padrão descrito em vários estudos realizados na região neotropical (Bøgh 1992, Hietz e Hietz-Seifer 1995, Olmsted e

Juárez 1996, Kersten e Silva 2001, 2002, Borgo *et al.* 2002). A família representa mundialmente 10% da flora terrestre (Atwood 1986) e cerca de 60% do total de espécies epífitas existentes (Kress 1986), podendo contribuir localmente com até 50% da diversidade epifítica (Krömer *et al.* 2007, Kelly *et al.* 1994, Ibsch *et al.* 1996). Na RNMM as orquídeas representam 38% do total de espécies, percentual próximo aos encontrados em estudos realizados no Sul do Brasil, onde Borgo e Silva (2003) reportaram 33% do total de espécies, Gonçalves e Waechter (2003) 37%, Waechter (1998) 38% e Kersten e Silva (2001) 41%. Estes valores evidenciam o caráter acentuadamente epifítico da família (Pabst e Dungs 1975, Gentry e Dodson 1987b), sendo que dois terços de suas espécies se desenvolvem acima do solo (Madison 1977).

Grande parte da diversidade de espécies da família Orchidaceae é devido à ocorrência de gêneros neotropicais, que apresentam muitas espécies como *Pleurothallis* (que apresentam um total de cerca de 1.500 espécies), *Maxillaria* (600 espécies), *Epidendrum* (500 espécies) e *Stelis* (300 espécies), conforme reportado por Krömer *et al.* (2007) (Benzing 1990). Na RNMM, *Pleurothallis* foi o gênero com o maior número de espécies (12).

Araceae foi a quarta família mais rica neste estudo (tabela 1.2), concordando com os resultados reportados por Breier (2005) em pesquisas feitas em áreas de restinga e de Floresta Ombrófila Densa Submontana no estado de São Paulo. No estudo realizado por Schütz-Gatti (2000), a família também foi representativa, com a ocorrência de nove espécies. Nos demais estudos realizados no Sul do Brasil a família não ocorreu ou foi representada por um pequeno número de espécies. Esta diferença na riqueza está relacionada ao padrão de distribuição geral da família, ocorrendo principalmente em regiões tropicais, com a máxima diversidade encontrada em florestas de terras baixas ao longo da linha do equador (Benzing 1990, Kessler e Croat 1999). A diversidade desta família é reduzida em regiões mais secas, em direção ao sul (Acebey *et al.* 2006) e em decorrência da elevação altitudinal (Nieder *et al.* 1999).

O número de famílias na RNMM foi semelhante ao encontrado em áreas de Floresta Ombrófila Densa na Serra de Macaé de Cima - RJ (Fontoura *et al.* 1997) e Serra da Juréia - SP (Mamede *et al.* 2001), sendo inferior ao número de famílias reportados em outras áreas nesta tipologia vegetacional (Schütz-Gatti 2000, Petean 2002, Breier 2005) o que está relacionado, em parte, a pequena incidência de epífitas acidentais (apenas uma espécie), já que nesta categoria normalmente enquadram-se famílias que não possuem epífitas, ou que apresentam um número muito reduzido de epífitas (Kersten 2006).

A ocorrência de um maior número de holoepífitas característicos (que incluem obrigatórios e preferenciais) é um padrão consagrado em estudos envolvendo a flora epifítica no Brasil (Dittrich *et al.* 1999, Waechter 1986, 1992, 1998, Kersten e Silva 2001, 2006, Borgo *et al.* 2002, Borgo e Silva 2003, Giongo e Waechter 2004), sendo na RNMM a proporção de espécies inseridas nesta categoria semelhante às encontradas por Borgo e Silva (2003) com 83%, Rogalski e Zanin (2003) 77%, Schütz-Gatti (2000) 76% e Kersten e Silva (2001) 70%.

A presença de hemiepífitas primários e secundários adicionou 15 espécies à composição florística da área estudada, representando 9% do total de espécies, semelhante aos encontrados

por Fontoura *et al.* (1997), Schütz-Gatti (2000) e Breier (2005) em Floresta Ombrófila Densa, e indicando que a categoria é melhor representada nesta tipologia vegetacional.

A maior similaridade entre este estudo e o Salto Morato (Schütz-Gatti 2000) está relacionada somente em parte à proximidade geográfica, já que as áreas estudadas na Ilha do Mel (Kersten e Silva 2001, 2006) e no Marumbi (Petean 2002) são mais próximas da RNMM, mas apresentaram uma menor similaridade florística. Em relação à área estudada em Piraquara (Kersten 2006), situação semelhante foi observada, já que a área também é mais próxima a RNMM que o Salto Morato, e apresenta uma menor similaridade florística, fato relacionado à existência de uma barreira geográfica natural entre elas, a Serra do Mar, o que gera condições climáticas bastante distintas entre as áreas e interfere na distribuição de muitas espécies, limitando sua dispersão.

A maior similaridade florística entre a RNMM e o Salto Morato (tabela 1,4) é reflexo da proximidade geográfica, associado ao fato de situarem-se na mesma formação vegetacional (Floresta Ombrófila Densa Submontana) e em patamares altitudinais semelhantes. A influência dos dois fatores (proximidade e tipologia semelhante) é evidenciada pela obtenção dos mesmos e elevados valores de similaridade ( $IJ = 0,32$ ) entre as áreas da RNMM/Ilha do Mel e RNMM/Parque Estadual Carlos Botelho, sendo a similaridade entre a Ilha do Mel e o Parque Estadual Carlos Botelho muito pequena ( $IJ = 0,18$ ). Tal situação demonstra que a RNMM apresenta parte de sua flora semelhante à da Ilha do Mel, localizada geograficamente próxima, mas com tipologia florestal distinta e parte semelhante à flora de Carlos Botelho, geograficamente mais distante, porém com tipologia florestal semelhante. A baixa similaridade florística entre a RNMM e as áreas do Marumbi e de Macaé de Cima é devido à maior altitude destas florestas, já que este fator causa diversas mudanças estruturais e microclimáticas, causando conseqüentemente variações na estrutura e na composição florística destas florestas.

A área floristicamente mais distinta à RNMM foi a de Marcelino Ramos, no Rio Uruguai (Rogalski e Zanin 2003), fato relacionado à sua localização em Floresta Estacional Semidecidual, que apresenta características climáticas muito distintas das encontradas na RNMM, com uma composição de espécies muito diferenciada. É também dentre as áreas analisadas de menor riqueza, o que contribui para a menor similaridade florística.

O dendrograma de similaridade evidencia justamente as características citadas anteriormente, agrupando áreas geograficamente mais próximas, situadas em tipologia florestal semelhante.

## CAPÍTULO 2

### **Biomassa de epífitos vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana da Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil.**

#### **RESUMO**

O levantamento quantitativo da biomassa dos epífitos vasculares foi realizado em uma área de um hectare em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, em estágio médio de regeneração, na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM), unidade de conservação de domínio privado, situada no litoral paranaense, município de Antonina. Todos os indivíduos arbóreos com perímetro à altura do peito (PAP) igual ou superior a 15 cm foram mensurados e agrupados em classes em intervalos de 20 cm. De cada classe, foram aleatoriamente selecionados 10% dos indivíduos arbóreos existentes, para a amostragem da biomassa epifítica, sempre arredondando o valor para baixo. No levantamento da biomassa epifítica, os forófitos foram divididos em cinco zonas ecológicas, das quais foram retirados, separados por espécie e pesados todos os indivíduos epifíticos existentes. A biomassa epifítica total foi estimada em função da proporção amostrada e do número de indivíduos arbóreos existentes no hectare considerado. Foram gerados modelos matemáticos com o intuito de possibilitar a estimativa da biomassa epifítica em áreas florestais equivalentes. Foram analisados 55 forófitos, sendo a biomassa epifítica total da floresta estimada em  $5,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . A biomassa epifítica variou de 0,02 kg a 135 kg, sendo os menores valores encontrados sobre os forófitos finos. Os maiores valores de biomassa epifítica foram mensurados sobre os forófitos com DAP entre 30 e 36,5 cm, 28% do total. A zona ecológica que apresentou a maior biomassa epifítica foi a copa externa, com 46% do total, seguida da copa interna, com 26% e do fuste médio, com 15%. A biomassa de epífitos apresentou alta correlação com o DAP dos forófitos. Dentre as equações matemáticas testadas para calcular a biomassa epifítica, foram selecionadas duas, por apresentarem os valores estimados mais próximos aos valores mensurados. A biomassa epifítica encontrada na RNMM é bastante elevada, se considerada que se trata de uma floresta secundária, evidenciando a importante contribuição do componente na produtividade primária das florestas tropicais.

## INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa é um dos ecossistemas que compõem a Mata Atlântica, bioma considerado um dos 34 hotspots mundiais de biodiversidade, ou seja, uma das regiões mais ricas e ameaçadas do planeta. (Galindo-Leal e Câmara 2005). O bioma é constituído pela segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, que apresenta 92% de sua área de ocorrência inserida no território brasileiro (Fundação SOS Mata Atlântica e INPE 2001; Galindo-Leal e Câmara 2003).

Nestas florestas tropicais os epífitos constituem um significativo componente, tanto pelo elevado número de espécies, quanto pela biomassa que acumulam (Gentry e Dodson 1987a, Benzing 1990, Nieder *et al.* 2001). Em florestas tropicais úmidas, os epífitos podem chegar a contribuir com um percentual entre 40% a 60% do total de espécies existentes (Kelly *et al.* 1994, Ataroff 2001).

Apesar de raramente ultrapassarem 2% da matéria seca das florestas (Nadkarni 1984), sua biomassa fotossintetizante, taxa de fotossíntese e captação de íons podem se igualar e, até mesmo ultrapassar a de seus próprios hospedeiros (Nadkarni 1984; Benzing 1990, Hofstede *et al.* 1993, Coxson e Nadkarni 1995). Em algumas florestas os epífitos podem compor 63% da biomassa fotossintetizante (Walker e Ataroff 2002) e cerca de 45% do conteúdo mineral (Nadkarni 1984).

Adicionalmente, os epífitos podem interceptar e acumular quantidades substanciais de matéria orgânica morta, que funciona como fonte de nutrientes para a fauna e para a vegetação acima do solo, influenciando na dinâmica de água e no microclima da copa (Pócs 1980, Lang *et al.* 1980, Nadkarni 1984, Hofstede *et al.* 1993; Bohlman *et al.* 1995, Freiberg 1996, 2000).

Desta forma, os epífitos têm participação importante na produtividade primária e na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, já que produzem quantidades significativas de biomassa, absorvendo e retendo nutrientes diretamente da chuva, da neblina ou mesmo da poeira em suspensão (Nadkarni 1984), sendo capazes de rapidamente captar e reintegrar energia e íons ao ecossistema (Matelson *et al.* 1993).

Apesar da importante contribuição da comunidade epifítica para a manutenção da diversidade biológica e para a dinâmica das florestas tropicais, estudos envolvendo sua contribuição em termos de biomassa nestes ambientes ainda são pouco comuns, dentre os quais se destacam os realizados por Nadkarni (1984), Ingram e Nadkarni (1993), Nadkarni *et al.* (2004) e Köhler *et al.* (2007) na Costa Rica, Hofstede *et al.* (1993) e Caballero-Rueda *et al.* (1997) na Colômbia, Golley *et al.* (1971) no Panamá e Walker e Ataroff (2002) na Venezuela.

No Brasil, estudos desta natureza ainda não foram desenvolvidos, assim, este trabalho buscou, de forma pioneira, quantificar a biomassa dos epífitos vasculares em uma área de Floresta Ombrófila Densa, verificando sua distribuição na estrutura florestal, e fornecer modelos matemáticos que possibilitem estimar a biomassa epifítica em outras áreas na mesma tipologia florestal.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

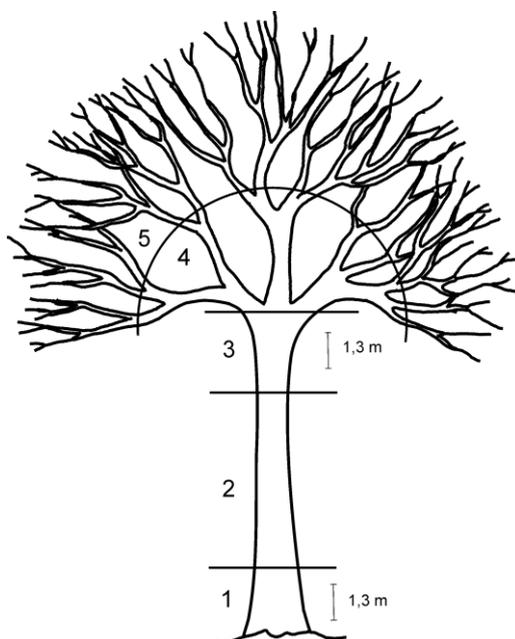
Para a avaliação da biomassa dos epífitos vasculares foi delimitada uma área de um hectare em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio médio de regeneração, esta fase sucessional foi selecionada por conter indivíduos de diâmetros pequenos, médios e grandes, o que permitiria inferir sobre a biomassa epifítica de florestas mais jovens ou ainda mais desenvolvidas. Nesta área foram marcados com plaquetas numeradas todos os indivíduos arbóreos com perímetro à altura do peito (PAP) igual ou superior a 15 cm (DAP ~4,8 cm). Visando a seleção de forófitos refletindo a estrutura diamétrica da floresta, possibilitando a realização de estimativas de biomassa epifítica por hectare, os indivíduos arbóreos foram agrupados em classes de perímetro em intervalos de 20 cm (de 15 a 35 cm, de 35,1 a 55 cm, de 55,1 a 75 cm, e, assim, sucessivamente). Os perímetros foram convertidos para diâmetro equivalente, sendo estes, os valores utilizados nas análises. Em cada classe foram selecionados aleatoriamente para a amostragem dos epífitos um número correspondente a 10% dos indivíduos arbóreos, sendo estabelecido um número máximo de 10 e um mínimo de quatro indivíduos arbóreos a serem amostrados por classe de diâmetro. Desta forma, nas classes em que ocorrerem mais de 100 árvores por hectare, foram amostradas apenas as 10 primeiras sorteadas. Da mesma forma o número mínimo de indivíduos amostrados em cada classe de diâmetro foi de quatro indivíduos (tabela 2.1). Os poucos forófitos que apresentaram uma grande quantidade de lianas, o que dificulta a visualização e separação das espécies epifíticas que crescem sobre elas ou sobre o forófito, foram descartados em campo e substituídos por outro de diâmetro equivalente.

**Tabela 2.1 - Classes de perímetro dos forófitos com os respectivos valores correspondentes em diâmetro, número de indivíduos existentes no hectare e o número de indivíduos sorteados para a amostragem de epífitos vasculares.**

| Diâmetro | Classe | PAP (cm)    | DAP (cm)  | Ind. ha <sup>-1</sup> | n amostral |
|----------|--------|-------------|-----------|-----------------------|------------|
| Fino     | I      | 15 - 35     | 4,8 - 11  | 1099                  | 10         |
|          | II     | 35,1 - 55   | 11 - 17,5 | 295                   | 10         |
|          | III    | 55,1 - 75   | 17,5 - 24 | 113                   | 10         |
| Médio    | IV     | 75,1 - 95   | 24 - 30   | 59                    | 5          |
|          | V      | 95,1 - 115  | 30 - 36,5 | 48                    | 4          |
|          | VI     | 115,1 - 135 | 36,5 - 43 | 20                    | 4          |
|          | VII    | 135,1 - 155 | 43 - 49   | 15                    | 4          |
| Grosso   | VII    | 155,1 - 175 | 49 - 55,7 | 5                     | 4          |
|          | IX     | ≥ 175,1     | ≥ 55,7    | 6                     | 4          |
| Total    |        |             |           | 1660                  | 55         |

Para o levantamento da biomassa epifítica, os forófitos foram previamente divididos em zonas ecológicas, baseadas no método proposto por Blaun-Blanquet (1979), sendo estabelecidas cinco zonas ecológicas: fuste baixo, fuste médio, fuste alto, copa interna e copa externa. O fuste baixo foi definido como a porção contida entre a sua base e 1,30 m de altura do solo; o fuste médio como a porção entre o fuste baixo e o fuste alto; o fuste alto como a área entre o ponto de inversão morfológico e 1,30 metros abaixo deste; a copa interna foi considerada a porção entre o

ponto de inversão e o final dos galhos formados a partir da primeira ramificação; a copa externa todos os galhos formados a partir da segunda ramificação (figura 2.1).



**Figura 2.1** Divisão do forófito em zonas ecológicas, onde: 1 - fuste baixo; 2 - fuste médio; 3 - fuste alto; 4 - copa interna; 5 - copa externa.

Para o acesso aos epífitos, utilizou-se uma escada de alumínio de 7 m e/ou equipamento de escalada, conforme a técnica descrita por Perry (1978), sendo a retirada dos epífitos realizada manualmente. Os ramos finos, aos quais o acesso era impossível devido à sua fragilidade, foram cortados, para posterior retirada dos epífitos. Todos os epífitos vasculares foram separados por espécie e pesados em campo, com auxílio de balanças de precisão tipo dinamômetro, com capacidade para 100g, 1 kg ou 50 kg. Para a determinação do percentual de umidade contido nos epífitos, foi retirada uma amostra de peso conhecido de cada espécie epifítica encontrada em cada zona ecológica do forófito, sendo posteriormente colocadas em estufa de circulação forçada até que atingisse peso constante.

Foi ainda realizado levantamento complementar de 10 forófitos visando avaliar a proporção de epífitos existentes nos galhos externos da copa (galhos finos), para isso a copa externa foi subdividida em duas, sendo cada nova zona ocupada por metade da original. Assim foram estabelecidas seis zonas ecológicas: fuste baixo; fuste médio; fuste alto; copa interna; copa média; e copa externa.

A biomassa epifítica total foi estimada em função da proporção amostrada em cada classe de diâmetro e o número total de indivíduos arbóreos existentes no hectare mensurado.

Com o intuito de gerar modelos matemáticos capazes de estimar a biomassa epifítica em áreas equivalentes da Floresta Ombrófila Densa Submontana na região, foram construídas regressões, utilizando a relação entre o diâmetro dos forófitos e sua biomassa epifítica,

procurando associar com a maior precisão possível, estas duas variáveis. Para testar se os valores reais (mensurados na amostragem) e os valores estimados (pelas equações) apresentam diferenças significativas utilizou-se o teste de t de Student.

As análises estatísticas foram feitas com auxílio do programa JMP® 5.0 e CurveExpert® 1.31.

## RESULTADOS

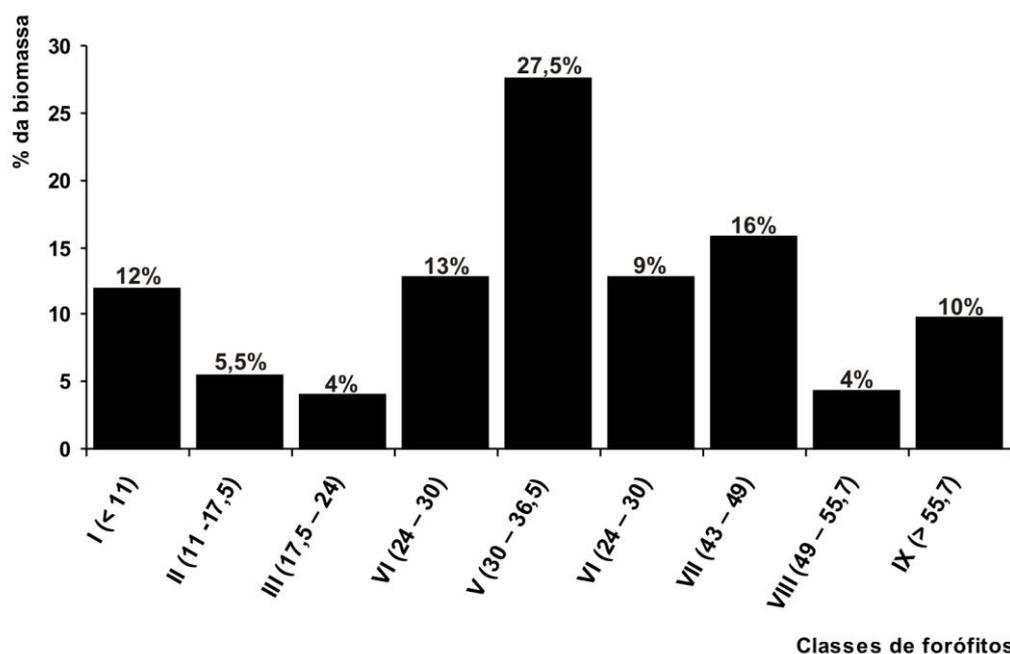
Foram analisados 55 forófitos divididos em nove classes de diâmetro, nos quais foram amostrados  $1,0 \times 10^3$  kg de biomassa epifítica vascular (peso seco) correspondente a  $5,3 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

A biomassa epifítica sobre forófitos individuais variou de 0,02 kg (encontrada sobre um forófito de 12,7 cm de DAP a 135 kg (amostrado em um forófito de 79 cm de DAP), sendo os menores valores encontrados sobre os forófitos inseridos nas menores classes de diâmetro (tabela 2.2).

**Tabela 2.2** Valores médios de biomassa úmida e seca em kg, encontrada nos forófitos inseridos em cada classe de diâmetro (entre parênteses estão os valores mínimos e máximos).

| Diâmetro | Classe/ DAP        | Biomassa seca (kg) |       |        | Biomassa úmida (kg) |        |        |
|----------|--------------------|--------------------|-------|--------|---------------------|--------|--------|
|          |                    | Mínimo             | Média | Máximo | Mínimo              | Média  | Máximo |
| Fino     | I (4,8 - 11)       | 0,03               | 0,58  | 2,38   | 0,15                | 2,94   | 12,14  |
|          | II (11,1 -17,5)    | 0,02               | 0,98  | 2,86   | 0,13                | 5,03   | 13,46  |
|          | III (17,6 – 24)    | 0,06               | 1,91  | 5,06   | 0,37                | 10,88  | 29,13  |
| Médio    | IV (24,1 – 30)     | 2,64               | 11,61 | 17,18  | 18,82               | 57,45  | 88,48  |
|          | V (30,1 – 36,5)    | 16,04              | 30,64 | 56,01  | 92,34               | 169,63 | 298,51 |
|          | VI (36,6 – 43)     | 17,64              | 22,55 | 27,68  | 75,08               | 95,78  | 114,91 |
|          | VII (43,1 – 49)    | 40,22              | 56,29 | 78,09  | 191,08              | 252,07 | 312,03 |
| Grosso   | VIII (49,1 – 55,7) | 29,19              | 45,36 | 66,69  | 145,13              | 211,56 | 306,35 |
|          | IX ( $\geq 55,8$ ) | 30,40              | 86,97 | 135,63 | 170,80              | 456,21 | 701,40 |

A distribuição da biomassa epifítica na estrutura floresta pode observada na tabela 2.3 e figura 2.2.



