

LUIS GUSTAVO SOCHER

**DINÂMICA E BIOMASSA AÉREA DE UM TRECHO DE FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA,
PARANÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Co-orientadores: Prof. Dr. Franklin Galvão

Prof. Dr. Julio Eduardo Arce

CURITIBA

2004

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Paraná, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pela oportunidade concedida;

A CAPES pelo financiamento parcial durante o período de estudos;

A Petrobrás – REPAR (Refinaria de Petróleo Getúlio Vargas);

Aos professores, doutores e acima de tudo amigos, Carlos Velozzo Roderjan, Franklin Galvão e Júlio Eduardo Arce, pela confiança depositada em meu trabalho, pela orientação e conselhos.

A todos que participaram da coleta de dados: Franklin, Roderjan, Yoshiko, Murilo, Silas, Brasil, Gustavo e demais colegas.

Ao Engenheiro Florestal e amigo Osmael Portela pela ajuda na coleta dos dados, sugestões e amizade.

Aos novos e antigos amigos Gustavo R. Curcio, Murilo L. Barddal, Annete Bonnet, Débora, Rodrigo A. Kersten, Carina Koserá, Érica Mielke, Zilda Margraf, Valter Nicolack, Patrick, Helen, Gilberto e Silvane.

Aos doutores Henrique Soares Koehler (UFPR) e Francisco Skora Neto (IAPAR) pela ajuda e presteza;

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a finalização de mais esta etapa;

A família pelo irrestrito apoio em todos os momentos de minha vida, representando a base de todas as minhas realizações;

A Rozane de Loyola Eisfeld pela ajuda, críticas, sugestões, amizade, carinho, companherismo e alegria de estar ao seu lado.

BIOGRAFIA

Luis Gustavo Socher, filho de Luis Carlos Socher e Virgínia Socher, nasceu em 29 de agosto de 1978 na cidade de Curitiba, Paraná.

Cursou o primeiro grau no Colégio Nossa Senhora Menina (1985-1992) e o segundo grau na SPEI – Sociedade Paranaense de Ensino e Informática (Técnico em Processamento de Dados), entre 1993 e 1995.

Ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná em 1997, concluindo-o em 2001, tendo recebido o prêmio “Professora Regina Maria Moreira” de honra ao mérito pelo 1º lugar da turma de formandos de 2001. Também recebeu o prêmio “Gralha Azul” de 2002, concedido pelo Centro Acadêmico de Engenharia Florestal da UFPR.

Ingressou no curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração – Conservação da Natureza, em maio de 2002.

Ingressou na Prefeitura Municipal de Curitiba, atuando como Engenheiro Florestal no Departamento de Monitoramento e Pesquisa (licenciamento ambiental), em novembro de 2003.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| Lista de figuras..... | vi |
| Lista de tabelas..... | vii |
| Resumo..... | ix |
| Abstract..... | x |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 3 |
| 2.1 Gerais..... | 3 |
| 2.2 Específicos..... | 3 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 3.1 Floresta Ombrófila Mista Aluvial..... | 4 |
| 3.2 Processos dinâmicos da floresta..... | 6 |
| 3.2.1 Ingresso (recrutamento)..... | 7 |
| 3.2.2 Mortalidade..... | 8 |
| 3.2.3 Crescimento (incremento)..... | 9 |
| 3.2.4 Prognose da dinâmica com o uso de matrizes de transição..... | 10 |
| 3.2.5 Outros trabalhos de dinâmica da vegetação já realizados..... | 12 |
| 3.3 Biomassa..... | 13 |
| 3.3.1 Técnicas de amostragem de biomassa..... | 14 |
| 3.3.2 Modelagem da biomassa (método indireto)..... | 18 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 23 |
| 4.1 Área de estudos..... | 23 |
| 4.1.1 Localização..... | 23 |
| 4.1.2 Solos..... | 25 |
| 4.1.3 Clima..... | 27 |
| 4.1.4 Hidrografia local..... | 27 |
| 4.1.5 Vegetação..... | 28 |
| 4.2 Obtenção dos dados..... | 28 |
| 4.2.1 Dinâmica da vegetação..... | 28 |
| 4.2.2 Biomassa..... | 29 |
| 4.2.2.1 Vegetação arbórea..... | 30 |
| 4.2.2.2 Regeneração (maior que 1,30 m de altura)..... | 32 |
| 4.2.2.3 Vegetação herbácea e regeneração (menor que 1,30m de altura) | 32 |
| 4.2.2.4 Serapilheira..... | 33 |
| 4.3 Análise de dados..... | 34 |
| 4.3.1 Dinâmica da vegetação..... | 34 |
| 4.3.1.1 Composição florística e análise fitossociológica..... | 34 |
| 4.3.1.2 Crescimento (incremento)..... | 34 |

| | |
|---|----|
| 4.3.1.3 Mortalidade | 35 |
| 4.3.1.4 Ingresso..... | 35 |
| 4.3.1.5 Estrutura diamétrica..... | 36 |
| 4.3.1.6 Prognoses da dinâmica..... | 36 |
| 4.3.2 Biomassa..... | 39 |
| 4.3.2.1 Levantamento de biomassa..... | 39 |
| 4.3.2.2 Modelagem da biomassa..... | 39 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 42 |
| 5.1 Dinâmica florestal..... | 42 |
| 5.1.1 Composição florística e análise fitossociológica..... | 42 |
| 5.1.2 Crescimento (Incremento)..... | 50 |
| 5.1.3 Mortalidade..... | 53 |
| 5.1.4 Ingressos..... | 55 |
| 5.1.5 Distribuição diamétrica..... | 56 |
| 5.1.6 Prognoses da dinâmica..... | 63 |
| 5.2 Biomassa..... | 65 |
| 5.2.1 Vegetação arbórea..... | 66 |
| 5.2.2 Regeneração (maior que 1,30 m de altura)..... | 68 |
| 5.2.3 Vegetação herbácea e regeneração (menor que 1,30m de altura)..... | 69 |
| 5.2.4 Serapilheira..... | 70 |
| 5.2.5 Quadro resumo – biomassa da floresta..... | 71 |
| 5.2.6 Modelagem da biomassa..... | 72 |
| 5.2.6.1 Árvore..... | 72 |
| 5.2.6.2 Compartimentos..... | 74 |
| 5.2.6.2.1 Madeira..... | 74 |
| 5.2.6.2.2 Casca..... | 75 |
| 5.2.6.2.3 Galhos grossos..... | 76 |
| 5.2.6.2.4 Galhos finos..... | 77 |
| 5.2.6.2.5 Folhas..... | 77 |
| 5.2.6.3 Síntese da modelagem da biomassa..... | 79 |
| 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 81 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 83 |
| ANEXOS..... | 88 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 01 – Localização do município de Araucária no Estado do Paraná..... | 23 |
| FIGURA 02 – Localização da área de estudo no município de Araucária, PR..... | 24 |
| FIGURA 03 – Fotografia aérea (2002) com detalhamento da área analisada..... | 25 |
| FIGURA 04 – Croqui das parcelas para avaliação da biomassa aérea | 33 |
| FIGURA 05 – Formato da Matriz de Transição ‘T p’..... | 37 |
| FIGURA 06 – Grande crescimento de <i>Ligustrum vulgare</i> em apenas 2 anos, englobando a plaqueta metálica..... | 53 |
| FIGURA 07 – Distribuição diamétrica dos indivíduos da floresta 2001/2003..... | 57 |
| FIGURA 08 – Distribuição diamétrica dos fustes da floresta 2001/2003..... | 58 |
| FIGURA 09 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> 2001/2003..... | 58 |
| FIGURA 10 – Distribuição diamétrica dos fustes de <i>Sebastiania commersoniana</i> 2001/2003..... | 59 |
| FIGURA 11 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de <i>Allophylus edulis</i> 2001/2003..... | 60 |
| FIGURA 12 – Distribuição diamétrica dos fustes de <i>Allophylus edulis</i> - 2001/2003..... | 60 |
| FIGURA 13 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de <i>Myrceugenia glaucescens</i> 2001/2003..... | 61 |
| FIGURA 14 – Distribuição diamétrica dos fustes de <i>Myrceugenia glaucescens</i> 2001/2003..... | 61 |
| FIGURA 15 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de <i>Schinus terebinthifolius</i> 2001/2003..... | 62 |
| FIGURA 16 – Distribuição diamétrica dos fustes de <i>Schinus terebinthifolius</i> 2001/2003..... | 63 |
| FIGURA 17 – Projeções de área basal (a) e densidade (b)..... | 65 |
| FIGURA 18 – Distribuição da biomassa nos compartimentos analisados..... | 67 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 01 – Composição florística da floresta nos anos de 2001 e 2003..... | 42 |
| TABELA 02 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2001 (análise por indivíduo)..... | 44 |
| TABELA 03 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2003 (análise por indivíduo)..... | 45 |
| TABELA 04 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2001 (análise por fuste)..... | 46 |
| TABELA 05 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2003 (análise por fuste)..... | 47 |
| TABELA 06 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2001 (análise por indivíduo)..... | 48 |
| TABELA 07 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2003 (análise por indivíduo)..... | 49 |
| TABELA 08 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2001 (análise por fuste)..... | 49 |
| TABELA 09 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2003 (análise por fuste)..... | 50 |
| TABELA 10 – Incremento, em área basal, por espécie no período de 2 anos (2001-2003)..... | 51 |
| TABELA 11 – Incremento em diâmetro para os fustes, por espécie..... | 52 |
| TABELA 12 – Percentagem de indivíduos/fustes mortos em relação ao número de indivíduos/fustes vivos em 2001..... | 54 |
| TABELA 13 – Avaliação da mortalidade, em área basal, dos indivíduos/fustes no ano de 2003, por espécie..... | 55 |
| TABELA 14 – Percentagem de indivíduos/fustes ingressos em relação ao número de indivíduos/fustes vivos em 2001..... | 55 |
| TABELA 15 – Avaliação dos indivíduos/fustes ingressos no ano de 2003 por espécie.. | 56 |
| TABELA 16 – Matriz de probabilidades gerada..... | 63 |
| TABELA 17 – Dados obtidos em 2003 e projeções de 2 em 2 anos..... | 64 |
| TABELA 18 – Biomassa aérea dos indivíduos arbóreos amostrados..... | 67 |
| TABELA 19 – Biomassa da regeneração (maior de 1,30m de altura)..... | 69 |

| | |
|---|----|
| TABELA 20 – Peso seco da regeneração (menor de 1,30m de altura) e das herbáceas.. | 70 |
| TABELA 21 – Resumo dos resultados da biomassa..... | 71 |
| TABELA 22 – Alguns modelos testados e seus parâmetros comparativos..... | 73 |
| TABELA 23 – Alguns modelos testados para estimativa da biomassa da madeira..... | 74 |
| TABELA 24 – Alguns modelos testados para estimativa de biomassa de casca..... | 75 |
| TABELA 25 – Alguns modelos para estimativa da biomassa dos galhos grossos..... | 76 |
| TABELA 26 – Alguns modelos para estimativa da biomassa dos galhos finos..... | 77 |
| TABELA 27 – Alguns modelos para estimativa da biomassa das folhas..... | 78 |

RESUMO

O presente estudo foi realizado no município de Araucária, Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná, em uma área contígua à Refinaria Presidente Getúlio Vargas, com coordenadas aproximadas 25°35'12'' S e 49°20'45'' W, sendo adjacente ao rio Barigüi. O clima é Cfb (segundo Köppen) e a vegetação classificada como Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Utilizando dados parciais de outro trabalho desenvolvido neste local, foi realizada a análise da dinâmica da vegetação entre os anos de 2001 e 2003, pela remediação de 20 parcelas permanentes e sua avaliação quanto a mudanças na florística, fitossociologia, distribuição diamétrica, crescimento (incremento), ingresso (recrutamento) e mortalidade, além da simulação do comportamento das variáveis densidade e dominância com o uso de matrizes de transição. Outro objetivo dessa pesquisa foi a realização de um levantamento de biomassa, que contemplou a vegetação arbórea (folhas, frutos e sementes, galhos finos, galhos grossos, epífitas vasculares e avasculares, madeira e casca), regeneração (folhas, galhos, madeira e casca), herbácea (parte aérea e raízes) e serapilheira, havendo áreas amostrais diferentes para cada um destes compartimentos. Com base em algumas variáveis coletadas também foi possível testar e ajustar modelos matemáticos capazes de estimar a biomassa seca. Poucas mudanças foram constatadas na composição florística e fitossociológica da comunidade no período compreendido entre as medições (2 anos). Observou-se um crescimento em área basal de 2,22 m²/ha (1,11 m²/ha/ano) e, aproximadamente, 0,13 cm/fuste/ano em diâmetro, valor abaixo do encontrado em outros trabalhos em diferentes tipologias florestais. Os ingressos representaram um acréscimo em área basal de 0,20 m²/ha no período, correspondendo a um aumento de 2,34% no número de fustes e 2,31% no de indivíduos. O percentual de mortalidade ficou em 6,04% dos fustes e 3,27% dos indivíduos, correspondendo a 1,26 m²/ha em dois anos, com destaque para *Myrceugenia glaucescens* e *Schinus terebinthifolius*, pelos elevados índices apresentados. Como resultado de biomassa obteve-se um valor em torno de 195,5 t/ha, com a vegetação arbórea correspondendo a 86,88% deste valor, seguida da regeneração acima de 1,30 m de altura (10,27%), serapilheira (2,23%), regeneração abaixo de 1,30 m de altura (0,39%) e herbáceas (0,23%). Foram ajustados modelos matemáticos para a estimativa da biomassa seca do componente arbóreo e seus compartimentos, obtendo-se bons resultados para a estimativa dos valores da árvore como um todo e da madeira. O mesmo não aconteceu nos compartimentos galhos grossos, galhos finos, folhas e casca. A maioria dos resultados de dinâmica e biomassa apresentados são inéditos no Brasil e poderão servir como subsídio para elaboração de programas consistentes de conservação e recuperação da floresta ciliar.

ABSTRACT

The study was carried out in one area located in Araucaria county, metropolitan region of Curitiba, Paraná State, Brazil, with approximate coordinates 25°35' 12 ' ' S and 49°20' 45 ' ' W, adjacent to Barigüi river, affluent of the right margin of Iguaçu river. The climate is Cfb (according to Köppen) and the vegetation classified as Alluvial Mixed Forest. An analysis of the vegetation dynamic was carried out using carried partial data of another study performed at this place and through the evaluation of 20 permanent plots in 2001 and 2003. Changes in floristic and phytosociologic composition, diameter distribution, growth (increment), entrance (recruitment) and mortality were evaluated. Simulation of the behavior of density and dominance variables was done through transition matrices. Another objective of this research was to assess the biomass of the arboreal vegetation (leaves, fruits and seeds, fine and thick branches, vascular and nonvascular epiphytes, wood and bark, of the regeneration (leaves, branches, wood and bark, of the herbaceous vegetation (aerial region and roots) and of the litter, having different sample areas for each one of these compartments. It was also possible to test and to adjust mathematical models capable of estimating the dry biomass. Small changes were verified in the floristic and phytosociologic composition of the community in the period between the measurements (2 years). A growth in basal area of 2.22 m²/ha (1.11 m²/ha/year) and, approximately 0.13 cm/stem/year in diameter was observed. These values are smaller than others found in different forest typology studies. The recruitment represented an increment in basal area of 0.20 m²/ha in the period, corresponding to an increase of 2.34% in the number of stems and 2.31% in the number of individuals. The percentage of mortality of the stems was 6.04% and of the individuals 3.27%, corresponding to 1.26 m²/ha in two years, primarily for *Myrceugenia glaucescens* and *Schinus terebinthifolius* species for the high indexes presented. For biomass evaluation a value around 195.5 t/ha was obtained, with the arboreal vegetation corresponding to 86.88% of this value, followed by the regeneration above 1.30m of height (10.27%), litter (2.23%), regeneration below 1.30m of height (0.39%) and herbaceous vegetation (0.23%). Mathematical models were adjusted for the estimate of the dry biomass of the arboreal component and its compartments. Good results were obtained for the estimate of the values of the tree as a whole and of the wood. The same did not happen for the thick branches, fine branches, leaves and bark compartments. Results of vegetation dynamic and biomass are scarce in Brazil and can be useful to subsidize programs of conservation and recuperation of gallery forests.

1. INTRODUÇÃO

A conservação e recuperação das florestas ripárias sempre foi tida como de suma importância por muitos autores e também por instituições e governos, mas muito pouco tem sido feito para colocar em prática todas as propostas que surgem. O ponto de partida deve ser o conhecimento desses ambientes, pois não há fundamento em como se propor estratégias de recuperação sem que haja conhecimento suficiente para tal.

Existem ações do governo do estado, como o ‘Programa Mata Ciliar’, que tem por objetivo limpar, preservar e recuperar a qualidade dos rios no estado do Paraná, visando a construção da rede de biodiversidade, mas que até o momento executa mais atividades políticas e de conscientização pública, com pouco esforço na recuperação da vegetação, como a iniciativa de plantio de 1 milhão de mudas em comemoração do Dia da Água, em 22 de março de 2004. A Prefeitura Municipal de Curitiba, por meio da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, adota uma política de inviabilizar projetos de ocupação que atinjam a área de preservação permanente preconizada pelo Código Florestal (Lei 4.771/65) e resoluções 302/02 e 303/02 do CONAMA.

Assim, qualquer conhecimento sobre os ambientes ripários gerado por esta e outras pesquisas, servirá como base para elaboração de programas sólidos, que venham a resolver essa deficiência.

Deve-se ressaltar a importância da vegetação ripária na manutenção da qualidade da água e dos processos hidrológicos e ecológicos locais. Além disso, o fator econômico deve sensibilizar principalmente o setor energético brasileiro, pois, como o rio Iguaçu possui cinco importantes usinas no seu curso, o excesso de sedimentos depositados nos rios dessa bacia, principalmente pela ausência de vegetação nas margens dos rios, ocasionará a diminuição da vida útil dessas usinas.

As informações a serem geradas com esta pesquisa são inéditas, não havendo nenhum outro trabalho relacionado com biomassa e dinâmica em Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

Diante disso, a maioria das comparações realizadas reportam-se a resultados obtidos em outras tipologias florestais, principalmente a Floresta Ombrófila Mista Montana. Como inexistem trabalhos de quantificação de biomassa em áreas de Floresta Ombrófila Mista Aluvial (pois geralmente trata-se de áreas de preservação permanente, onde é proibida a supressão da vegetação), os resultados aqui obtidos poderão servir como base para outros estudos, inclusive quanto à utilização da floresta para absorção e fixação do carbono da atmosfera, fazendo com que a recuperação da vegetação ciliar seja vista como uma possível fonte de recursos, pela venda de créditos de carbono. Essa possibilidade pode ser discutida como forma de incentivar a restauração destes ambientes.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos:

2.1 GERAIS:

- a) Avaliar a biomassa aérea e a dinâmica de um trecho de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária-PR;

2.2 ESPECÍFICOS:

- a) Avaliar a dinâmica da floresta e de algumas espécies que a compõe pela análise do incremento (crescimento), mortalidade e ingresso (recrutamento), florística, fitossociologia e distribuição diamétrica neste ambiente ripário entre os anos de 2001 e 2003;
- b) Simular a dinâmica da floresta com base em duas medições utilizando matrizes de transição;
- c) Fornecer estimativas da biomassa aérea dos estratos arbóreo, herbáceo, regeneração e serapilheira, além de seus compartimentos, em um trecho de Floresta Ombrófila Mista Aluvial;
- d) Ajustar modelos matemáticos para estimativas confiáveis de biomassa da árvore e/ou de seus compartimentos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL

A nomenclatura utilizada para este tipo de vegetação é muito discutida e variada, sendo muitos os termos utilizados: floresta ciliar, mata ciliar, floresta de galeria, floresta aluvial e floresta ripária, entre outras.

A Floresta Ombrófila Mista Aluvial caracteriza-se como uma formação ribeirinha que sempre ocupa terrenos aluviais, situados nos flúvios das serras costeiras voltadas para o interior ou dos planaltos dominados pela *Araucaria angustifolia* associada a ecótipos que variam de acordo com as altitudes dos flúvios, sendo, no Sul do Brasil, constituída principalmente pela própria *Araucaria angustifolia*, *Luehea divaricata* e *Blepharocalyx longipes* no estrato emergente, e por *Sebastiania commersoniana*, no estrato arbóreo contínuo (VELOSO, 1991). Já segundo RODERJAN et al. (2002), corresponde às florestas ripárias, também denominadas de florestas ciliares ou de galeria, que se desenvolvem às margens dos rios que percorrem terrenos de geomorfia plana até suave ondulada, não raro fazendo limites com várzeas de extensão variável, podendo apresentar diferentes graus de desenvolvimento, desde comunidades simplificadas, pelo grau de hidromorfia dos solos (Neossolos Flúvicos e Gleissolos), até associações mais complexas, onde o grau de hidromorfia é menor.

Ocorre geralmente em correlação com a insuficiência de drenagem dos terrenos que dificultam a descarga dos grandes volumes de água característicos de regiões ombrófilas. Porém, dependem da existência de largos vales de transbordamento dos rios. Estas planícies apresentam dois tipos fundamentais de ambientes: os menos hidromórficos, com solo melhor estruturado, zonal, provido de cobertura florestal; e os ambientes encharcados, com o solo azonal, colonizados por formações pioneiras (LEITE, 1994).

O papel destes ambientes e sua importância são discutidos por vários autores. OLIVEIRA (2001) cita que em microbacias a conservação da vegetação natural dos ambientes ripários constitui condição básica para garantir a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológicos locais.

A fragmentação e destruição das florestas ciliares têm como conseqüências: diminuição da diversidade biológica, distúrbio do regime hidrológico de bacias hidrográficas, mudanças climáticas, degradação dos recursos naturais, além da deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais (DURIGAN e LEITÃO FILHO, 1995).

Quanto às espécies constituintes das florestas ripárias situadas nas encostas úmidas, de uma forma geral, são bastante semelhantes aos “capões de mata”. Contudo, as formações arbóreas situadas nas áreas plano-abaciadas ao longo dos rios e córregos, inundadas durante grande parte do ano, apresentam composição diferenciada. Nestas situações, a vegetação é formada quase que exclusivamente pelo branquilha (*Sebastiania commersoniana*), constituindo orlas bastante cerradas e densas, de permeio às quais aparecem o cambuí (*Myrcia multiflora*) e a embira-branca (*Daphnopsis beta*), embora com freqüências bastante menores e, portanto, de pouca expressão fisionômica (KLEIN e HATSCHBACH, 1970/71).

GALVÃO et al. (1989), em pesquisa realizada ao longo dos rios Imbituva e das Antas, na Floresta Nacional de Irati, Segundo Planalto paranaense, sob domínio da Floresta Ombrófila Mista, constataram a predominância do branquilha (*Sebastiania klotzchiana*), seguido do timbó (*Lonchocarpus* sp.), vacum (*Allophylus edulis*), pitanga (*Eugenia uniflora*), guabioba (*Campomanesia xanthocarpa*) e miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*), que juntos representam 85% da densidade total da comunidade.

Segundo LEITE (1994), as espécies que se destacam nesta formação são *Myrcia bombycina* (guamirim-do-campo), *Myrceugenia euosma* (guamirim), *Calyptanthes concinna* (guamirim-de-facho), *Sebastiania commersoniana*

(branquilha), *Lithraea brasiliensis* (pau-de-bugre), *Schinus terebinthifolius* (aroeira), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Ilex theezans* (caúna), *Podocarpus lambertii* (pinho-bravo) e *Drimys brasiliensis* (cataia), além de outras presentes com menor representatividade.

OLIVEIRA (2001), em levantamento na floresta aluvial do rio Quebra-Perna, região dos Campos Gerais do Paraná, onde mediu 10 parcelas de 50 m² cada, posicionadas em paralelo ao sentido do curso d'água, encontrou 6 famílias, 12 gêneros e 14 espécies, sendo a mais representativa em densidade, dominância e frequência, *Sebastiania commersoniana*. Cerca de 75% do valor de importância corresponde a apenas 4 espécies: *Sebastiania commersoniana* (branquilha), *Calyptanthes concinna* (guamirim-de-facho), *Lithraea molleoides* (falso-bugreiro) e *Myrcia rostrata* (guamirim de folha miúda), dos quais as duas primeiras correspondem a 66,5% do valor de importância da comunidade. As famílias botânicas que mais se destacaram foram Euphorbiaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae e Lauraceae, sendo as duas primeiras responsáveis por 87,1% do valor de importância total. As árvores mortas totalizaram o terceiro maior valor de importância da comunidade.

SOUZA (2001) realizou estudo florístico e fitossociológico em seis compartimentos em ambiente fluvial (duas em encosta e quatro em planície) próximo ao rio Lageado, Jaguariaíva (PR), com áreas amostrais variando de 200 a 750 m². Nas situações onde a saturação hídrica foi mais elevada (maior hidromorfia), *Sebastiania commersoniana* foi a espécie com maior valor de importância, sendo que quando a hidromorfia foi menor, destacou-se *Myrcia breviramis*.

3.2 PROCESSOS DINÂMICOS DA FLORESTA

Dinâmica florestal é o estudo dos processos na mudança da composição, estrutura e função das florestas ao longo do tempo. A composição diz respeito à ocorrência de espécies, a estrutura refere-se a organização das comunidades e

populações, e a função, ao papel de cada árvore dentro de sua população, de sua comunidade e dentro do ecossistema como um todo (BARTH FILHO, 2002).

A dinâmica da floresta pode iniciar com a formação de clareiras, que provocam algumas mudanças nas características pedoclimáticas, ocasionando assim o processo de sucessão florestal (CARVALHO, 1997). O crescimento, ingresso e mortalidade são o resultado final do processo de dinâmica de formação de populações multiâneas, e estão entre os poucos instrumentos para fazer projeções sobre a produção futura da floresta (CARVALHO, 1992). Caracterizar os processos dinâmicos que ocorrem em uma floresta é indispensável para sua conservação e/ou manejo, mas esta dinâmica de populações é pouco estudada, especialmente sobre as taxas de regeneração natural, crescimento e mortalidade (WENDLING, 1998).

3.2.1 Ingresso (Recrutamento)

O ingresso ou recrutamento refere-se ao número de novas árvores que atingiram um tamanho mínimo de amostragem definido quando da realização da primeira avaliação da floresta. A quantidade de ingressos varia com a composição de espécies e com o grau de perturbação no dossel. Pequenas perturbações, tais como aquelas resultantes da queda de uma árvore ou galho, não levam ao crescimento acentuado de grande número de novos indivíduos. Se a clareira for de pequeno tamanho, o ingresso não é abundante porque normalmente espécies de crescimento lento e tolerantes a sombra ocupam a clareira. Inversamente, perturbações maiores tais como aquelas causadas pela exploração, geralmente resultam em germinação e crescimento de grande número de espécies pioneiras de rápido crescimento, que logo atingem o tamanho mínimo de medição (GOMIDE, 1997).

3.2.2 Mortalidade

Nas florestas, as árvores morrem continuamente, fato esse comprovado pela típica distribuição diamétrica em “J -invertido” apresentada, indicando que apenas uma pequena fração da regeneração sobreviverá até atingir maiores dimensões (SCHAAF, 2001). A mortalidade pode ser causada por diversos fatores: idade, doenças ou pragas, eventos ou condições climáticas, competição, fogo e traumas mecânicos, entre outros. Refere-se ao número de árvores que foram medidas inicialmente e que morreram durante o intervalo de crescimento até a próxima medição (SANQUETTA, 1996).

A mortalidade das árvores pode ser classificada em dois tipos: mortalidade regular, que inclui todas as formas que são esperadas de ocorrer, normalmente causadas pela competição e supressão, idade, incidência de pragas, efeitos climáticos, entre outros, e mortalidade irregular ou por catástrofes, que inclui outras formas catastróficas de mortalidade (VANCLAY, 1994).

CARVALHO (1997) cita que o padrão de mortalidade natural no tempo e no espaço está fortemente relacionado à máxima longevidade das árvores, distribuição em classes diamétricas, densidade das espécies, e tamanho e número de aberturas no dossel da floresta. Em relação ao porte dos indivíduos, aponta que espécies emergentes apresentam taxa anual de mortalidade mais baixa, enquanto que espécies do sub-bosque apresentam taxas mais elevadas.

Em formações vegetais naturais não perturbadas, os indivíduos mortos são continuamente substituídos por novos indivíduos oriundos da regeneração natural, promovendo um equilíbrio dinâmico da floresta. A morte de um indivíduo gera condições favoráveis para um aumento da taxa de crescimento das árvores vizinhas.

3.2.3 Crescimento (Incremento)

Entende-se por crescimento de uma floresta as mudanças ocorridas no tamanho das árvores durante um determinado período de tempo e se dá pela atividade dos indivíduos vivos, sendo que a sua somatória não reflete o crescimento da floresta como um todo, pois existem as árvores que morrem e que ingressam durante o período de crescimento (GAUTO, 1997). PRODAN et al. (1997) definem crescimento como o incremento gradual de um organismo, população ou objeto em um certo intervalo de tempo. O crescimento acumulado até uma idade determinada representa a produção até esta idade.

De acordo com CARVALHO (1997), pode existir uma variação de crescimento entre as espécies, assim como dentro de uma mesma espécie, devido a diferenças que há nos tamanhos, grau de iluminação das copas e influência de fatores genéticos. De um modo geral, as espécies heliófilas (intolerantes à sombra) crescem mais rápido e, em relação ao tamanho, geralmente as árvores maiores crescem mais em diâmetro do as árvores de menor porte (fato este explicado pela maior probabilidade de terem suas copas completamente expostas à luz, obtendo maior crescimento).

O crescimento é influenciado pela capacidade genética das espécies (genótipo) e sua interação com o ambiente (fenótipo), incluindo fatores climáticos (temperatura, precipitação, vento e insolação), pedológicos (características físicas, químicas e microorganismos), topográficos (declividade e elevação) e competição (PIZATTO, 1999).

3.2.4 Prognose da Dinâmica com o Uso de Matrizes de Transição

A prognose consiste em estimar o comportamento de algumas variáveis da floresta em um tempo futuro baseado em informações coletadas em momentos passados.

Quanto à técnica a ser utilizada para a prognose da dinâmica da vegetação, nos modelos não espaciais por classe de povoamento, que são os que expressam o desenvolvimento do povoamento pela descrição da evolução das distribuições diamétricas, a literatura cita três métodos fundamentais: a) funções probabilísticas, onde a evolução das classes é expressa por funções probabilísticas e os coeficientes são calculados como funções das características dos povoamentos; b) processo de difusão, que expressa a dinâmica das classes, tais como crescimento, mortalidade e recrutamento, simultaneamente em função do tempo e das próprias dimensões das classes, utilizando equações diferenciais como Kolmogorov forward, Fokker-Plank e Forster equation; c) matrizes de transição, que usa a probabilidade de mudanças de classes diamétricas entre as medições para projetar a distribuição diamétrica futura (SANQUETA, 1996). Esta técnica é facilitada por aceitar dados simples (apenas 2 medições), apresentando como pontos desfavoráveis o fato de necessitar razoável quantidade de dados para fornecer estimativas confiáveis, e que mudanças na estrutura da floresta muitas vezes não são refletidas pelas probabilidades de transição.

A evolução dinâmica temporal de florestas pode ser sumarizada e prognosticada eficientemente por matrizes de transição. O modelo matricial de transição é um instrumento de prognose de eventos que caracterizam estados definidos de desenvolvimento que passam, a partir de um estado inicial, por uma seqüência de estados, onde a transição entre os estados ocorre segundo uma certa probabilidade (EISFELD et al., 2001).

De acordo com SCOLFORO (1998), dentre os modelos por classe de diâmetro, a cadeia de Markov ou matriz de transição é um importante instrumento para

viabilizar a prognose da produção em florestas. A prognose a partir desse método é feita pela estimativa da probabilidade de transição dos diâmetros entre classes diamétricas, ou seja, projeta-os para o futuro a partir da matriz de probabilidade de transição. As probabilidades da matriz de transição em um determinado período de medição são obtidas pela razão das mudanças ocorridas numa classe diamétrica, tais como: árvores que mudaram de classe, árvores mortas e árvores que permaneceram na classe, pelo número de árvores existentes na classe diamétrica em questão no início do período de crescimento.

A matriz de transição é um processo estocástico utilizado para estudar fenômenos que passam, a partir de um estado inicial, por uma seqüência de dados, onde a transição de um determinado estado ocorre segundo uma certa probabilidade. Os pontos mais importantes na montagem da chamada cadeia de Markov são a definição de estados do sistema e a construção da matriz de transição probabilística (HOYOS, 1980). De acordo com ENRIGHT e OGDEN¹, citados por EISFELD et al. (2001), o único requisito para a utilização do modelo matricial é que a população possa ser dividida em estados ou compartimentos, e que haja a probabilidade de movimento de um estado para outro no tempo.

De acordo com SANQUETTA (1996), nas matrizes de transição utiliza-se o critério de separar árvores de uma certa classe diamétrica que avançam uma, duas ou mais classes consecutivas daquelas que permanecem na mesma classe ou morrem durante um intervalo de tempo. Essa dinâmica nas classes determina as probabilidades que constituem os elementos da matriz de transição.

LOWELL e MITCHELL (1987) apresentam três importantes limitações do método: 1) uma única qualidade de sítio é assumida embora na prática a dinâmica da

¹ ENRIGHT, N. e OGDEN, J. *Applications of transition matrix models in forest dynamics: Araucaria in Papua New Guinea and Nothofagus in New Zealand*. Australian Journal of Ecology, n. 4, p. 3-23. 1979.

população varia com o sítio; 2) qualquer árvore é tratada da mesma maneira independentemente das características particulares da floresta; 3) a estrutura da floresta é ignorada no sentido da dinâmica da população ser considerada a mesma, quer seja esta com idade uniforme ou com múltiplas idades, quer seja formada de uma única espécie ou de várias espécies.

EISFELD et al. (2001) utilizaram medições de 1995 e 2001 em parcelas instaladas na Floresta Ombrófila Mista Montana em São João do Triunfo, Paraná, para realizar simulações utilizando matrizes de transição. As árvores foram divididas em classes diamétricas e, utilizando as remedições, avaliadas as probabilidades de uma árvore mudar de classe, morrer ou haver uma árvore ingressa. Assim foi possível realizar uma prognose da produção nos anos de 2007, 2013, 2019 e 2025.

3.2.5 Outros Trabalhos de Dinâmica da Vegetação já Realizados

PIZZATO (1999) utilizou 3,5 ha de área amostrada em São João do Triunfo (PR), em área onde ocorre a Floresta Ombrófila Mista Montana, para realizar seu estudo de dinâmica, utilizando 2 medições: em 1995 e 1998. Encontrou um incremento periódico anual em diâmetro de 0,18 cm/ano e em área basal, de 0,3458 m²/ha/ano, representando um aumento de 1,20% ao ano em relação ao valor de área basal obtido em 1995. A mortalidade foi de 1,49% ao ano (0,2915 m²/ha/ano em termos de área basal) e o ingresso foi de 3,5% ao ano (0,1957 m²/ha/ano em área basal). A densidade da floresta aumentou 6,05% no período, ou seja, 2,02% ao ano.

Em pesquisa realizada em um trecho de Floresta Ombrófila Mista Montana, DURIGAN (1999) avaliou a dinâmica pela análise do crescimento, ingresso e mortalidade no período de 1997 a 1998, utilizando 4 parcelas de 1 ha cada. Como resultados obteve um aumento de 1,41% no número total de indivíduos, com um ingresso de 1,62% e mortalidade de 0,21%. O incremento corrente anual em diâmetro foi, em média, de 0,34 cm/ano.

SCHAFF (2001) realizou seu trabalho no município de São João do Triunfo (PR), onde existiam 9 hectares (9 parcelas de 1 ha cada) amostrados em 1979 e que foram remedidos em 2000, ou seja, 21 anos depois. Avaliou a composição florística e a fitossociologia nas duas ocasiões, além da estrutura diamétrica, crescimento, ingresso e mortalidade. Em 1979 havia 51 espécies e 29 famílias, enquanto em 2000 foram encontradas 55 espécies e 31 famílias. Obteve uma mortalidade de 24,05% e um ingresso de 27,71% dos indivíduos. Quanto à área basal, houve um aumento da ordem de 21,40% em relação à medição anterior. O crescimento médio de cada indivíduo foi de 5,30 cm (0,25 cm/ano) em diâmetro e 0,02882 m² em área basal.

CORAIOLA (2002), em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual no município de Cássia – MG, realizou a análise da dinâmica utilizando 9 parcelas de 1 ha cada, remedidas 5 anos após a primeira avaliação (1996-2001). Quanto à densidade, obteve um aumento de 5,31% no número de indivíduos, com um incremento periódico anual de 0,51 cm/ano, sendo constatada mortalidade de 12,37% e ingresso de 23,20% no final do período analisado.

3.3 BIOMASSA

O termo biomassa é definido como a massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, vegetal ou animal. Na área florestal pode significar toda massa existente na floresta ou em algum compartimento que a compõe, sendo também utilizado o termo fitomassa para referir-se a biomassa de origem vegetal (BROWN, 1997; SANQUETTA, 2002). Por ser o mais empregado nas discussões a respeito deste tema, será utilizado nesta pesquisa o termo biomassa.

A biomassa, quando medida em quantidade de peso de matéria seca por unidade de superfície e tempo, representa a produtividade primária dos ecossistemas. Esse parâmetro é fundamental na determinação da potencialidade produtiva em termos

de aproveitamento energético e, em termos ecológicos, para definir sistemas de armazenamento de energia renovável (BAREMBUEM, 1988).

O acúmulo de biomassa é afetado por fatores ambientais e por fatores inerentes à própria planta (todos aqueles que afetam a fotossíntese e a respiração), sendo os principais: luz, temperatura, concentração de CO₂ do ar, umidade e fertilidade do solo, fungicidas, inseticidas e doenças, além de fatores internos que incluem a idade das folhas, sua estrutura e disposição, distribuição e comportamento dos estômatos, teor de clorofila e acumulação de hidratos de carbono (CALDEIRA, 2001).

A medição de biomassa é um instrumento útil na avaliação de ecossistemas devido a sua aplicação na avaliação da produtividade, conversão de energia, ciclagem de nutrientes, absorção e armazenamento de energia solar, possibilitando conclusões para exploração racional dos mesmos (CAMPOS, 1991).

3.3.1 Técnicas de Amostragem de Biomassa

Os métodos de medição de produtividade de um ecossistema, envolvendo medição de biomassa arbórea, podem ser agrupados em três tipos, sendo que o primeiro utiliza como base a árvore média e está necessariamente relacionado a povoamentos homogêneos; o segundo baseia-se na produção proporcional, aplicada a comunidades arbustivas e a sub-bosques; e um terceiro tipo, baseado em estimativas por análise de regressão, aplicado a florestas (WHITTAKER e WOODWELL, 1971², citados por CAMPOS, 1991).

Todo procedimento quantitativo como o de um inventário de biomassa deve se fundamentar em uma amostragem que seja representativa, ou seja, a amostra deverá

² WHITTAKER, R.H.; WOODWELL, G.M. Measurement of net primary production of forest. In: *UNESCO – Productivity of forest ecosystems*. Proceedings Brussels Symposium, 1971.

refletir de forma fidedigna e sem tendências a população amostrada, no caso a floresta. Por isso, na quantificação de biomassa é indispensável utilizar métodos e processos de amostragem adequados para que seja possível obter estimativas confiáveis (SANQUETTA, 2002).

Na maioria dos casos é necessária uma amostragem destrutiva para estimativa correta de biomassa. Normalmente, a biomassa arbórea é medida a partir de seus componentes, sendo que a separação e especificação desses componentes variam de acordo com o tipo de povoamento ou floresta e os objetivos a serem alcançados. Esta variação pode incluir ou excluir alguns componentes específicos, tais como flores, frutos ou detalhar outros como raízes e galhos, subdividindo em raízes finas e grossas ou galhos com idades e espessuras diferentes (CAMPOS, 1991).

Existem métodos diretos e indiretos de obtenção da biomassa. Os métodos diretos implicam em determinações, ou seja, necessitam a medição da biomassa existente em cada compartimento desejado. Já os indiretos, utilizam variáveis de mais fácil obtenção para a estimativa da biomassa utilizando modelos matemáticos anteriormente testados.