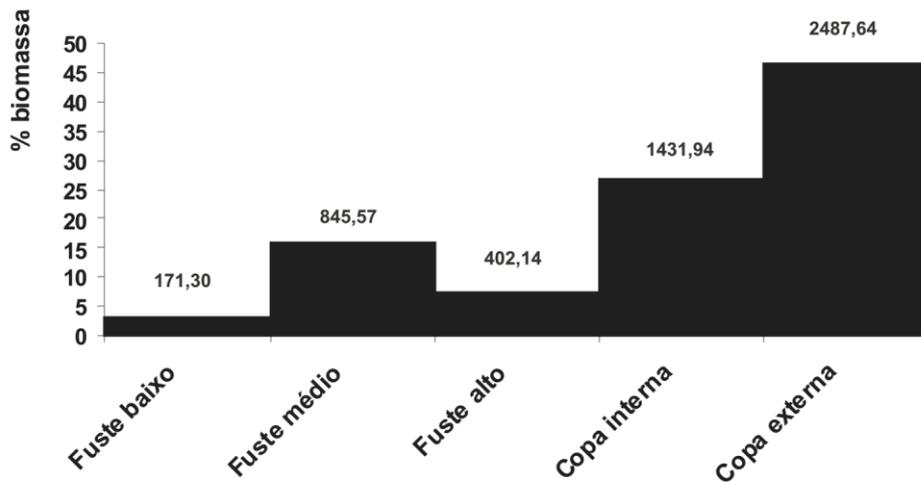
**Figura 2.2** Percentual da biomassa total (peso seco em  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) encontrado nas classes de diâmetro.

**Tabela 2.3** Biomassa total (peso seco em  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) encontrada nas classes de diâmetro e percentagem representada do total da biomassa epifítica.

| Diâmetro | Classe DAP         | Biomassa ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) | (%)    | Total porte |
|----------|--------------------|---|--------|-------------|
| Fino     | I (4,8 - 11)       | 634   | 12 %   | 21%         |
|          | II (11 - 17,5)     | 290   | 5,5 %  |             |
|          | III (17,5 - 24)    | 215   | 4,0 %  |             |
| Médio    | IV (24 - 30)       | 685   | 13 %   | 65,5%       |
|          | V (30 - 36,5)      | $1,4 \times 10^3$                           | 27,5 % |             |
|          | VI (36,5 - 43)     | 451   | 9 %    |             |
|          | VII (43 - 49)      | 845   | 16 %   |             |
| Grosso   | VIII (49 - 55,7)   | 227   | 4 %    | 14%         |
|          | IX ( $\geq 55,7$ ) | 522   | 10 %   |             |
| Total    |                    | $5,3 \times 10^3$                           |        |             |

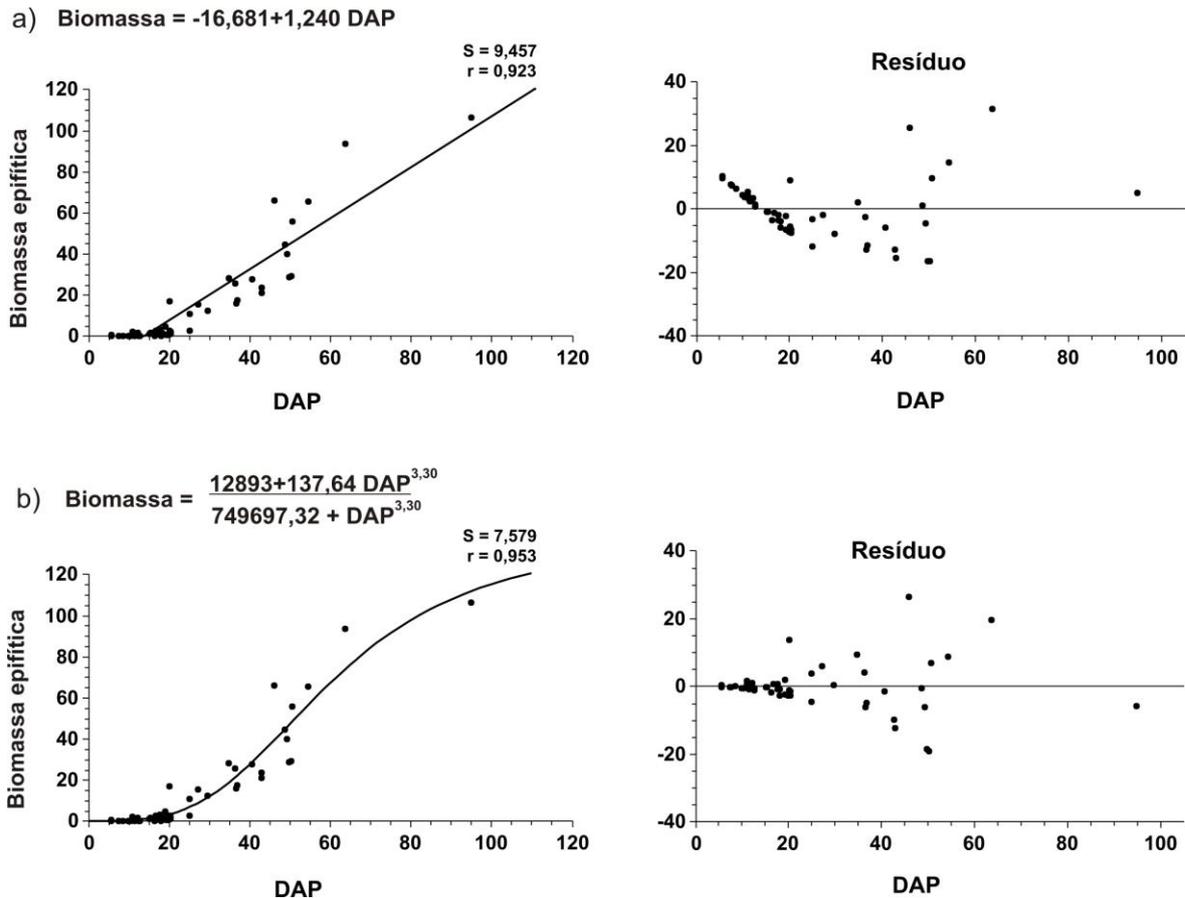
A distribuição da biomassa nas zonas dos forófitos pode ser observada na figura 2.3.

Nos 10 forófitos analisados quando a proporção da biomassa existente nos três compartimentos da copa, gerados pela subdivisão da copa externa em duas, a maior proporção da biomassa (76%) ficou localizada na copa média.



**Figura 2.3** Percentual da biomassa total encontrado nas zonas dos forófitos com os respectivos valores absolutos de biomassa epifítica total (Kg.ha<sup>-1</sup>) encontrada nas zonas dos forófitos

A biomassa de epífitos apresentou alta correlação positiva com o DAP dos forófitos ( $r = 0,935$ ,  $p \leq 0,05$ ). Dentre as equações matemáticas testadas para calcular a biomassa epifítica, duas apresentaram os valores estimados mais próximos aos valores mensurados (figura 2.4). A equação “a” é mais precisa para a estimativa da biomassa de indivíduos arbóreos grandes ( $r = 0,945$ ,  $p \leq 0,05$ )., mas para indivíduos arbóreos finos resulta em valores subestimados, ou mesmo negativos. A equação “b” é mais adequada para a estimativa da biomassa epifítica em indivíduos finos ( $r = 0,953$ ,  $p \leq 0,05$ )., mas subestima a biomassa em indivíduos arbóreos grandes. Ambas as equações apresentaram valores de  $r$  superiores a 0,9 (figura 2.4).



**Figura 2.4** Gráficos representativos das equações matemáticas usadas para testar a estimativa da biomassa epifítica vascular a partir do DAP dos forófitos, e seus respectivos gráficos de resíduos em relação ao DAP, obtidos com as equações referentes aos modelos matemáticos a e b.

O teste t de Student (para equação “a”  $p = 0,55$  e equação “b”  $p = 0,70$ ) demonstrou não haver diferenças significativas entre os valores de biomassa mensurados e os valores estimados pelas equações.

## DISCUSSÃO

A biomassa epifítica total, estimada em aproximadamente  $5,3 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$  para a Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM), pode ser considerada elevada quando comparada a outras áreas de florestas tropicais e subtropicais (tabela 2.4). No Brasil estudos envolvendo especificamente a biomassa epifítica são inexistentes, embora existam alguns trabalhos quantificando a biomassa total da floresta que incluem a flora epifítica. Em um trabalho desta natureza, realizado no primeiro planalto paranaense, em área de Floresta Ombrófila Mista, Socher *et al.* (2008) quantificaram a biomassa de epífitos vasculares em  $471 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , valor correspondente a aproximadamente 10% do encontrado para a RNMM. Este resultado está relacionado à grande alteração ambiental ocorrida nesta região, cuja vegetação natural atualmente está restrita a pouco mais de 0,8% de sua área original no Estado (Castela e

Britez 2004). De qualquer modo, o epifitismo vascular em Floresta Ombrófila Mista, especialmente nas aluviais, é menos diverso e abundante que na Floresta Ombrófila Densa (Kersten 2006).

Estudos quantificando exclusivamente a biomassa epifítica são raros, e os poucos observados, priorizam o componente epifítico avascular. Estes trabalhos estão de maneira geral concentrados em regiões montanhosas neotropicais do hemisfério norte além de alguns poucos nos paleotrópicos. Nestes estudos foram utilizados diferentes métodos, tanto para a coleta de amostras quanto para a quantificação de biomassa, o que gera grande dificuldade na comparação entre os valores encontrados nas regiões estudadas (tabela 2.4).

**Tabela 2.4 Estudos sobre a biomassa do componente epifítico realizados no mundo, indicado a latitudes (La.), altitude (Alt), Tipologia vegetacional (Tipol.: FN = Floresta nebulosa; FNM = Floresta nebulosa montana; FNA = Floresta nebulosa altomontana; FS = Floresta submontana; FM = Floresta montana; FSB = Floresta subtropical, FSC = Floresta secundária), biomassa total (BT em Mg.ha<sup>-1</sup>), biomassa de tecidos epifíticos vivos (BV em Mg.ha<sup>-1</sup>), biomassa de epífitos vasculares (BepV, indicado com \* quando considerado apenas a biomassa viva, NC = não consta) assim como a referência.**

| Pais       | Lat. | Alt.  | Tipol. | BT<br>(Mg,ha <sup>-1</sup> ) | BV<br>(Mg,ha <sup>-1</sup> ) | BepV<br>(Mg,ha <sup>-1</sup> ) | Referência                           |
|------------|------|-------|--------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Venezuela  | 4 N  | 2.400 | FNM    | 11,6                         | 10,7                         | 9,9 *                          | Walker e Ataroff (2002)              |
| Colômbia   | 4 N  | 2.700 | FM     | 4,2                          | 4,2                          | 2,4*                           | Caballero-Rueda <i>et al.</i> (1997) |
| Colômbia   | 5 N  | 3.700 | FNA    | 44                           | 13,2                         | 4,8                            | Hofstede <i>et al.</i> (1993)        |
| Panamá     | 9 N  | 500   | FS     | 1,4                          | 1,4                          | NC                             | Golley <i>et al.</i> (1971)          |
| Costa Rica | 10 N | 1.500 | FN     | 4,7                          | 2,6                          | NC                             | Nadkarni (1984)                      |
| Costa Rica | 10 N | 1.480 | FNM    | 33                           | 12,2                         | 8,2                            | Nadkarni <i>et al.</i> (2004)        |
| Costa Rica | 10 N | 1.480 | FSC    | 0,2                          | 0,19                         | 0,002                          | Nadkarni <i>et al.</i> (2004)        |
| Costa Rica | 10 N | 1.490 | FNM    | 16,2                         | 14,1                         | 2,6                            | Köhler <i>et al.</i> (2007)          |
| Costa Rica | 10 N | 1.620 | FSC    | 1                            | 1                            | 0,08                           | Köhler <i>et al.</i> (2007)          |
| Tailândia  | 24 N | 750   | FSB    | 3,3                          | NC                           | 1,2                            | HSU <i>et al.</i> (2002)             |
| Nova Guiné | 6 S  | 2.500 | FM     | 4,3                          | 4,3                          | 3,2                            | Edwards e Grubb (1977)               |
| Brasil     | 25 S | 200   | FS     | NC                           | 5,3                          | 5,3 *                          | Este estudo                          |

Na Colômbia, Hofstede *et al.* (1993) estimaram a biomassa contida sobre os forófitos a partir de apenas uma espécie arbórea dominante e encontraram um valor bastante elevado, do qual apenas 30% representa biomassa viva, constituída principalmente de briófitas, sendo a biomassa epifítica vascular encontrada na área menor que a mensurada na RNMM. Ainda na Colômbia, Caballero-Rueda *et al.* (1997) estimaram a biomassa de epífitos e encontraram um valor que representa apenas um terço da biomassa vascular encontrada na RNMM. Na Costa Rica Nadkarni (1984) e Köhler *et al.* (2007) também relataram valores de biomassa epifítica viva inferiores ao encontrado na RNMM.

Na região neotropical apenas dois trabalhos (Nadkarni *et al.* 2004, Walker e Ataroff 2002) relatam valores de biomassa epifítica vascular superiores aos encontrados na RNMM, mas deve ser considerado que ambas são constituídas por áreas de floresta primária, enquanto a RNMM é composta por florestas alteradas e secundárias intensamente exploradas até o ano de 1988 (SPVS 1999). Além disso, tanto a diversidade quanto a abundância de epífitos são

consideravelmente reduzidas em ambientes perturbados, principalmente em florestas secundárias quando comparadas a primárias (Whitmore 1990, Hietz *et al.* 1996).

A maior biomassa encontrada por Nadkarni *et al.* (2004) está relacionada à estrutura da floresta estudada, que apresenta um dossel de 15 a 30 m de altura e um número de indivíduos de grandes diâmetros (acima de 30 cm de DAP) superior a 150 por hectare, enquanto na área estudada na RNMM, as árvores do dossel raramente atingem mais de 15 m de altura, além de apresentar um número de árvores grandes inferior a 100 indivíduos por hectare. A floresta estudada na Costa Rica está ainda em uma região de menor latitude e em uma altitude intermediária, consideradas em grande escala como a região onde o epifitismo vascular é mais representativo (Gentry e Dodson 1987a, Nieder *et al.* 1999; Küper *et al.* 2004, Krömer *et al.* 2005).

Walker e Ataroff (2002) estimaram somente sobre a copa dos forófitos uma biomassa superior a encontrada na RNMM. Esta floresta também apresenta um dossel mais elevado entre 20 e 25 m, bem como uma maior e mais constante umidade relativa do ar, evidenciada pela elevada nebulosidade e baixa insolação reportada pelos autores. Esta situação geralmente é responsável por um grande desenvolvimento epifítico (Richards 1996, Hernández-Rosas 2004, Woda *et al.* 2006, Köhler *et al.* 2007).

Em regiões pantropicais, trabalhos envolvendo a biomassa epifítica são ainda mais escassos, e os estudos realizados na Ásia (HSU *et al.* 2002) e na Oceania (Edwards e Grubb, 1977) relataram valores inferiores aos encontrados na RNMM.

Considerando os estudos supracitados, que envolvem tanto a biomassa epifítica vascular quanto avascular (tabela 2.4), observou-se para as condições estudadas, a tendência relatada por Rhoades (1995) para florestas tropicais e subtropicais úmidas, onde a comunidade epifítica é dominada por plantas vasculares em regiões de baixas altitudes e por avasculares nas mais elevadas.

Um dos maiores problemas no estudo do epifitismo é o acesso ao dossel da floresta (Moffett e Lowman 1995, Mitchell *et al.* 2002), o que conseqüentemente causa restrições ao número de árvores amostradas (Freiberg 1996, Freiberg e Freiberg 2000). Neste estudo, o grande esforço amostral, representado por 55 indivíduos arbóreos totalmente mensurados (amostragem destrutiva dos epifitos), possibilitou maior precisão na coleta dos dados quando comparados a outros estudos, que, de maneira geral, foram realizados com um pequeno número de amostras, ou, ainda, baseados em um único indivíduo. Esta amostragem pode ter contribuído com a elevada biomassa estimada, uma vez que foram amostrados forófitos de diversas espécies, distribuídos em uma grande amplitude de diâmetros, sem negligenciar a biomassa epifítica contida em indivíduos de pequeno e de médio porte.

Nadkarni (1984) afirma que a composição epifítica varia em maior grau de acordo com o tamanho dos forófitos do que em relação a diferentes espécies de forófitos com diâmetros semelhantes. Embora a biomassa epifítica vascular seja maior em forófitos mais velhos, expostos durante um maior período à colonização epifítica (Krömer *et al.* 2007), os indivíduos arbóreos mais jovens (mais finos), contribuem com uma importante parcela da biomassa epifítica devido à sua elevada densidade na estrutura florestal. Na RNMM os indivíduos considerados finos, com DAP

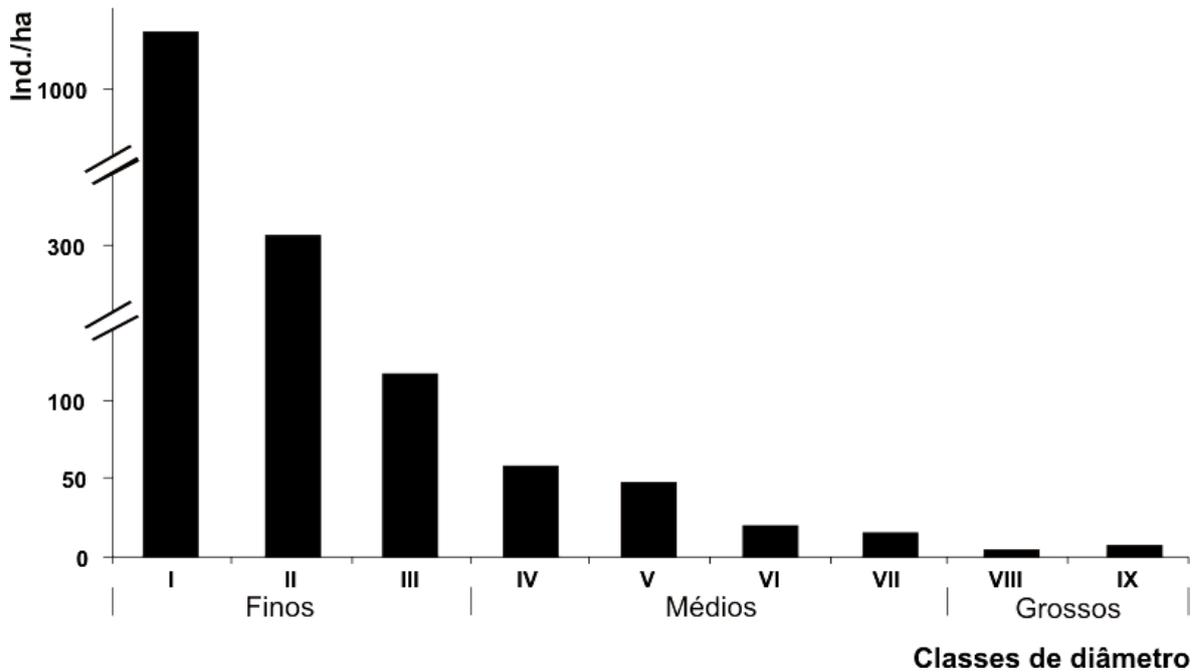
menor que 24 cm ( $1507 \text{ ind.ha}^{-1}$ ), contribuíram com um valor muito expressivo (21% do total) quando comparado aos indivíduos arbóreos grandes (DAP maior 49 cm,  $12 \text{ ind.ha}^{-1}$ ) que continham apenas 14% da biomassa total.

Estes valores diferem dos reportados por Köhler *et al.* (2007), que encontrou maior biomassa epifítica sobre os indivíduos grossos (maiores de 60 cm de DAP), 44% da biomassa total, comparada a dos indivíduos finos ( $\leq 20$  cm de DAP). Estas diferenças estão relacionadas à estrutura das florestas estudadas, na Costa Rica a densidade de indivíduos arbóreos é de  $1890 \text{ ind.ha}^{-1}$ , com área basal de  $69,6 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  e dossel atingindo 25 m de altura, já na RNMM, para um mesmo limite inferior de inclusão na amostragem, a densidade arbórea é menor ( $1560 \text{ ind.ha}^{-1}$ ), a área basal é de apenas  $29,295 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  (pouco mais de um terço da encontrada na floresta da Costa Rica) e as árvores emergentes raramente atingem 18 m de altura. Portanto a floresta estudada por Köhler *et al.* (2007) apresenta um maior número de indivíduos considerados grandes, além de ser mais desenvolvida que a floresta encontrada na RNMM.

Um dos resultados mais interessantes foi que em ambas as florestas estudadas (Köhler *et al.* 2007, este estudo) a maior parte da biomassa epifítica foi encontrada sobre os indivíduos de médio porte (DAP entre 24cm e 49 cm). Na RNMM foi verificada a ocorrência de 65% da biomassa epifítica sobre estes indivíduos, e nas florestas estudadas por Köhler *et al.* (2007) sobre estes mesmos indivíduos estão cerca de 48% da biomassa epifítica total.

Apesar de forófitos de maior porte tenderem individualmente a apresentar mais epífitos (tabela 2.2, Figura 2.5) eles são encontrados em densidade menor que os de porte médio na floresta (tabela 2.1), o que associando ao fato dos indivíduos de médio porte terem apresentado altos índices de colonização por epífitos, faz com que estes, coletivamente no ambiente, constituam suporte mais importante para a sinúsia epifítica que os grandes indivíduos (figura 2.2).

No outro extremo, sobre indivíduos finos, ocorre o fenômeno oposto. Embora individualmente suportem baixas quantidades de epífitos, devido a sua elevada densidade, adquirem importância significativa na dinâmica do ambiente, suportando biomassa epifítica semelhante a dos forófitos de grande porte.



**Figura 2.5** Número de indivíduos arbóreos existentes em cada classe de diâmetro.

Os estudos sobre a flora epifítica que analisam a estratificação da biomassa empregaram métodos bastante variáveis, inclusive quanto à divisão da coluna vegetal, o que dificulta a comparações entre alguns deles. Na RNMM, a distribuição da biomassa epifítica está de acordo com a observada por Nadkarni (1984), concentrando-se na copa e assumindo o mesmo padrão de distribuição verificado para a diversidade epifítica em vários estudos (Waechter 1980, 1992, Gill e Onyibe 1986, Steege e Cornelissen 1989, Brown 1990, Zimmermman e Olmsted 1992, Ingram e Nadkarni 1993, Kernan e Fowler 1995, Kersten e Silva 2002, Gonçalves e Waechter 2002, Giongo e Waechter 2004, Kersten 2006,) nos quais a riqueza específica ou a abundância de epífitos na copa foi maior que no fuste. A distribuição verificada neste estudo contrasta apenas com a observada por Hsu *et al.* (2002) na Tailândia, onde a maior biomassa foi encontrada no fuste. No entanto, esta floresta encontra-se em uma região subtropical, com grande incidência de tufões no verão, que atingem de maneira mais severa justamente o dossel, estrato florestal mais exposto.

No entanto, quando analisados as zonas da copa, as distribuições não se comportam de maneira uniforme. Nadkarni (1984) encontrou na copa interna a maior biomassa epifítica (45%), enquanto que na RNMM a maior biomassa foi verificada na copa externa (46%) quando dividida em dois compartimentos, ou na copa média (35%) quando dividida em três compartimentos. Esta situação deve-se provavelmente às diferentes divisões realizadas na copa, associado ao fato de que Nadkarni (1984) ter considerado a matéria orgânica em suspensão (matéria orgânica em decomposição situada sobre os galhos dos forófitos, associada aos epífitos) a, que se acumula em maior quantidade justamente na copa interna, enquanto que na RNMM mensurou-se apenas a biomassa viva dos epífitos vasculares.

De acordo com Nadkarni (1984), a biomassa epifítica total varia entre 1,5 e 2,2% da biomassa aérea (acima do solo) total da floresta; estes percentuais foram baseados na proporção

da biomassa epifítica de uma floresta da Costa Rica em relação à biomassa aérea total (dados secundários) de florestas da Nova Guiné, Jamaica e Panamá. Na RNMM, a biomassa epifítica corresponde a 3% da biomassa total, percentual próximo ao encontrado por Nadkarni (1987). Este valor é baseado na biomassa aérea total calculada para floresta estudada na RNMM ( $173,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), utilizando a equação desenvolvida por Brown & Iverson (1992) para indivíduos arbóreos.

Os tecidos epifíticos vivos variam entre 55 e 90% (Hsu *et al.* 2002 e Nadkarni 1984) do montante epifítico total (incluindo a matéria orgânica em decomposição existente associada aos epífitos), no entanto, somente parte desta biomassa é composta por tecidos fotossintetizantes. Cálculos de Hsu *et al.* (2002) indicaram que cerca de 70% da biomassa epifítica viva é constituída de tecidos fotossintetizantes. Aplicando-se este valor ao registrado na RNMM podemos estimar que em um hectare a biomassa epifítica fotossintetizante corresponde a aproximadamente  $3,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Um dos poucos estudos a considerarem a biomassa arbórea foliar em separado (Golley *et al.* 1978) indicou que as folhas correspondem a 3,8% da biomassa aérea da floresta. Tendo como base este valor podemos estimar em cerca de  $6,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a biomassa foliar na RNMM, assim os epífitos ( $3,7 \text{ Mg}$  de biomassa verde) correspondem a aproximadamente 36% da biomassa fotossintetizante total da floresta.

De acordo com Coxson e Nadkarni (1995), a biomassa foliar dos epífitos, quando comparada a dos forófitos, pode alcançar 51% da biomassa fotossintetizante acima do solo. Desta forma, a estimativa feita para a RNMM, embora baseada em dados secundários, está de acordo com as proporções reportadas, encontrando-se muito próxima aos valores obtidos por Nadkarni (1984) e Hsu *et al.* (2002) que relataram percentuais de 30 e 43, respectivamente.

Sobre os forófitos, a matéria orgânica existente associada aos epífitos influencia na ciclagem de nutrientes, alterando a concentração e o fluxo dos mesmos, bem como a redistribuição dos recursos, já que cria uma rica fonte de nutrientes disponível para a fauna e para a vegetação acima do solo (Pike 1977, Nadkarni 1981, Coxson e Nadkarni 1995). Neste estudo a matéria orgânica associada aos epífitos foi calculada com base nos valores reportados em pesquisas realizadas por Hsu *et al.* (2002), Nadkarni (1984) e Hofstede *et al.* (1993). Desta forma, estima-se que a matéria orgânica existente esteja entre  $534 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e  $2,4 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

A alta correlação encontrada na RNMM entre o diâmetro dos forófitos e a biomassa epifítica neles contida foi também observada no estudo realizado por Hsu *et al.* (2002), sendo observada em menor grau por Walker e Ataroff (2002). No presente estudo, a existência de uma alta correlação entre esses parâmetros viabiliza a estimativa da biomassa epifítica a partir da equação de regressão linear, ou ainda de modelos matemáticos não-lineares. Assim, a biomassa epifítica existente sobre qualquer forófito da região poderá ser estimada, desde que localizado em uma floresta de estrutura semelhante a esta.

Todas as equações analisadas apresentavam medidas de precisão com valores próximos, e em todos os casos o coeficiente de determinação foi superior a 0,85 e o erro padrão inferior a 9. Analisando estes valores foram selecionadas e disponibilizadas duas equações. A primeira corresponde à de regressão linear simples (figura 2.1-a), e foi selecionada por ser a mais precisa

no cálculo da biomassa epifítica em indivíduos arbóreos grossos, embora não seja adequada para estimar a biomassa epifítica em forófitos com DAP inferior a 14 cm, resultando em valores negativos. O gráfico de resíduos demonstra que a equação apresenta tendência à subestimação da biomassa epifítica em forófitos de diâmetros pequenos. Devido à facilidade na execução dos cálculos, a equação, possibilita estimativas rápidas, podendo ser usada para estimar a biomassa epifítica existente sobre um indivíduo no interior de vegetação ainda em campo.

A segunda equação (figura 2.1-b) corresponde a um modelo não linear, e foi selecionada por ser mais adequada, justamente onde a outra falha, em forófitos pequenos, além de apresentar melhores medidas de precisão, apresentando maior coeficiente de determinação e menor erro padrão, sendo, portanto, mais eficiente quando comparada a outras equações não-lineares, resultando em estimativas com valores mais próximos aos reais.

Sugere-se assim o uso de ambas para melhor precisão das estimativas, a linear para árvores de médio e grande porte e a quadrática para os indivíduos pequenos.

Considerando a estrutura diamétrica de uma floresta avançada mensurada em uma área próxima a estudada (Petean, dados não-publicados), e utilizando as equações como sugerido a biomassa existente na floresta seria de aproximadamente  $9,8 \text{ Mg.ha}^{-1}$ . Cabe ressaltar que estes valores provavelmente estejam subestimados já que a equação foi gerada para florestas em estágio médio, onde o epifitismo é menos desenvolvido. Da mesma forma se considerada a estrutura diamétrica de uma floresta inicial na RNMM (Serathiuk com. pess.) a biomassa de epífitos vasculares representaria  $410 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Desta forma, com o desenvolvimento florestal do estágio de sucessão inicial ao avançado haveria um incremento de no mínimo  $9,4 \text{ Mg.ha}^{-1}$  de biomassa, considerando apenas os epífitos vasculares, o que demonstra que este componente contribui com uma importante parcela da biomassa em Floresta Ombrófila Densa .

## **CAPÍTULO 3**

### **Distribuição espacial de epífitos vasculares em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil.**

#### **RESUMO**

A análise da distribuição dos epífitos vasculares foi realizada em uma área de um hectare em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, em estágio médio de regeneração, na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM), unidade de conservação de domínio privado, situada no litoral paranaense, município de Antonina. Nesta parcela, foram selecionados 55 forófitos, representativos da estrutura da floresta. Estes foram reunidos em três grupamentos de diâmetros e divididos em cinco zonas ecológicas, das quais todos os epífitos encontrados foram retirados, separados por espécie e pesados. Foi verificada ainda a similaridade florística entre as zonas ecológicas dos forófitos. O número de espécies epífitas por forófito variou de duas a 79. Os indivíduos médios contribuíram com a maior parcela da riqueza (95%), cobertura (65%) e biomassa (69%) epifítica da floresta. Dentre as espécies amostradas, três ocorreram exclusivamente nos forófitos finos, 19 foram exclusivas dos indivíduos médios e quatro foram exclusivas dos indivíduos grossos. O diâmetro dos forófitos apresentou uma alta correlação com a riqueza, cobertura e biomassa de epífitos. O número de espécies por zona ecológica dos forófitos variou de zero a 67, os maiores valores de riqueza, diversidade e equidade encontrados sobre a copa extrema. As zonas ecológicas dos forófitos floristicamente mais semelhantes entre si foram fuste médio-alto e copa interna-externa. Os menores valores de similaridade foram verificados entre o fuste baixo e a copa. Dentre as espécies que apresentaram preferência por alguma zona, seis foram preferenciais por alguma região da copa e seis pelo fuste. Os holoepífitos obrigatórios ocorreram preferencialmente na copa externa e os hemiepífitos secundários no fuste baixo e médio. As análises demonstraram haver variações tanto verticais, quanto horizontais na composição e riqueza de epífitos vasculares na área de Floresta Ombrófila Densa Submontana.

## INTRODUÇÃO

O epifitismo é uma característica marcante das florestas tropicais úmidas (Gentry e Dodson 1987a), onde pode ser considerada a sinúsia mais rica, já que corresponde a um número entre 30% e 60% do total das espécies existentes (Gentry e Dodson 1987a, Kelly *et al.* 1994, Ataroff 2001). Nestas florestas, a elevada riqueza epifítica bem como a composição de espécies está relacionada, fundamentalmente, a fatores ambientais, tais como a precipitação, a temperatura e a intensidade luminosa, regulando seu desenvolvimento e continuidade temporal (Hietz 1998). Outros fatores importantes são a presença e interações com outras espécies vegetais, bem como as características dos substratos disponíveis à sua fixação (Hietz 1998, Hernandez-Rosas 2001).

Assim, a distribuição espacial dos epífitos vasculares pode variar em pelo menos duas direções; horizontalmente, entre espécies/indivíduos arbóreos e verticalmente, entre a base e o topo das árvores (Steege & Cornelissen 1989, Benzing 1990).

As espécies hospedeiras influenciam na distribuição horizontal das epífitas devido às suas características de casca, como a capacidade de retenção de água, a composição química, o pH e a morfologia (Johansson 1974). Outros fatores como a arquitetura da árvore (tamanho e a quantidade de ramos e bifurcações), o grau de exposição à luminosidade e aos ventos, bem como a localização dos forófitos (interior ou borda das florestas) também influenciam na distribuição e no estabelecimento do epífitos (Benzing 1990).

As variações na distribuição vertical das epífitas dentro da coluna vegetal são determinadas, em parte, por variáveis microclimáticas, como a intensidade luminosa (Steege e Cornelissen 1989), a umidade (Leimbeck e Balslev 2001) e a temperatura (Benzing 1990). A incidência de raios luminosos e a amplitude térmica tendem a ser menores nas porções mais próximas ao solo, enquanto a umidade diminui em direção ao dossel florestal (Benzing 1990). O vento também influencia nas variações microclimáticas, podendo exercer interferência nas taxas de transporte de calor, vapor d'água e dióxido de carbono (Luttge 1989).

Devido à dificuldade de acesso ao dossel florestal e à alta diversidade taxonômica, trabalhos abordando a distribuição vertical e ou horizontal das comunidades epifíticas são pouco numerosos, dentre os quais se destacam os realizados por Bennet (1986) nos Estados Unidos da América, Zimmerman & Olmsted (1992) e Hietz & Hietz-Seifert (1995) no México, Kelly (1985) na Jamaica, Steege & Cornelissen (1989) na Guiana, Sudgen & Robins (1979) na Colômbia e Brown (1990) na Argentina. No Brasil, podem ser mencionados os trabalhos de Gottsberger e Morawetz (1993), Waechter (1992, 1998), Kersten e Silva (2001, 2002), Kersten 2006, Gonçalves e Waechter 2002 e Giongo e Waechter 2004.

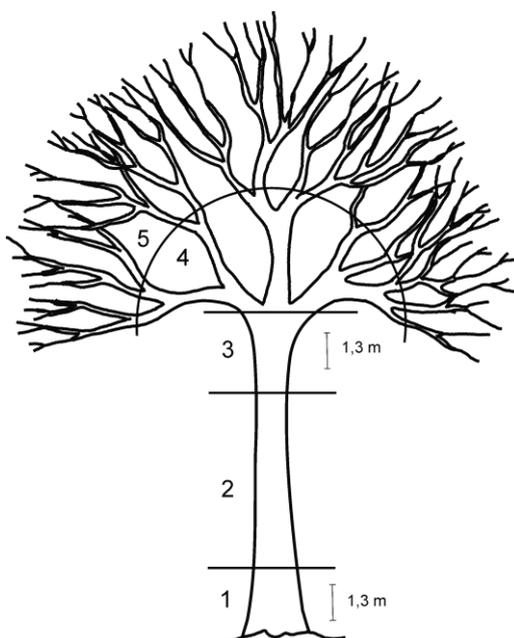
O presente trabalho tem por objetivo avaliar a distribuição vertical e horizontal dos epífitos vasculares em uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana, bem como verificar a distribuição preferencial destas espécies por regiões de seus hospedeiros.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A análise da distribuição dos epífitos vasculares foi realizada em uma área de um hectare, delimitado em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, em estágio médio de regeneração, selecionada por conter indivíduos de diâmetros pequenos, médios e grandes, cujas características biométricas são compatíveis com a amplitude dos indivíduos arbóreos das fases inicial e avançada, o que permitiria inferir sobre todas as fases sucessionais.

Para a análise da distribuição dos epífitos vasculares, os 55 forófitos selecionados, com base na estrutura diamétrica da floresta, foram reunidos em três grupamentos de classes de diâmetro, sendo: 1 - indivíduos finos (entre 4,8 e 20 cm de DAP), 2 - indivíduos médios (entre 20,1 e 50 cm de DAP) e 3 - indivíduos grossos (DAP acima de 50,1 cm ).

Os forófitos foram divididos em zonas ecológicas baseadas no método proposto por Blaun-Blanquet (1979), sendo estabelecidas cinco zonas ecológicas: 1- fuste baixo: entre a base e 1,30 m de altura do solo; 2- fuste médio: acima de 1,3 m do solo e abaixo de 1,3m da copa; 3 - fuste alto: entre a o ponto de inversão morfológico e 1,30 metros abaixo deste; 4 - copa interna: entre o ponto de inversão morfológico e o final dos galhos formados a partir da primeira ramificação; e 5 - copa externa: todos os galhos formados a partir da segunda ramificação. (figura 3.1).



**Figura 3.1** Divisão do forófito em zonas ecológicas, onde: 1 - fuste baixo; 2 - fuste médio; 3 - fuste alto; 4 - copa interna; e 5 - copa externa.

Em cada zona dos forófitos foi verificada a ocorrência de epífitos vasculares, bem como sua biomassa. Para tanto, todos os indivíduos epifíticos foram retirados, separados por espécie e pesados em campo, com auxílio de balanças de precisão tipo dinamômetro, com capacidade para 100g, 1 kg, ou 50 kg. De cada uma destas espécies foi feita uma amostra para a determinação do teor de umidade, sendo, para isso, colocadas em estufa de circulação forçada até que atingissem peso constante.

Para as análises de distribuição preferencial dos epífitos, foram consideradas apenas as espécies que ocorreram mais de 15 vezes. A preferência das espécies por zonas dos forófitos foi verificada, a partir da biomassa, com o teste de qui-quadrado, adotando como valor esperado a proporção do total de epífitos registrado para cada zona.

Na análise da distribuição preferencial de categorias ecológicas por zonas ecológicas dos forófitos as espécies foram divididas nas seguintes categorias: Holoepífitos característicos, sendo subdivididos em holoepífitos obrigatórios (HLO) e holoepífitos preferenciais (HLP), holoepífitos facultativos (HLF), holoepífitos acidentais (HLA), hemiepífitos primários (HMP), hemiepífitos secundários (HMS).

A similaridade florística entre as zonas dos forófitos foi avaliada utilizando o índice de Jaccard ( $IS_J$ ), sendo considerados similares aqueles onde  $IS_J > 0,5$  (Mueller-Dombois e Ellenberg 1974). A diversidade foi calculada utilizando os índices de Simpson ( $E_{1/d}$ ) e de Shannon ( $H'$ ), sendo para o último empregado o teste de t de Shannon para verificar a diferença entre os valores obtidos para as zonas (Magurran 2004).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa JMP<sup>®</sup> 5.0.

## RESULTADOS

O número de espécies epífitas por forófito variou de duas a 79. O número de espécies registradas sobre os três grupamentos de forófitos pode ser observado na tabela 3.1

**Tabela 3.1** Números de espécies encontrados em cada grupamento de DAP, com o percentual de espécies em relação ao total amostrado e valores mínimos e máximos sobre um mesmo indivíduo arbóreo.

| Diâmetros | DAP<br>cm | Espécies |    |        |        |
|-----------|-----------|----------|----|--------|--------|
|           |           | Total    | %  | Mínimo | Máximo |
| Finos     | 4,8 - 20  | 78       | 56 | 2      | 36     |
| Médios    | 20,1 -50  | 132      | 95 | 18     | 63     |
| Grossos   | ≥ 50,1    | 110      | 80 | 45     | 79     |

Dentre as espécies amostradas, três ocorreram exclusivamente nos forófitos finos, 19 foram exclusivas dos indivíduos médios e quatro foram exclusivas dos indivíduos grossos, 68 espécies foram comuns aos três grupamentos de DAP.

Todos os grupamentos de diâmetros foram floristicamente similares, sendo o maior valor obtido entre os forófitos médios e grossos (tabela 3.2)

**Tabela 3.2** Índice de similaridade de Jaccard entre os grupamentos de DAP dos forófitos.

| Diâmetros | Finos        | Médios       |
|-----------|--------------|--------------|
| Finos     |              |              |
| Médios    | <b>0,556</b> |              |
| Grossos   | <b>0,567</b> | <b>0,779</b> |

A distribuição da biomassa e da cobertura sobre os forófitos dos três grupamentos pode ser observada na tabela 3.3.

**Tabela 3.3** Valores absolutos e percentuais de biomassa ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) epifítica encontrados em cada grupamento de DAP, com os valores mínimos e máximos sobre um mesmo indivíduo arbóreo.

| Diâmetros | DAP<br>cm   | Biomassa |    |        |        |
|-----------|-------------|----------|----|--------|--------|
|           |             | Total    | %  | Mínimo | Máximo |
| Finos     | 4,8 - 20    | 923,6    | 17 | 0,02   | 5,0    |
| Médios    | 20,1 - 50   | 3.666,3  | 69 | 1,2    | 78,1   |
| Grossos   | $\geq 50,1$ | 748,6    | 14 | 29,2   | 135,6  |

O diâmetro dos forófitos apresentou uma alta correlação com a riqueza ( $r = 0,81$ ,  $p < 0,05$ ) e biomassa ( $r = 0,88$ ,  $p < 0,05$ ) das espécies encontradas.

O número de espécies por zona ecológica dos forófitos variou de zero a 67, os valores de riqueza, diversidade e equidade podem ser observados na tabela 3.4.

**Tabela 3.4** Distribuição das epífitas nas zonas ecológicas dos forófitos analisados, com os valores da riqueza, biomassa (em Kg e percentual), diversidade de Shannon ( $H'$ ), diversidade de Simpson ( $E_{1/d}$ ) e equidade ( $J'$ )

| Zona         | Riqueza | Biomassa |    | $H'$ | $E_{1/d}$ | $J'$ |
|--------------|---------|----------|----|------|-----------|------|
|              |         | kg       | %  |      |           |      |
| Copa externa | 131     | 575,7    | 54 | 4,41 | 0,50      | 0,89 |
| Copa interna | 112     | 332,3    | 31 | 4,23 | 0,49      | 0,85 |
| Fuste alto   | 75      | 56,6     | 5  | 3,83 | 0,47      | 0,77 |
| Fuste médio  | 66      | 80,7     | 8  | 3,57 | 0,37      | 0,72 |
| Fuste Baixo  | 24      | 14,6     | 1  | 2,60 | 0,40      | 0,53 |

O teste de t (Magurran 2004) indicou não haver qualquer semelhança quanto à diversidade de Shannon ( $H'$ ) nas zonas dos forófitos (tabela 3.5).

**Tabela 3.5** Teste de t entre as diversidades ( $H'$ ) calculadas para as zonas ecológicas dos forófitos. ( $t < 1,96$ ,  $p < 0,05$ )

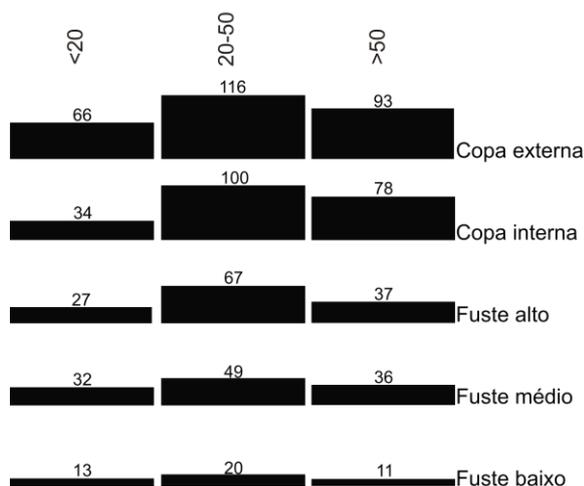
| Zona         | Copa externa |      | Copa interna |     | Fuste alto |     | Fuste médio |     |
|--------------|--------------|------|--------------|-----|------------|-----|-------------|-----|
|              | t            | GL   | t            | GL  | t          | GL  | t           | GL  |
| Copa interna | 4,25         | 1675 | -            | -   | -          | -   | -           | -   |
| Fuste alto   | 10,01        | 554  | 6,58         | 669 | -          | -   | -           | -   |
| Fuste médio  | 13,21        | 474  | 9,98         | 559 | 3,42       | 691 | -           | -   |
| Fuste baixo  | 20,24        | 174  | 17,84        | 192 | 12,33      | 261 | 9,31        | 291 |

As zonas dos forófitos floristicamente mais semelhantes entre si foram fuste médio-alto e copa interna-externa (tabela 3.6). Os menores valores de similaridade foram verificados entre o fuste baixo e os segmentos da copa.

**Tabela 3.6 Índice de similaridade de Jaccard entre as zonas ecológicas dos forófitos.**

| Zona         | Copa externa | Copa interna | Fuste alto   | Fuste médio |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Copa interna | <b>0,766</b> |              |              |             |
| Fuste alto   | <b>0,541</b> | <b>0,598</b> |              |             |
| Fuste médio  | 0,474        | 0,496        | <b>0,640</b> |             |
| Fuste baixo  | 0,158        | 0,183        | 0,253        | 0,324       |

Analisando as zonas dos forófitos, considerando a estrutura diamétrica da floresta, a maior riqueza epifítica está localizada nos indivíduos arbóreos médios (figura 3.3).



**Figura 3.3 Número de espécies epifíticas encontradas em cada zona ecológica dos forófitos inseridos nos grupamentos de diâmetro.**

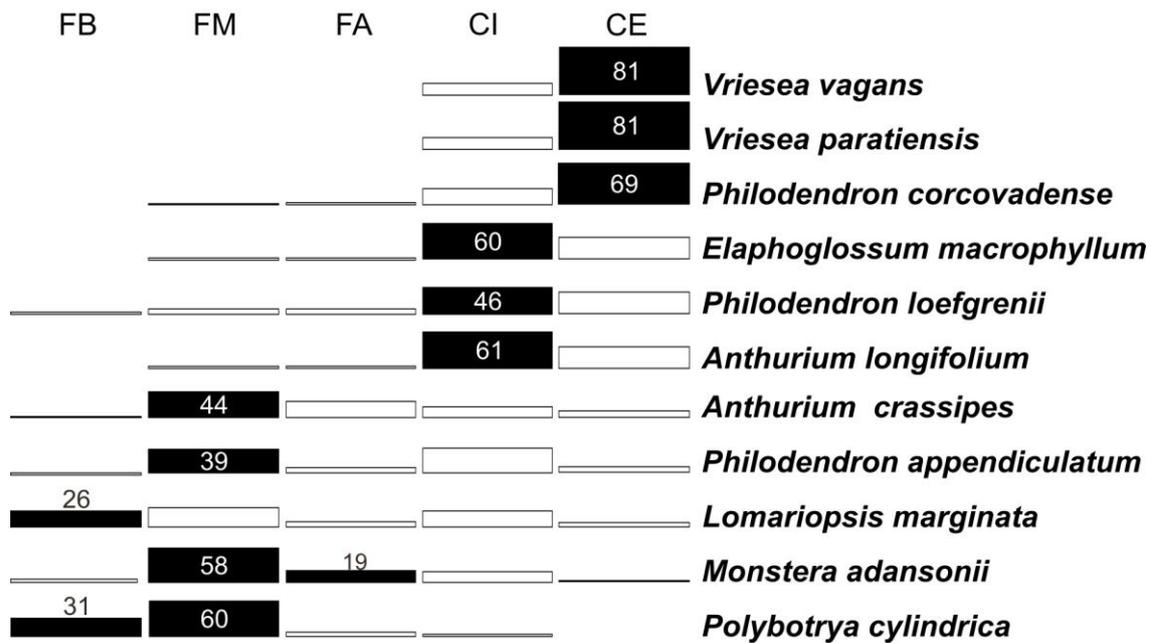
A similaridade florística entre as zonas dos forófitos nos três grupamentos de diâmetro não apresentou padrão, sendo encontrados altos valores de similaridade apenas entre algumas zonas próximas entre si, ou entre as zonas situadas na copa (copa interna e copa externa) de indivíduos médio e grandes (tabela 3.7).