Genericamente, os métodos diretos de amostragem de biomassa podem ser divididos em: a) Método da árvore individual, onde são escolhidas árvores a serem avaliadas quanto à biomassa. Este método possui algumas variações, podendo ser escolhida a árvore média (com diâmetro, altura ou área basal médios) do local a ser analisado, ou árvores representativas de cada classe diamétrica, abrangendo toda a distribuição de classes existentes na floresta e indicado para povoamentos monoespecíficos; e b) Método da parcela, que consiste em determinar toda a biomassa da floresta pelo do corte e pesagem de todas as frações envolvidas, dentro de uma determinada área, procedimento este determinado “corte total” (SANQUETTA, 2002).

O método da árvore individual, utilizando a árvore média do povoamento, começou a ser desenvolvido durante as décadas de 60 e 70, selecionando a árvore com área basal média do local de estudo, pois esta tende a ter uma boa correlação com a

biomassa. Sua principal vantagem é a facilidade de uso, além de poder fornecer boas estimativas e não necessitar de procedimentos computacionais avançados. Porém, possui a desvantagem de não fornecer a estimativa do erro, já que não se trabalha com repetições (MACDICKEN, 1997).

ANDRAE e KRAPPENBAUER (1982), após a realização do inventário florestal, escolheram 12 árvores vivas que representassem a variação das dimensões no povoamento, sendo medida a projeção da copa e amostras da vegetação inferior, além do diâmetro a altura do peito e altura já obtidos anteriormente. Também foram analisados 4 indivíduos mortos. As árvores escolhidas foram derrubadas, sendo determinado o peso de matéria verde das diferentes frações e colhidas amostradas para determinação do peso de matéria seca.

SCHUMACHER et al. (2002) utilizaram o método da árvore individual (árvore média da classe diamétrica), onde foram inventariadas algumas parcelas, divididas em classes de diâmetro e selecionada a árvore média de cada classe, sendo esta analisada quanto à biomassa em seus diversos compartimentos. Segundo MACDICKEN (1997), quando se utiliza o método árvore média de cada classe diamétrica, aumenta-se a precisão do método, sendo calculada a biomassa separadamente para cada classe, para depois fornecer a biomassa total da área.

CALDEIRA (2001) utilizou 4 parcelas que foram inventariadas e, segundo os resultados obtidos, divididas em classes diamétricas, sendo selecionada uma árvore de cada classe para avaliação de biomassa. Foram analisados os seguintes compartimentos: folhas, galhos vivos e mortos, madeira e casca. Pelos modelos de regressão, onde foram utilizadas nove árvores representativas das classes diamétricas, estimou-se a biomassa dos diferentes componentes daquelas árvores que não foram amostradas em cada parcela.

Quanto aos resultados obtidos em levantamentos de biomassa florestal, existem alguns valores citados na literatura.

DAUBER et al. (2000), em pesquisa realizada nas florestas da Bolívia, citam que a biomassa aérea total do estrato arbóreo varia de 97 a 171 t/ha entre as regiões analisadas. O carbono armazenado na parte aérea é proporcional e varia de 49 a 86 t/ha, com intervalo de confiança entre 36 e 114 t/ha de C.

BROWN e LUGO (1992a) citam estimativas de biomassa baseadas em inventários florestais realizados no Brasil entre 1954 e 1960, em Belém e Manaus, que reportam valores de biomassa entre 175 e 397 t/ha (média de 298 t/ha).

Os mesmos autores mostram estimativas baseadas em inventários do projeto RADAM (no qual foram amostrados todas as árvores com diâmetro mínimo de 30 cm), na floresta densa, aberta e de transição da Amazônia brasileira, onde foram obtidos valores entre 166 e 332 t/ha (média de 227 t/ha).

BROWN et al. (1989) mostram que, na Ásia, foram obtidos valores que variam de 36 t/ha em uma floresta secundária jovem no Sri Lanka, a até 382 t/ha em uma floresta montana de alto nível produtivo na Malásia. Já em florestas primárias em Camarões e Guiana Francesa foram obtidos valores de quase 300 t/ha.

No que tange aos compartimentos analisados, BROWN e LUGO (1992b) consideram que a biomassa das herbáceas, arbustos e trepadeiras é geralmente muito pequena, da ordem de 3% ou menos da biomassa aérea considerada. Já a biomassa das raízes pode variar entre 10 e 50%, sendo considerado como um valor médio 17%. Ela é influenciada pela composição florística, tipo de solo, fertilidade do solo e regime hídrico. A determinação da biomassa das raízes é difícil, fazendo com que tenhamos poucas informações a esse respeito.

Quanto à obtenção do estoque de carbono nas florestas estudadas, BROWN e LUGO (1992b) afirmam que a quantidade de carbono é de 50% do valor total da biomassa seca. Já SCHUMACHER (2002) cita que utilizar este percentual de 45 ou 50% superestima a quantidade de carbono na maioria dos compartimentos.

3.3.2 Modelagem da Biomassa (Método indireto)

A modelagem é considerada um método indireto e, segundo SALATI (1994), é utilizada para estimar a biomassa de áreas florestais de grande extensão. Dependendo das informações disponíveis, são usadas relações empíricas entre a biomassa e algumas outras variáveis, obtendo valores que serão extrapolados para a floresta como um todo.

Todos os sistemas de inventário, instrumentos e técnicas utilizados para estimativas volumétricas podem ser usados em estudos de biomassa, pois utilizam as mesmas dimensões da árvore (diâmetro e altura) como variável independente (YOUNG, 1973).

Quanto às variáveis que devem ser utilizadas nos ajustes, o diâmetro das árvores ou o diâmetro combinado com a altura parecem ser suficientes para descrever a biomassa de qualquer componente da árvore. Adicionar variáveis como comprimento ou largura de copa geralmente aumenta o coeficiente de correlação, mas é incerto que essa melhora justifique o gasto adicional de tempo e dinheiro para a obtenção dessas variáveis, que são consideradas de difícil obtenção (KRUMLIK, 1973).

As variáveis diâmetro e altura total (HT) são altamente correlacionadas, possibilitando a obtenção de bons ajustes utilizando-se apenas o DAP como variável independente nas estimativas de volume, peso do tronco, peso da copa e seus respectivos componentes (SILVA, 1996).

De acordo com BROWN e LUGO (1992a), os modelos utilizados para estimativas de biomassa e carbono na década de 80 e início dos anos 90 apresentam muitos problemas, sendo todas as florestas tropicais do mundo divididas em 2 ou 3 classes, e os dados de biomassa que geram toda a estimativa global são referentes a estudos restritos a poucos hectares.

Esses mesmos autores afirmam que as estimativas de biomassa são geográfica e temporalmente variáveis, sendo inaceitável a utilização de um número fixo para regiões como a Amazônia, que possuem uma grande diversidade de situações. Sugerem que sejam realizadas pesquisas em uma escala maior e mais pontuais, contemplando as características de cada ambiente e levando a identificar as diferenças entre as diversas situações, além de minimizar os erros cometidos pela adoção de uma visão mais global a respeito do tema.

A relação alométrica $P_s = a \cdot x^k$ é uma boa maneira de relacionar a biomassa e outras variáveis da floresta, mas também há outros modelos que vêm sendo propostos para esse objetivo (WENDLING, 1998):

$$P_s = a + b \cdot DAP + c \cdot DAP^2$$

$$P_s = a + b \cdot DAP + c \cdot DAP^2 H_t$$

$$P_s = a + b \cdot DAP + c \cdot DAP^2 + d \cdot DAP^2 H_t$$

$$P_s = a + b \cdot DAP^2 + c \cdot DAP^2$$

$$P_s = a + b \cdot DAP + c \cdot H_t$$

$$P_s = a + b \cdot DAP + c \cdot DAP^2$$

$$P_s = a \cdot DAP^b \cdot H^c$$

onde: a, b, c e d = coeficientes estimados por regressão;

P_s =Peso de matéria seca;

H_t =Altura total;

DAP=diâmetro à altura do peito.

KRUMLIK (1973) testou dois modelos em seus estudos de biomassa: um linear $P_s = a + bx$ e um exponencial $P_s = a \cdot x^b \cdot c^x$, que, usando a transformação logarítmica, pode ser assim escrito: $\log P_s = b_0 + b_1 \log x + b_2 x$, onde x é a variável independente (foram usados DAP, altura total, comprimento de copa, largura de copa e área basal).

ANDRAE e KRAPFENBAUER (1982), em seu estudo com *Eucalyptus saligna*, ajustaram alguns modelos e decidiram que, neste caso, as equações que melhor estimariam a biomassa seriam:

$$\text{Folhas: } Ps = 4219,7 - 122,11 * DAP + 1,1949 * DAP^2, (R^2=0,979);$$

$$\text{Galhos vivos: } Ps = -711,03 + 0,61049 * DAP^2, (R^2 = 0,842);$$

$$\text{Galhos mortos: } Ps = -314,45 + 15,507 * DAP, (R^2=0,808);$$

$$\text{Madeira: } Ps = -810,44 + 1,5119 * DAP^2, (R^2 = 0,988);$$

$$\text{Casca: } Ps = -1487,5 + 43,626 * DAP, (R^2 = 0,964).$$

Em novo estudo realizado pelo primeiro autor nas mesmas condições (ANDRAE, 1982), as equações resultantes foram as seguintes:

$$\text{Folhas: } Ps = 0,23045 + 0,00059 * DAP^2 * Ht, (R^2=0,986);$$

$$\text{Galhos vivos: } Ps = 1,38737 + 0,00322 * DAP * H + 0,00006 * DAP^2 * Ht^2, \\ (R^2=0,976);$$

$$\text{Galhos mortos em árvores vivas: } \ln Ps = -5,0409 + 1,04172 * \ln(DAP * Ht), \\ (R^2=0,951);$$

$$\text{Galhos mortos em árvores mortas: } \ln Ps = -0,68013 + 0,22567 * DAP, (R^2=0,928);$$

$$\text{Madeira do tronco em árvores vivas: } \ln Ps = -3,33378 + 0,67762 * \ln(DAP * Ht) + \\ 0,11238 * (\ln(DAP * Ht))^2, (R^2=0,992);$$

$$\text{Madeira do tronco em árvores mortas: } Ps = -7,1873 + 1,9673 * DAP, (R^2=0,882);$$

$$\text{Casca do tronco para árvores vivas: } \ln Ps = -5,50762 + 1,04974 * \ln(DAP * Ht) + \\ 0,04968 * (\ln(DAP * Ht))^2, (R^2=0,990);$$

$$\text{Casca do tronco para árvores mortas : } Ps = -1,3347 + 0,36366 * DAP, (R^2=0,835);$$

$$\text{Madeira do toco: } \ln Ps = -2,22632 + 0,36782 * DAP - 0,00632 * DAP^2, (R^2 = 0,977);$$

$$\text{Casca do toco: } \ln Ps = -5,36313 + 1,12875 * DAP^{0,5}, (R^2=0,838);$$

$$\text{Raízes grossas: } \ln Ps = -1,88359 + 0,04213 * DAP^{0,5} * Ht, (R^2= 0,931)$$

$$\text{Raízes finas: } \ln Ps = -1,65631 + 0,08706 * DAP, (R^2=0,810).$$

Deve-se ressaltar que nos dois estudos desse autor não são citados os erros padrões da estimativa (S_{yx}), estatística de grande importância e que deve ser avaliado na escolha de um modelo.

BROWN et al. (1986) realizaram avaliações em plantações de espécies tropicais com diversos graus de desenvolvimento (7 classes de idade, variando de 0 a mais de 40 anos) em 76 países (dados provêm da FAO – Food and Agriculture Organization). Foram calculados os volumes, sendo ajustados modelos de regressão lineares (volume x idade). Após essa etapa, as biomassas foram calculadas multiplicando-se o volume pela densidade média de cada espécie, sendo feitas análises por classes de idade e por grupo de espécies, sendo que a biomassa das folhas, galhos e raízes foram consideradas insignificantes pelos autores. Estimam que a biomassa total das plantações é de $0,65 \times 10^9$ a $2,22 \times 10^9$ toneladas, sendo que a maior parte da biomassa (79%) está nos plantios entre 6 e 30 anos de idade.

BROWN et al. (1989) testaram um rol de modelos para estimar a biomassa total sobre o solo para árvores individuais na Amazônia, baseado no DAP, altura total e densidade básica da madeira. Os modelos testados foram os seguintes:

$$Ps = \beta_1 + \beta_2 * DAP + \beta_3 * DAP^2$$

$$Ps = \beta_1 + \beta_2 * (DAP^2 * Ht)$$

$$Ps = \beta_1 + \beta_2 * (DAP^2 * Ht * S)$$

$$\ln Ps = \beta_1 + \beta_2 * \ln DAP$$

$$\ln Ps = \beta_1 + \beta_2 * \ln(DAP^2 * Ht)$$

$$\ln Ps = \beta_1 + \beta_2 * \ln(DAP^2 * Ht * S)$$

onde: Ps= Peso de matéria seca;

DAP= diâmetro à altura do peito, em centímetros;

Ht= Altura total em metros;

S= Densidade básica da madeira em g/cm³.

Constataram que fatores climáticos locais afetam bastante as estimativas de biomassa. Foram feitas amostragens em áreas tropicais úmidas, méxicas (transição) e tropicais secas, obtendo-se valores da ordem de 194,8 t/ha; 108,14 t/ha e 70,71 t/ha, respectivamente.

Para estimativa de madeira, casca, galhos vivos e folhas de *Acacia mearnsii*, no município de Butiá/RS, CALDEIRA (2001) utilizou o modelo $\ln Y = a + b * \ln DAP$; já para a estimativa da biomassa de galhos mortos o modelo foi $\ln Y = a + b * \ln DAP + c * \ln H$, onde $\ln Y$ é o logaritmo natural do peso seco (biomassa) dos componentes, em kg; a, b e c são coeficientes do modelo e $\ln DAP$ é o logaritmo natural do diâmetro à altura do peito com casca (em centímetros) e $\ln H$ é o logaritmo natural da altura total em metros.

LOGUERCIO e DEFOSSÉ (2001) desenvolveram equações para estimativa da biomassa aérea de *Nothofagus pumilio* Krasser, uma das espécies mais importantes das florestas nativas andino-patagônicas na Argentina, utilizando o seguinte modelo: $Y = a + b * DAP + c * DAP^2$ e $Y = a + b * DAP^2 * H$.

Os métodos indiretos obviamente não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia das equações. Portanto, devem ser empregados juntamente com os métodos diretos de determinação de biomassa, tendo cuidado de avaliar as equações por meio das estatísticas indicadoras de qualidade de ajuste (S_{yx} , R^2 , etc.), além de um exame gráfico do comportamento dos resíduos (SANQUETTA, 2002).

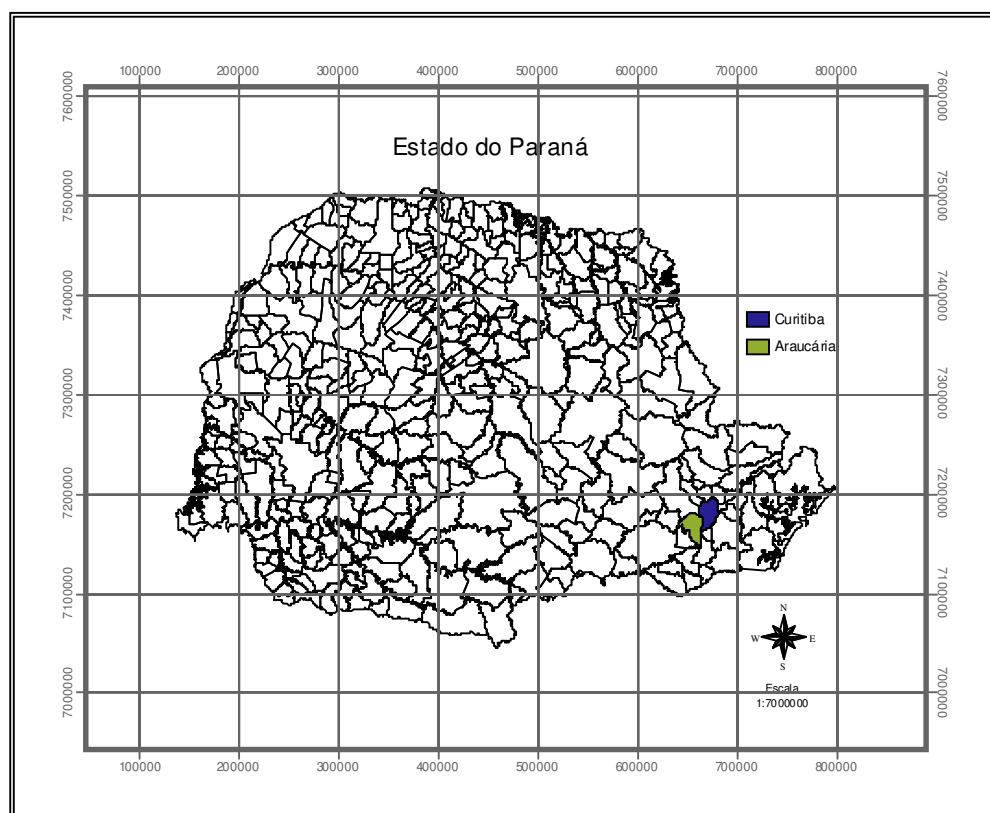
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização

A área estudada está localizada próximo à Refinaria Presidente Getúlio Vargas, pertencente à Empresa de Petróleos Brasileiros (Petrobrás), na porção centro-sul do primeiro planalto paranaense, município de Araucária (Figuras 01 e 02), tendo como coordenadas aproximadas $25^{\circ}35'12''$ S e $49^{\circ}20'45''$ W.

FIGURA 01 – Localização do município de Araucária no Estado do Paraná



O acesso principal à refinaria a partir da Curitiba é feito pela BR 476, poucos quilômetros antes da região central de Araucária, seguindo então por uma estrada não pavimentada, passando pela usina termoeétrica a base de gás natural (UEG Araucária) e chegando até a margem direita do rio Barigüi, na divisa com o município de Curitiba (FIGURA 03).

FIGURA 02 – Localização da área de estudo no município de Araucária, PR

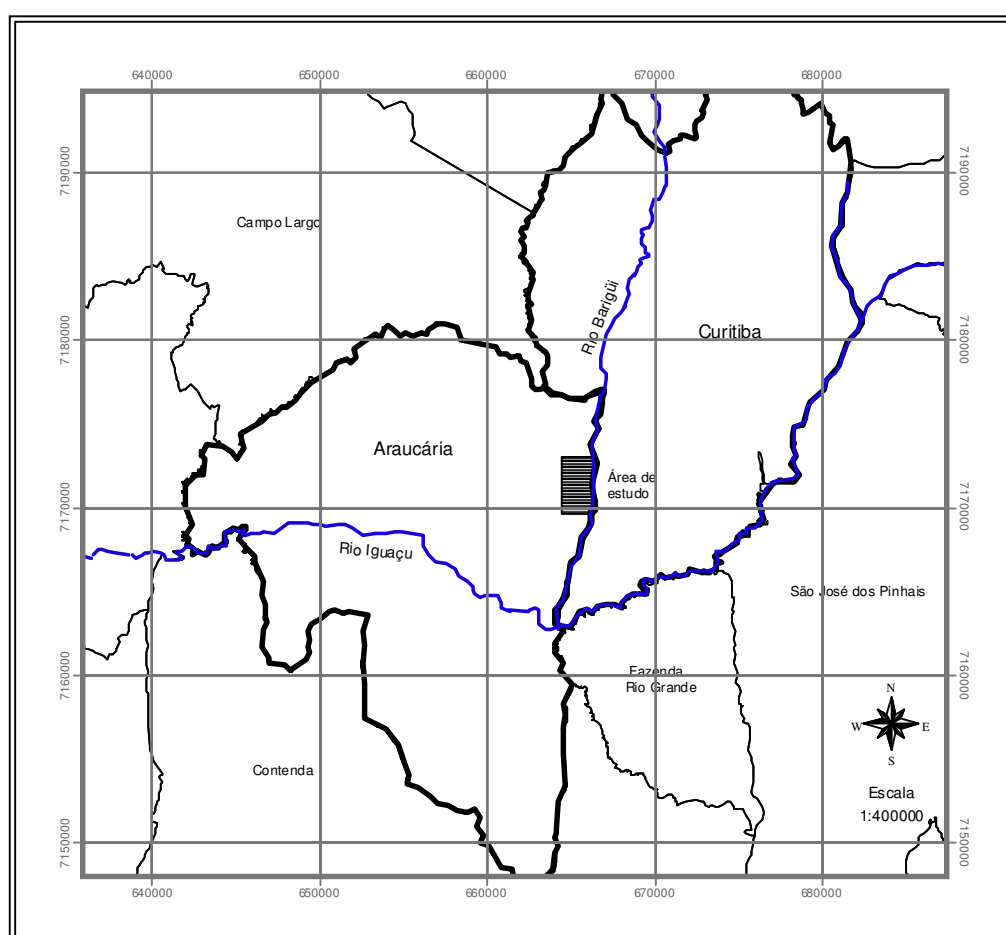


FIGURA 03 – Fotografia aérea (2002) com detalhamento da área analisada



4.1.2 Solos

A área está estabelecida em uma planície, no reverso do dique marginal do rio Barigüi, possuindo solo de origem alúvio-coluvionar formado por sedimentos de fina granulometria denominado gleissolo (BARDDAL, 2002). Os gleissolos compreendem os solos hidromórficos, constituídos por material mineral, apresentando horizonte glei dentro dos primeiros 50 centímetros da superfície do solo ou a profundidades entre 50

e 125 cm, desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E, ou precedidos por horizonte B incipiente, B textural ou C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução. Os solos dessa classe são permanente ou periodicamente saturados por água e geralmente desenvolve-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais alúvio-coluvionares sujeitos a condições de hidromorfia, sendo possível sua ocorrência em: áreas de terreno plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões, ou eventualmente em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea (EMBRAPA, 1999).

Segundo levantamento semidetalhado da várzea do rio Iguazu (RAUEN et al., 1994 ³, citado por BARDDAL, 2002), o solo tem horizonte diagnóstico húmico e pouco húmico e subsuperficial glei. Esse último é argiloso e de consistência muito dura quando seco e muito plástico e pegajoso quando molhado, pouco poroso e de baixa condutividade hídrica, que determina sua reduzida permeabilidade, resultando acúmulo de água na superfície, ou próximo dela, nos períodos mais chuvosos. Sobre estes solos, ocorrem vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea.

³ RAUEN, M.J.; FASOLO, P.S.; POTTER, R.O.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P.; HOCHMULLER, D.P.; CURCIO, G.R.; RACHWAL, M.F.G. Levantamento semidetalhado dos solos da várzea da bacia do Iguazu. In: *Potencial de uso agrícola das áreas de várzea no estado do Paraná: bacias hidrográficas dos rios das Cinzas e Laranjinha, Iapó, Iguazu, Piquiri, Pirapó, Tibagi e litoral*, v.2. Londrina: IAPAR, 1990.

4.1.3 Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região onde se localiza a área de estudo apresenta clima Cfb, caracterizado por ser mesotérmico, sempre úmido (com chuva todos os meses do ano) e verões brandos (temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C), sendo o clima típico do Planalto Meridional brasileiro. Segundo BARDDAL (2002), o local estudado é influenciado, mesmo que de forma amena, pela umidade e calor do oceano, do qual dista cerca de 100 km.

Dados do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR, 2000) mostram as seguintes características climáticas:

Temperatura média anual: 16 a 17 °C;

Trimestre mais quente: Dez/Jan/Fev – 23 a 24 °C;

Trimestre mais frio: Jun/Jul/Ago – 12 a 13 °C;

Precipitação anual: 1400 a 1600 mm/ano;

Trimestre mais chuvoso: Dez/Jan/Fev – 400 a 500 mm;

Trimestre menos chuvoso: Jun/Jul/Ago – 250 a 350 mm;

Evapotranspiração anual: 800 a 900 mm/ano;

Maior evapotranspiração: Janeiro – 3,5 a 4,0 mm/dia;

Menor evapotranspiração: Mai/Jun/Jul – 1,0 a 1,5 mm/dia;

Umidade Relativa: 80 a 85%.

4.1.4 Hidrografia Local

O principal corpo d'água no local é o rio Barigüi, que possui suas nascentes na região norte do município de Almirante Tamandaré, percorrendo alguns quilômetros até entrar em Curitiba, cortando esta cidade e servindo como divisa com Araucária, de onde segue para desaguar no rio Iguaçu. É considerado um dos principais afluentes de margem direita no terço superior do rio Iguaçu.

Nesse trecho, o rio Barigüi teve seu curso retificado em meados da década de 60, por ação do Departamento Nacional de Obras de Saneamento, visando propiciar maior vazão e minimizar o efeito de enchentes. Também existe o arroio Saldanha, pequeno tributário com pouco mais de 2,2 km de extensão em linha reta, que corta a área de estudo em direção ao rio principal, além de um dreno linear aberto até a grande várzea do local.

4.1.5 Vegetação

Apesar da grande modificação sofrida na área da refinaria, sobretudo nos interflúvios, a vegetação da área estudada encontra-se em bom estado de conservação, mantendo, em grande parte, as características originais da Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Esta questão será abordada com mais profundidade na discussão dos resultados obtidos que, salvo pela presença de alguns elementos estranhos à florística original, indicam uma vegetação sem aparente interferência humana. Porém, é possível que a estrutura tenha sido alterada após a modificação do curso e do leito original do rio Barigüi, já que a legitimidade hídrica local foi, em parte, alterada.

Outro aspecto que descaracteriza o comportamento hídrico das planícies do primeiro planalto paranaense, de forma geral, é a presença de um dique marginal artificial de grande porte decorrente de dragagem, o qual dificulta em muito o extravasamento do leito retificado (BARDDAL, 2002).

4.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

4.2.1 Dinâmica da Vegetação

A análise da dinâmica da vegetação teve início pelo aproveitamento das parcelas alocadas e dos dados obtidos por BARDDAL (2002) em sua pesquisa na área

anteriormente descrita. Este trabalho foi conduzido no ano de 2001, sendo efetuado um levantamento fitossociológico por meio de 20 parcelas permanentes de 100 m² (10x10m), todas alocadas sobre a mesma classe de solo (Gleissolo), sendo amostrados e identificados com plaquetas metálicas todos os indivíduos arbóreos com perímetro à altura do peito (PAP) maior que 15cm. Para cada indivíduo incluído nas amostras foi medido: PAP, altura total, ponto de inversão morfológica, forma do fuste, forma da copa e feita a identificação da espécie, quando possível. Por ocasião desta pesquisa, estas mesmas parcelas foram remedidas em 2003, sendo que, de posse das fichas de campo do levantamento anterior, foram elaboradas novas fichas contendo os dados para localização das árvores, seu valor de PAP, espaços para remedição e observações.

No momento da remedição foi feita a confirmação da identificação da espécie amostrada. Em caso de dúvida, procedeu-se a coleta do indivíduo para posterior identificação junto aos herbários do Departamento de Botânica (UPCB), Museu Botânico Municipal (MBM) e Herbário da Escola de Florestas da UFPR (EFC) e/ou consulta a especialistas. Este mesmo procedimento foi utilizado para os indivíduos ingressos, ou seja, aqueles não amostrados na primeira avaliação.

Esses dados obtidos foram digitados em software *Excel for Windows*[®] para posteriores análises.

4.2.2 Biomassa

Nas proximidades da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – PETROBRÁS – foi construída uma usina termoeletrica a base de gás natural (UEG Araucária), em uma parceria entre a empresa norte-americana *El Paso* e as nacionais Copel e Petrobrás, e, para o escoamento de sua produção, foi necessária a construção de uma linha de transmissão, sendo que uma das torres desta linha foi projetada sobre a área de Floresta Ombrófila Mista Aluvial já descrita. Após a liberação para retirada da vegetação desta área pelos órgãos ambientais responsáveis do Estado do Paraná, foi

obtida licença para a um estudo de biomassa neste local, segmentado da seguinte forma:

4.2.2.1 Vegetação arbórea

Considerou-se como vegetação arbórea todos os indivíduos com perímetro a altura do peito (PAP – 1,30m) acima de 15 centímetros. Seguindo tal critério, foram delimitadas duas parcelas de 100 m² cada para este segmento do estudo, onde foram derrubados, segmentados e pesados 96 indivíduos dentre aqueles incluídos nas parcelas. Os indivíduos restantes (12) cuja biomassa não foi medida, tiveram esta variável estimada após o ajuste de modelos matemáticos apropriados.

Os indivíduos foram divididos em compartimentos, sendo estes submetidos a pesagem (Balança Micheletti, capacidade máxima 150kg e precisão de 50g), medição e tiveram amostras coletadas conforme a descrição a seguir:

- a) Folhas;
- b) Frutos e sementes;
- c) Galhos finos (menores que 1cm de diâmetro);
- d) Galhos grossos (maiores que 1cm de diâmetro);
- e) Epífitas vasculares;
- f) Epífitas avasculares;
- g) Madeira;
- h) Casca.

Para cada compartimento analisado foi selecionada uma amostra de tamanho variável (mínimo de 10g), tendo como objetivo a determinação do percentual de umidade. Esta amostra foi imediatamente pesada (Balança J.B., carga máxima de 1.610g e precisão de 0,5g), obtendo-se o peso de matéria verde, sendo colocada em embalagem adequada e posteriormente levada à estufa (circulação forçada, a uma

temperatura de $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) até adquirir peso constante (o período variou de 48 horas a uma semana, dependendo do tipo de material), o qual foi considerado o peso de matéria seca da amostra (determinado com o uso de balança digital com precisão ao nível de miligrama), que possibilitou o cálculo da porcentagem de umidade da mesma, extrapolando-se os resultados para o restante do compartimento.

Para determinação da biomassa da casca, foi coletada uma amostra do fuste (a 1,30 metros) de onde foi retirada toda a casca, calculado seu percentual em relação a madeira e generalizado para todo o indivíduo.

As variáveis medidas em cada indivíduo foram:

- a) Perímetro a 0,10 metros;
- b) Perímetro a 1,30 metros;
- c) Perímetro a 2,00 metros;
- d) Perímetro de 2 em 2 metros até o ponto de inversão morfológica;
- e) Perímetro no ponto de inversão morfológica;
- f) Altura do ponto de inversão morfológica;
- g) Altura total da árvore.

Todas essas variáveis foram coletadas para realização do ajuste de modelos matemáticos, onde se estima o valor da biomassa por meio de outras variáveis de mais fácil medição (por exemplo: diâmetro, altura total, etc.). A escolha destas variáveis é feita pela análise das correlações que cada uma delas apresenta com a biomassa seca, item que será analisado posteriormente.

Além disso, foram coletadas “fatias” do tronco nas alturas de 0,10; 1,30; 2,00; 2 em 2 metros até o ponto de inversão, de todos os indivíduos arbóreos incluídos no levantamento. Esse material poderá servir como base para futuros estudos que poderão resgatar muitas das informações da floresta estudada utilizando-se técnicas como a análise de tronco (ANATRO).

4.2.2.2 Regeneração (maior que 1,30m de altura)

Neste estrato, considerou-se como regeneração todos aqueles indivíduos arbóreos com altura superior a 1,30 metros e que tinham o perímetro na altura do peito inferior a 15 centímetros.

Sendo assim, dentro de cada parcela de 100 m² descrita anteriormente foi analisada uma sub-parcela de 25 m² para avaliação da biomassa da regeneração, sendo considerados os seguintes compartimentos:

- a) Folhas;
- b) Galhos Finos;
- c) Galhos Grossos;
- d) Fuste;
- e) Epífitas Vasculares e Avasculares;

O percentual de umidade foi determinado por meio da coleta de amostras, conforme descrito para a vegetação arbórea.

4.2.2.3 Vegetação herbácea e regeneração (menor que 1,30m de altura)

Foram instaladas e medidas dez sub-parcelas de 1 m² cada (cinco em cada parcela da vegetação arbórea) para avaliação da biomassa de herbáceas e regeneração abaixo de 1,30 metros de altura, considerando-se apenas dois compartimentos:

- a) Parte aérea;
- b) Raízes.

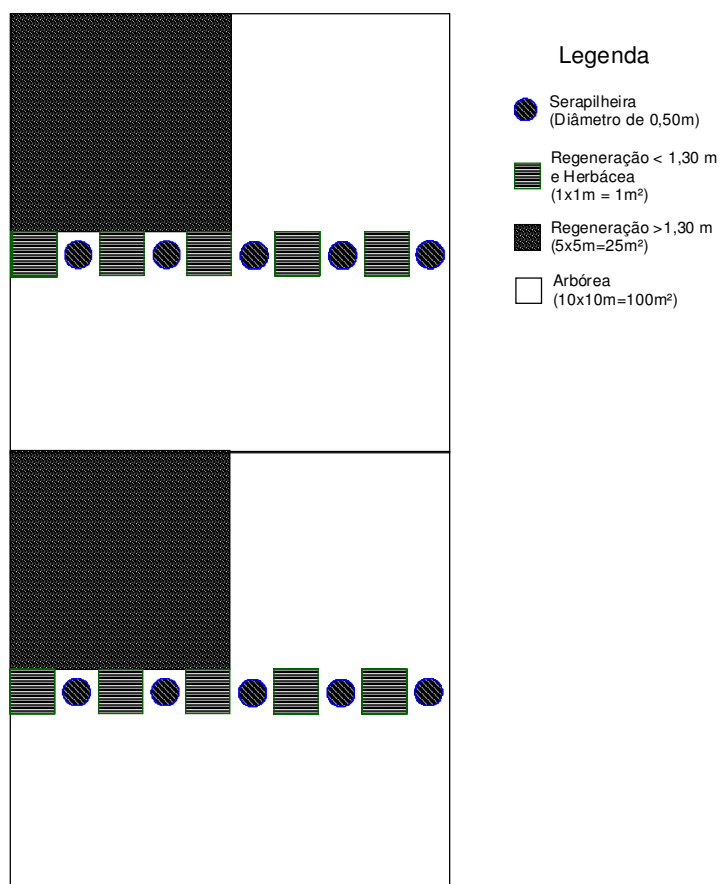
Estes foram separados e avaliados quanto ao peso de matéria verde, sendo também coletadas amostras para a determinação do percentual de umidade, conforme já descrito anteriormente.

4.2.2.4 Serapilheira

Também foi avaliada a deposição de serapilheira (chamada de necromassa por alguns autores) utilizando cinco medições por parcela. Cada medição foi executada com auxílio de um gabarito circular de 50 centímetros de diâmetro, sendo pesado todo material incluído no seu interior, além da coleta de amostra para determinação da umidade, conforme já descrito anteriormente.

A figura 04 mostra a disposição e configuração das parcelas instaladas para a análise de biomassa.

FIGURA 04 – Croqui das parcelas para avaliação da biomassa aérea.



4.3 ANÁLISE DOS DADOS

4.3.1 Dinâmica da Vegetação

4.3.1.1 Composição florística e análise fitossociológica

A análise da composição florística foi baseada em uma comparação entre as espécies e famílias amostradas em cada ocasião (2001 e 2003). Já na análise fitossociológica foram utilizadas as ferramentas florestais desenvolvidas no laboratório de Manejo Florestal da Universidade Federal do Paraná para o *Microsoft Excel®*, possibilitando a estimativa dos parâmetros densidade, dominância, frequência e valores de importância e cobertura (DAUBENMIRE, 1968; MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974) – anexo 01 – sendo esta análise realizada por espécie e família em cada ocasião estudada.

4.3.1.2 Crescimento (Incremento)

O incremento em diâmetro e área basal foi avaliado utilizando os fustes que permaneceram vivos entre as duas medições. O incremento periódico em diâmetro foi calculado para cada fuste, utilizando a fórmula abaixo (equação 01), sendo que os valores apresentados são por espécie e para a floresta:

$$IP_{DAP} = DAP_{2003} - DAP_{2001} \quad (01)$$

O incremento em área basal também é apresentado por espécie e para a floresta, sendo calculado da seguinte forma (equação 02):

$$IP_g = g_{2003} - g_{2001} \quad (02)$$

Também foi calculado o incremento em termos percentuais, relacionando-o com o DAP médio na primeira ocasião (2001).

4.3.1.3 Mortalidade

A análise da mortalidade foi feita quanto à densidade e dominância, sendo realizada pela contagem do número de fustes e indivíduos que morreram e suas áreas transversais, considerando o período de 2 anos estudado, ou seja, entre 2001 e 2003.

A mortalidade absoluta é apresentada por espécie e família, sendo também calculada a mortalidade relativa em relação ao número inicial de árvores (equação 03):

$$M \% = \frac{Nm}{Ni} \times 100 \quad (03)$$

onde:

M%= Mortalidade relativa;

Nm= Número de árvores mortas;

Ni= Número de árvores vivas em 2001.

4.3.1.4 Ingresso

O ingresso ou recrutamento foi avaliado pela contagem de todas as árvores que atingiram o PAP – perímetro na altura do peito – mínimo definido para a amostragem (15,0 cm ou 4,77 cm de DAP), sendo computado por espécie, por família e para a floresta como um todo, sendo também avaliado quanto a dominância.

Da mesma forma que para mortalidade, foi calculada a percentagem de ingresso em relação ao número inicial de árvores, conforme a equação a seguir (04):

$$I\% = \frac{N_{ing}}{N_i} \times 100 \quad (04)$$

onde:

I%= Ingresso relativo;

Ning= Número de árvores ingressas;

Ni= Número de árvores em 2001.

4.3.1.5 Estrutura diamétrica

A avaliação da estrutura diamétrica levou em consideração a frequência dos diâmetros em 11 classes fixas com amplitude de 3 cm de DAP. As análises da distribuição diamétrica foram realizadas considerando-se os dois levantamentos efetuados (2001 e 2003), sendo obtidos resultados para os seguintes compartimentos:

- a) toda a comunidade;
- b) principais espécies;

Conforme já citado anteriormente, o diâmetro mínimo considerado no levantamento foi de 4,77 cm (15 cm de PAP) nas duas ocasiões de medição.

4.3.1.6 Prognoses da dinâmica

No modelo matricial de transição, para realizar a prognose de uma variável (densidade, área basal, volume), deve-se ter o vetor inicial da mesma no momento “t” (presente), sendo gerada uma projeção em um certo momento temporal “t+p” (futuro). Conforme demonstrado por SANQUETTA (1996), para se obter a prognose de área basal ou volumétrica é necessário efetuar a prognose do número de árvores, a qual é dada pela seguinte equação (05):

Para se obter essas probabilidades deve-se utilizar os seguintes cálculos:

$$p_{f_i} = \frac{\text{no. de fustes que permanecem vivos na classe de diâmetro } i \text{ durante o período } p}{\text{no. de fustes da classe de diâmetro } i \text{ no início do período}} \quad (06)$$

$$p_{a_i} = \frac{\text{no. de fustes que avançam para a classe de diâmetro } i + 1 \text{ durante o período } p}{\text{no. de fustes da classe de diâmetro } i \text{ no início do período}} \quad (07)$$

$$p_{b_i} = \frac{\text{no. de fustes que avançam para a classe de diâmetro } i + 2 \text{ durante o período } p}{\text{no. de fustes da classe de diâmetro } i \text{ no início do período}} \quad (08)$$

,e assim sucessivamente.

A probabilidade de mortalidade é definida pela equação 09:

$$p_{m_i} = 1 - p_{f_i} - p_{a_i} - p_{b_i} \quad (09)$$

A aplicação das equações 06 a 09 origina o vetor ‘ N_{t+p} ’, que irá conter o número de árvores por classe diamétrica no futuro, isto é, as densidades preditas ou prognosticadas. Com elas pode-se obter a prognose da variável de interesse, que no caso deste trabalho foi a área basal (obtida a partir do diâmetro central da classe de DAP), para os respectivos anos de simulação (neste caso 2005, 2007, 2009 e 2011).

Para a realização desta etapa do trabalho foram utilizados os fustes que se encontravam vivos no ano de 2001 (811 fustes) e suas remedições em 2003, além dos ingressos, sendo divididos em classes diamétricas fixas com amplitude de 3 cm de diâmetro. Para a execução dos cálculos foi utilizado programa desenvolvido por EISFELD et al. (2001).

4.3.2 Biomassa

4.3.2.1 Levantamento de biomassa

Após serem obtidos os valores de peso verde da biomassa e das amostras para determinação do percentual de umidade, foi calculado o peso de matéria seca destas amostras e extrapolado para o todo, utilizando “regra de três simples”. Também foi determinado o percentual de umidade pela equação 10:

$$U\% = \frac{(PM\text{ seca} - PM\text{verde})}{PM\text{verde}} * 100 \quad (10)$$

De posse de todos os valores de peso de matéria seca, os mesmos foram organizados em planilhas, utilizado-se o software *Excel for Windows*[®] para os demais cálculos, sendo apresentados os resultados para a floresta como um todo, para cada estrato e para cada compartimento dentro dos estratos.