**Tabela 3.7** Índice de similaridade de Jaccard (IJ) entre as zonas ecológicas dos forófitos das três grupamentos de diâmetros; onde F - forófitos finos, M - forófitos médios e G - forófitos grossos; FB - fuste baixo; FM - fuste médio; FA - fuste alto; CI - copa interna; CE - copa externa.

| Índice de similaridade de Jaccard |       |              |              |       |       |       |              |              |              |              |       |              |       |              |
|-----------------------------------|-------|--------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
|                                   | F-FB  | F-FM         | F-FA         | F-CI  | F-CE  | M-FB  | M-FM         | M-FA         | M-CI         | M-CE         | G-FB  | G-FM         | G-FA  | G-CI         |
| F-FM                              | 0,286 | --           |              |       |       |       |              |              |              |              |       |              |       |              |
| F-FA                              | 0,333 | <b>0,513</b> | --           |       |       |       |              |              |              |              |       |              |       |              |
| F-CI                              | 0,270 | 0,435        | <b>0,525</b> | --    |       |       |              |              |              |              |       |              |       |              |
| F-CE                              | 0,129 | 0,324        | 0,348        | 0,449 | --    |       |              |              |              |              |       |              |       |              |
| M-FB                              | 0,435 | 0,444        | 0,382        | 0,286 | 0,194 | --    |              |              |              |              |       |              |       |              |
| M-FM                              | 0,192 | 0,373        | 0,382        | 0,407 | 0,420 | 0,353 | --           |              |              |              |       |              |       |              |
| M-FA                              | 0,096 | 0,286        | 0,306        | 0,347 | 0,430 | 0,225 | <b>0,547</b> | --           |              |              |       |              |       |              |
| M-CI                              | 0,066 | 0,222        | 0,210        | 0,276 | 0,495 | 0,143 | 0,393        | 0,575        | --           |              |       |              |       |              |
| M-CE                              | 0,049 | 0,213        | 0,233        | 0,220 | 0,492 | 0,115 | 0,341        | 0,476        | <b>0,728</b> | --           |       |              |       |              |
| G-FB                              | 0,263 | 0,265        | 0,226        | 0,154 | 0,100 | 0,476 | 0,176        | 0,130        | 0,088        | 0,086        | --    |              |       |              |
| G-FM                              | 0,195 | 0,478        | 0,400        | 0,400 | 0,342 | 0,436 | 0,417        | 0,431        | 0,295        | 0,258        | 0,270 | --           |       |              |
| G-FA                              | 0,111 | 0,327        | 0,333        | 0,315 | 0,373 | 0,295 | 0,433        | 0,486        | 0,356        | 0,310        | 0,231 | <b>0,553</b> | --    |              |
| G-CI                              | 0,071 | 0,250        | 0,265        | 0,273 | 0,485 | 0,181 | 0,443        | <b>0,629</b> | <b>0,664</b> | <b>0,587</b> | 0,114 | 0,345        | 0,425 | --           |
| G-CE                              | 0,071 | 0,202        | 0,212        | 0,245 | 0,486 | 0,119 | 0,352        | <b>0,524</b> | <b>0,693</b> | <b>0,664</b> | 0,072 | 0,265        | 0,313 | <b>0,644</b> |

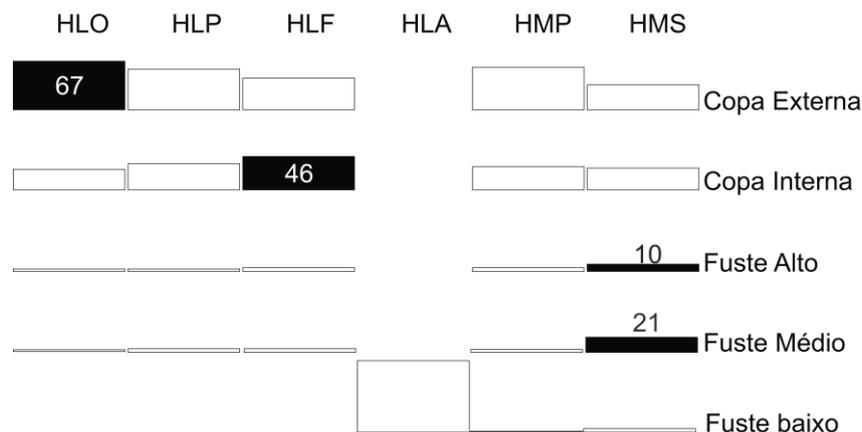
Dentre as 57 espécies registradas com frequência nas zonas superior a 15 na amostra, nenhuma foi exclusiva especificamente de alguma zona. No entanto cinco espécies puderam ser consideradas exclusivas da copa, nunca ocorrendo no fuste.

Considerando-se a biomassa das espécies, o teste de qui-quadrado demonstrou que 11 espécies (21%) apresentam preferência por alguma zona. Destas, *Vriesea vagans* ( $X^2=6,31$ , gl=1), *V. paratiensis* ( $X^2=10,83$ , gl=1) e *Philodendron corcovadense* ( $X^2=6,72$ , gl=1), apresentaram maior dominância na copa externa, *Elaphoglossum macrophyllum* ( $X^2=5,55$ , gl=1), *Philodendron loefgrenii* ( $X^2=4,31$ , gl=1) e *Anthurium longifolium* ( $X^2=3,98$ , gl=1), na copa interna. Seis espécies apresentaram preferência pelo fuste, sendo duas espécies no fuste médio *Anthurium crassipes* ( $X^2=4,68$ , gl=1) e *Philodendron appendiculatum* ( $X^2=14,53$ , gl=1). *Lomariopsis marginata* ( $X^2=12,29$ , gl=1) foi preferencial no fuste baixo, *Polybotrya cylindrica* ( $X^2=28,22$ ,  $X^2=15,58$ , gl=1) apresentou biomassa mais expressiva tanto no fuste baixo quanto no fuste médio e *Monstera adansonii* ( $X^2=19,19$ ,  $X^2=10,87$ , gl=1) no fuste médio e fuste alto (figura 3.4).



**Figura 3.4** Distribuição das espécies epifíticas que apresentaram preferência por zonas ecológicas dos forófitos, destacadas as zonas preferenciais com os respectivos percentuais de biomassa para a zona, onde: FB - fuste baixo; FM - fuste médio; FA - fuste alto; CI - copa interna; CE - Copa externa.

Analisando a distribuição das categorias ecológicas nas zonas dos forófitos, os holoepífitos obrigatórios apresentaram o mesmo padrão observado para a comunidade, ocorrendo preferencialmente na copa externa ( $X^2=67,1$ ,  $gl=1$ ) (figura 3.5).



**Figura 3.5** Distribuição das categorias ecológicas dos epífitos vasculares que apresentaram preferência por zonas ecológicas dos forófitos, destacadas as zonas preferenciais com os respectivos percentuais de biomassa para a zona, onde: HM = hemiepífito (S = secundário, P = primário); e HL = holoepífito (O = obrigatório P = preferencial, F = facultativo, A = accidental).

Os holoepífitos facultativos ocorreram em maior biomassa na copa interna ( $X^2=46,5$ ,  $gl=1$ ) e os hemiepífitos secundários foram preferenciais ao fuste baixo ( $X^2=10,1$ ,  $gl=1$ ) e ao médio ( $X^2=4,9$ ,  $gl=1$ ).

## DISCUSSÃO

O número máximo de espécies sobre um único forófito observado neste estudo (79 espécies), pode ser considerado muito elevado, ultrapassando o reportado em todos os estudos já realizados (Schutz-Gatti 2000, Kersten e Silva 2001, 2002, Waechter 1992, 1998, Freiberg 1996, Richards 1996, Brown 1990, Gonçalves e Waechter 2002, Giongo e Waechter 2004, Breier 2005, Kersten 2006). Os números mais próximos ao registrado neste estudo foram os registrados Schutz-Gatt (2000) também em Floresta Ombrófila Densa Submontana do Paraná, com 66 espécies e Freiberg (1996) na Guiana Francesa que encontrou 65 espécies sobre um forófito.

Neste estudo, assim como nos estudos realizados por Yaton e Gladstone (1982), na Costa Rica, por Zimmerman e Olmsted (1992), no México e por Hernandez-Rosas e Carlsen (2003), na Venezuela, analisando individualmente os forófitos, o maior número de espécies de epífitos foi encontrado sobre os forófitos mais grossos, o que está relacionado à existência de uma maior superfície de ramos e um maior tempo disponível à colonização.

Na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM) o maior número de espécies foi encontrado sobre um forófito de 79 cm de DAP. Embora este indivíduo esteja entre os maiores amostrados, não se trata do maior, enfatizando que a distribuição das espécies é influenciada não só pelo diâmetro dos forófitos (Hietz e Hietz-Seifert 1995, Hietz-Seifert *et al.* 1996, Breier 1999, Zotz e Vollrath 2003), mas também pela sua idade (Merwin *et al.* 2003), altura total (Kelly 1985, Breier 1999, Kersten e Silva 2002), características morfológicas como volume e arquitetura da copa (Sudgen e Robins 1979, Zotz *et al.* 1999), e ainda por sua localização na vegetação (Johansson 1974, Benzing 1981, Yaton e Gladstone 1982, Kernan e Fowler 1995) e pela presença de ou não de outros epífitos (Callaway *et al.* 2001, Frei e Dodson 1972, Catling e Lefkovitch 1989).

Assim como a riqueza, a biomassa e a cobertura também foram maiores individualmente, sobre os forófitos maiores, concordando com os resultados descritos em outros estudos quantitativos da flora epifítica em regiões tropicais e subtropicais (HSU *et al.* 2002, Walker e Ataroff 2002, Freiberg 1996, Catling e Lefkovitch 1989, Zotz *et al.* 1999, Zotz e Schultz 2008 ).

Em relação à distribuição da riqueza na estrutura florestal, os forófitos grossos também contribuíram com um maior número de espécies que os finos e, apesar dos grandes estarem em menor número, oferecem regiões microclimáticas dificilmente existentes em forófitos finos, pois suas copas podem atingir o dossel florestal, o que possibilita a ocorrência de espécies menos exigentes quanto às variações de umidade e mais exigentes quanto à intensidade luminosa, que provavelmente não se estabeleceriam no interior da floresta sobre indivíduos finos (Hietz e Hietz-Seifert 1995). Outro fator que pode ter contribuído com a maior riqueza encontrada sobre os indivíduos grossos é a proporção de indivíduos amostrados, uma vez que a amostra correspondeu a 70% dos forófitos grandes (> 50 cm de DAP) e apenas 1,5 % dos indivíduos finos. A amostragem de um maior número de indivíduos finos, possivelmente, incluiria mais algumas espécies, alterando esta proporção (capítulo 2). No entanto, dificilmente a riqueza sobre os indivíduos finos alcançaria a encontrada sobre os grandes, já que estes, devido a maiores variações microclimáticas, disponibilizam aos epífitos um maior número de nichos, o que propicia o estabelecimento de maior número de espécies.

Apesar disso, na área de estudo, três espécies, *Pecluma truncorum*, *Stelis* sp.2 e *Begonia radicans*, ocorreram apenas sobre forófitos finos. No entanto, estas espécies foram registradas apenas uma vez na amostragem e, considerando que todas as regiões microclimáticas existentes em forófitos finos ocorrem também em indivíduos grandes e em médios, estas espécies poderiam ocorrer nestes forófitos.

Apesar da diferenças na riqueza epifítica entre os grupamentos de diâmetros, a análise de similaridade demonstrou ser, a flora, muito semelhante, havendo diferenças apenas em relação ao número de espécies e não em relação a sua composição.

Embora individualmente os forófitos grossos contenham maior riqueza, biomassa e cobertura epifítica, quando considerada a estrutura florestal, os indivíduos finos (provavelmente os mais jovens) contribuem com uma importante parcela da biomassa e da cobertura de epífitos, somando valores superiores aos encontrados sobre os indivíduos grandes (supostamente mais velhos) (tabela 3.1). Este padrão está relacionado à diferença na densidade dos indivíduos, uma vez que os forófitos mais finos são encontrados em um número extremamente elevado quando comparados aos grandes, mantendo, para florestas a clássica distribuição em “J” invertido (Felfili e Silva-Junior 1988, Oliveira-Filho et al 1994).

A importante contribuição dos indivíduos arbóreos jovens (devido à elevada densidade) para a biomassa epifítica já havia sido reportada por Köhler *et al.* (2007) na Costa Rica, mas com percentual menor (8%) que o encontrado na RNMM (17%), o que supostamente está relacionado a diferenças na estrutura das florestas, já que a área estudada pelo autor é primária e, portanto, apresenta uma maior densidade de indivíduos arbóreos grandes, quando comparada à área secundária estudada na RNMM. Além disso, as áreas estão situadas em diferentes hemisférios e altitudes, sujeitas a condições climáticas distintas.

Tanto no estudo realizado por Köhler *et al.* (2007) quanto na RNMM, a maior parcela da biomassa epifítica encontra-se sobre os indivíduos de tamanhos intermediários (grupamento de diâmetro médios), sendo a riqueza também concentrada sobre estes. Isto se deve a estarem em maior densidade que os indivíduos grandes, apresentarem regiões microclimáticas compatíveis às destes e estarem expostos à chuva de diásporos por um período de tempo suficiente para uma alta taxa de colonização.

Assim, em áreas de Floresta Ombrófila Densa, a supressão de indivíduos arbóreos médios e ou grossos, representaria perda de parte de sua biodiversidade, uma vez que sobre cada um destes indivíduos existem em média 49 espécies, que associadas à matéria orgânica acumulada sobre os forófitos, disponibilizam grande quantidade de nichos, abrigo e alimento para centenas de espécies exclusivas do dossel (Nadkarni e Matelson 1989, Nadkarni e Longino 1990). Cabe ressaltar que, na floresta estudada, 16% das espécies ocorreram apenas sobre os indivíduos médios e grossos. A supressão destes indivíduos representaria perda de uma importante parcela da biomassa total da floresta (perda de biomassa epifítica), em média de 25,3 kg para indivíduos e 71,5 kg para indivíduos grandes. Esta perda torna-se ainda mais significativa se considerado que até 70% desta biomassa é composta por tecidos fotossintetizantes (Hsu *et al.*

2002), que contribuem para a produtividade primária e para a ciclagem de nutrientes em florestas tropicais (Nadkarni 1984).

Embora individualmente a supressão de árvores finas represente pouca perda em termos de biomassa (em média, 1 kg por indivíduo), coletivamente contribui para perda de diversidade, já que sobre estes indivíduos ocorreu espécies epifíticas encontradas em baixa densidade na floresta, e, portanto, consideradas raras.

A distribuição desigual dos epífitos vasculares quanto à riqueza e abundância ao longo da altura dos forófitos parece ser o resultado de um balanço entre a umidade e a intensidade luminosa, devido ao gradiente vertical formado entre o solo e o dossel da floresta (Gill e Onyibe 1986, Medina 1990, Zimmerman e Olmsted 1992, Benzing 1990). No interior da floresta, a umidade, a luminosidade e a amplitude térmica variam no sentido solo-dossel. Próximo ao solo, a umidade permanece praticamente constante e a amplitude térmica é pequena. Nas porções mais altas, em direção ao dossel, as condições aproximam-se das encontradas fora da floresta, a intensidade luminosa aumenta, a umidade diminui e as flutuações térmicas tornam-se maiores (Kira e Yoda 1989, Benzing 1995, Richards 1996).

Devido ao gradiente microclimático, os epífitos frequentemente são mais ricos e/ou abundantes em algumas regiões dos forófitos. Na RNMM, a copa apresentou maior riqueza que o fuste, concordando com a distribuição reportada em estudos realizados no Brasil por Waechter (1992), Gonçalves e Waechter (2002), Schutz-Gatti (2000) e Kersten (2006) ou em regiões tropicais de outros países (Gill e Onyibe 1986, Steege e Cornelissen 1989, Zimmermman e Olmsted 1992, Kernan e Fowler 1995, Nadkarni 1984).

Neste estudo, quando a copa foi dividida em dois segmentos, sua porção externa apresentou uma maior biomassa, riqueza e diversidade do que a copa interna. A maior biomassa encontrada na copa externa é devido à existência de grandes massas de *Philodendron corcovadense*, *Heteropsis higidifolia*, *Vriesea paratiensis*, *Philodendron crasssinervium* e *Vriesea vagans*. Juntas, estas espécies somam 55% de toda a biomassa epifítica e, considerando apenas a copa externa, estas espécies somam 33% do total da biomassa epifítica amostrada.

Na RNMM a copa externa é equivalente ao somatório das copas média e externa de outros estudos. Devido à impossibilidade de comparação causada por estas diferenças nos métodos de divisão da copa, os resultados obtidos a partir da divisão em apenas duas zonas foram utilizados apenas para avaliar a distribuição das espécies individualmente, tanto que nos 10 forófitos em que a copa externa foi subdividida em duas, gerando três zonas, este padrão deixa de ser observado, sendo as maiores riqueza e biomassa encontrada na copa média.

Segundo Nieder *et al.* (2001), quando a copa é dividida em três zonas, conforme Johanson (1974), é possível verificar que a região mais próxima à superfície externa das copas é relativamente pobre em epífitas (copa externa), em seguida a copa média representa uma zona intermediária, embora bastante rica, sendo na copa interna encontrada a maior riqueza e dominância epifítica. Este segmento usualmente abriga a maior parte dos epífitos (Nadkarni 1984, Waechter 1998, Kersten e Silva 2002, Kersten 2006). Esta desigualdade na distribuição de epífitos

está relacionada tanto com a diferenças na estrutura florestal quanto ao microclima a que as regiões da copa estão submetidas.

Considerando que o modo de vida epifítico evoluiu em busca de melhores condições de luminosidade, sendo o estresse hídrico o fator mais limitante ao seu desenvolvimento (Johansson 1974), pode-se afirmar ser a umidade uma das principais causas da maior abundância de epífitos em Florestas Ombrófilas (Gentry e Dodson 1987b). Assim, áreas como as encontradas na RNMM, onde as chuvas são abundantes (precipitação média anual 3.470 mm) e bem distribuídas durante todo o ano, tendo em média 193 dias chuvosos/ano (IPARDES 1995), com umidade relativa do ar elevada, em torno de 80 a 85% (Maack 1981), e com frequente formação de neblina nas primeiras horas do dia (obs. pess.), o que para flora epífita representa um aporte adicional de água e de nutrientes (Clark *et al.* 1998), podem ser consideradas muito propensas ao desenvolvimento epifítico.

Desta forma, a área deste estudo, quando comparada às florestas estudadas por Waechter (1998), Nadkarni (1984) e Kersten e Silva (2001), pode ser considerada mais favorável ao desenvolvimento epifítico, tendo em vista que na planície costeira do Rio Grande do Sul (Waechter 1998) e na Ilha do Mel - Paraná (Kersten e Silva 2001) as florestas são mais baixas que a encontrada na RNMM, apresentando, portanto, uma menor superfície para seu estabelecimento. Estas áreas, bem como a estudada por Nadkarni (1984), na Costa Rica, estão sujeitas constantemente a ventos, que reduzem sensivelmente a umidade no dossel florestal, aumentando a sua amplitude térmica e causando mudanças microclimáticas no interior da floresta (Hamilton 1995, Bruijnzeel e Vernekluss 1998), o que interfere no desenvolvimento epifítico.

Na Ilha do Mel, o vento pode estar associado ainda a grãos de areia provenientes do solo, que podem causar danos mecânicos aos epífitos que tentam se desenvolver no dossel. Além disso, no Rio Grande do Sul (Waechter 1998), a precipitação anual é menor que na RNMM e, assim como na Costa Rica (Nadkarni 1984, Ingram e Nadkarni 1993) tem sua distribuição reduzida em algumas épocas do ano. Na Costa Rica, embora a constante neblina na altura do dossel contribua com a umidade local, pode diminuir a radiação solar incidente entre 10 e 50%, reduzindo assim a disponibilidade de luz às epífitas.

Assim, a maior riqueza e biomassa epifítica encontrada na copa média da floresta na RNMM, em relação às áreas supracitadas, pode estar relacionada a maior disponibilidade de água na RNMM e ausência dos fatores limitantes ao estabelecimento epifítico encontrados nestas áreas, bem como diferenças metodológicas, já que Nadkarni (1984) inseriu em sua amostragem a matéria orgânica existente sobre os forófitos, associada aos epífitos. Na RNMM foi mensurado apenas o material epifítico vivo, e, por se tratar de uma região com temperaturas mais baixas, apresenta uma taxa de decomposição da matéria orgânica mais lenta (Swift *et al.* 1979), levando a um grande acúmulo de matéria orgânica em decomposição sobre os forófitos, principalmente na copa interna, contribuindo significativamente com a biomassa encontrada nesta porção do forófito (45 %).

Cabe ressaltar que na RNMM, o epifitismo é tão intenso, que praticamente todas as árvores contêm epífitos. A única exceção observada no hectare estudado foi um indivíduo de

*Eugenia multicostata* (Myrtaceae), justificada pelas características da casca, com ritidoma que se desprende em placas. Apesar de ser uma floresta secundária, está situada em região onde ainda existem remanescentes florestais bem preservados (MMA/SBF 2000), que representam uma importante fonte de diásporos para a recolonização das epífitas (Wolf 2005).

Outro aspecto a ser considerado na distribuição da flora epifítica é a área superficial do forófito, que representa a disponibilidade de substrato ao seu estabelecimento. Nadkarni (1989), em um estudo realizado em uma floresta nebulosa, estimou a área superficial de um forófito em 92,9 m<sup>2</sup>, e dividindo o forófito em quatro zonas obteve os seguintes percentuais da superfície total: fuste 18% (16,5 m<sup>2</sup>), copa interna 30% (27,8 m<sup>2</sup>), copa média 37% (34,9 m<sup>2</sup>), copa externa 15% (13,7 m<sup>2</sup>). Comparando estes percentuais da área superficial existente em cada zona com os percentuais da biomassa total encontrados nas zonas dos forófitos na RNMM, onde se tem no fuste 17% da biomassa total; na copa interna 22 %, na copa média 46 % e na copa externa 15 %, verifica-se que a biomassa epifítica está distribuída uniformemente ao longo da coluna vegetal. É variável apenas a composição das espécies ao longo dos forófitos, com substituição de espécies tolerantes à sombra próxima ao solo por espécies que necessitam uma grande quantidade de luminosidade em direção ao dossel florestal.

A distribuição diferenciada das espécies ao longo dos forófitos foi evidenciada pela baixa similaridade florística entre as zonas dos forófitos mais distantes (fuste e copa), com semelhança florística apenas entre as zonas dos forófitos mais próximas, como o fuste médio e alto, ou entre a copa interna e externa (considerando apenas duas zonas para a copa).

Quando verificada a distribuição da flora epifítica ao longo dos forófitos na estrutura diamétrica da floresta, a maior riqueza e biomassa foram encontradas na copa externa e interna dos grupamentos de diâmetros médios, seguindo o padrão observado anteriormente com forófitos médios contribuindo com a maior parcela da riqueza e da biomassa epifítica.

A análise de similaridade entre as zonas dos forófitos, considerando a estrutura diamétrica florestal, demonstrou haver semelhanças florísticas apenas entre zonas dos forófitos próximas e inseridas em um mesmo grupamento de diâmetro, evidenciando que a composição da flora epifítica é influenciada não só pela arquitetura dos forófitos, como entre o fuste e a copa, mas também pela localização dos forófitos na estratificação vertical da floresta. Uma vez que os indivíduos finos, dificilmente, alcançam dossel, sendo frequentemente encontrados nos estratos inferiores e, portanto, suas copas estão em uma altura em que as condições microclimáticas correspondem às do interior da floresta, já os indivíduos grossos frequentemente apresentam suas copas na altura do dossel florestal estando, portanto, sujeitos a maiores variações de umidade e temperatura e a maiores índices de luminosidade.