4.3.2.2 Modelagem da biomassa

O procedimento adotado para a obtenção de modelos para a estimativa de biomassa foi o de organizar, em uma planilha, a variável dependente (peso de matéria seca) e as variáveis independentes (DAP, Diâmetro da base, altura total, altura do ponto de inversão morfológica, altura da copa, além de suas combinações e derivações), sendo elaborada uma Matriz de Correlação (opção disponível no software *Excel for Windows*[®] e *Statistica for Windows*[®] 5.1), que indica a correlação entre a variável dependente e cada uma das variáveis independentes. Também foi utilizada a opção *Forward Stepwise*, do software *Statistica 5.1*, que indica qual a combinação de

variáveis que fornece uma melhor estimativa da variável dependente, sendo fundamental na escolha do melhor modelo.

Os modelos testados foram aqueles cujas variáveis independentes apresentavam as maiores correlações com a dependente, além das combinações de variáveis fornecidas pela opção *Forward Stepwise*. Também foram testados os modelos mais utilizados e citados na literatura, já testados em outras tipologias florestais, regiões e espécies.

Foram ajustados modelos para estimativa da biomassa seca da árvore como um todo e para os diversos compartimentos, buscando-se utilizar variáveis de fácil medição que possuíssem alta correlação com outras que necessitam de grande esforço para sua obtenção, como, por exemplo, o peso das folhas, que constitui a variável de mais difícil obtenção (à exceção das raízes) em um levantamento de biomassa.

Após um exaustivo trabalho de testes, os modelos selecionados foram aqueles que apresentaram maior Coeficiente de Correlação Múltipla (R^2 ajustado), menor Erro Padrão da Estimativa (S_{yx}) e ausência de tendenciosidade nos resíduos.

O Coeficiente de Correlação Múltipla indica o quanto da variável dependente está sendo explicada pelas variáveis independentes dentro do modelo, sendo que, quanto mais próximo de 1, melhor é o ajuste do modelo (equação 11). É comparável ao Índice de Ajuste de Schlaegel (IA), sendo este calculado quando se trata de modelos de natureza logarítmica ou ponderada (equação 12).

$$R^2_{ajustado} = 1 - \left(\frac{SQ_{res}}{SQ_{total}} \right) \times \left(\frac{n-1}{n-p} \right) \quad (11)$$

$$IA = 1 - \left(\frac{SQ_{res}}{SQ_{total}} \right) \quad (12)$$

onde:

SQ_{res} = Soma de quadrados dos resíduos, em unidades aritméticas;

SQtotal = Soma de quadrados total, em unidades aritméticas;

n = número de observações;

p = número de coeficientes.

O Erro Padrão da Estimativa ($S_{yx\%}$), como o próprio nome já diz, nos indica o percentual de erro ao nível de probabilidade utilizado (95%), sendo calculado da seguinte forma (equações 13 e 14):

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (real - estimado)^2}{n - p}} \quad (13)$$

$$S_{yx\%} = \left(\frac{S_{yx}}{média} \right) \times 100 \quad (14)$$

Também foi realizada a análise gráfica dos resíduos, plotando-os sobre cada uma das variáveis independentes e também os valores reais sobre os estimados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DINÂMICA FLORESTAL

5.1.1 Composição Florística e Análise Fitossociológica

A composição florística nos anos de 2001 e 2003 foi analisada pela medição e remedição das 20 parcelas permanentes, ou seja, 2000 m² de área amostrada, sendo identificadas 30 espécies e 16 famílias em 2001 e 29 espécies e 15 famílias em 2003 (Tabela 01).

TABELA 01 – Composição florística da floresta nos anos de 2001 e 2003

| Família/nome científico | Nome popular | Ano 2001 | Ano 2003 |
|--|------------------|----------|----------|
| ANACARDIACEAE | | | |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand | bugreiro | • | • |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | aroeira | • | • |
| ARECACEAE | | | |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman | jerivá | • | • |
| EUPHORBIACEAE | | | |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng. | leiteiro | • | • |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baillon) L.B. Smith & R.J. Downs | branquilha | • | • |
| FABACEAE | | | |
| <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton | rabo-de-bugiu | • | • |
| <i>Machaerium brasiliense</i> Vogel | sapuva | • | • |
| <i>Machaerium paraguariense</i> Hassl. | sapuva | • | • |
| <i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel | sapuvinha | • | • |
| FLACOURTIACEAE | | | |
| <i>Casearia decandra</i> Jacq. | guaçatunga | • | • |
| MELIACEAE | | | |
| <i>Trichilia elegans</i> A. Juss. | catiguá | • | |
| MIMOSACEAE | | | |
| <i>Inga marginata</i> Willd. | ingá | • | • |
| MYRTACEAE | | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg | murta | • | • |
| <i>Calypttranthes concinna</i> DC. | guamirim | • | • |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg | guabiroba | • | • |
| <i>Eugenia uniflora</i> L. | pitanga | • | • |
| <i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess. | batinga-vermelha | • | • |

Tabela 01 - Continuação

| Família/nome científico | Nome popular | Ano 2001 | Ano 2003 |
|---|-------------------|----------|----------|
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D.Legrand & Kausel. | guamirim | • | • |
| <i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand.) D.Legrand | araçá-do-mato | • | • |
| <i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg | cambuí | • | • |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott | murtinho | • | • |
| OLEACEAE | | | |
| <i>Ligustrum vulgare</i> L. | alfeneiro | • | • |
| RHAMNACEAE | | | |
| <i>Hovenia dulcis</i> Thunb. | uva-do-japão | • | • |
| <i>Scutia buxifolia</i> Reissek | coronilha | • | • |
| ROSACEAE | | | |
| <i>Prunus sellowii</i> Koehne | pessegueiro-bravo | • | • |
| RUBIACEAE | | | |
| <i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltldl. | veludo | • | • |
| SAPINDACEAE | | | |
| <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radkl. | vacum | • | • |
| TILIACEAE | | | |
| <i>Luehea divaricata</i> Mart. | açoita-cavalo | • | • |
| VERBENACEAE | | | |
| <i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke | tarumã | • | • |
| LIANAS | | | |
| Lianas | cipó | • | • |

Apenas uma das espécies amostradas na primeira ocasião não foi encontrada quando da remedição, *Trichilia elegans* (Meliaceae), que era representada por um único indivíduo de apenas 4,77 cm de diâmetro e que foi incluído nas árvores mortas em 2003.

Hovenia dulcis (uva-do-japão) e *Ligustrum vulgare* (alfeneiro) são espécies exóticas e consideradas invasoras, merecendo especial atenção quanto à sua dispersão, visto que, apesar de poucos indivíduos amostrados, já observa-se um grande número de regenerantes das mesmas.

Na Tabela 02 são apresentadas as estimativas dos parâmetros fitossociológicos calculados, considerando os indivíduos no ano de 2001, tendo como resultado uma densidade absoluta de 2.600 indivíduos/ha, com uma área basal de 42,66 m²/ha. As cinco primeiras colocadas, ordenadas pelo percentual de importância (16,7% do

número total de espécies) correspondem a 85,4% da densidade e 90,1% da dominância.

A análise dos dados apresentados nesta tabela indica que as espécies com maior importância na floresta, em 2001, foram *Sebastiania commersoniana* (branquilha), que obteve o maior percentual de importância da comunidade (nas quatro situações analisadas: 2001 e 2003, por indivíduos e por fustes), com mais de 51%, ou seja, maior que o somatório de todas as outras espécies, seguida por *Allophylus edulis* (vacum – PI=7,78), *Schinus terebinthifolius* (aroeira – PI=6,58), *Myrceugenia glaucescens* (guamirim – PI=5,68) e *Myrrhinium atropurpureum* (murtinho – PI=5,36).

TABELA 02 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2001 (análise por indivíduo)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|-----------------------------------|------------|----------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Indivíduos | Ind / ha | m ² / ha | % | % | % | % | % | % |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 336 | 1680,00 | 31,13 | 100,00 | 64,62 | 72,98 | 15,63 | 68,80 | 51,07 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 38 | 190,00 | 1,83 | 75,00 | 7,31 | 4,30 | 11,72 | 5,80 | 7,78 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 19 | 95,00 | 3,19 | 55,00 | 3,65 | 7,49 | 8,59 | 5,57 | 6,58 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 25 | 125,00 | 1,56 | 55,00 | 4,81 | 3,65 | 8,59 | 4,23 | 5,68 |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> | 26 | 130,00 | 0,72 | 60,00 | 5,00 | 1,70 | 9,38 | 3,35 | 5,36 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 9 | 45,00 | 1,36 | 30,00 | 1,73 | 3,19 | 4,69 | 2,46 | 3,20 |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | 10 | 50,00 | 0,21 | 30,00 | 1,92 | 0,49 | 4,69 | 1,21 | 2,37 |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> | 6 | 30,00 | 0,42 | 25,00 | 1,15 | 1,00 | 3,91 | 1,07 | 2,02 |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | 3 | 15,00 | 0,37 | 15,00 | 0,58 | 0,87 | 2,34 | 0,73 | 1,27 |
| <i>Luehea divaricata</i> | 2 | 10,00 | 0,71 | 10,00 | 0,38 | 1,66 | 1,56 | 1,02 | 1,20 |
| <i>Scutia buxifolia</i> | 4 | 20,00 | 0,08 | 15,00 | 0,77 | 0,18 | 2,34 | 0,47 | 1,10 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 3 | 15,00 | 0,05 | 15,00 | 0,58 | 0,11 | 2,34 | 0,34 | 1,01 |
| <i>Myrciaria tenella</i> | 3 | 15,00 | 0,03 | 15,00 | 0,58 | 0,08 | 2,34 | 0,33 | 1,00 |
| <i>Machaerium brasiliense</i> | 6 | 30,00 | 0,10 | 10,00 | 1,15 | 0,24 | 1,56 | 0,70 | 0,99 |
| <i>Hovenia dulcis</i> | 3 | 15,00 | 0,23 | 10,00 | 0,58 | 0,55 | 1,56 | 0,56 | 0,90 |
| <i>Machaerium paraguariense</i> | 3 | 15,00 | 0,15 | 10,00 | 0,58 | 0,36 | 1,56 | 0,47 | 0,83 |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | 2 | 10,00 | 0,14 | 10,00 | 0,38 | 0,34 | 1,56 | 0,36 | 0,76 |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> | 3 | 15,00 | 0,03 | 10,00 | 0,58 | 0,07 | 1,56 | 0,32 | 0,74 |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,38 | 0,07 | 1,56 | 0,23 | 0,67 |
| <i>Calyptanthes concinna</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,38 | 0,06 | 1,56 | 0,22 | 0,67 |
| <i>Casearia decandra</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,38 | 0,06 | 1,56 | 0,22 | 0,67 |
| <i>Dalbergia frutescens</i> | 2 | 10,00 | 0,02 | 10,00 | 0,38 | 0,05 | 1,56 | 0,22 | 0,67 |
| <i>Eugenia uniflora</i> | 2 | 10,00 | 0,02 | 10,00 | 0,38 | 0,05 | 1,56 | 0,22 | 0,67 |
| <i>Myrcianthes gigantea</i> | 1 | 5,00 | 0,05 | 5,00 | 0,19 | 0,12 | 0,78 | 0,15 | 0,36 |
| <i>Inga marginata</i> | 1 | 5,00 | 0,05 | 5,00 | 0,19 | 0,11 | 0,78 | 0,15 | 0,36 |
| <i>Prunus sellowii</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,05 | 0,78 | 0,12 | 0,34 |
| <i>Vitex megapotamica</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,04 | 0,78 | 0,12 | 0,34 |
| <i>Eugenia uruguayensis</i> | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,19 | 0,02 | 0,78 | 0,11 | 0,33 |
| <i>Trichilia elegans</i> | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,19 | 0,02 | 0,78 | 0,11 | 0,33 |
| Lianas | 3 | 15,00 | 0,04 | 10,00 | 0,58 | 0,10 | 1,56 | 0,34 | 0,75 |
| TOTAL | 520 | 2600,00 | 42,66 | 640,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Freqüência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Freqüência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

Das 10 espécies mais importantes na comunidade, em todas as análises realizadas, houve apenas uma alteração na 4ª e na 5ª posições, devido principalmente à mortalidade observada em *Myrceugenia glaucescens* (que será melhor discutida no item 5.1.3), levando-a a perder uma posição em 2003 (TABELAS 02, 03, 04 e 05).

Já no ano de 2003 (Tabela 03), apesar de uma diminuição na densidade absoluta de 0,96% (2.575 indivíduos/ha), houve um acréscimo da ordem de 2,72% na dominância, o que representa um aumento de 1,16 m²/ha.

TABELA 03 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2003 (análise por indivíduo)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|-----------------------------------|------------|----------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Indivíduos | Ind / ha | m ² / ha | % | % | % | % | % | % |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 336 | 1680,00 | 32,21 | 100,00 | 65,24 | 73,51 | 16,00 | 69,38 | 51,59 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 41 | 205,00 | 1,87 | 80,00 | 7,96 | 4,27 | 12,80 | 6,12 | 8,35 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 17 | 85,00 | 3,17 | 45,00 | 3,30 | 7,24 | 7,20 | 5,27 | 5,91 |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> | 26 | 130,00 | 0,77 | 60,00 | 5,05 | 1,76 | 9,60 | 3,40 | 5,47 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 17 | 85,00 | 1,04 | 40,00 | 3,30 | 2,38 | 6,40 | 2,84 | 4,03 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 9 | 45,00 | 1,42 | 30,00 | 1,75 | 3,25 | 4,80 | 2,50 | 3,27 |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | 11 | 55,00 | 0,23 | 30,00 | 2,14 | 0,52 | 4,80 | 1,33 | 2,48 |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> | 6 | 30,00 | 0,47 | 25,00 | 1,17 | 1,08 | 4,00 | 1,12 | 2,08 |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | 3 | 15,00 | 0,42 | 15,00 | 0,58 | 0,95 | 2,40 | 0,77 | 1,31 |
| <i>Luehea divaricata</i> | 2 | 10,00 | 0,83 | 10,00 | 0,39 | 1,89 | 1,60 | 1,14 | 1,29 |
| <i>Scutia buxifolia</i> | 4 | 20,00 | 0,08 | 15,00 | 0,78 | 0,18 | 2,40 | 0,48 | 1,12 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 3 | 15,00 | 0,06 | 15,00 | 0,58 | 0,14 | 2,40 | 0,36 | 1,04 |
| <i>Calyptanthes concinna</i> | 3 | 15,00 | 0,04 | 15,00 | 0,58 | 0,09 | 2,40 | 0,33 | 1,02 |
| <i>Myrciaria tenella</i> | 3 | 15,00 | 0,04 | 15,00 | 0,58 | 0,08 | 2,40 | 0,33 | 1,02 |
| <i>Machaerium brasiliense</i> | 6 | 30,00 | 0,10 | 10,00 | 1,17 | 0,23 | 1,60 | 0,70 | 1,00 |
| <i>Hovenia dulcis</i> | 3 | 15,00 | 0,33 | 10,00 | 0,58 | 0,76 | 1,60 | 0,67 | 0,98 |
| <i>Machaerium paraguariense</i> | 3 | 15,00 | 0,16 | 10,00 | 0,58 | 0,36 | 1,60 | 0,47 | 0,85 |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | 2 | 10,00 | 0,21 | 10,00 | 0,39 | 0,48 | 1,60 | 0,44 | 0,82 |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> | 3 | 15,00 | 0,03 | 10,00 | 0,58 | 0,07 | 1,60 | 0,33 | 0,75 |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> | 2 | 10,00 | 0,04 | 10,00 | 0,39 | 0,10 | 1,60 | 0,24 | 0,70 |
| <i>Casearia decandra</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,39 | 0,07 | 1,60 | 0,23 | 0,68 |
| <i>Eugenia uniflora</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,39 | 0,06 | 1,60 | 0,22 | 0,68 |
| <i>Dalbergia frutescens</i> | 2 | 10,00 | 0,02 | 10,00 | 0,39 | 0,05 | 1,60 | 0,22 | 0,68 |
| <i>Inga marginata</i> | 1 | 5,00 | 0,06 | 5,00 | 0,19 | 0,13 | 0,80 | 0,16 | 0,38 |
| <i>Myrcianthes gigantea</i> | 1 | 5,00 | 0,05 | 5,00 | 0,19 | 0,12 | 0,80 | 0,16 | 0,37 |
| <i>Prunus sellowii</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,05 | 0,80 | 0,12 | 0,35 |
| <i>Vitex megapotamica</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,04 | 0,80 | 0,12 | 0,35 |
| <i>Eugenia uruguayensis</i> | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,19 | 0,03 | 0,80 | 0,11 | 0,34 |
| Lianas | 4 | 20,00 | 0,04 | 15,00 | 0,78 | 0,10 | 2,40 | 0,44 | 1,09 |
| TOTAL | 515 | 2575,00 | 43,82 | 625,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Freqüência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Freqüência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

Quando se utiliza os fustes amostrados para a caracterização fitossociológica da comunidade (Tabela 04), tem-se como resultado uma densidade de 4055 fustes/ha, sendo que as cinco primeiras espécies, em ordem de percentagem de importância (16,7% do número de espécies), possuem 88,3% dos fustes.

Apesar da análise diferenciada (por fustes), a ordem das espécies em percentagem de importância permaneceu inalterada em relação à análise anterior (por indivíduos), refletindo as poucas mudanças observadas nos descritores fitossociológicos.

TABELA 04 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2001 (análise por fuste)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|-----------------------------------|--------|-------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | fustes | fustes / ha | m ² / ha | % | % | % | % | % | % |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 545 | 2725,00 | 31,13 | 100,00 | 67,20 | 72,98 | 15,63 | 70,09 | 51,93 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 52 | 260,00 | 1,83 | 75,00 | 6,41 | 4,30 | 11,72 | 5,36 | 7,48 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 29 | 145,00 | 3,19 | 55,00 | 3,58 | 7,49 | 8,59 | 5,53 | 6,55 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 49 | 245,00 | 1,56 | 55,00 | 6,04 | 3,65 | 8,59 | 4,84 | 6,09 |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> | 41 | 205,00 | 0,72 | 60,00 | 5,06 | 1,70 | 9,38 | 3,38 | 5,38 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 16 | 80,00 | 1,36 | 30,00 | 1,97 | 3,19 | 4,69 | 2,58 | 3,28 |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | 14 | 70,00 | 0,21 | 30,00 | 1,73 | 0,49 | 4,69 | 1,11 | 2,30 |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> | 6 | 30,00 | 0,42 | 25,00 | 0,74 | 1,00 | 3,91 | 0,87 | 1,88 |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | 6 | 30,00 | 0,37 | 15,00 | 0,74 | 0,87 | 2,34 | 0,81 | 1,32 |
| <i>Luehea divaricata</i> | 4 | 20,00 | 0,71 | 10,00 | 0,49 | 1,66 | 1,56 | 1,08 | 1,24 |
| <i>Scutia buxifolia</i> | 6 | 30,00 | 0,08 | 15,00 | 0,74 | 0,18 | 2,34 | 0,46 | 1,09 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 3 | 15,00 | 0,05 | 15,00 | 0,37 | 0,11 | 2,34 | 0,24 | 0,94 |
| <i>Myrciaria tenella</i> | 3 | 15,00 | 0,03 | 15,00 | 0,37 | 0,08 | 2,34 | 0,22 | 0,93 |
| <i>Machaerium brasiliense</i> | 6 | 30,00 | 0,10 | 10,00 | 0,74 | 0,24 | 1,56 | 0,49 | 0,85 |
| <i>Hovenia dulcis</i> | 3 | 15,00 | 0,23 | 10,00 | 0,37 | 0,55 | 1,56 | 0,46 | 0,83 |
| <i>Machaerium paraguariense</i> | 3 | 15,00 | 0,15 | 10,00 | 0,37 | 0,36 | 1,56 | 0,36 | 0,76 |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | 2 | 10,00 | 0,14 | 10,00 | 0,25 | 0,34 | 1,56 | 0,29 | 0,71 |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> | 3 | 15,00 | 0,03 | 10,00 | 0,37 | 0,07 | 1,56 | 0,22 | 0,67 |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,25 | 0,07 | 1,56 | 0,16 | 0,63 |
| <i>Calyptanthus concinna</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,25 | 0,06 | 1,56 | 0,16 | 0,62 |
| <i>Casearia decandra</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,25 | 0,06 | 1,56 | 0,15 | 0,62 |
| <i>Dalbergia frutescens</i> | 2 | 10,00 | 0,02 | 10,00 | 0,25 | 0,05 | 1,56 | 0,15 | 0,62 |
| <i>Eugenia uniflora</i> | 2 | 10,00 | 0,02 | 10,00 | 0,25 | 0,05 | 1,56 | 0,15 | 0,62 |
| <i>Myrcianthes gigantea</i> | 2 | 10,00 | 0,05 | 5,00 | 0,25 | 0,12 | 0,78 | 0,18 | 0,38 |
| <i>Inga marginata</i> | 1 | 5,00 | 0,05 | 5,00 | 0,12 | 0,11 | 0,78 | 0,12 | 0,34 |
| <i>Prunus sellowii</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,12 | 0,05 | 0,78 | 0,09 | 0,32 |
| <i>Vitex megapotamica</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,12 | 0,04 | 0,78 | 0,08 | 0,32 |
| <i>Eugenia uruguayensis</i> | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,12 | 0,02 | 0,78 | 0,07 | 0,31 |
| <i>Trichilia elegans</i> | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,12 | 0,02 | 0,78 | 0,07 | 0,31 |
| Lianas | 3 | 15,00 | 0,04 | 10,00 | 0,37 | 0,10 | 1,56 | 0,23 | 0,68 |
| TOTAL | 811 | 4055,00 | 42,66 | 640,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Freqüência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Freqüência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

O uso deste artifício, estimando os parâmetros fitossociológicos separadamente para indivíduos e fustes, permite uma maior noção do comportamento e estratégias das espécies que compõe a comunidade estudada. No presente estudo isso não foi determinante para obtenção dos resultados gerados, visto que a análise por fustes seguiu as mesmas tendências da tradicional análise por indivíduos.