Assim, as zonas dos forófitos são climaticamente diferentes entre árvores finas e grossas sendo, portanto, a flora epifítica das copas das árvores finas, situadas nos estratos inferiores da floresta, conforme já relatado por Gentry e Dodson 1987, Shaw e Bergstrom 1997, Gradstein *et al.* 2003, Krömer *et al.* 2005, distinta da encontrada no dossel floresta, onde se encontram as copas das grandes árvores.

Considerando estas diferenças entre árvores finas e grossas, a inclusão de forófitos dos três grupamentos de diâmetros em uma mesma amostra, visando avaliar a preferência das espécies por zonas dos forófitos, insere, em um mesmo universo, copas situadas em diferentes regiões microclimáticas, e desvia, erroneamente, a frequência de espécies do interior florestal (copas de forófitos finos), para o dossel (copa de forófitos grandes). Em decorrência deste desvio, a frequência de algumas espécies torna-se maior ou menor sobre algumas regiões microclimáticas, o que dificulta, ou até mesmo impossibilita a verificação de padrões preferenciais para algumas espécies. Desta forma, torna-se possível detectar padrões preferenciais apenas para espécies que apresentam uma ocorrência desigual entre zonas forófiticas muito acentuada. Assim, a escolha de forófitos para as análises de distribuição das espécies deve considerar não somente o diâmetro dos forófitos analisados, mas também suas alturas, evitando desta forma, a inclusão de zonas dos forófitos incompatíveis em termos microclimáticos em uma mesma amostra.

Dentre as espécies que apresentaram preferência pela copa externa, quatro são bromélias tanque (*Vriesea carinata*, *V. paratiensis*, *V. rodigasiana* e *V. vagans*), podendo acumular água no interior de suas rosetas, e, portanto apresentando melhores condições de captação de água da chuva, o que possibilita seu desenvolvimento em regiões onde a umidade é mais variável. *Vriesea rodigasiana* foi citada também por Kersten e Silva (2001) como preferencial aos estratos superiores.

*Philodendron corcovadense* e *Microgramma vacciniifolia* também foram preferenciais a copa externa. A primeira é uma hemiepífita secundária de grande porte e retira parte da água e nutrientes necessários ao seu desenvolvimento do solo, podendo crescer em busca de melhores condições de luminosidade. A segunda apresenta uma alta plasticidade, evidenciada pela ampla distribuição geográfica (Sehnem 1970), sendo capaz de se adaptar a muitos ambientes. Esta espécie com seus rizomas reptantes foi observada por Dislich e Mantovani (1998) ocupando extensas áreas das copas das árvores. Na RNMM, frequentemente ocorria até o último segmento da copa externa, emaranhando-se até as pontas dos galhos mais finos.

Sete espécies foram preferenciais a alguma região do fuste, das quais quatro (*Lomariopsis marginata*, *Monstera adansonii*, *Philodendron obliquifolium* e *Polybotria cylindrical*) são hemiepífitas secundárias tolerantes à sombra. *Anthurium crassipes* e *Philodendron appendiculatum* são hemiepífitas primárias e segundo Waechter (1992) esta categoria é típica dos estratos inferiores, mais próximos ao solo.

A distribuição das categorias ecológicas nas zonas dos forófitos reflete a preferência das espécies mais frequentes. Os holoepífitos obrigatórios, que são maioria na área de estudo, e apresentaram à tendência geral do epifitismo na RNMM, com maior biomassa e cobertura na copa externa. Sua distribuição está relacionada às características da floresta estudada, que conforme mencionado anteriormente permite que as espécies se desenvolvam em direção a maiores índices de luminosidade. Os holoepífitos facultativos são mais abundantes na copa interna, concordando com os resultados obtidos por Gonçalves e Waechter (2002), que encontraram indivíduos desta categoria, predominantemente neste segmento, em geral em forquilhas ou nos pontos de inserção dos ramos no fuste.

Os hemiepífitos secundários ocorreram preferencialmente no fuste baixo e médio, refletindo a distribuição de *Philodendron obliquifolium*, *Monstera adansonii*, *Polybotria cylindrica* e *Lomariopsis marginata*. Estas espécies ocorreram com maior biomassa no fuste, provavelmente, devido a pequena tolerância às variações de umidade e temperatura, que ocorrem em direção ao dossel, e à grande tolerância a locais sombreados, próximo ao solo, onde iniciam seu desenvolvimento.

## CAPÍTULO 4

### **Estrutura do componente epifítico vascular em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana na Reserva Natural do Morro da Mina, Antonina, Paraná, Brasil.**

#### **RESUMO**

A amostragem fitossociológica dos epífitos vasculares foi realizada em uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio médio de regeneração, na Reserva Natural do Morro da Mina (RNMM), unidade de conservação de domínio privado, situada no litoral paranaense, município de Antonina. A escolha dos forófitos foi baseada na estrutura diamétrica da comunidade arbórea de um hectare. Os forófitos foram divididos cinco zonas ecológicas, das quais todos os indivíduos epifíticos foram retirados, separados por espécie e pesados. Para a determinação do teor de umidade foi retirada de cada espécie uma amostra de peso conhecido, sendo colocadas em estufa até que atingissem peso constante. Foi realizada ainda uma amostragem adicional para verificação da relação entre cobertura e biomassa epifítica, para estimar a cobertura das espécies amostradas. O valor de importância foi calculado com base no percentual de importância de Mueller-Dumbois e Ellenberg (1974), mas com valores de dominância calculados com base na biomassa e na cobertura dos epífitos.

Para avaliar os métodos usados em levantamentos quantitativos de epífitos vasculares, foram calculados três valores de importância distintos, baseado somente em frequências (VIF), baseado em frequência e cobertura (VIC) e baseado em frequência e biomassa (VIB) das espécies. A avaliação dos métodos foi realizada pela observação dos índices fitossociológicos e comparação entre a ordenação das espécies quanto aos três valores de importância. Foram registradas 138 espécies de epífitos vasculares, com índice de Shannon de 4,54 e a equidade de 0,92. As espécies mais importantes foram *Heteropsis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense*, ambas ocorrendo em menos de 40% dos forófitos, e as mais frequentes foram *Monstera adansonii*, *Vriesea carinata* e *Microgramma vaccinifolia*. A biomassa epifítica variou de 0,01 a 135,6 kg por forófito. As espécies com maior biomassa foram *Heteropsis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense*. O número de espécies sobre um mesmo forófito variou de 2 a 79. Os índices epifíticos calculados utilizando os diferentes métodos foram muito distintos, havendo importante inversão na ordem das espécies mais importantes. Analisando a posição das espécies quanto aos valores de importância, tomando como referência o VIB, a maior alteração foi verificada em relação ao VIF, com espécies variando em até 60 posições na tabela; enquanto para o VIC a menor variação foi de 11 posições na tabela, sendo, portanto, a variável mais apropriada para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos da comunidade epifítica.

## INTRODUÇÃO

A comunidade epifítica é responsável por uma parcela significativa da diversidade que faz das florestas tropicais úmidas um dos ecossistemas mais complexos da Biosfera. Em algumas regiões destas florestas, a comunidade epifítica pode contribuir com até 60% do total de espécies existentes (Ataroff 2001), sendo que uma única árvore pode suportar indivíduos representantes de mais de 50 espécies (Valdivia 1977, Freiberg 1996, capítulo 3).

Adicionalmente, a comunidade pode interceptar e acumular quantidades substanciais de matéria orgânica. É um importante componente da floresta, influenciando na dinâmica da água e de nutrientes (Pócs 1980, Nadkarni 1984, Lang *et al.* 1980, Hofstede *et al.* 1993, Bohlman *et al.* 1995) e, embora tenha uma pequena biomassa (raramente mais que 2% da matéria seca das florestas), sua biomassa fotossintetizante, taxa de fotossíntese e de captação de íons podem se igualar, e até mesmo ultrapassar a de seus próprios hospedeiros (Nadkarni 1984; Benzing 1990, Hofstede *et al.* 1993, Coxson e Nadkarni 1995).

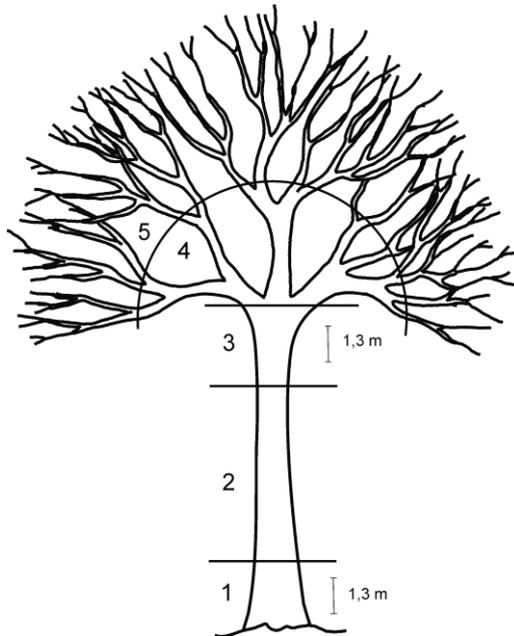
Apesar de sua importância na dinâmica dos ecossistemas de florestas tropicais e subtropicais úmidas estudos relacionados ao aspecto comunitário do componente são escassos, podendo ser citados os realizados por Gottsberger e Morawetz (1993), Waechter (1992, 1998), Schütz-Gatti (2000), Dislich (1996), Kersten e Silva (2001, 2002), Gonçalves e Waechter (2002) e Giongo e Waechter (2004). Nestes estudos, diversos métodos foram empregados com intuito de verificar parâmetros quantitativos da comunidade epifítica, definindo relações de dominância e importância das espécies que compõem a comunidade, sem, no entanto, avaliar a eficiência destes métodos.

Assim este estudo tem como objetivos avaliar quantitativamente o componente epifítico vascular, estimar parâmetros de dominância e de frequência baseados na biomassa das espécies registradas e avaliar os diversos métodos usados para analisar quantitativamente a comunidade epifítica.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A amostragem fitossociológica dos epífitos vasculares foi realizada em uma área de um hectare de Floresta Ombrófila Densa Submontana, onde foram selecionados 55 forófitos, com base na estrutura diamétrica da floresta.

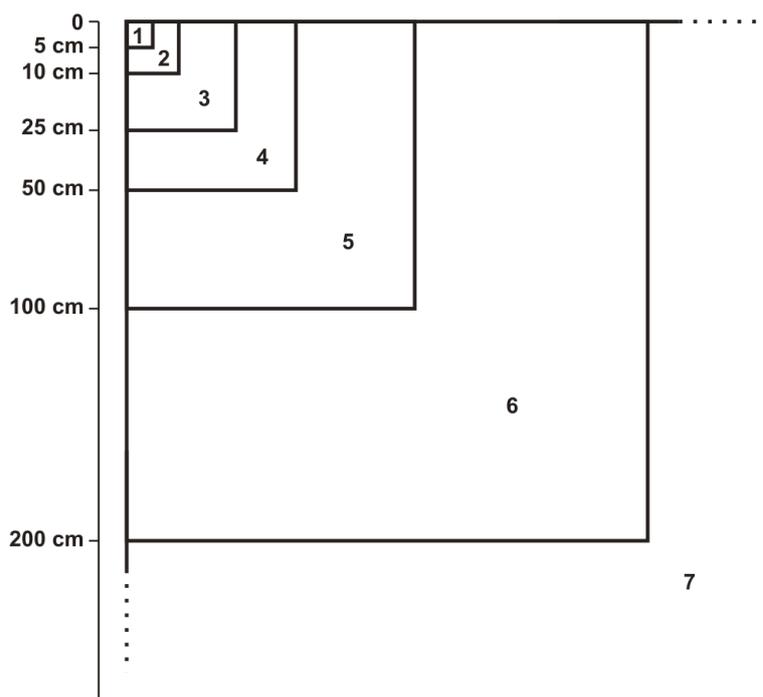
Estes indivíduos foram divididos em zonas ecológicas baseadas no método proposto por Blaun-Blanquet (1979), sendo estabelecidas cinco zonas ecológicas: 1- fuste baixo: entre a base e 1,30 m de altura do solo; 2- fuste médio: acima de 1,3 m do solo e abaixo de 1,3m da copa; 3 - fuste alto: entre a o ponto de inversão morfológico e 1,30 metros abaixo deste; 4 - copa interna: entre o ponto de inversão morfológico e o final dos galhos formados a partir da primeira ramificação e 5 - copa externa: todos os galhos formados a partir da segunda ramificação (figura 4.1).



**Figura 4.1** Divisão do forófito em zonas ecológicas, onde: 1 - fuste baixo; 2 - fuste médio; 3 - fuste alto; 4 - copa interna; e 5 - copa externa.

Em cada zona dos forófitos foi verificada a ocorrência de epífitos vasculares, bem como sua biomassa. Para tanto, todos os indivíduos epifíticos foram retirados, separados por espécie e pesados em campo, com auxílio de balanças de precisão tipo dinamômetro, com capacidade para 100g, 1 kg, ou 50 kg. De cada uma destas espécies foi retirada uma amostra para a determinação do teor de umidade, sendo, para isso, colocadas em estufa de circulação forçada até que atingissem peso constante.

Foi ainda, realizado levantamento adicional, com o intuito de verificar a relação entre cobertura e biomassa epifítica, usada posteriormente em laboratório para estimar a cobertura de cada espécie amostrada nos forófitos analisados quanto à biomassa. Assim foram analisados 10 forófitos adicionais, nos quais a biomassa foi mensurada e a cobertura foi estimada visualmente, com base na ocupação de cada espécie epifítica nas zonas dos forófitos. Utilizaram-se as seguintes classes (figura 4.2) 1 - menor que  $0,0025 \text{ m}^2$  (quadrado menor que 5 cm de lado); 2 - entre  $0,0026$  e  $0,01 \text{ m}^2$  (correspondente a um quadrado entre 5 e 10 cm de lado); 3 -  $0,011$  e  $0,0625 \text{ m}^2$  (quadrado entre 10 e 25 cm de lado); 4 -  $0,0626$  e  $0,25 \text{ m}^2$  (quadrado entre 25 e 50 cm de lado); 5 -  $0,251$  e  $1 \text{ m}^2$  (quadrado entre 50 cm e 1m de lado), 6 -  $4 \text{ m}^2$  (quadrado entre 1 m e 2 m de lado); e 7 - maior que  $4 \text{ m}^2$ , ou seja, maior que a área ocupada por um quadrado de dois metros de lado.



**Figura 4.2** Divisão das classes de cobertura das espécies epifíticas onde 1 - quadrado menor que 5 cm de lado; 2 - quadrado entre 5 e 10 cm de lado; 3 - quadrado entre 10 e 25 cm de lado; 4 - quadrado entre 25 e 50 cm de lado; 5 - quadrado entre 50 cm e 1m de lado, 6 - quadrado entre 1 m e 2 m de lado; e 7 - maior que um quadrado de dois metros de lado (fora de escala).

Como valor absoluto de cobertura foi utilizado o valor central de cada classe de cobertura em que cada uma das espécies epifíticas foi enquadrada, sendo estes valores somados para a determinação da cobertura das espécies epifíticas por forófitos.

As espécies não contempladas nestes 10 forófitos, mas contempladas em algum dos 55 forófitos amostrados para as análises de distribuição preferencial, tiveram sua cobertura determinada com base na relação entre a cobertura e a biomassa epifítica de uma espécie morfológicamente semelhante.

O valor de importância foi baseado no percentual de importância de Mueller-Dumbois e Ellenberg (1974). Neste estudo, a densidade não foi considerada, uma vez que para a flora epifítica a noção de indivíduo nem sempre pode ser utilizada. Os valores de dominância foram calculados com base na biomassa e na cobertura dos epífitos.

Para avaliar os métodos usados em levantamentos quantitativos de epífitos vasculares, foram calculados três valores de importância distintos: 1) VIF - valor de importância de freqüências, baseado apenas nas freqüências sobre os forófitos e nos estratos (Waechter e Baptista 2004), 2) VIC - valor de importância de cobertura, a partir da freqüência sobre forófitos e da cobertura das espécies epifíticas (Gonçalves e Waechter 2002); e 3) VIB - valor de importância de biomassa baseado na freqüência sobre forófitos e na biomassa dos epífitos vasculares.

Foram ainda calculados o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e a equidade ( $J$ ).

No cálculo dos parâmetros utilizaram-se as seguintes fórmulas:

$$VIF = (FRf+FRz)^{-2}$$

$$VIC = (FRf+CR)^{-2}$$

$$VIB = (FRf+ BR)^{-2}$$

$$CR = CA \cdot \sum CA^{-1}$$

$$BR = BA \cdot \sum BA^{-1}$$

$$FRf = F Af \cdot \sum F Af^{-1}$$

$$FRz = F Az \cdot \sum F Az^{-1}$$

$$F Az = 100 \cdot (nze \cdot ntz^{-1})$$

$$F Af = 100 \cdot (nfe \cdot ntf^{-1})$$

Onde:

VIF = valor de importância de frequências

VIC = valor de importância de cobertura

VIB = valor de importância de biomassa

F Af = frequência absoluta sobre os forófitos

F Az = frequência absoluta sobre as zonas ecológicas dos forófitos

FRf = frequência relativa sobre forófitos

FRz = frequência relativa sobre as zonas ecológicas

CR = cobertura relativa

BR = biomassa relativa

CA = cobertura absoluta

BA = biomassa absoluta

nze = número de zonas ecológicas dos forófitos com a espécie

ntz = número total de zonas ecológicas

nfe = número de forófitos com a espécie

ntf = número total de forófitos

Foi considerado como indicativo de suficiência amostral a estabilização dos valores de importância epifíticos (VIB) das 15 principais espécies (Kersten e Galvão no prelo).

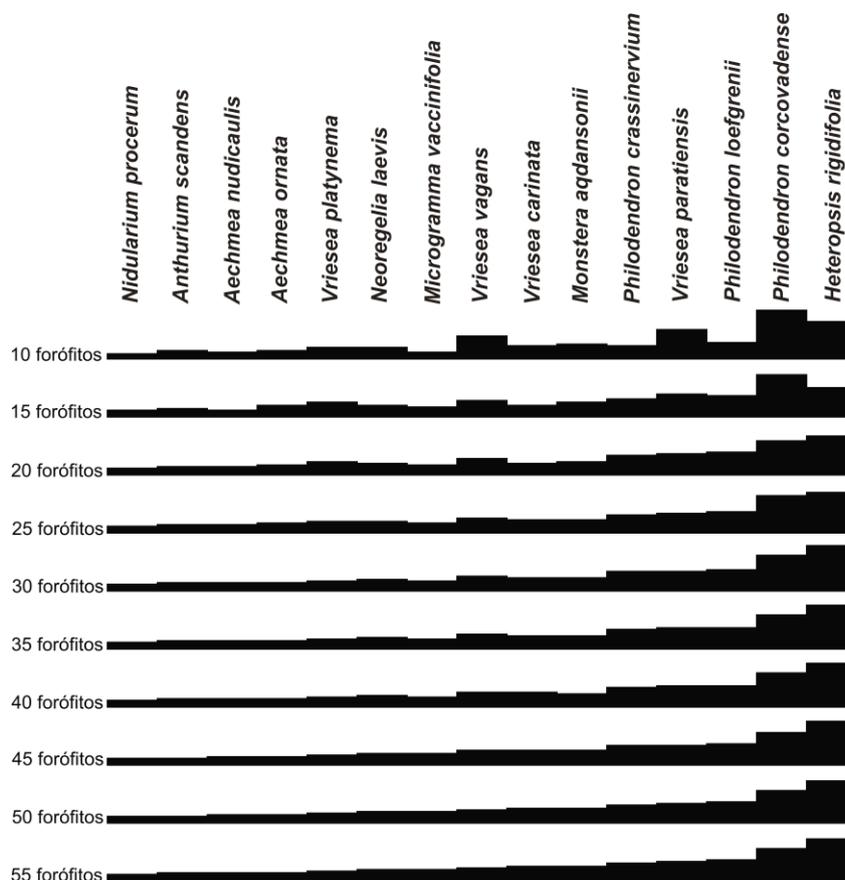
A avaliação dos métodos para os estudos quantitativos foi realizada através da observação do comportamento dos índices fitossociológicos e comparação entre a ordenação das espécies quanto aos valores de VIF, VIC e VIB.

Neste estudo, o valor de importância epifítico calculado com base na biomassa (VIB) foi tomado como referência, pois é um valor absoluto e medido em campo, enquanto que a cobertura foi estimada visualmente e a frequência despreza estimativas de dominância. Assim quando relatada maior ou menor importância de espécies refere-se comparativamente aos valores de VIB.

## RESULTADOS

No estudo quantitativo (tabela 4.1) foram amostrados 55 forófitos, sendo registradas 138 espécies de epifitos vasculares (distribuídos em 20 famílias), que corresponde a 87 % do total das espécies citadas para a área estudada (Capítulo 1). Os valores de importância epifítica (VIB) das 15 principais espécies amostradas tornaram-se estáveis a partir da inclusão do 45º forófito na

análise, indicando que neste ponto foi atingida a suficiência amostral (figura 4.3). O índice de Shannon (H') estimado foi de 4,54 e a equidade (J') foi 0,92.



**Figura 4.3** Avaliação da suficiência amostral considerando os valores de importância epifítica das 15 principais espécies sobre diferentes números de forófitos.

Duas espécies se destacaram pelos elevados valores de importância em relação às demais (tabela 4.1), *Heteropsis rigidifolia* com VIB igual a 10,9, e *Philodendron corcovadense* com 8,74, embora ambas tenham ocorrido em menos de 40% dos forófitos e 25% das zonas ecológicas dos forófitos. As 26 espécies mais importantes foram responsáveis por mais de 75 % dos valores de VIB, e o percentual de 95% do VIB foi atingido com as 77 principais espécies (55% do total).

**Tabela 4.1 Principais espécies amostradas no levantamento quantitativo (95% do VIB) dos epífitos vasculares em Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio médio de regeneração, em ordem decrescente de VIB. FAf = frequência absoluta nos forófitos; FRf = frequência relativa nos forófitos; BR = biomassa relativa; CR = cobertura relativa; VIF = valor de importância de frequência, VIC = valor de importância de cobertura; VIB = valor de importância de biomassa.**

| <b>Espécies</b>                    | <b>Família</b>   | <b>FAf</b> | <b>FRf</b> | <b>CR</b> | <b>BR</b> | <b>VIF</b> | <b>VIC</b> | <b>VIB</b> |
|------------------------------------|------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| <i>Heteropsis rigidifolia</i>      | Araceae          | 36,4       | 1,2        | 12,0      | 20,7      | 1,8        | 6,6        | 11,0       |
| <i>Philodendron corcovadense</i>   | Araceae          | 38,2       | 1,3        | 8,1       | 16,2      | 1,4        | 4,7        | 8,7        |
| <i>Vriesea paratiensis</i>         | Bromeliaceae     | 40,0       | 1,3        | 5,8       | 8,0       | 1,3        | 3,6        | 4,7        |
| <i>Philodendron loefgrenii</i>     | Araceae          | 76,4       | 2,5        | 8,1       | 6,4       | 3,5        | 5,3        | 4,4        |
| <i>Philodendron crassinervium</i>  | Araceae          | 56,4       | 1,9        | 6,5       | 5,9       | 2,1        | 4,2        | 3,9        |
| <i>Vriesea vagans</i>              | Bromeliaceae     | 47,3       | 1,6        | 4,2       | 4,6       | 1,6        | 2,9        | 3,1        |
| <i>Monstera adansonii</i>          | Araceae          | 90,9       | 3,0        | 5,2       | 3,1       | 3,8        | 4,1        | 3,0        |
| <i>Vriesea platynema</i>           | Bromeliaceae     | 36,4       | 1,2        | 2,4       | 3,7       | 1,1        | 1,8        | 2,4        |
| <i>Vriesea carinata</i>            | Bromeliaceae     | 89,1       | 2,9        | 6,7       | 1,7       | 3,6        | 4,8        | 2,3        |
| <i>Neoregelia laevis</i>           | Bromeliaceae     | 56,4       | 1,9        | 4,1       | 2,1       | 2,2        | 3,0        | 2,0        |
| <i>Rhipsalis pachyptera</i>        | Cactaceae        | 50,9       | 1,7        | 1,0       | 2,0       | 1,9        | 1,3        | 1,8        |
| <i>Microgramma vacciniifolia</i>   | Polypodiaceae    | 78,2       | 2,6        | 4,9       | 1,1       | 2,7        | 3,7        | 1,8        |
| <i>Aechmea ornata</i>              | Bromeliaceae     | 18,2       | 0,6        | 2,3       | 2,8       | 0,5        | 1,4        | 1,7        |
| <i>Bromeliaceae jovem</i>          | Bromeliaceae     | 90,9       | 3,0        | 0,8       | 0,3       | 3,8        | 1,9        | 1,6        |
| <i>Anthurium scandens</i>          | Araceae          | 61,8       | 2,0        | 2,1       | 1,2       | 2,0        | 2,1        | 1,6        |
| <i>Aechmea nudicaulis</i>          | Bromeliaceae     | 47,3       | 1,6        | 2,4       | 1,6       | 1,6        | 2,0        | 1,6        |
| <i>Nidularium procerum</i>         | Bromeliaceae     | 58,2       | 1,9        | 1,9       | 1,2       | 2,1        | 1,9        | 1,6        |
| <i>Elaphoglossum macrophyllum</i>  | Dryopteridaceae  | 34,5       | 1,1        | 1,3       | 2,0       | 1,3        | 1,2        | 1,5        |
| <i>Vriesea phillicoppoburgii</i>   | Bromeliaceae     | 27,3       | 0,9        | 1,5       | 2,2       | 0,8        | 1,2        | 1,5        |
| <i>Anthurium longifolium</i>       | Araceae          | 38,2       | 1,3        | 0,9       | 1,3       | 1,5        | 1,1        | 1,3        |
| <i>Codonanthe devosiana</i>        | Gesneriaceae     | 61,8       | 2,0        | 1,2       | 0,3       | 2,1        | 1,6        | 1,2        |
| <i>Vriesea rodigasiana</i>         | Bromeliaceae     | 49,1       | 1,6        | 2,6       | 0,7       | 1,4        | 2,1        | 1,2        |
| <i>Vriesea incurvata</i>           | Bromeliaceae     | 56,4       | 1,9        | 1,0       | 0,4       | 1,8        | 1,4        | 1,1        |
| <i>Scaphyglottis modesta</i>       | Orchidaceae      | 56,4       | 1,9        | 0,2       | 0,2       | 1,7        | 1,0        | 1,0        |
| <i>Rhipsalis teres</i>             | Cactaceae        | 36,4       | 1,2        | 0,2       | 0,8       | 1,3        | 0,7        | 1,0        |
| <i>Philodendron appendiculatum</i> | Araceae          | 27,3       | 0,9        | 2,1       | 1,1       | 0,8        | 1,5        | 1,0        |
| <i>Serpocaulon catharinae</i>      | Polypodiaceae    | 50,9       | 1,7        | 0,3       | 0,2       | 1,7        | 1,0        | 1,0        |
| <i>Clidemia blepharodes</i>        | Melastomataceae  | 43,6       | 1,4        | 0,7       | 0,4       | 1,6        | 1,1        | 0,9        |
| <i>Elaphoglossum lingua</i>        | Dryopteridaceae  | 36,4       | 1,2        | 0,5       | 0,6       | 1,1        | 0,8        | 0,9        |
| <i>Peperomia emarginella</i>       | Piperaceae       | 50,9       | 1,7        | 1,3       | 0,1       | 1,8        | 1,5        | 0,9        |
| <i>Peperomia glabella</i>          | Piperaceae       | 45,5       | 1,5        | 0,5       | 0,1       | 1,7        | 1,0        | 0,8        |
| <i>Nidularium innocentii</i>       | Bromeliaceae     | 36,4       | 1,2        | 0,6       | 0,3       | 1,1        | 0,9        | 0,8        |
| <i>Codonanthe gracilis</i>         | Gesneriaceae     | 40,0       | 1,3        | 0,5       | 0,2       | 1,3        | 0,9        | 0,7        |
| <i>Anthurium crassipes</i>         | Araceae          | 36,4       | 1,2        | 0,3       | 0,3       | 1,2        | 0,8        | 0,7        |
| <i>Epidendrum ramosum</i>          | Orchidaceae      | 38,2       | 1,3        | 0,0       | 0,2       | 1,1        | 0,6        | 0,7        |
| <i>Pleopeltis pleopeltifolia</i>   | Polypodiaceae    | 41,8       | 1,4        | 0,0       | 0,0       | 1,2        | 0,7        | 0,7        |
| <i>Canistrum lindenii</i>          | Bromeliaceae     | 30,9       | 1,0        | 0,4       | 0,3       | 1,0        | 0,7        | 0,7        |
| <i>Lomariopsis marginata</i>       | Lomariopsidaceae | 32,7       | 1,1        | 0,3       | 0,3       | 1,1        | 0,7        | 0,7        |
| <i>Polybotrya cylindrica</i>       | Dryopteridaceae  | 27,3       | 0,9        | 0,5       | 0,4       | 1,0        | 0,7        | 0,7        |
| <i>Philodendron obliquifolium</i>  | Araceae          | 36,4       | 1,2        | 0,4       | 0,1       | 1,2        | 0,8        | 0,7        |
| <i>Clusia parviflora</i>           | Clusiaceae       | 30,9       | 1,0        | 0,1       | 0,3       | 0,9        | 0,5        | 0,6        |
| <i>Rhipsalis campos-portoana</i>   | Cactaceae        | 30,9       | 1,0        | 0,1       | 0,2       | 0,9        | 0,5        | 0,6        |
| <i>Prosthechea bulbosa</i>         | Orchidaceae      | 30,9       | 1,0        | 0,1       | 0,2       | 0,9        | 0,5        | 0,6        |
| <i>Rhipsalis floccosa</i>          | Cactaceae        | 29,1       | 1,0        | 0,1       | 0,2       | 0,8        | 0,5        | 0,6        |
| <i>Hillia illustris</i>            | Rubiaceae        | 29,1       | 1,0        | 0,0       | 0,1       | 0,8        | 0,5        | 0,5        |
| <i>Prosthechea pygmaea</i>         | Orchidaceae      | 29,1       | 1,0        | 0,2       | 0,1       | 0,8        | 0,6        | 0,5        |
| <i>Pleopeltis hirsutissima</i>     | Polypodiaceae    | 30,9       | 1,0        | 0,0       | 0,0       | 0,8        | 0,5        | 0,5        |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i>       | Bromeliaceae     | 25,5       | 0,8        | 0,1       | 0,2       | 0,8        | 0,5        | 0,5        |

**Tabela 4.1 (Continuação)**

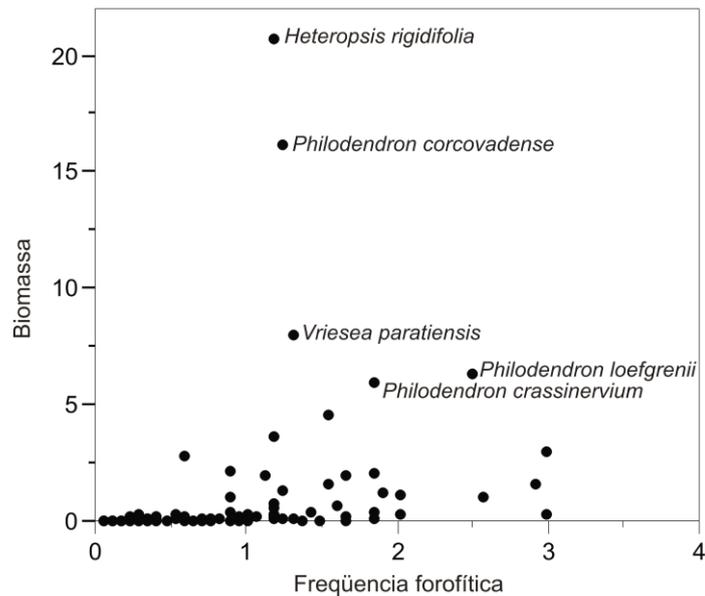
| <b>Espécies</b>                     | <b>Família</b>  | <b>FAf</b> | <b>FRf</b> | <b>CR</b> | <b>BR</b> | <b>VIF</b> | <b>VIC</b> | <b>VIB</b> |
|-------------------------------------|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| <i>Huperzia flexibilis</i>          | Lycopodiaceae   | 29,1       | 1,0        | 0,0       | 0,0       | 0,9        | 0,5        | 0,5        |
| <i>Prosthechea vespa</i>            | Orchidaceae     | 23,6       | 0,8        | 0,1       | 0,2       | 0,7        | 0,4        | 0,5        |
| <i>Reichenbachanthus reflexus</i>   | Orchidaceae     | 27,3       | 0,9        | 0,0       | 0,0       | 0,9        | 0,5        | 0,5        |
| <i>Epidendrum strobiliferum</i>     | Orchidaceae     | 27,3       | 0,9        | 0,0       | 0,0       | 0,7        | 0,5        | 0,5        |
| <i>Pleopeltis astrolepis</i>        | Polypodiaceae   | 27,3       | 0,9        | 0,0       | 0,0       | 0,7        | 0,5        | 0,5        |
| <i>Rhipsalis puniceo-discus</i>     | Cactaceae       | 16,4       | 0,5        | 0,1       | 0,3       | 0,5        | 0,3        | 0,4        |
| <i>Rhipsalis elliptica</i>          | Cactaceae       | 18,2       | 0,6        | 0,1       | 0,3       | 0,6        | 0,4        | 0,4        |
| <i>Maxillaria chlorantha</i>        | Orchidaceae     | 21,8       | 0,7        | 0,1       | 0,1       | 0,6        | 0,4        | 0,4        |
| <i>Lepismium cruciforme</i>         | Cactaceae       | 23,6       | 0,8        | 0,0       | 0,0       | 0,7        | 0,4        | 0,4        |
| <i>Tillandsia spiculosa</i>         | Bromeliaceae    | 21,8       | 0,7        | 0,1       | 0,1       | 0,6        | 0,4        | 0,4        |
| <i>Prosthechea fragrans</i>         | Orchidaceae     | 21,8       | 0,7        | 0,1       | 0,1       | 0,6        | 0,4        | 0,4        |
| <i>Peperomia quadrifolia</i>        | Piperaceae      | 23,6       | 0,8        | 0,0       | 0,0       | 0,7        | 0,4        | 0,4        |
| <i>Peperomia glazioui</i>           | Piperaceae      | 23,6       | 0,8        | 0,0       | 0,0       | 0,7        | 0,4        | 0,4        |
| <i>Asplenium serratum</i>           | Aspleniaceae    | 16,4       | 0,5        | 0,1       | 0,1       | 0,5        | 0,3        | 0,3        |
| <i>Epidendrum rigidum</i>           | Orchidaceae     | 20,0       | 0,7        | 0,0       | 0,0       | 0,5        | 0,3        | 0,3        |
| <i>Tillandsia geminiflora</i>       | Bromeliaceae    | 20,0       | 0,7        | 0,0       | 0,0       | 0,5        | 0,3        | 0,3        |
| <i>Maxillaria brasiliensis</i>      | Orchidaceae     | 18,2       | 0,6        | 0,1       | 0,1       | 0,6        | 0,3        | 0,3        |
| <i>Aechmea organensis</i>           | Bromeliaceae    | 14,5       | 0,5        | 0,2       | 0,1       | 0,4        | 0,3        | 0,3        |
| <i>Rhipsalis neves-armondii</i>     | Cactaceae       | 12,7       | 0,4        | 0,1       | 0,2       | 0,4        | 0,2        | 0,3        |
| <i>Maxillaria leucaimata</i>        | Orchidaceae     | 12,7       | 0,4        | 0,1       | 0,2       | 0,3        | 0,2        | 0,3        |
| Orchidaceae 1                       | Orchidaceae     | 9,1        | 0,3        | 0,1       | 0,3       | 0,3        | 0,2        | 0,3        |
| <i>Microgramma percussa</i>         | Polypodiaceae   | 12,7       | 0,4        | 0,4       | 0,1       | 0,5        | 0,4        | 0,3        |
| <i>Oncidium flexuosum</i>           | Orchidaceae     | 14,5       | 0,5        | 0,0       | 0,0       | 0,4        | 0,3        | 0,2        |
| <i>Pecluma chnoophora</i>           | Polypodiaceae   | 7,3        | 0,2        | 0,1       | 0,3       | 0,2        | 0,1        | 0,2        |
| <i>Huntleya meleagris</i>           | Orchidaceae     | 10,9       | 0,4        | 0,2       | 0,1       | 0,4        | 0,3        | 0,2        |
| <i>Radiovittaria stipitata</i>      | Pteridacea      | 14,5       | 0,5        | 0,0       | 0,0       | 0,4        | 0,2        | 0,2        |
| <i>Pleurothallis loranthophylla</i> | Orchidaceae     | 14,5       | 0,5        | 0,0       | 0,0       | 0,4        | 0,2        | 0,2        |
| <i>Bifrenaria aureofulva</i>        | Orchidaceae     | 12,7       | 0,4        | 0,1       | 0,1       | 0,4        | 0,3        | 0,2        |
| <i>Wittrockia superba</i>           | Bromeliaceae    | 9,1        | 0,3        | 0,1       | 0,2       | 0,2        | 0,2        | 0,2        |
| <i>Nematanthus wettsteinii</i>      | Gesneriaceae    | 10,9       | 0,3        | 0,10      | 0,07      | 0,32       | 0,22       | 0,23       |
| <i>Pleiochiton ebracteatum</i>      | Melastomataceae | 9,1        | 0,3        | 0,15      | 0,07      | 0,29       | 0,18       | 0,22       |
| <i>Bifrenaria harrisoniana</i>      | Orchidaceae     | 10,9       | 0,3        | 0,08      | 0,13      | 0,30       | 0,24       | 0,22       |
| <i>Rodriguesia bracteata</i>        | Orchidaceae     | 12,7       | 0,4        | 0,02      | 0,03      | 0,33       | 0,22       | 0,22       |
| <i>Vittaria lineata</i>             | Pteridacea      | 12,7       | 0,4        | 0,01      | 0,01      | 0,33       | 0,21       | 0,22       |
| <i>Stelis papaquerensis</i>         | Orchidaceae     | 10,9       | 0,3        | 0,07      | 0,04      | 0,28       | 0,20       | 0,22       |
| <i>Jacquinella globosa</i>          | Orchidaceae     | 12,7       | 0,4        | 0,01      | 0,01      | 0,35       | 0,22       | 0,21       |
| <b>Totais</b>                       |                 |            | 90,4       | 99,4      | 99,4      | 91,9       | 94,9       | 95         |

A espécie mais freqüente foi *Monstera adansonii*, que ocorreu em 90% dos forófitos, seguida de *Vriesea carinata* (89%) e *Microgramma vacciniifolia* (78%). As espécies que ocorreram com baixa freqüência, em menos de 5% dos forófitos, representam 21% do total (29 espécies).

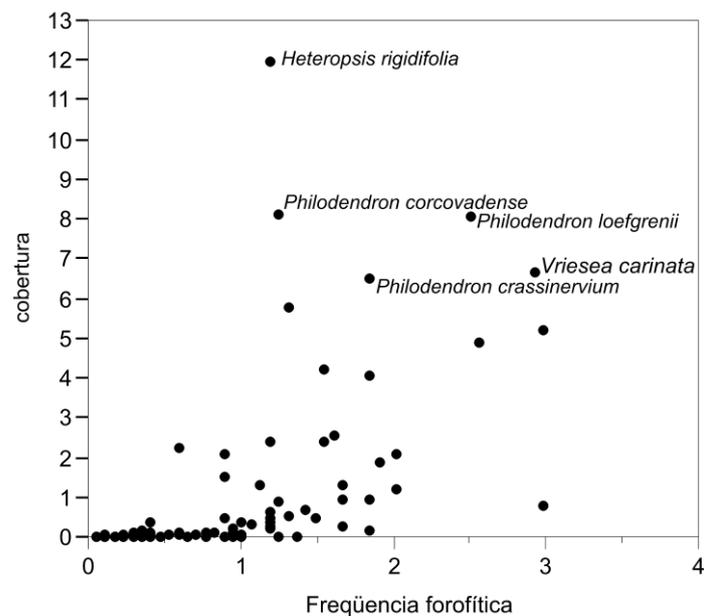
A biomassa de epífitos encontrada sobre os forófitos variou de 0,01 a 135,6 kg, sendo, em média, 19,2 kg por forófito. As espécies com maior biomassa foram *Heteropsis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense* que, juntas,, atingiram aproximadamente 37% da biomassa total encontrada, sendo 99% da biomassa epifítica representada por apenas 66 espécies.

A cobertura média dos epífitos sobre os forófitos foi de 11,6 m<sup>2</sup>, e somente 7% das espécies (10 espécies) apresentaram valores de cobertura superiores a 4 m<sup>2</sup> em pelo menos um dos forófitos amostrados. As sete espécies mais importantes (VIB) foram responsáveis por cerca de 50% da cobertura total; 119 espécies tiveram valores de cobertura relativa inferiores a 1%.

A análise dos componentes dos valores de importância de biomassa epifítico (VIB) e dos valores de importância de cobertura epifítico (VIC) não revelou a formação de grupos de espécies (figura 4.4 e 4.5). No entanto evidencia uma grande diferença de biomassa das duas principais espécies (*Heteropsis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense*), não observada em relação à frequência destas espécies.



**Figura 4.4** Relação entre os componentes do VIB (frequência nos forófitos e biomassa) das espécies amostradas no levantamento quantitativo da Floresta Ombrófila Densa na RNMM. Indicadas as cinco principais espécies segundo VIB.



**Figura 4.5** Relação entre os componentes do VIC (Frequência nos forófitos e cobertura) das espécies amostradas no levantamento quantitativo da Floresta Ombrófila Densa na RNMM. Indicadas as cinco principais espécies segundo VIC.

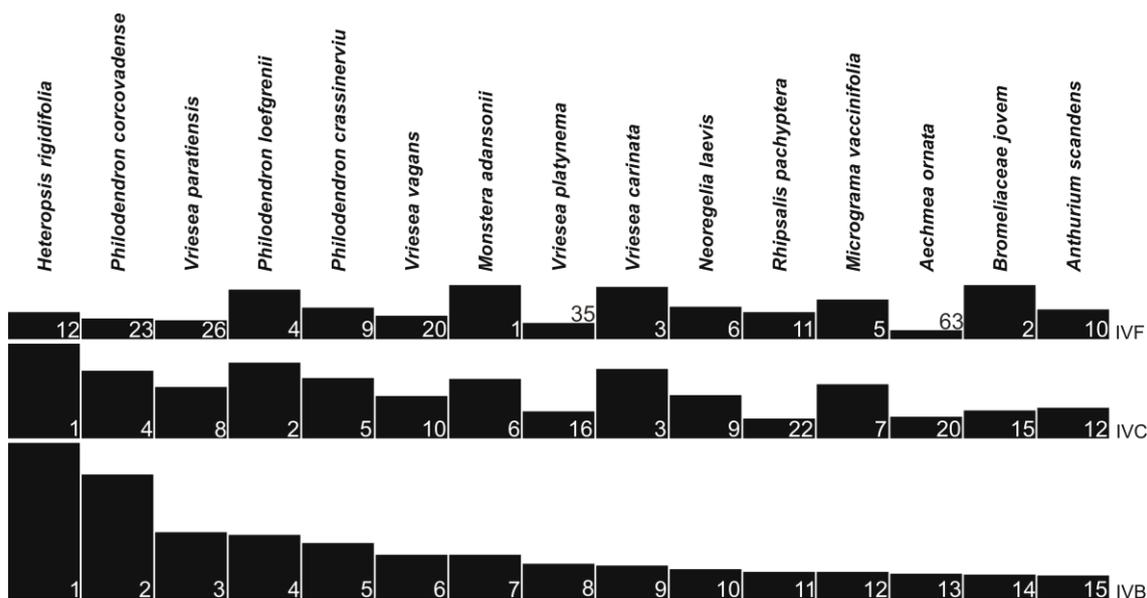
O número de espécies sobre um mesmo forófito variou de 2 a 79, sendo que apenas 15 indivíduos arbóreos (27%) suportaram menos de 10 espécies. Os gêneros mais importantes foram *Philodendron* (VIB = 20,9), *Vriesea* (VIB = 19) e *Heteropsis* (VIB = 11,3). Duas famílias destacaram-se como mais importantes (tabela 4.2), Araceae e Bromeliaceae, que juntas representam cerca de 70 % da biomassa mensurada, 11 famílias tiveram VIBs inferiores a 1%.

**Tabela 4.2** Número de espécies e valores de importância epifítica das famílias amostradas no levantamento quantitativo dos epífitos vasculares em Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio médio de regeneração

| Família          | Número espécies | VIB  |
|------------------|-----------------|------|
| Araceae          | 11              | 39,5 |
| Bromeliaceae     | 23              | 31,3 |
| Orchidaceae      | 59              | 8,4  |
| Polypodiaceae    | 12              | 5,6  |
| Cactaceae        | 9               | 4,3  |
| Dryopteridaceae  | 3               | 2,8  |
| Piperaceae       | 4               | 2,2  |
| Gesneriaceae     | 3               | 2,1  |
| Melastomataceae  | 3               | 1,1  |
| Lomariopsidaceae | 1               | 0,6  |
| Lycopodiaceae    | 2               | 0,5  |
| Clusiaceae       | 1               | 0,5  |
| Aspleniaceae     | 2               | 0,4  |
| Rubiaceae        | 1               | 0,4  |
| Pteridaceae      | 1               | 0,2  |
| Pteridaceae      | 1               | 0,2  |
| Begoniaceae      | 1               | 0,1  |
| Hymenophyllaceae | 1               | 0,1  |
| Ophioglossaceae  | 1               | 0,04 |
| Cecropiaceae     | 1               | 0,02 |

Os índices epifíticos calculados utilizando os diferentes métodos foram muito distintos, havendo importante inversão na ordem das espécies mais importantes (tabela 4.1, Figura 4.6).

Quando analisadas a posições das espécies quanto aos três valores de importância, tomando como referência o VIB, a maior alteração foi verificada em relação ao VIF, com espécies variando em até 60 posições na tabela; para o VIC foi verificada menor variação, com espécies variando em até 11 posições na tabela (figura 4.5).



**Figura 4.6** Valores de importância epifíticos das 15 principais espécies, calculados por diferentes métodos, ordenados em relação aos valores de importância de biomassa epifítica. Indicados na porção inferior direita de cada barra a posição relativa da espécie para o valor considerado.

## DISCUSSÃO

O número de espécies amostradas (87% do total) em relação ao levantamento qualitativo é semelhante aos observados por Kersten e Silva (2002) em área de Floresta Ombrófila Mista e Giongo e Waechter (2004) em floresta de galeria.