Na Tabela 05 pode ser verificada uma redução de 3,7% no número de fustes em 2003, sendo que a redução no número de indivíduos foi de 0,96%. Esta diferença é explicada pelo fato da mortalidade se concentrar em indivíduos com múltiplos fustes, havendo a morte de apenas alguns deles, permanecendo, na maioria dos casos, o indivíduo vivo.

TABELA 05 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por espécie no ano de 2003 (análise por fuste)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|-----------------------------------|--------|-----------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | fustes | fustes/ha | m ² / ha | % | % | % | % | % | % |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 538 | 2690,00 | 32,21 | 100,00 | 68,89 | 73,51 | 16,00 | 71,20 | 52,80 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 54 | 270,00 | 1,87 | 80,00 | 6,91 | 4,27 | 12,80 | 5,59 | 8,00 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 23 | 115,00 | 3,17 | 45,00 | 2,94 | 7,24 | 7,20 | 5,09 | 5,80 |
| <i>Myrrhimum atropurpureum</i> | 42 | 210,00 | 0,77 | 60,00 | 5,38 | 1,76 | 9,60 | 3,57 | 5,58 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 27 | 135,00 | 1,04 | 40,00 | 3,46 | 2,38 | 6,40 | 2,92 | 4,08 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 15 | 75,00 | 1,42 | 30,00 | 1,92 | 3,25 | 4,80 | 2,58 | 3,32 |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | 15 | 75,00 | 0,23 | 30,00 | 1,92 | 0,52 | 4,80 | 1,22 | 2,41 |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> | 6 | 30,00 | 0,47 | 25,00 | 0,77 | 1,08 | 4,00 | 0,92 | 1,95 |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | 6 | 30,00 | 0,42 | 15,00 | 0,77 | 0,95 | 2,40 | 0,86 | 1,37 |
| <i>Luehea divaricata</i> | 4 | 20,00 | 0,83 | 10,00 | 0,51 | 1,89 | 1,60 | 1,20 | 1,33 |
| <i>Scutia buxifolia</i> | 6 | 30,00 | 0,08 | 15,00 | 0,77 | 0,18 | 2,40 | 0,47 | 1,11 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 4 | 20,00 | 0,06 | 15,00 | 0,51 | 0,14 | 2,40 | 0,33 | 1,02 |
| <i>Calyptanthes concinna</i> | 3 | 15,00 | 0,04 | 15,00 | 0,38 | 0,09 | 2,40 | 0,24 | 0,96 |
| <i>Myrciaria tenella</i> | 3 | 15,00 | 0,04 | 15,00 | 0,38 | 0,08 | 2,40 | 0,23 | 0,96 |
| <i>Hovenia dulcis</i> | 3 | 15,00 | 0,33 | 10,00 | 0,38 | 0,76 | 1,60 | 0,57 | 0,91 |
| <i>Machaerium brasiliense</i> | 6 | 30,00 | 0,10 | 10,00 | 0,77 | 0,23 | 1,60 | 0,50 | 0,87 |
| <i>Machaerium paraguariense</i> | 3 | 15,00 | 0,16 | 10,00 | 0,38 | 0,36 | 1,60 | 0,37 | 0,78 |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | 2 | 10,00 | 0,21 | 10,00 | 0,26 | 0,48 | 1,60 | 0,37 | 0,78 |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> | 3 | 15,00 | 0,03 | 10,00 | 0,38 | 0,07 | 1,60 | 0,23 | 0,69 |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> | 2 | 10,00 | 0,04 | 10,00 | 0,26 | 0,10 | 1,60 | 0,18 | 0,65 |
| <i>Casearia decandra</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,26 | 0,07 | 1,60 | 0,16 | 0,64 |
| <i>Eugenia uniflora</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,26 | 0,06 | 1,60 | 0,16 | 0,64 |
| <i>Dalbergia frutescens</i> | 2 | 10,00 | 0,02 | 10,00 | 0,26 | 0,05 | 1,60 | 0,15 | 0,64 |
| <i>Myrcianthes gigantea</i> | 2 | 10,00 | 0,05 | 5,00 | 0,26 | 0,12 | 0,80 | 0,19 | 0,39 |
| <i>Ingá marginata</i> | 1 | 5,00 | 0,06 | 5,00 | 0,13 | 0,13 | 0,80 | 0,13 | 0,35 |
| <i>Prunus sellowii</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,13 | 0,05 | 0,80 | 0,09 | 0,33 |
| <i>Vitex megapotamica</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,13 | 0,04 | 0,80 | 0,09 | 0,32 |
| <i>Eugenia uruguayensis</i> | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,13 | 0,03 | 0,80 | 0,08 | 0,32 |
| Lianas | 4 | 20,00 | 0,04 | 15,00 | 0,51 | 0,10 | 2,40 | 0,31 | 1,00 |
| TOTAL | 781 | 3905,00 | 43,82 | 625,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Freqüência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Freqüência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

A mesma abordagem realizada para espécies foi feita para as famílias amostradas na comunidade. A família com maior percentual de importância em 2001 foi Euphorbiaceae (2 espécies) com 52,62%, seguida de Myrtaceae (9 espécies) com 14,40%, Anacardiaceae (2 espécies) com 9,01% e Sapindaceae (1 espécie), que obteve 8,77%. Apenas as duas primeiras apresentaram frequência de 100%, ou seja, foram encontradas em todas as parcelas analisadas (Tabela 06).

No ano de 2003 houve algumas pequenas alterações, dentre as quais, Sapindaceae assumindo a terceira posição, deixando Anacardiaceae em quarto. Isso ocorreu devido à expressiva mortalidade de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e também pelos ingressos de alguns indivíduos da espécie *Allophylus edulis* (Sapindaceae). Outra mudança observada foi na frequência, sendo Euphorbiaceae a única família a permanecer com 100%, já que Myrtaceae deixou de ser amostrada em uma das parcelas (Tabela 07).

TABELA 06 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2001 (análise por indivíduo)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|----------------|------------|----------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Indivíduos | Ind / ha | m ² / ha | % | % | % | % | % | % |
| EUPHORBACEAE | 339 | 1695,00 | 31,16 | 100,00 | 65,19 | 73,05 | 19,61 | 69,12 | 52,62 |
| MYRTACEAE | 72 | 360,00 | 4,15 | 100,00 | 13,85 | 9,74 | 19,61 | 11,79 | 14,40 |
| ANACARDIACEAE | 25 | 125,00 | 3,62 | 70,00 | 4,81 | 8,48 | 13,73 | 6,65 | 9,01 |
| SAPINDACEAE | 38 | 190,00 | 1,83 | 75,00 | 7,31 | 4,30 | 14,71 | 5,80 | 8,77 |
| FABACEAE | 14 | 70,00 | 0,32 | 40,00 | 2,69 | 0,76 | 7,84 | 1,73 | 3,76 |
| RUBIACEAE | 10 | 50,00 | 0,21 | 30,00 | 1,92 | 0,49 | 5,88 | 1,21 | 2,77 |
| RHAMNACEAE | 7 | 35,00 | 0,31 | 25,00 | 1,35 | 0,73 | 4,90 | 1,04 | 2,33 |
| TILIACEAE | 2 | 10,00 | 0,71 | 10,00 | 0,38 | 1,66 | 1,96 | 1,02 | 1,33 |
| OLEACEAE | 2 | 10,00 | 0,14 | 10,00 | 0,38 | 0,34 | 1,96 | 0,36 | 0,89 |
| ARECACEAE | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,38 | 0,07 | 1,96 | 0,23 | 0,81 |
| FLACOURTIACEAE | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,38 | 0,06 | 1,96 | 0,22 | 0,80 |
| MIMOSACEAE | 1 | 5,00 | 0,05 | 5,00 | 0,19 | 0,11 | 0,98 | 0,15 | 0,43 |
| ROSACEAE | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,05 | 0,98 | 0,12 | 0,41 |
| VERBENACEAE | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,04 | 0,98 | 0,12 | 0,41 |
| MELIACEAE | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,19 | 0,02 | 0,98 | 0,11 | 0,40 |
| LIANAS | 3 | 15,00 | 0,04 | 10,00 | 0,58 | 0,10 | 1,96 | 0,34 | 0,88 |
| TOTAL | 520 | 2600,00 | 42,66 | 510,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Frequência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Frequência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

Quando estimados os parâmetros fitossociológicos das famílias considerando os fustes, foram obtidos resultados semelhantes aos já discutidos anteriormente (Tabelas 08 e 09).

TABELA 07 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2003 (análise por indivíduo)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|-----------------------|------------|----------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Indivíduos | Ind / ha | m ² / ha | % | % | % | % | % | % |
| <i>EUPHORBIACEAE</i> | 339 | 1695,00 | 32,25 | 100,00 | 65,83 | 73,58 | 20,00 | 69,70 | 53,14 |
| <i>MYRTACEAE</i> | 65 | 325,00 | 3,82 | 95,00 | 12,62 | 8,71 | 19,00 | 10,66 | 13,44 |
| <i>SAPINDACEAE</i> | 41 | 205,00 | 1,87 | 80,00 | 7,96 | 4,27 | 16,00 | 6,12 | 9,41 |
| <i>ANACARDIACEAE</i> | 23 | 115,00 | 3,65 | 60,00 | 4,47 | 8,32 | 12,00 | 6,40 | 8,26 |
| <i>FABACEAE</i> | 14 | 70,00 | 0,35 | 40,00 | 2,72 | 0,79 | 8,00 | 1,75 | 3,84 |
| <i>RUBIACEAE</i> | 11 | 55,00 | 0,23 | 30,00 | 2,14 | 0,52 | 6,00 | 1,33 | 2,88 |
| <i>RHAMNACEAE</i> | 7 | 35,00 | 0,41 | 25,00 | 1,36 | 0,94 | 5,00 | 1,15 | 2,43 |
| <i>TILIACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,83 | 10,00 | 0,39 | 1,89 | 2,00 | 1,14 | 1,43 |
| <i>OLEACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,21 | 10,00 | 0,39 | 0,48 | 2,00 | 0,44 | 0,96 |
| <i>ARECACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,04 | 10,00 | 0,39 | 0,10 | 2,00 | 0,24 | 0,83 |
| <i>FLACOURTIACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,39 | 0,07 | 2,00 | 0,23 | 0,82 |
| <i>MIMOSACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,06 | 5,00 | 0,19 | 0,13 | 1,00 | 0,16 | 0,44 |
| <i>ROSACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,05 | 1,00 | 0,12 | 0,42 |
| <i>VERBENACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,19 | 0,04 | 1,00 | 0,12 | 0,41 |
| LIANAS | 4 | 20,00 | 0,04 | 15,00 | 0,78 | 0,10 | 3,00 | 0,44 | 1,29 |
| TOTAL | 515 | 2575,00 | 43,82 | 500,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Freqüência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Freqüência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

TABELA 08 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2001 (análise por fuste)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|-----------------------|--------|-------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | fustes | fustes / ha | m ² / ha | % | % | % | % | % | % |
| <i>EUPHORBIACEAE</i> | 548 | 2740,00 | 31,16 | 100,00 | 67,57 | 73,05 | 19,61 | 70,31 | 53,41 |
| <i>MYRTACEAE</i> | 122 | 610,00 | 4,15 | 100,00 | 15,04 | 9,74 | 19,61 | 12,39 | 14,80 |
| <i>ANACARDIACEAE</i> | 35 | 175,00 | 3,62 | 70,00 | 4,32 | 8,48 | 13,73 | 6,40 | 8,84 |
| <i>SAPINDACEAE</i> | 52 | 260,00 | 1,83 | 75,00 | 6,41 | 4,30 | 14,71 | 5,36 | 8,47 |
| <i>FABACEAE</i> | 14 | 70,00 | 0,32 | 40,00 | 1,73 | 0,76 | 7,84 | 1,24 | 3,44 |
| <i>RUBIACEAE</i> | 14 | 70,00 | 0,21 | 30,00 | 1,73 | 0,49 | 5,88 | 1,11 | 2,70 |
| <i>RHAMNACEAE</i> | 9 | 45,00 | 0,31 | 25,00 | 1,11 | 0,73 | 4,90 | 0,92 | 2,25 |
| <i>TILIACEAE</i> | 4 | 20,00 | 0,71 | 10,00 | 0,49 | 1,66 | 1,96 | 1,08 | 1,37 |
| <i>OLEACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,14 | 10,00 | 0,25 | 0,34 | 1,96 | 0,29 | 0,85 |
| <i>ARECACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,25 | 0,07 | 1,96 | 0,16 | 0,76 |
| <i>FLACOURTIACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,25 | 0,06 | 1,96 | 0,15 | 0,76 |
| <i>MIMOSACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,05 | 5,00 | 0,12 | 0,11 | 0,98 | 0,12 | 0,41 |
| <i>ROSACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,12 | 0,05 | 0,98 | 0,09 | 0,38 |
| <i>VERBENACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,12 | 0,04 | 0,98 | 0,08 | 0,38 |
| <i>MELIACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,01 | 5,00 | 0,12 | 0,02 | 0,98 | 0,07 | 0,37 |
| LIANAS | 3 | 15,00 | 0,04 | 10,00 | 0,37 | 0,10 | 1,96 | 0,23 | 0,81 |
| TOTAL | 811 | 4055,00 | 42,66 | 510,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Freqüência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Freqüência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

TABELA 09 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos por família no ano de 2003 (análise por fuste)

| Espécie | N | DA | DoA | FA | DR | DoR | FR | PC | PI |
|-----------------------|--------|-----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | fustes | Fustes/ha | m ² /ha | % | % | % | % | % | % |
| <i>EUPHORBIACEAE</i> | 541 | 2705,00 | 32,25 | 100,00 | 69,27 | 73,58 | 20,00 | 71,43 | 54,28 |
| <i>MYRTACEAE</i> | 101 | 505,00 | 3,82 | 95,00 | 12,93 | 8,71 | 19,00 | 10,82 | 13,55 |
| <i>SAPINDACEAE</i> | 54 | 270,00 | 1,87 | 80,00 | 6,91 | 4,27 | 16,00 | 5,59 | 9,06 |
| <i>ANACARDIACEAE</i> | 29 | 145,00 | 3,65 | 60,00 | 3,71 | 8,32 | 12,00 | 6,02 | 8,01 |
| <i>FABACEAE</i> | 15 | 75,00 | 0,35 | 40,00 | 1,92 | 0,79 | 8,00 | 1,35 | 3,57 |
| <i>RUBIACEAE</i> | 15 | 75,00 | 0,23 | 30,00 | 1,92 | 0,52 | 6,00 | 1,22 | 2,81 |
| <i>RHAMNACEAE</i> | 9 | 45,00 | 0,41 | 25,00 | 1,15 | 0,94 | 5,00 | 1,04 | 2,36 |
| <i>TILIACEAE</i> | 4 | 20,00 | 0,83 | 10,00 | 0,51 | 1,89 | 2,00 | 1,20 | 1,47 |
| <i>OLEACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,21 | 10,00 | 0,26 | 0,48 | 2,00 | 0,37 | 0,91 |
| <i>ARECACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,04 | 10,00 | 0,26 | 0,10 | 2,00 | 0,18 | 0,79 |
| <i>FLACOURTIACEAE</i> | 2 | 10,00 | 0,03 | 10,00 | 0,26 | 0,07 | 2,00 | 0,16 | 0,77 |
| <i>MIMOSACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,06 | 5,00 | 0,13 | 0,13 | 1,00 | 0,13 | 0,42 |
| <i>ROSACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,13 | 0,05 | 1,00 | 0,09 | 0,39 |
| <i>VERBENACEAE</i> | 1 | 5,00 | 0,02 | 5,00 | 0,13 | 0,04 | 1,00 | 0,09 | 0,39 |
| LIANAS | 4 | 20,00 | 0,04 | 15,00 | 0,51 | 0,10 | 3,00 | 0,31 | 1,20 |
| TOTAL | 781 | 3905,00 | 43,82 | 500,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N= número de indivíduos; DA= Densidade absoluta; DoA= Dominância absoluta; FA= Freqüência absoluta; DR= Densidade relativa; DoR= Dominância relativa; FR= Freqüência relativa; PC= Percentual de cobertura; PI= Percentual de importância.

5.1.2 Crescimento (Incremento)

A análise de incremento foi realizada utilizando os fustes que estavam vivos no ano da primeira medição (2001) e que, na reavaliação (2003) permaneciam vivos, ou seja, não foram incluídos os fustes mortos ou ingressos, pois esses itens foram analisados separadamente.

A Tabela 10 mostra que o incremento médio em área basal foi de aproximadamente 1,11 m²/ha/ano, ou seja, total de 2,22 m²/ha (aumento de 5,20% em relação ao valor inicial em 2001 – 42,66 m²/ha), sendo que as espécies que mais contribuíram para este valor foram *Sebastiania commersoniana* (61,99%), *Schinus terebinthifolius* (8,07%), *Luehea divaricata* (5,39%) e *Hovenia dulcis* (4,42%).

O branquilha (*Sebastiania commersoniana*) se destaca em função da grande densidade desta espécie, já que os incrementos observados em cada fuste são pequenos

em relação às espécies subseqüentes. *Schinus terebinthifolius* possui apenas 3,02% dos fustes, mas responde por 8,07% do incremento em área basal. A mesma tendência foi constatada em *Luehea divaricata* e *Hovenia dulcis*, entre outras.

Espécies como *Scutia buxifolia*, *Dalbergia frutescens* e *Machaerium brasiliense* apresentaram um incremento extremamente pequeno, representando menos que 0,01% do total.