Estudos envolvendo a flora arbórea freqüentemente consideram espécies raras as que ocorrem em baixa densidade, inferior a 1 indivíduo por hectare (Gandara e Kageyama 1998, Martins 1993, Kageyama e Gandara 2000, Carvalho *et al.* 2007). Para amostragens envolvendo a flora epifítica este conceito torna-se inviável, tendo em vista que muitas espécies epifíticas não apresentam limites nítidos para indivíduos e que para a quantificação de um hectare seria necessária a amostragem de um número muito grande de forófitos. Assim, neste estudo a determinação das espécies raras foi baseada nos critérios utilizados por Kersten (2006), considerando raras as contempladas apenas no levantamento florístico (21 espécies - Capítulo 1) e as que ocorreram em menos de 5% dos forófitos amostrados (29 espécies). Estas espécies representam 31% das espécies amostradas, sendo estes valores menores que os encontrados por Kersten e Silva (2001) e Waechter (1998).

A área estudada na RNMM apresentou um alto índice de diversidade, sendo a mais diversa dentre as estudadas no Sul do Brasil (Waechter 1992, 1998, Schütz-Gatti 2000, Kersten e Silva 2001, 2002, Gonçalves e Waechter 2002, Petean 2002, Giongo e Waechter 2004, Kersten 2006) (tabela 4.3).

**Tabela 4.3** Diversidade e riqueza em estudos quantitativos de epífitas vasculares do Brasil, seguidos da unidade da federação, formação florestal, número de forófitos levantados, número total de espécies registradas na área, número de espécies amostradas, índice de diversidade de Shannon, Equidade e Fonte dos Dados. Onde: FOD – Floresta Ombrófila Densa ; FOM – Floresta Ombrófila Mista, RES – Restinga; H' índice de diversidade de Shannon; e J – equidade.

| ESTAÇÃO         | UF | FORM.   | For. | SPPt | SPPa | H'   | J'   | FONTE                     |
|-----------------|----|---------|------|------|------|------|------|---------------------------|
| Antonina        | PR | FOD     | 55   | 159  | 138  | 4,54 | 0,92 | Este estudo               |
| Guaraqueçaba    | PR | FOD     | 30   | 175  | 129  | 4,43 | 0,91 | Schütz-Gatti 2000         |
| Piraquara       | PR | FOM/FOD | 60   | 140  | 100  | 4,07 | 0,88 | Kersten 2006              |
| Torres          | RS | RES     | 60   | 93   | 93   | 4,05 | 0,89 | Waechter 1992             |
| Ilha do Mel     | PR | RES     | 100  | 77   | 70   | 3,61 | 0,78 | Kersten e Silva 2001      |
| Terra de Areia  | RS | RES     | 60   | 77   | 77   | 3,52 | -    | Gonçalves e Waechter 2002 |
| Morretes        | PR | FOD     | 100  | 97   | 72   | 3,48 | 0,82 | Petean 2002               |
| Eldorado do Sul | RS | FES     | 60   | 57   | 50   | 3,43 | 0,87 | Giongo e Waechter 2004    |
| Osório          | RS | RES     | 60   | 53   | 31   | 2,99 | 0,87 | Waechter 1998             |
| Taim            | RS | RES     | 60   | 24   | 24   | 2,88 | 0,91 | Waechter 1992             |
| Araucária       | PR | FOM     | 110  | 49   | 34   | 2,71 | 0,77 | Kersten e Silva 2002      |

Esta maior diversidade encontrada na RNMM pode estar relacionada a fatores como o estágio de desenvolvimento florestal, já que a área estudada encontra-se em uma fase intermediária de sucessão ecológica, onde coexistem espécies pioneiras e clímax, sendo, portanto, mais diversa que muitas áreas em estágio avançado de sucessão, onde algumas espécies são eliminadas por exclusão competitiva (Begon 2006). As características climáticas da região também contribuíram para sua maior diversidade epifítica quando comparadas às áreas estudadas por Waechter (1992), Gonçalves e Waechter (2002), Waechter (1998) e Giongo e Waechter (2004), já que a disponibilidade hídrica é o fator abiótico mais relevante ao desenvolvimento da flora epifítica (Zotz e Hietz 2001), e que na RNMM este recurso é muito abundante, devido a chuvas bem distribuídas ao longo do ano, possibilitando à flora epifítica uma partição mais elaborada de nichos e o desenvolvimento de muitas espécies ao longo da coluna vegetal (Nieder *et al.* 1999).

As áreas estudadas por Waechter (1992), Gonçalves e Waechter (2002), Waechter (1998) e Giongo e Waechter (2004) estão ainda, situadas mais ao sul, em maiores latitudes, direção em que a flora epifítica sofre visível redução de diversidade (Waechter 1992, Giongo e Waechter 2004).

O único estudo realizado em área com características climáticas semelhantes às da RNMM foi o de Schütz-Gatti (2000), em uma floresta primária em Guaraqueçaba, mas neste estudo a suficiência amostral não foi verificada e foram amostrados apenas 30 forófitos, sendo o percentual de espécies amostradas na análise quantitativa em relação ao levantamento florístico de 73% das espécies, enquanto na RNMM foram analisados 55 forófitos, sendo este percentual de 86%. A diferença evidencia a necessidade da verificação da suficiência amostral, principalmente em regiões onde o epifitismo é muito acentuado, evitando desta maneira parâmetros sub ou superestimados devido às amostras insuficientes.

Outros fatores que contribuem para a maior diversidade quando comparadas aos outros estudos são o grande número de espécies amostradas e a elevada frequências das mesmas

sobre os forófitos, já que o percentual de espécies com baixa frequência, que ocorreram em menos de 20% dos forófitos (57%), foi inferior aos reportados por Kersten e Silva (2001, 2002), Giongo e Waechter (2004) e Gonçalves e Waechter 2002. As espécies que apresentaram pequenas frequências somaram apenas 13% dos valores de VIB, percentual também inferior aos dos trabalhos supracitados. Contudo a flora epifítica apresentou o padrão de distribuição geral das espécies em florestas tropicais, tendo muitas espécies com poucos indivíduos e poucas espécies representando o maior número de indivíduos (Fedorov 1966, Richards 1996), sendo que somente 36% das espécies ocorrem em mais de 10 % das zonas dos forófitos.

As sete espécies mais importantes são responsáveis por cerca de 40% dos valores de VIB total da amostras, as duas espécies que tiveram os maiores valores de importância (VIB) *Heteropsis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense* atingiram tal posição por apresentarem elevada biomassa e, embora não estejam em frequências elevadas, já que ocorreram em menos de 40% dos forófitos, são espécies de grande porte e juntas somam 37% da biomassa total. *Heteropsis rigidifolia*, apesar de ser encontrada em apenas 20 dos 55 forófitos, é tão abundante sobre estes que chega a atingir 42 kg de biomassa sobre um único indivíduo, *Philodendron corcovadense* segue a mesma tendência, ocorrendo em frequência semelhante, mas com biomassa pouco menor.

As outras espécies dentre as sete mais importantes, *Vriesea paratiensis* *Philodendron loefgrenii*, *Philodendron crassinervium*, *Vriesea vagans* e *Monstera adansonii*, destacaram-se por apresentar elevada biomassa e frequências variando de intermediária a elevada. Destas, apenas *Vriesea vagans* não é uma espécie de grande porte, no entanto, forma grupamentos que recobrem grandes extensões da copa, principalmente por possuir rizoma alongado, formado por material mais denso que as folhas, representa acréscimo significativo em sua biomassa. Segundo Reitz (1983), esta é uma espécie heliófita, pouco exigente quanto à umidade, podendo assim ocupar tanto porções mais internas, quanto externas da copa. *Monstera adansonii* foi entre as sete espécies mais importantes, a que apresentou a maior frequência, estando em 90% dos forófitos, mas em menor biomassa que as outras espécies, o que está relacionada à sua ocorrência preferencial pelo fuste (Capítulo 3), região onde a disponibilidade de substrato (área superficial) é menor, ocupando, portanto, menor área se comparada às outras espécies dominantes.

As espécies mais importantes também foram as que apresentaram maior cobertura, com exceção de *Vriesea vagans* que teve sua posição entre as 15 mais importantes substituída por *Vriesea carinata*, espécie que também forma grupamentos recobrimdo extensas áreas dos forófitos, e embora apresente menor biomassa por ser uma espécie acaule de menor porte, ocorre em maior frequência recobrimdo áreas mais extensas.

No gráfico dos componentes do valor de importância (tanto VIB quanto VIC) não houve a formação de grupos de espécies, evidenciando que a flora epifítica da RNMM apresenta uma distribuição mais homogênea, como demonstrada pela elevada diversidade e equidade (tabela 4.2). A área de estudo é comprovadamente constituída por floresta secundária, tendo um histórico de intensa exploração de minério de ferro (até o ano de 1970), associada à exploração de madeira, interrompida somente no ano de 1988 (SPVS 1999). A elevada diversidade também está

relacionada ao clima da região, propiciando o desenvolvimento da flora epifítica e ainda, à grande disponibilidade de diásporos para a recolonização, já que em sua área de entorno ainda existem remanescentes florestais preservados (MMA/SBF 2000), bem como várias unidades de conservação.

A família mais importante foi Araceae, representada por cinco das sete espécies com maiores valores de importância. Esta família, embora constitua apenas 8% das espécies amostradas, é responsável por 56% da biomassa epifítica total da floresta. A área deste estudo é constituída por uma floresta submontana, formação que, segundo Nieder *et al.* (1999), é mais rica em aráceas se comparada a florestas em maiores altitudes.

A segunda família em valor de importância, Bromeliaceae, é muito freqüente na área de estudo, sendo, segundo Madison (1977), o grupo mais conspícuo da vegetação epifítica neotropical. A família se destacou pelo elevado número de espécies muito freqüentes (como *Vriesea carinata*, *Nidularium procerum* e *Neoregelia laevis*), e ainda por possuir representantes de grande porte com elevada biomassa (como *Vriesea paratiensis* e *Vriesea phillicoppoburgii*). Segundo Hietz e Hietz-Seifert (1995), em florestas submontanas e de altitudes intermediárias no México a família é dominante na comunidade epifítica, representando entre 70 e 99% da biomassa epifítica total. Na RNMM, o percentual encontrado foi menor, cerca de 30% da biomassa epifítica. Este menor percentual está relacionado à grande biomassa da família Araceae, que apesar de ser representada por apenas 11 espécies, são em geral de grande porte e crescem recobrando grandes extensões dos forófitos.

Na RNMM, as aráceas e bromeliáceas são as famílias epifíticas visualmente dominantes (mais abundantes) na fisionomia florestal. Estas famílias ainda contribuem significativamente para a manutenção da biodiversidade da floresta, tendo em vista que os frutos das aráceas constituem um importante item na dieta de mamíferos arborícolas (primatas e marsupiais) em Floresta Atlântica (Vieira e Izar 1999), representando ainda uma fonte complementar de alimentos para aves (Nadkarni e Matelson 1989). As bromélias, além de disponibilizarem recursos alimentares a diversas espécies animais, ainda são representadas por muitas espécies formadoras de cisternas que fornecem abrigo a insetos e pequenos vertebrados, além de servirem como refúgio reprodutivo a muitas espécies animais (Benzing 1986, Schineider e Teixeira 2001). Na área estudada, dentre as espécies encontradas, 14 são formadoras de cisternas, o que representa 66% das espécies da família.

A família Orchidaceae, terceira em importância, embora seja a mais rica, representando 38% do total das espécies (capítulo 1) e muito freqüente ocorrendo em 75% dos forófitos, contribui com apenas 2% da biomassa total da floresta. Este percentual concordando com os valores reportados por Nieder *et al.* (1999) em uma compilação dos estudos envolvendo a flora epifítica da região neotropical, onde as orquídeas estão sempre presentes, mas nunca constituem mais de 13% da biomassa epifítica total.

O estabelecimento de métodos para avaliação quantitativa da flora epifítica é um processo complicado quando comparado ao da comunidade arbórea. Os problemas na amostragem quantitativa da flora epifítica estão, de maneira geral, relacionados à impossibilidade de

mensuração da densidade pela contagem de seus indivíduos e, ainda, pela inexistência de uma área amostral definida. Para a flora epifítica uma unidade amostral, como a utilizada para a comunidade arbórea, seria equivalente a uma árvore hospedeira, tendo, portanto, superfície variável e de difícil mensuração.

Outra dificuldade está relacionada aos valores de dominância. Para a flora arbórea, que apresenta uniformidade de formas de crescimento, utiliza-se área basal, calculada a partir do diâmetro do fuste. Para a flora epifítica o único método que apresenta pequenos erros (possivelmente menor que 5%) é a biomassa que, por ser destrutivo, é desaconselhável. Outros métodos, como a estimativa visual de cobertura (Gonçalves e Waechter 2002) ou atribuição de notas de biomassa (Kersten e Silva 2002) são subjetivos e sujeitos a variações interpessoais e entre diferentes dias de avaliação. Assim, os métodos empregados para a quantificação da flora epifítica são bastante variáveis, tanto na divisão dos forófitos para avaliação da estratificação, quanto nos cálculos dos parâmetros estruturais da comunidade.

Em um dos primeiros trabalhos a quantificar os epífitos, Waechter (1980, publicado em Waechter & Batista 2004) estimou a abundância epifítica com base nas frequências relativas sobre os indivíduos e sobre as espécies forofíticas. A partir deste estudo, outros autores foram modificando o método na tentativa de aperfeiçoá-lo. Assim, foram calculados valores de importância baseados na associação das frequências sobre os indivíduos, espécies e ou estratos forofíticos (Waechter 1980, Kersten e Silva 2001), ou ainda com base na frequência sobre indivíduos forofíticos associada a estimativas de dominância, sendo para tanto utilizadas estimativas de cobertura dividida em classes ou as estimativas visuais de dominância realizadas pela atribuição de notas proporcionais ao porte e à densidade das espécies (Kersten e Silva 2002, Gonçalves e Waechter 20002). Assim, cada um dos diferentes métodos resulta em valores distintos para uma mesma espécie, quando aplicado em uma única comunidade causando variação na ordem de importância destas.

Na RNMM foi comparada a posição das 15 principais espécies na tabela fitossociológica ordenada por VIB, com as ordens obtidas para as espécies segundo os valores de VIF e VIC. A maior variação foi verificada em relação ao VIF, com apenas uma espécie (*Philodendron loefgrenii*) não sofrendo alteração em sua posição relativa. O número de espécies cuja posição não variou com o VIC também foi reduzido, apenas duas, *Heteropsis rigidifolia* e *Philodendron crassinervium*. Considerando o número de espécies em que ocorreu variação no posicionamento da tabela fitossociológica, os métodos são muito semelhantes, mas considerando a amplitude de variação na posição das espécies na tabela o VIC pode ser considerado mais preciso, uma vez que a maior variação foi de 11 posições, enquanto com o VIF foi de até 50 posições (tabela 4.4). Além disto, se consideradas as 5 principais espécies quanto ao VIB, apenas *Philodendron loefgrenii* permanece nesta condição ao utilizar-se o VIF, e as duas principais espécies, *Heteropsis rigidifolia* e *Philodendron corcovadense* reenquadram-se, respectivamente, para a 12<sup>a</sup> e 23<sup>a</sup> posições.

Já para o VIC, embora haja alterações na ordem, quatro das cinco principais espécies são as mesmas que com o VIB, sendo que a primeira permanece inalterada. A diferença na ordem

das espécies mais importantes na tabela fitossociológica está relacionada a dificuldades nas estimativas de cobertura, ou em características morfológicas das espécies. Assim, *Vriesea carinata*, passa de 3ª para 9ª, possivelmente devido a dificuldade em se estimar sua cobertura, já que geralmente é formada por pequenos grupamentos, por dezenas de indivíduos isolados e espalhados pela copa, e ainda como por número extremamente elevado de indivíduos jovens. *Philodendron corcovadense* passa da 2ª para a 4ª posição, pois cresce formando ramos muito espessos que geralmente, quando atingem grandes tamanhos se projetam para longe dos galhos dos forófitos, passando a cobrir uma área menor, mas alcançando elevada biomassa.

**Tabela 4.4 - Posicionamento na tabela fitossociológica das cinco principais espécies segundo o VIB, com o respectivo posicionamento quanto aos valores de VIF e VIC.**

| Espécies                          | VIF | VIB | Espécies                          | VIC | VIB |
|-----------------------------------|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|
| <i>Monstera adansonii</i>         | 1   |     | <i>Heteropsis rigidifolia</i>     | 1   | 1   |
| <i>Bromeliaceae jovem</i>         | 2   |     | <i>Philodendron loefgrenii</i>    | 2   | 4   |
| <i>Vriesea carinata</i>           | 3   |     | <i>Vriesea carinata</i>           | 3   |     |
| <i>Philodendron loefgrenii</i>    | 4   | 4   | <i>Philodendron corcovadense</i>  | 4   | 2   |
| <i>Microgramma vacciniifolia</i>  | 5   |     | <i>Philodendron crassinervium</i> | 5   | 5   |
| <i>Neoregelia laevis</i>          | 6   |     | <i>Monstera adansonii</i>         | 6   |     |
| <i>Nidularium procerum</i>        | 7   |     | <i>Microgramma vacciniifolia</i>  | 7   |     |
| <i>Codonanthe devosiana</i>       | 8   |     | <i>Vriesea paratiensis</i>        | 8   | 3   |
| <i>Philodendron crassinervium</i> | 9   | 5   |                                   |     |     |
| <i>Anthurium scandens</i>         | 10  |     |                                   |     |     |
| <i>Rhipsalis pachyptera</i>       | 11  |     |                                   |     |     |
| <i>Heteropsis rigidifolia</i>     | 12  | 1   |                                   |     |     |
| <i>Peperomia emarginella</i>      | 13  |     |                                   |     |     |
| <i>Vriesea incurvata</i>          | 14  |     |                                   |     |     |
| <i>Scaphyglottis modesta</i>      | 15  |     |                                   |     |     |
| <i>Serpocaulon catharinae</i>     | 16  |     |                                   |     |     |
| <i>Peperomia glabella</i>         | 17  |     |                                   |     |     |
| <i>Clidemia blepharodes</i>       | 18  |     |                                   |     |     |
| <i>Aechmea nudicaulis</i>         | 19  |     |                                   |     |     |
| <i>Vriesea vagans</i>             | 20  |     |                                   |     |     |
| <i>Anthurium longifolium</i>      | 21  |     |                                   |     |     |
| <i>Vriesea rodigasiana</i>        | 22  |     |                                   |     |     |
| <i>Philodendron corcovadense</i>  | 23  | 2   |                                   |     |     |
| <i>Rhipsalis teres</i>            | 24  |     |                                   |     |     |
| <i>Codonanthe gracilis</i>        | 25  |     |                                   |     |     |
| <i>Vriesea paratiensis</i>        | 26  | 3   |                                   |     |     |

Moreira (2007), em uma análise dos métodos empregados para estudos quantitativos da flora arbórea, verificou que até mesmo nos melhores delineamentos amostrais as 10 primeiras espécies estão sujeitas a variações de até 10 posições na tabela fitossociológica, sem que isso esteja relacionado ao método, e sim ao padrão de distribuição espacial das espécies na comunidade. Considerando este padrão aplicável também para a flora epifítica, o cálculo do valor de importância baseado na frequência e cobertura das espécies sobre os indivíduos arbóreos (VIC) pode ser considerado um método eficiente, já que a maior variação entre as 10 primeiras espécies foi de 8 posições.

Embora o VIC seja um método eficiente, o VIB ainda pode ser considerado o mais preciso, uma vez que a biomassa é mensurada pela pesagem dos indivíduos, resultando em valores absolutos. A cobertura, que constitui uma medida indireta da biomassa (Mueller-Dombois e

Ellenberg 1974) é estimada visualmente, sendo, portanto, uma variável subjetiva e, conseqüentemente, contendo maiores erros, além de variar de acordo com o observador.

## CONCLUSÕES

A área estudada na Reserva Natural do Morro da Mina, apesar de ser constituída por uma floresta secundária em fase intermediária de sucessão, é representada por uma flora epifítica extremamente rica, com número de espécies encontrado sobre um único forófito, ultrapassando o em todos os outros estudos já realizados, e com os valores de diversidade superiores aos reportados na maioria das florestas estudadas no Sul do Brasil.

A maioria das espécies foi enquadrada como holoepífita obrigatório seguindo padrão geral nos estudos envolvendo a comunidade epifítica.

A área mais semelhante floristicamente à estudada foi a do Salto Morato, área que embora não seja a mais próxima geograficamente, é composta pela mesma tipologia florestal, apresentando características climáticas e patamares altitudinais mais semelhantes aos encontrados na RNMM.

A biomassa epifítica encontrada na RNMM é elevada se comparada a outras florestas estudadas em diversas áreas na região neotropical, principalmente se considerado que a área estudada é composta por floresta secundária, onde a prática da exploração dos recursos vegetais somente foi abandonada há poucas décadas.

Embora a biomassa epifítica seja maior sobre os indivíduos de diâmetro maior (supostamente os mais velhos), as árvores jovens e finas não devem ser negligenciadas em estudos quantitativos, pois, embora individualmente contenham biomassa epifítica inexpressiva, se considerada a sua grande densidade na estrutura florestal, principalmente em florestas secundárias, podem apresentar uma parcela significativa do componente epifítico, podendo constituir mais de 20% da biomassa epifítica total.

A inclusão de árvores de diferentes tamanhos em análises de distribuição da flora epifítica dificulta a verificação de padrões, pois insere em uma mesma amostra zonas dos forófitos incompatíveis em termos microclimáticos, visto que as copas dos forófitos pequenos não estão situadas no mesmo estrato florestal que as copas dos indivíduos do dossel. Assim, a escolha dos forófitos para verificação de padrões de distribuição deve considerar sua estrutura, buscando indivíduos forófiticos de alturas semelhantes e zonas dos forófitos ecologicamente compatíveis.

As espécies mais importantes na flora epifítica da RNMM foram *Heteropsis rigidifolia*, *Philodendron corcovadense*, *Vriesea paratiensis*, *Philodendron loefgrenii*, *Philodendron crassinervium*, *Vriesea vagans* e *Monstera adansonii*, representando juntas cerca de 40% dos valores de importância.

As famílias Araceae e Bromeliaceae foram as famílias mais importantes, muito freqüentes na área de estudo, representando 56% do total da biomassa epifítica, e são nitidamente as famílias epifíticas mais abundantes na fisionomia florestal.

A família Orchidaceae, embora seja muito rica, contribui com uma pequena parcela da biomassa epifítica na área estudada, apenas 2%.

Apesar dos problemas na utilização da cobertura para analisar quantitativamente a comunidade epifítica, já que se trata de uma estimativa visual, portanto subjetiva, variando de

acordo com o observador, e ainda não correspondendo diretamente à biomassa, seu uso demonstrou ser eficiente na avaliação da flora epifítica. No entanto, devido à dificuldade na estimativa da área ocupada por cada espécie em campo, torna-se necessário a realização de testes para verificar a eficiência da utilização da cobertura em percentual, conforme utilizado por Gonçalves e Waechter (2002), já que o método poderia facilitar as estimativas de cobertura e possivelmente diminuiria as variações nas estimativas realizadas por diferentes observadores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEBEY, A., KESSLER, M., MAASS, B. L., KRÖMER, T. 2006. Aráceas y bromeliáceas en bosques andinos de Bolivia. Pp. 434-448 *In* Moraes, R. M., Øllgaard, B., Kvist, L. P, Borchsenius, F., Balslev, H. (eds) **Botánica Económica de los Andes Centrales**. Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores, La Paz.

AGUIAR, L. W., CITADINI-ZANETTE, V., MARTAU, L., BACKES, A. 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia (Série Botânica)** 28:55-93.

ATAROFF, M. 2001. Venezuela. Pp. 397-442 *in* M. Kappelle y A.D. Brown (eds.): **Bosques Nublados del Neotrópico**. Editorial IMBIO, Costa Rica.