TABELA 10 – Incremento, em área basal, por espécie, no período de 2 anos (2001-2003)

| Espécie | Densidade | | Incremento (m ²) (G/2000 m ²) | Incremento (m ²) G/ha/2 anos | % Incremento |
|-----------------------------------|-----------|--------------|--|---|--------------|
| | Absoluta | Relativa (%) | | | |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 530 | 69,55 | 0,2754795 | 1,3773974 | 61,986 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 23 | 3,02 | 0,0358566 | 0,1792829 | 8,068 |
| <i>Luehea divaricata</i> | 4 | 0,52 | 0,0239739 | 0,1198695 | 5,394 |
| <i>Hovenia dulcis</i> | 3 | 0,39 | 0,0196408 | 0,0982038 | 4,419 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 15 | 1,97 | 0,0183873 | 0,0919366 | 4,137 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 50 | 6,56 | 0,0153433 | 0,0767167 | 3,452 |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | 2 | 0,26 | 0,0135883 | 0,0679417 | 3,058 |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> | 6 | 0,79 | 0,0098351 | 0,0491757 | 2,213 |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | 6 | 0,79 | 0,0086945 | 0,0434724 | 1,956 |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> | 41 | 5,38 | 0,0067658 | 0,0338292 | 1,522 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 26 | 3,41 | 0,0046036 | 0,0230178 | 1,036 |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> | 2 | 0,26 | 0,0028270 | 0,0141349 | 0,636 |
| <i>Inga marginata</i> | 1 | 0,13 | 0,0019859 | 0,0099297 | 0,447 |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | 14 | 1,84 | 0,0014986 | 0,0074930 | 0,337 |
| <i>Machaerium paraguariense</i> | 3 | 0,39 | 0,0012444 | 0,0062218 | 0,280 |
| <i>Eugenia uniflora</i> | 2 | 0,26 | 0,0008811 | 0,0044054 | 0,198 |
| <i>Prunus sellowii</i> | 1 | 0,13 | 0,0006061 | 0,0030303 | 0,136 |
| <i>Casearia decandra</i> | 2 | 0,26 | 0,0005756 | 0,0028779 | 0,130 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 3 | 0,39 | 0,0005036 | 0,0025182 | 0,113 |
| <i>Myrciaria tenella</i> | 3 | 0,39 | 0,0004319 | 0,0021593 | 0,097 |
| <i>Eugenia uruguayensis</i> | 1 | 0,13 | 0,0004288 | 0,0021442 | 0,096 |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> | 3 | 0,39 | 0,0003100 | 0,0015502 | 0,070 |
| <i>Myrcianthes gigantea</i> | 2 | 0,26 | 0,0001872 | 0,0009362 | 0,042 |
| <i>Vitex megapotamica</i> | 1 | 0,13 | 0,0001731 | 0,0008654 | 0,039 |
| <i>Calyptanthes concinna</i> | 2 | 0,26 | 0,0001462 | 0,0007309 | 0,033 |
| <i>Scutia buxifolia</i> | 6 | 0,79 | 0,0000287 | 0,0001436 | 0,006 |
| <i>Dalbergia frutescens</i> | 2 | 0,26 | 0,0000232 | 0,0001158 | 0,005 |
| <i>Machaerium brasiliense</i> | 6 | 0,79 | 0,0000150 | 0,0000748 | 0,003 |
| Lianas | 2 | 0,26 | 0,0003842 | 0,0019210 | 0,086 |
| Total | 762 | 100,00 | 0,4444193 | 2,2220964 | 100,00 |

Ao se realizar a análise de incremento por diâmetro (Tabela 11), vemos que algumas espécies possuem um crescimento muito elevado em um período de tempo relativamente curto.

Em média, cada fuste teve um incremento da ordem de 2,4% (incremento corrente anual de 0,129 cm/ano), havendo algumas espécies com valores muito superiores a este, como *Ligustrum vulgare* (26,01%), *Syagrus romanzoffiana* – espécie sujeita a erros devido ao fato de não possuir câmbio vascular – (23,95%) e *Hovenia dulcis* (16,72%). A primeira e a terceira espécies citadas são exóticas e invasoras, como já relatado anteriormente, sendo comprovado com estes dados sua agressividade, podendo causar graves desequilíbrios no sistema original. Isto é ilustrado na Figura 06, onde há um indivíduo de *L. vulgare* que praticamente englobou a plaqueta de identificação em apenas dois anos.

TABELA 11- Incremento em diâmetro para os fustes, por espécie

| Espécie | DAP médio (cm) | | Incremento cm/2 anos | Incremento % |
|-----------------------------------|----------------|--------|-------------------------|-----------------|
| | 2001 | 2003 | | |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | 12,573 | 15,852 | 3,279 | 26,076 |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> | 6,048 | 7,496 | 1,448 | 23,947 |
| <i>Hovenia dulcis</i> | 13,263 | 15,480 | 2,218 | 16,720 |
| <i>Eugenia uruguayensis</i> | 4,775 | 5,316 | 0,541 | 11,333 |
| <i>Inga marginata</i> | 11,141 | 12,223 | 1,082 | 9,714 |
| <i>Eugenia uniflora</i> | 5,252 | 5,761 | 0,509 | 9,697 |
| <i>Luehea divaricata</i> | 20,611 | 22,274 | 1,663 | 8,069 |
| <i>Prunus sellowii</i> | 7,321 | 7,830 | 0,509 | 6,957 |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> | 13,178 | 13,931 | 0,753 | 5,717 |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | 12,149 | 12,807 | 0,658 | 5,415 |
| <i>Casearia decandra</i> | 5,730 | 6,032 | 0,302 | 5,278 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 14,029 | 14,526 | 0,497 | 3,540 |
| <i>Myrciaria tenella</i> | 5,305 | 5,486 | 0,180 | 3,400 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 6,154 | 6,334 | 0,180 | 2,931 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 8,797 | 9,023 | 0,225 | 2,562 |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> | 5,040 | 5,167 | 0,127 | 2,526 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 17,204 | 17,626 | 0,422 | 2,454 |
| <i>Myrrhimum atropurpureum</i> | 6,521 | 6,680 | 0,158 | 2,429 |
| <i>Vitex megapotamica</i> | 6,844 | 7,003 | 0,159 | 2,326 |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 11,139 | 11,363 | 0,224 | 2,012 |
| <i>Guettarda uruguayensis</i> | 6,082 | 6,200 | 0,118 | 1,944 |
| <i>Machaerium paraguariense</i> | 10,663 | 10,823 | 0,159 | 1,493 |
| <i>Calyptanthes concinna</i> | 5,889 | 5,968 | 0,080 | 1,351 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 9,527 | 9,642 | 0,115 | 1,208 |
| <i>Myrcianthes gigantea</i> | 7,799 | 7,878 | 0,080 | 1,020 |
| <i>Dalbergia frutescens</i> | 5,364 | 5,379 | 0,016 | 0,297 |
| <i>Scutia buxifolia</i> | 5,687 | 5,692 | 0,005 | 0,093 |
| <i>Machaerium brasiliensis</i> | 6,462 | 6,462 | 0,000 | 0,000 |
| Lianas | 5,093 | 5,316 | 0,223 | 4,375 |
| Total | 10,651 | 10,909 | 0,258 | 2,418 |

Nos trabalhos realizados em um trecho de Floresta Ombrófila Mista Montana no Estado do Paraná, DURIGAN (1999) obteve um incremento corrente anual médio em diâmetro de 0,34 cm/indivíduo/ano; para SCHAFF (2001), esse valor foi de 0,25 cm/ano, e para PIZATTO (1999), de 0,18 cm/ano. Na Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais, CORAIOLA (2003) concluiu que o ICA em diâmetro foi de 0,51 cm/indivíduo/ano. Todos esses valores são superiores ao encontrado na floresta aluvial estudada, mostrando que este ambiente periodicamente inundado é restritivo ao estabelecimento e desenvolvimento das espécies.

FIGURA 06 – Grande incremento de *Ligustrum vulgare* em apenas 2 anos, englobando a plaqueta de identificação.



5.1.3 Mortalidade

A análise da mortalidade é de elevada importância quando se realiza um trabalho de dinâmica da vegetação, indicando quais espécies e em que quantidade elas estão saindo da comunidade.

Foram executados os cálculos por indivíduo e fuste, sendo apresentados na Tabela 12 a percentagem de mortos em 2003 com relação ao número de indivíduos/fustes vivos em 2001.

A mortalidade total foi de 6,04% para fustes (3,02% ao ano) e 3,27% para indivíduos (1,635% ao ano), com destaque para *Trichilia elegans* (100% de mortalidade, porém, com apenas um único fuste) e, principalmente *Myrceugenia glaucescens*, que apresentou um número muito elevado, tanto de indivíduos quanto de fustes mortos. Este fato pode ser explicado pela existência de algum fator externo ao qual apenas esta espécie seja susceptível, e que esteja ocasionando tamanha mortalidade. Tal questão pode ser elucidada com estudos complementares sobre esta espécie.

TABELA 12 – Percentagem de indivíduos/fustes mortos em relação ao número de indivíduos/fustes vivos em 2001

| Espécie | Vivas 2001 | Vivas 2001 | Mortas 2003 | Mortas 2003 | %* | %** |
|-----------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | N ind. | N fustes | N ind. | N fustes | | |
| <i>Trichilia elegans</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 100,00 | 100,00 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 25 | 49 | 9 | 23 | 36,00 | 46,94 |
| Lianas | 3 | 3 | 1 | 1 | 33,33 | 33,33 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 19 | 29 | 2 | 6 | 10,53 | 20,69 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 9 | 16 | 0 | 1 | 0,00 | 6,25 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 38 | 52 | 0 | 2 | 0,00 | 3,85 |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 336 | 545 | 4 | 15 | 1,19 | 2,75 |
| Outras | 89 | 116 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 520 | 811 | 17 | 49 | 3,27 | 6,04 |

* = Percentagem de mortas em relação ao número de indivíduos vivos em 2001

** = Percentagem de mortas em relação ao número de fustes vivos em 2001

A Tabela 13 mostra qual a representatividade em termos de área basal desta mortalidade anteriormente exposta, havendo uma redução de 1,26 m²/ha (0,63 m²/ha/ano) neste intervalo de tempo de 2 anos (2,95% da área basal em 2001 – 42,66 m²/ha), sendo que as espécies que mais contribuíram com este valor foram *Myrceugenia glaucescens* (43,33%), *Sebastiania commersoniana* (29,93%) e *Schinus terebinthifolius* (15,85%).

TABELA 13 – Avaliação da mortalidade, em área basal, dos indivíduos/fustes no ano de 2003, por espécie

| Espécie | N ind | N ind/ha | N fustes | N fustes/ha | g | G/ha | % |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|----------------|----------------|---------------|
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 9 | 45 | 23 | 115 | 0,10943 | 0,54714 | 43,33 |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 4 | 20 | 15 | 75 | 0,07560 | 0,37799 | 29,93 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | 2 | 10 | 6 | 30 | 0,04003 | 0,20013 | 15,85 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 0 | 0 | 2 | 10 | 0,01569 | 0,07846 | 6,21 |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 0 | 0 | 1 | 5 | 0,00580 | 0,02901 | 2,30 |
| Lianas | 1 | 5 | 1 | 5 | 0,00421 | 0,02105 | 1,67 |
| <i>Trichilia elegans</i> | 1 | 5 | 1 | 5 | 0,00179 | 0,00895 | 0,71 |
| Total | 17 | 85 | 49 | 245 | 0,25255 | 1,26274 | 100,00 |

5.1.4 Ingressos

Quanto aos ingressos, que são aqueles indivíduos/fustes que atingiram o tamanho mínimo de amostragem em 2003, foram obtidos os resultados expostos na Tabela 14.

TABELA 14 – Percentagens de indivíduos/fustes ingressos em relação ao número de indivíduos/fustes vivos em 2001

| Espécie | Vivas 2001 | Vivas 2001 | Ingr.2003 | Ingr. 2003 | %* | %** |
|----------------------------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|-------------|
| | N ind. | N fustes | N ind. | N fustes | | |
| Lianas | 3 | 3 | 2 | 2 | 66,67 | 66,67 |
| <i>Calyptanthes conccina</i> | 2 | 2 | 1 | 1 | 50,00 | 50,00 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 3 | 3 | 0 | 1 | 0,00 | 33,33 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 38 | 52 | 3 | 4 | 7,89 | 7,69 |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | 10 | 14 | 1 | 1 | 10,00 | 7,14 |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> | 26 | 41 | 0 | 1 | 0,00 | 2,44 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 25 | 49 | 1 | 1 | 4,00 | 2,04 |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 336 | 545 | 4 | 8 | 1,19 | 1,47 |
| Outras | 77 | 102 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 520 | 811 | 12 | 19 | 2,31 | 2,34 |

* = Percentagem de ingressos em relação ao número de indivíduos vivos em 2001

** = Percentagem de ingressos em relação ao número de fustes vivos em 2001

Na Tabela 14 pode-se observar que a percentagem de ingressos na segunda avaliação foi 2,31% de indivíduos e 2,34% de fustes. O maior número de ingressos foi observado em *Sebastiania commersoniana* (4 indivíduos e 8 fustes) seguido de *Allophylus edulis* (3 indivíduos e 4 fustes) e Lianas (2 indivíduos e 2 fustes).

A distribuição dos ingressos em termos de área basal é demonstrada na Tabela 15, mostrando que eles representam 0,20 m²/ha (0,47% de acréscimo em relação a área basal em 2001 – 42,66 m²/ha, ou seja, 0,235% ao ano), sendo que as espécies que mais contribuíram para este valor foram *Sebastiania commersoniana* (41,49%), *Allophylus edulis* (20,24%) e as lianas (10,52%).

TABELA 15 - Avaliação dos indivíduos/fustes ingressos no ano de 2003, por espécie

| Espécie | N ind | N ind/ha | N fustes | N fustes/ha | g | G/ha | % |
|----------------------------------|-------|----------|----------|-------------|---------|---------|--------|
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 4 | 20 | 8 | 40 | 0,01679 | 0,08396 | 41,49 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 3 | 15 | 4 | 20 | 0,00819 | 0,04097 | 20,24 |
| Lianas | 2 | 10 | 2 | 10 | 0,00426 | 0,02128 | 10,52 |
| <i>Calyptanthes conccina</i> | 1 | 5 | 1 | 5 | 0,00194 | 0,00968 | 4,78 |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | 1 | 5 | 1 | 5 | 0,00179 | 0,00895 | 4,42 |
| <i>Myrceugenia glaucescens</i> | 1 | 5 | 1 | 5 | 0,00249 | 0,01247 | 6,16 |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | 0 | 0 | 1 | 5 | 0,00258 | 0,01289 | 6,37 |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> | 0 | 0 | 1 | 5 | 0,00244 | 0,01219 | 6,02 |
| Total | 12 | 60 | 19 | 95 | 0,04048 | 0,20239 | 100,00 |

5.1.5 Distribuição diamétrica

A análise da distribuição diamétrica foi realizada para o conjunto de todas as espécies e, em particular, para quatro delas: *Sebastiania commersoniana* e *Allophylus edulis*, por serem as duas com maior percentagem de importância na comunidade e, *Myrceugenia glaucescens* e *Schinus terebinthifolius*, por apresentarem distribuição e/ou mortalidade atípica, merecendo especial análise e considerações.

A distribuição diamétrica da floresta em geral (Figuras 07 e 08) indica uma típica distribuição em ‘J’ invertido tanto para indivíduos quanto para fustes, nas duas avaliações (2001 e 2003). Isto aponta para um bom desenvolvimento da floresta, com

muitos representantes nas primeiras classes, havendo uma diminuição gradativa conforme o aumento do diâmetro, permanecendo com uma taxa de crescimento estável.

CORAIOLA (2003), PIZATTO (1999) e DURIGAN (1999) também observaram a distribuição em “J” invertido quando consideradas todas as espécies. Porém, quando a análise foi feita por espécie, algumas delas não apresentaram esta característica.

Quanto aos indivíduos (Figura 07), cerca de 65% se concentram nas três primeiras classes diamétricas, ou seja, possuem diâmetro de até 14,0 cm. Por outro lado, apenas cerca de 7% possuem mais de 26,0 cm, compondo as quatro últimas classes (geralmente são indivíduos com múltiplos fustes).

Quando a análise considera os fustes (Figura 08), esta diferença entre as primeiras e as últimas classes diamétricas se acentua ainda mais, com aproximadamente 76% deles com até 14,0 cm de diâmetro, enquanto apenas cerca de 0,45% possuem mais que 26,0 cm, ou seja, as últimas quatro classes diamétricas são compostas por um número muito reduzido de fustes.

FIGURA 07 – Distribuição diamétrica dos indivíduos da floresta nos anos de 2001 e 2003

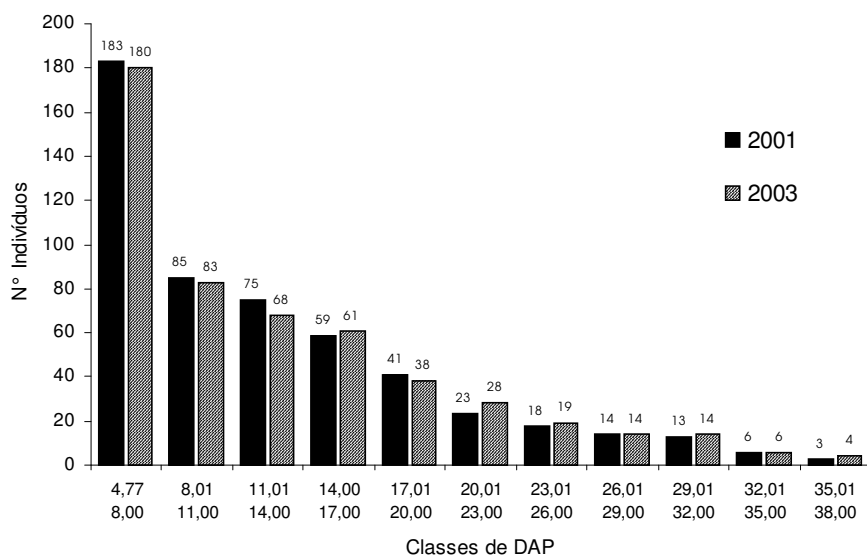
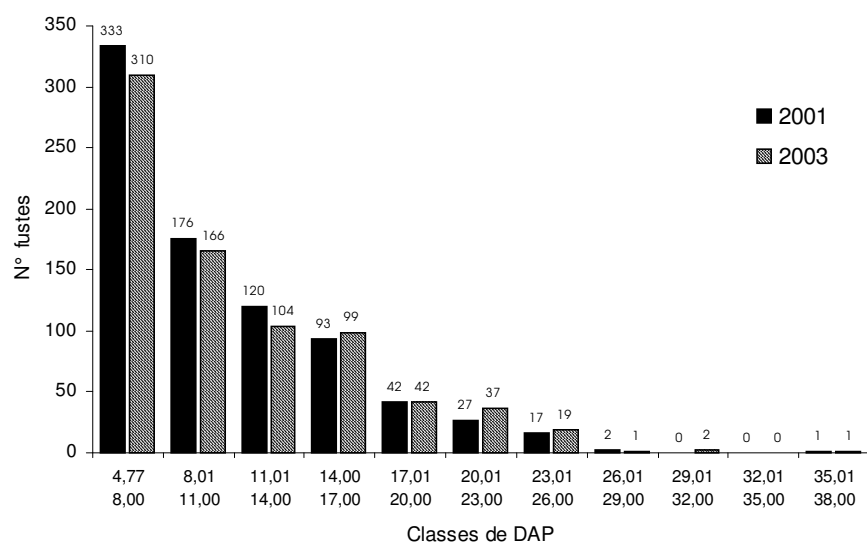
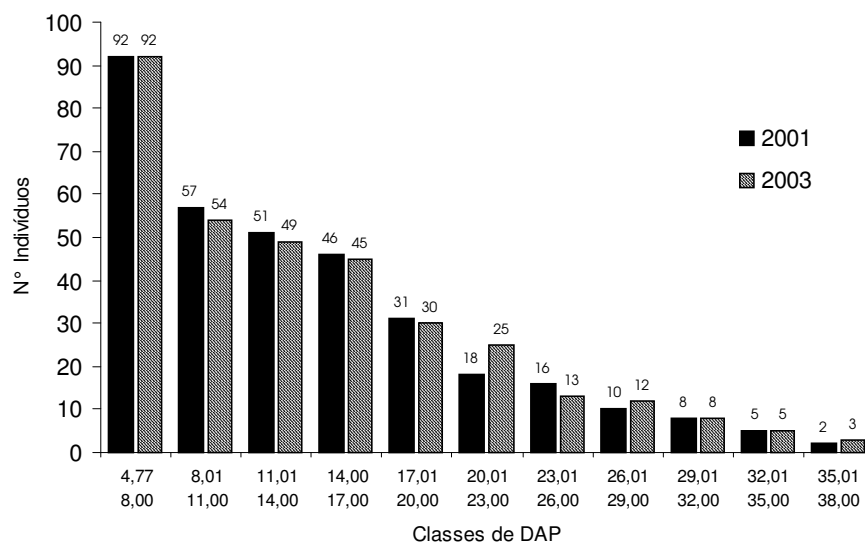


FIGURA 08 – Distribuição diamétrica dos fustes da floresta nos anos de 2001 e 2003

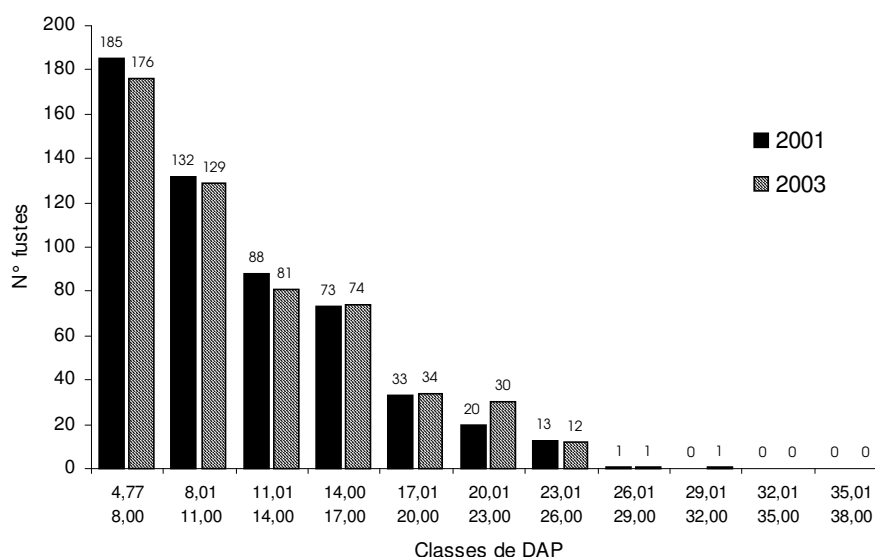


Quanto à espécie mais importante da comunidade, *Sebastiania commersoniana* (branquilha), podemos observar que sua distribuição diamétrica (Figuras 09 e 10) também mostra a forma de ‘J’ invertido em 2001 e em 2003, para indivíduos e fustes.