ATWOOD, J. T. 1986. The size of the Orchidaceae and the systematic distribution of epiphytic orchids. **Selbyana** 9(1): 171-186.

BARTHLOTT W., SCHMIT-NEUERBURG 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.

BEGON, M., TOWNSEND, C. R., HARPER, J. L. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems**. Blakwell Publishing, Oxford.

BENNETT, B. C. 1986. Patchiness, diversity and abundance relationships of vascular epiphytes. **Selbyana** 9: 70-75.

BENZING, D. H. 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. **Selbyana** 16(2): 159-168.

BENZING, D.H. 1981. The population dynamics of *Tillandsia circinnata* (Bromeliaceae): Cypress crown colonies in Southern Florida. **Selbyana** 5:256-263.

BENZING, D.H. 1986. The vegetative basis of vascular epiphytism. **Selbyana** 9(1):23-43.

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

BØGH A. 1992. Composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an Ecuadorian montane rain forest. **Selbyana** 13:25-34.

BOHLMAN, S.A., T.J. MATELSON AND N.M. NADKARNI. 1995. Moisture and temperature patterns of canopy humus and forest floor soil of a montane cloud forest, Costa Rica. **Biotropica** 27: 13-19.

BORG M, SILVA, S.M., PETEAN, M. 2002. Epífitos vasculares em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, município de Fênix, PR, Brasil. **Acta Biologica Leopoldinense** 24(2):121-130.

BORG M., SILVA S. M. 2003. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26(3):391-401.

BREIER T.B. 1999. **Florística e ecologia de epífitos vasculares em uma floresta costeira do sul do Brasil**. Dissertação (mestrado em botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BREIER T.B. 2005 **O epifitismo vascular em florestas do sudeste do Brasil**. Tese (doutorado em biologia vegetal). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

BROWN, S & IVERSON, L. R. 1992. Biomass estimates for tropical forests. **World Resources Review**, 4: 366-384.

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.

BRUIJNZEEL, L.A., VENEKLAAS, E.J. 1998 Climatic conditions and tropical montane forest productivity: the fog has not lifted yet. **Ecology** 79, 3-9.

- CABALLERO-RUEDA, L.M., NELLY, R., MARTÍN, C. 1997. Dinámica de elementos en epífitos de un bosque altoandino de la Cordillera Oriental de Colombia. **Caldasia** Bogotá 19(1-2):311-322.
- CALLAWAY, R. M., REINHART, K. O., TUCKER, S. C., PENNING, S.C. 2001. Effects of epiphytic lichens on host preference of the vascular epiphyte *Tillandsia usneoides*. **Oikos** 94: 433–441.
- CÂMARA, I.G.2005. Breve história da conservação da Mata Atlântica. pp. 31- 42. *In* Galindo-Leal, C., I. G. Câmara (eds.). **Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas.**: Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo e Conservação Internacional, Belo Horizonte.
- CARVALHO, F. A., NASCIMENTO, M. T., BRAGA, J. M. A. 2007. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Rev. Árvore** 31(4):717-730.
- CASTELA, P.R., BRITZ, R.M. 2004. **A floresta com Araucária no estado do Paraná**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- CATLING, P. M., LEFOKOVITCH, L. P. 1989. Associations of Vascular Epiphytes in a Guatemalan Cloud Forest. **Biotropica** 21(1): 35-40.
- CERVI, A. C. , BORG, M. 2007. Epífitos vasculares no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. Levantamento preliminar. **Fontqueria** 55: 415-422.
- CERVI, A. C., DOMBROWSKI, L.T.D. 1985. Bromeliaceae de um capão de floresta primária do Centro Politécnico de Curitiba (Paraná, Brasil). **Fontqueria** 9:09-11.
- CERVI, A.C., ACRA, L.A., RODRIGUES, L., TRAIN, S., IVANCHECHEN, S.L., MOREIRA, A.L.O.R. 1988. Contribuição ao conhecimento das epífitas (exclusive Bromeliaceae) de uma floresta de araucária do primeiro planalto paranaense. **Ínsula** 18:75-82.
- CLARK, K. L., NADKARNI, N. M. SCHARFER, D. e GHOLZ, H.L. 1998. Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical montane forest, Monteverde, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology** 14:27-45.
- COXSON D. S., NADKARNI, N. M. 1995. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles *In* LOWMAN, M. D., NADKARNI, N. M. **Forest Canopies**. Academic Press, San Diego, California, USA. 73-106.
- 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.O., KOZERA, C., SILVA, S.M. 1999. Levantamento florístico de epífitos vasculares no Parque Barigüi, Paraná, Brasil. **Iheringia (Série Botânica)** 52:11-22.
- EDWARDS, P. J., GRUBB, P. J. 1977. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. **Journal of Ecology** 65:963-969.
- FEDOROV, A.A. 1966. The structure of the tropical rain forest and speciation in the humid tropics. **Journal of Ecology**, 54: 1-11.
- FELFILI, J.M., SILVA JÚNIOR, M.C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de Cerrado na fazenda água Limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta Botanica Brasilica**, v. 2, n. 1-2, p. 85-104, 1988.
- 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* **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica** (H.C. Lima, R.R. Guedes-Bruni, eds.). Editora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.89-102.
- FREI J.K., DODSON C. H. 1972. The chemical effect of certain barks surfaces on the germination and early growth of epiphytic orchids. **Bulletin of the Torrey Botanical Club** 99:301-307.
- FREIBERG M. 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French guiana. **Biotropica** 28:345-355
- FREIBERG M., FREIBERG E. 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forests in Ecuador. **Journal of Tropical Ecology** 16:673-688.

- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2001. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995–2000**. Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, São Paulo.
- Fundação SOS Mata Atlântica/INPE/IBAMA. 1990. **Atlas dos remanescentes florestais do Domínio da Mata Atlântica**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica/INPE/IBAMA.
- GALINDO-LEAL, C., I.G. CÂMARA. 2003. Atlantic forest hotspots status: an overview. *In* C. Galindo-Leal, I.G. Câmara (eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. pp. 3-11. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C.
- GALINDO-LEAL, C.G., CAMARA, I.D. 2005. **Mata Atlântica biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Belo Horizonte: Conservation International.
- GANDARA, F.B., KAGEYAMA, P.Y. 1998. Indicadores de sustentabilidade em florestas naturais. **Série IPEF** 12 (31): 79-84.
- GASTON, K. J. 1994. **Rarity**. Chapman and Hall, London, UK.
- GENTRY, A.H., DODSON, C.H. 1987a. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Garden** 74:205-233.
- GENTRY, A. H., DODSON C. H. 1987b. Contribution of non trees to species richness of a tropical rain forest. **Biotropica** 19: 149-156
- GILL, L. S., ONYIBE, H. I. 1986. Phytosociological studies of epiphytic flora of oil palm (*Elaeis guineensis* Jack.) in Benin City, Nigeria. **Feddes Repertorium** 97 (9-10). 691 –695.
- 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.
- GOLLEY, F.B., MCGINNIS, J.T., CLEMENTS, R.G., CHILD, G.I., DUEVER, M.J. 1978. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. EDUSP, São Paulo.
- GOLLEY, F.B., MCGINNIS, J.T., CLEMENTS, R. G. 1971. La biomasa y la estructura mineral de algunos bosques de Darién, Panamá. **Turrialba** 21(2): 189-196.
- 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 botânica 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 botânica Brasilica** 17: 89-100.
- GOTTSBERGER, G., MORAWETZ, W. 1993. Development and distribution of the epiphytic flora in an Amazonian savanna in Brazil. **Flora** 188:145-151.
- GRADSTEIN, S.R., NADKARNI, N.M., KRÖMER, T, HOLZ, I, NÖSKE, N. (2003) A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. **Selbyana** 24:105–111.
- HAMILTON, L. S. 1995. Mountain Cloud Forest Conservation and Research: A Synopsis. **Mountain Research and Development**15:259-266.
- HERÁNDEZ-ROSAS, J. I., CARLSEN, M. 2003. Estructura de las sinusias de plantas del dosel en un portador (*Eschweilera parviflora*, Lecythidaceae) del bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado Amazonas, Venezuela. **Ecotropicos** 16(1): 1-10.
- HERNANDEZ-ROSAS, J. 2001. Ocupacion de los portadores por epifitas vasculares em um bosque humedo tropical del alto Orinoco, Edo. Amazonas, Venezuela. **Acta Científica Venezolana** 52: 292-303.
- HERNÁNDEZ-ROSAS, J. I. 2004. Características del substrato de plantas del dosel. de un bosque humedo tropical de tierras bajas (Alto Orinoco, venezuela). **Acta Científica Venezolana**, 55: 35-43.

- HERTEL, R.J.G. 1950. Contribuição à ecologia de flora epifítica da serra do mar (vertente oeste) do Paraná. **Arquivos do Museu Paranaense** 8:3-63.
- 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. 1995a. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. **Journal of Vegetation Science** 6(4): 487-498.
- HIETZ, P., HIETZ-SEIFERT, U. 1995b. Intra and interspecific relations within an epiphyte community in a Mexican humid montane forest. **Selbyana** 16(2):135-140.
- 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.
- HOFSTEDTE, R.G.M., WOLF, J.H.D., BENZING, D.H. 1993. Epiphytic biomass and nutrient status of a Colombian upper montane rain forest. **Selbyana** 14(1):37-45.
- HSU, C.C., HORNG, F.W., KUO, C.M. 2002. Epiphyte biomass and nutrient capital of a moist subtropical forest in north-eastern Taiwan. **Journal of Tropical Ecology** 18:659-670.
- IAPAR(Instituto Agrônômico do Estado do Paraná).1994. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, 1994. p. 49.
- IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística, 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. IBGE, Rio de Janeiro, RJ.
- IBISCH, P., BOEGNER, A., NIEDER, J., BARTHLOTT, W. 1996: How diverse are neotropical epiphytes ? An analysis based on the "Catalogue of flowering plants and gymnosperms of Peru". **Ecotropica** 2 (1): p 13-28.
- INGRAN, S.W., NADKARNI, N.M. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest. Costa Rica. **Biotropica** 25:370-383.
- IPARDES / IBAMA (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social / Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 1990. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Volume 1, 254p. Volume 2, onze mapas em escala 1:100.000. Curitiba: IPARDES.
- IPARDES. **Diagnóstico ambiental da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba, 1995. 166p.
- JOHANSSON, D. R, 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica** 59:1-136.
- KAGEYAMA, P.Y., GANDARA, F.B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. *In* Rodrigues, R.R., Leitão Filho, H. (eds). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Edusp, FAPESP, São Paulo. Pp. 249-269.
- KELLY D.L., TANNER E.V.J., Nic LUGHADHA E.M., KAPOS V. 1994. Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. **Journal of Biogeography** 21: 421–440.
- 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. 2006. **O epifitismo vascular na bacia do Alto Iguaçu, Paraná**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- KERSTEN, R. A. & GALVÃO, F. No prelo. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. *In*: Felfili, J. M. **Fitossociologia**, Sociedade Botânica do Brasil, em processo de editoração.
- 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. 2006. Epífitos vasculares na bacia do alto Iguaçu, Paraná – Composição florística. **Estudos de Biologia**. 28:55-71.
- 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
- KESSLER, M., T. B. CROAT. 1999. State of knowledge of Bolivian Araceae. **Selbyana** 20(2): 224-234.
- KIRA, T., YODA, K. 1989. Vertical stratification in microclimate. In H. Lieth, M. J. A Werger (eds.) **Ecosystems of the world vol. 14b: Tropical Rain Forest ecosystems**. Amsterdam. p. 7-53
- KOHLER, 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.
- KRESS, J. W. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. **Selbyana** 9: 2-22
- KRESS, W.J. 1989 **The systematic distribution of vascular epiphytes**. In Luttge U ed(s). *Vascular plants as epiphytes: evolution and ecophysiology*. Berlin, Springer-Verlag pp.234-261.
- KRÖMER, T., KESSLER M, GRADSTEIN SR, ACEBEY A. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. **Journal of Biogeography** 32:1799–1809.
- KRÖMER, T.,KESSLER, M., GRADSTEIN, R. S. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. **Plant Ecology** 189: 261-278.
- KÜPER, W., KREFT, H., NIEDER, J., KÖSTER, N., BARTHLOTT, W. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. **Journal of Biogeography** 31: 1477-1487.
- LABIÁK, P.H. & PRADO, J. 1998. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá – Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 11:1-79.
- LANG, G.E., REINERS, W. A.,PIKE, L. H .1980. Structure and biomass dynamics of epiphytic lichen communities of balsam fir forests in New Hampshire. **Ecology** 61: 541-550.
- LEIMBECK, R. M & H. BALSLEV. 2001. Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. **Biodiversity & Conservation** 10(9): 1579–1593.
- LUER, C. A. 2004. Icones Pleurothallidarum XXVI: Pleurothallis subgenus Acianthera and three allied subgenera, A Second Century of New Species of Stelis of Ecuador, Epibator, Ophidion, Zootrophion. **Missouri Botanic Garden Monographs** 95. 256p.
- LÜTTGE, U. (Ed.). 1989. **Vascular plants as epiphytes: Evolution and ecophysiology**. Ecological Studies v. 76. Srpinger-Verlag, Berlin. 270p .
- MAACK, R. 1981. **Geografia física do estado do Paraná**. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio.
- MADISON, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features **Selbyana** 2:1-13.
- MAGURRAN, A.E. 2004. **Measuring biological diversity**. Oxford, Blackwell Science, 256p.
- MAMEDE, M.C.H., CORDEIRO, I., ROSSI, L. 2001. Flora vascular da Serra da Juréia, Município de Iguaçu, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 15:63-124.
- MARTINS, F. R. 1993. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 246p.
- MATELSON T.J., NADKARNI N.M., LONGINO J.T. 1993. Survivorship of fallen epiphytes in a Neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. **Ecology** 74:265–269.

- MEDINA, E. 1990. Eco-fisiología y evolución de las Bromeliaceas. **Boletín de La Academia Nacional de Ciencias, Córdoba** 59 (1-2): 71-100.
- MERWIN, M.C., RENTMEESTER S.A., NADKARNI N.M. 2003. The influence of host tree species on the distribution of epiphytic bromeliads in experimental monospecific plantations, La Selva, Costa Rica. **Biotropica** 35, 37-47.
- MITCHELL A.W., SECOY K., JACSON T. 2002. **The global canopy handbook. Techniques of access and study in the forest roof.** Global Canopy Programme, Oxford, UK.
- MMA/SBF 2000, **Avaliação e Ações prioritárias para a conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**, Brasília 40p.
- MOFFETT M.W., M.D. Lowman 1995. Canopy access techniques. *In* Lowman, M.D., N.M. Nadkarni (eds.), **Forest Canopies.** Academic Press, Inc.
- MOREIRA, C.M. 2007. **Avaliação de métodos fitossociológicos através de simulações** de amostragens numa parcela permanente de cerradão, na Estação Ecológica de Assis, SP. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- MUELLER-DOMBOIS, E., ELLENBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology.** Ed. John Wiley, Sons, Nova York.
- NADKARNI, N. 1981. Canopy Roots: Convergent Evolution in Rainforest Nutrient Cycles. **Science** 214(4524): 1023-1024.
- NADKARNI, N. 1984. Epiphyte Biomass and Nutrient Capital of a Neotropical Elfin forest. **Biotropica** 16(4):249-256.
- NADKARNI, N. M., LONGINO, J. T. 1990. Invertebrates in canopy and ground organic matter in a Neotropical Montane forest, Costa Rica. **Biotropica** 22:286-289.
- NADKARNI, N. M., MATELSON, T. J. 1989. Bird use of epiphyte resource in neotropical trees. **The Condor** 91:891-907.
- NADKARNI, N.M., SCHAEFER, D., MATELSON, T.J., SOLANO, R. 2004. Biomass and nutrient pools canopy and terrestrial components in a primary and secondary montane cloud forest, Costa Rica. **Forest Ecology and Management** 198(1-3):223-236.
- NADKARNI, N.M., MATELSON, T. J. 1992. Biomass and Nutrient dynamics of epiphytic litterfall in a Neotropical Montane forest, Costa Rica. **Biotropica** 24(1) 24-30.
- NADKARNI, N. M., MATELSON, T. J. 1989. Bird use of epiphyte resources in Neotropical trees. **The Condor** 91: 891-907.
- NIEDER, J. PROSPERÍ, J., MICHALOUD, G. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity **Plant Ecology** 153: 51-63.
- NIEDER, J., ENGWALD, S., BARTHLOTT, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. **Selbyana** 20: 66-75.
- OLIVEIRA FILHO, A. T., SCOLFORO, J. R. S., MELLO, J. M. 1994. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 17 (2):167-182.
- OLMSTED, I., JUÁREZ, M.G. 1996. Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatan Peninsula. **Selbyana** 17:58-70.
- PABST, G. F. J., DUNGS, F. 1975. **Orchidaceae Brasilienses.** Hildesheim, Brücke. v.1. p 408.
- PERRY, D.R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. **Biotropica** 10:155-157.
- PETEAN, M.P. 2003, **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). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

- PIKE, L. H., W. C. DENISON, and R. A. RYDELL. 1977. A 400- year-old Douglas fir tree and its epiphytes: biomass, surface area, and their distributions. **Canadian Journal of Forest Research** 7: 680- 699.
- PILIACKAS, J. M., BARBOSA, L. M., CATHARINO, E. L. M., 2000. Levantamento das epífitas vasculares do manguesal do Rio Picinguaba, Ubatuba, São Paulo. **Anais**, V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Publi. ACIESP nº 109 – II. Vitória, ES. p. 357-363
- PINTO, A.C.R., DEMATTÊ, M.E.S.P., PAVANI, M.C.M.D. 1995. Composição florística de epífitas (Magnoliophyta) em fragmento de floresta no município de Jaboticabal, SP, Brasil. **Científica** 23(2):283-289.
- PINTO, L. P., BRITO, M.C.W.2005. Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. pp. 27- 30. *In* Galindo-Leal, C., I. G. Câmara (eds.). **Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas.**: Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo e Conservação Internacional, Belo Horizonte.
- PÓCS, T. 1980. The epiphytic biomass and its effect on the water balance of two rain forest types in the Uluguru Mountains (Tanzania, East Africa). **Acta Botanica Hungarica** 26: 143-167.
- PRIDGEON, A.M., CHASE, M.W. 2001. A phylogenetic reclassification of Pleurothallidinae (Orchidaceae). *Lindleyana* 16:235-271.
- REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a Malária-bromélia endêmica. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, 559 pp.
- RHOADES, F. M. 1995. Nonvascular epiphytes in forest canopies: Worldwide distribution, abundance, and ecological roles. *In* Lowman, M.D., N.M. Nadkarni (eds.), **Forest Canopies**. Academic Press, Inc. Inc.
- RICHARDS, P. W. 1996. **The tropical rain forest, an ecological study**. Segunda edição. London: Cambridge University Press.
- ROGALSKI, J. M., ZANIN E.M. 2003. Composição florística de epífitas vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26:551-556.
- SCHINEIDER, J.A.P., TEIXEIRA R. L. 2001. Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da restinga de regência, linhares, espírito santo, brasil. **Iheringia (Sér. Zool.)** 91: 41-48.
- SCHÜTZ-GATTI, A. L., 2000. **O componente epifítico vascular na Reserva Salto Morato, Guaraqueçaba**. PR. Curitiba, Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- SEHNEM, A. 1970. Polipodiáceas. Pp. 1-173. *In*: R. Reitz (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.
- SEMA - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. 2002. **Atlas de Vegetação do Estado do Paraná**. Curitiba : SEMA. CD-ROM.
- SHAW, J.D., BERGSTROM, D.M. 1997. A rapid assessment technique of vascular epiphyte diversity at forest and regional levels. **Selbyana** 18, 195– 199.
- SILVA, A. T. S. F., *et al.* 1981. **Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira**. Relatório Final - Geologia Integrada. Comp. Pesq. Rec. Min. (CPRM), Conv. DNPM/CPRM, Superintendência Regional de São Paulo, vol. 1, p. 189-214.
- 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.
- SMITH, A.R., K.M. PRYER, E. SCHUETTPELZ, P. KORALL, H. Schneider, and P.G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. **Taxon** 55: 705-731.
- SOCHER, L. G., RODERJAN, C. V., GALVÃO F. 2008. Biomassa aérea de uma floresta ombrófila mista aluvial no município de Araucária (PR). **Floresta** 38(2): 245-252.
- SPVS 1999. **Plano de Manejo para as Unidades de Conservação da “Área Particular Protegida Morro da Mina”**. Edição Revisada. SPVS. (Relatório Técnico não Publicado).

- 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, June 2008. Acessado em 15/10/2008.
- SUDGEM, A. M., ROBINS, R. J. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in colombian cloud forest, I. distribution of the epiphytic flora. **Biotropica** 11(3): 173-188.
- SWIFT, M.J., HEAL, O.W., ANDERSON, J.W. 1979. **Decomposition in terrestrial ecosystems** . Blackwell, Oxford, 373p
- TABARELLI, M., PINTO, L.P., SILVA, J.M.C., HIROTA, M.M., BEDÊ, L.C. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade** 1(1):132-138.
- VALDIVIA, P.E. 1977. Estudio botánico de la región del rio Uxpanapa, Vera Cruz. n. 4. **Biotica** 2:55-81
- VIEIRA E. M., IZAR, P. 1999 Interactions between aroids and arboreal mammals in the Brazilian Atlantic rainforest. **Plant Ecology** 145: 75–82
- W3TROPICOS v.1.5 2008. <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>
- WAECHTER, J. L. , BAPTISTA, L. R. M. 2004. Abundância e distribuição de orquídeas epifíticas em uma floresta turfosa do Brasil Meridional. /: Fábio de Barros, Gilberto B. Kerbauy. (Org.). **Orquideologia sul-americana: uma compilação científica**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica. p. 135-145.
- 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. 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. 1992. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- WAECHTER, J.L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil Subtropical. **Revista Ciência e Natura** 20:43-66.
- WALKER, R., ATAROFF, M. 2002. Biomasa epifita y su contenido de nutrientes em uma selva nublada andina, Venezuela. **Ecotropicos** 15 (2): 203-210.
- WALLACE, B. J. 1989. Vascular Epiphytism in Australo-asia. Pp. 261-282. *In* Ecosystems of the world vol. 14b: **Tropical Rain Forest ecosystems** (H.LIETH & M. J. A. WERGER, eds.) Amsterdam.
- WHITMORE, T. C. 1990. **An introduction to the tropical rain forests**. Clarendon Press, Oxford.
- WODA, C., HUBER, A., DOHRENBUSCH, A. 2006. Vegetación epifita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile. **Bosque** 27(3): 231-240.
- WOLF, J. H. D. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. **Forest Ecology and Management**. 212: 376–393.
- WOLF, J., FLAMENCO, A. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, México. **Journal of Biogeography** 30:1689–1707.
- WORLD CHECKLIST OF SELECTED PLANT FAMILIES. (2008). **The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew**. Published on the Internet, <http://www.kew.org/wcsp/>. Acessado em 18/11/2008.
- YEATON, R. I., GLADSTONE, D. E. 1982. The patterns of colonization of epiphytes on calabash trees (*Crescentia alata* H.B.K.) in Guanacaste province, Costa Rica. **Biotropica** 14(2):137-140.
- 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., SHULTZ, S. 2008. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama-species composition and spatial structure. **Plant Ecology** 195: 131-141.
- ZOTZ, G., BERMEJO, P., DIETZ, H. 1999. The epiphyte vegetation of *Annona glabra* on Barro Colorado Island, Panama. **Journal of Biogeography** 26: 761-776.