FIGURA 09 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* nos anos de 2001 e 2003

Essa espécie, muito característica de ambientes fluviais, apresenta um número muito reduzido de fustes com diâmetro superior a 26,0 cm (Figura 10), concluindo-se que a maioria dos indivíduos com diâmetros superiores a este são compostos por dois ou mais fustes, chegando ao extremo de um único indivíduo possuir 11 fustes.

FIGURA 10 – Distribuição diamétrica dos fustes de *Sebastiania commersoniana* nos anos de 2001 e 2003



A distribuição dos diâmetros de *Allophylus edulis* (vacum), segunda espécie com maior percentual de importância, é apresentada nas Figuras 11 e 12. Estas indicam que a espécie possui características semelhantes às já descritas para *Sebastiania commersoniana*. Entretanto, possui particularidades, tal como não possuir indivíduos com mais de 29,0 cm ou com fustes maiores que 20,0 cm de diâmetro, sendo, portanto, raros os representantes desta espécie com grande diâmetro ou com múltiplos fustes.

Outro item importante na distribuição diamétrica de *Allophylus edulis* é a presença de ingressos, principalmente na primeira classe, com um aumento de 10% no número de indivíduos (Figura 11) e 16% no número de fustes (Figura 12) - em 2003 com relação aos números de 2001. Este fato pode ser explicado pelos resultados

obtidos por BARDDAL (2002), onde esta espécie apresenta-se como a mais importante do compartimento inferior da floresta, nesta mesma área de estudos.

FIGURA 11 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Allophyllus edulis* – nos anos de 2001 e 2003

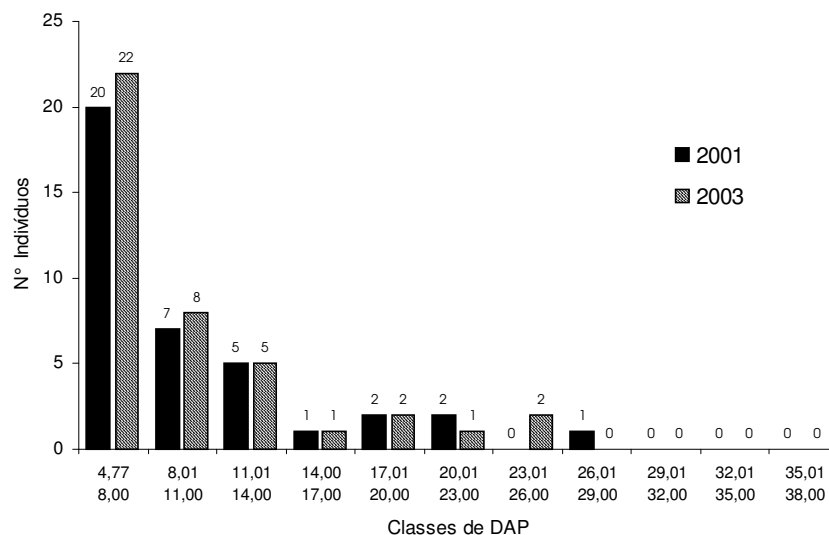
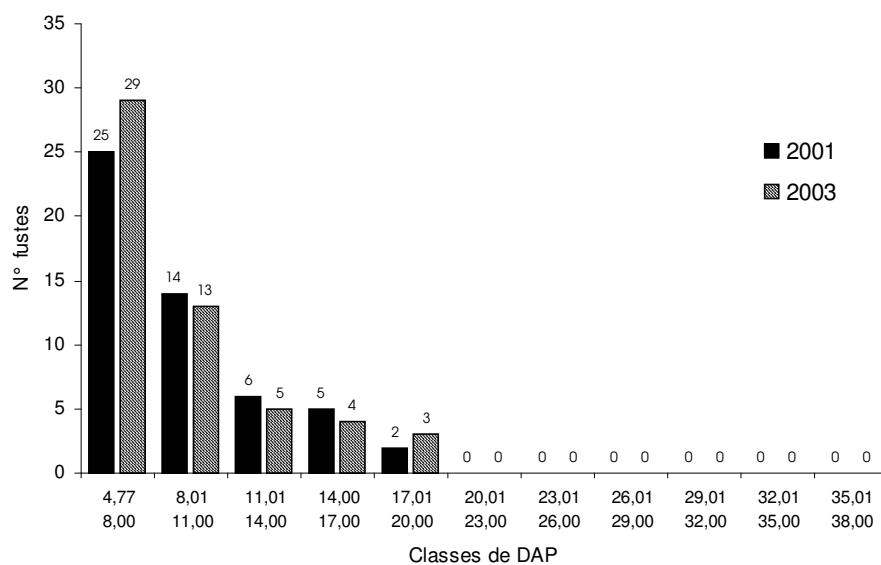


FIGURA 12 – Distribuição diamétrica dos fustes de *Allophyllus edulis* nos anos de 2001 e 2003



Tal qual observado em *Allophylus edulis*, é característica da espécie *Myrceugenia glaucescens* não possuir indivíduos ou fustes com diâmetros elevados (Figuras 13 e 14), não sendo amostrado nenhum fuste com mais de 17,0 cm.

FIGURA 13 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Myrceugenia glaucescens* nos anos de 2001 e 2003

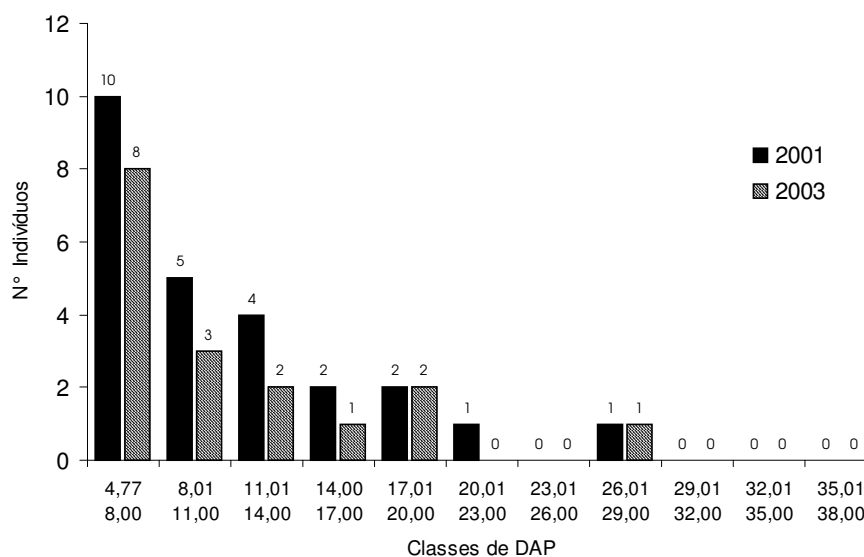
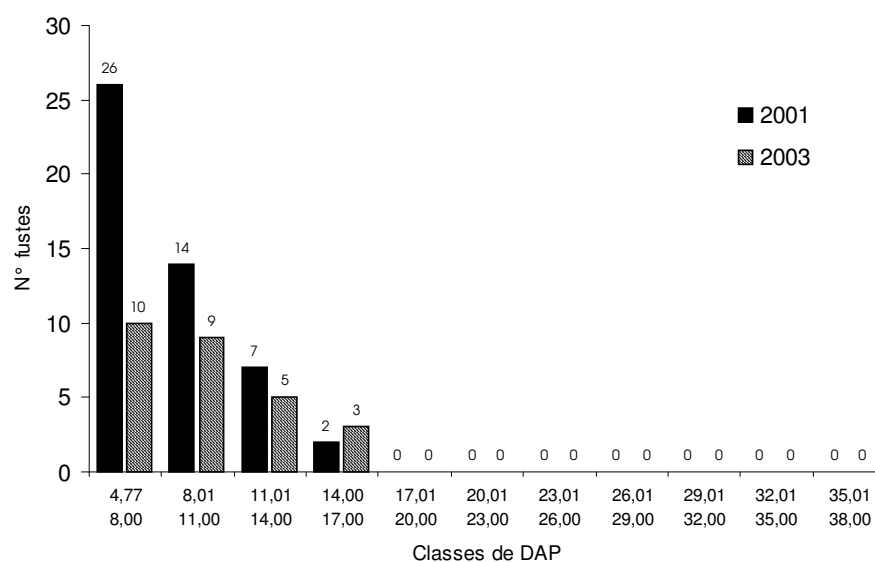


FIGURA 14 – Distribuição diamétrica dos fustes de *Myrceugenia glaucescens* nos anos de 2001 e 2003



O fato que levou essa espécie a ser analisada quanto a sua distribuição diamétrica foi a alta mortalidade observada. No ano de 2003 permaneceram vivos apenas 64% dos indivíduos e 54,06% dos fustes amostrados em 2001. A avaliação, em ambos os casos, mostra que a mortalidade está distribuída por praticamente todas as classes, fato este de difícil explicação, visto que este não é um comportamento normal, podendo haver influência de algum fator externo, ao qual apenas esta espécie seja susceptível.

A última espécie analisada, *Schinus terebinthifolius* (aroeira), pioneira e heliófita, apresenta uma distribuição diamétrica completamente irregular (Figuras 15 e 16), com 100% de mortalidade na primeira classe (para indivíduos e fustes). Isto indica para uma tendência de diminuição gradativa da ocorrência desta espécie neste ambiente. Esta hipótese é reforçada pelos resultados obtidos por BARDDAL (2002), onde não foi amostrado um único indivíduo da referida espécie no compartimento inferior da floresta. Esta espécie pode possuir representantes com diâmetros bastante elevados, sendo que o maior indivíduo amostrado neste estudo foi uma aroeira com 37,6 cm e um único fuste.

FIGURA 15 – Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Schinus terebinthifolius* nos anos de 2001 e 2003

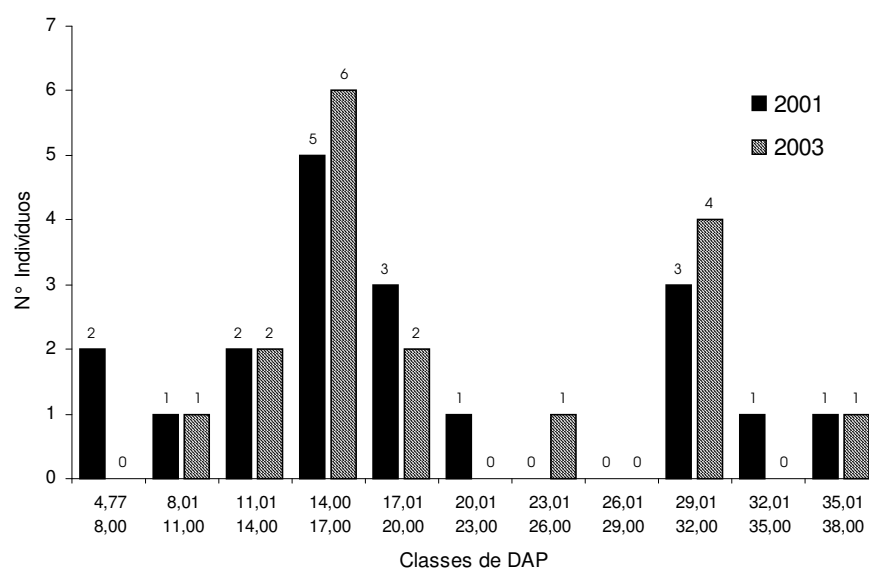
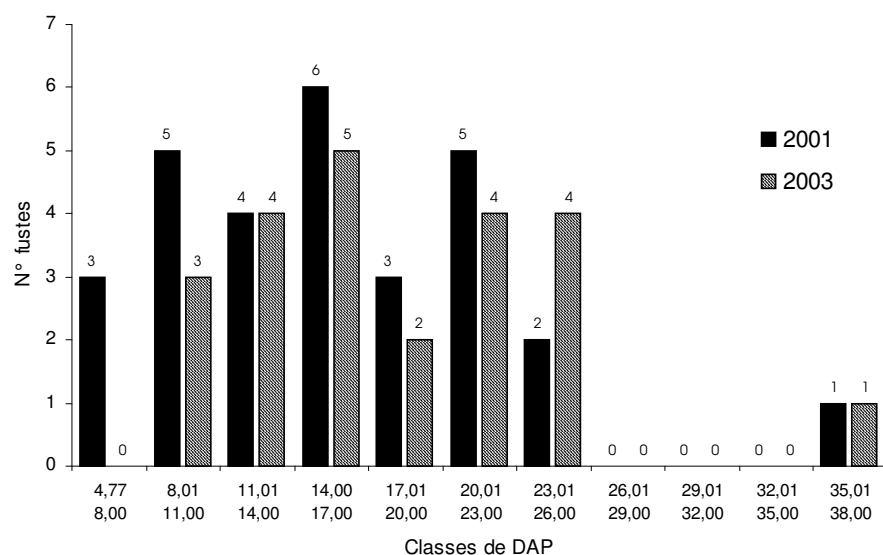


FIGURA 16 – Distribuição diamétrica dos fustes de *Schinus terebinthifolius* nos anos de 2001 e 2003



5.1.6 Prognoses da Dinâmica

Utilizando a técnica da matriz de transição, foram obtidas projeções sobre o comportamento de algumas variáveis da floresta com o passar dos anos. Foi gerada uma matriz de probabilidades (Tabela 16), que indica qual a chance, durante o intervalo entre as medições, de uma árvore permanecer na mesma classe diamétrica, avançar uma classe, avançar duas classes, morrer.

TABELA 16 – Matriz de probabilidades gerada

| Limites de Classes | Densidade | Classes de diâmetro | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------------------------|-----------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|----|------|
| <8cm | 333 | 1 | 0,87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8-11cm | 176 | 2 | 0,02 | 0,89 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11-14cm | 120 | 3 | - | 0,05 | 0,81 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14-17cm | 93 | 4 | - | - | 0,18 | 0,84 | - | - | - | - | - | - | - |
| 17-20cm | 42 | 5 | - | - | - | 0,15 | 0,67 | - | - | - | - | - | - |
| 20-23cm | 27 | 6 | - | - | - | - | 0,29 | 0,93 | - | - | - | - | - |
| 23-26cm | 17 | 7 | - | - | - | - | 0,02 | 0,07 | 0,94 | - | - | - | - |
| 26-29cm | 2 | 8 | - | - | - | - | - | - | 0,06 | - | - | - | - |
| 29-32cm | 0 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | 1,00 | - | - | - |
| 32-35cm | 0 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 35-38cm | 1 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,00 |
| Probabilidade de mortalidade | | | 0,11 | 0,06 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | - | 0,00 |

Pode-se observar na tabela anterior que a probabilidade de um fuste da primeira classe permanecer na classe 1 é de 87%, passar para a classe 2 é de 2%, e 11% a chance de morrer (a mortalidade é o complemento da probabilidade). Na classe 5, onde a chance de permanecer nesta classe é de 67%, avançar uma classe - 29%, avançar duas classes - 2%, sendo 2% a probabilidade de morte. O número de fustes nas últimas quatro classes é muito reduzido levando a resultados pouco confiáveis, havendo os chamados “estados nulos” nas classes 9 e 10.

Usando esta matriz, é possível estimar a distribuição diamétrica em períodos iguais aos do intervalo entre as duas medições, ou seja, como a primeira medição foi efetuada em 2001 e a segunda em 2003, pode-se realizar as projeções para 2005, 2007, 2009 e assim sucessivamente, ressaltando-se que se tem o verdadeiro comportamento das variáveis apenas entre os dois anos de medição, podendo haver erros nas projeções que somente podem ser mensurados por meio de uma remedição das parcelas estudadas.

A partir da distribuição diamétrica resultante, é possível a obtenção dos dados referentes a área basal, densidade, volume, ou outra variável derivada destas. Na Tabela 17 pode-se observar as projeções realizadas, basicamente de área basal e densidade, sendo observada uma redução no número de árvores com o passar dos anos, que é explicada pelo fato de a mortalidade ser superior ao número de ingressos, resultando em uma diminuição da densidade.

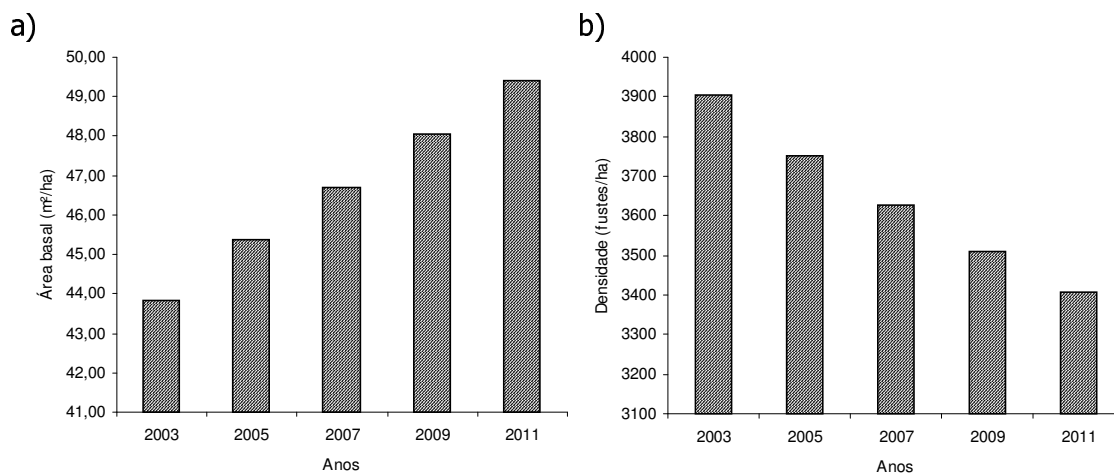
Quanto à área basal, esta diminuição não ocorre, devido ao incremento desta variável ser superior à mortalidade entre as duas medições realizadas.

TABELA 17 – Dominância e densidade em 2003 e projeções de 2 em 2 anos

| | Projeções | | | | |
|-------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| | 2003 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 |
| Área basal m ² | 8,7640 | 9,0731 | 9,3421 | 9,6121 | 9,8792 |
| Área basal m ² /ha | 43,820 | 45,3653 | 46,7104 | 48,0605 | 49,3959 |
| Nº de fustes | 781 | 750 | 725 | 702 | 682 |
| Fustes /ha | 3905 | 3752 | 3625 | 3511 | 3409 |

Na Figura 17 observa-se, graficamente, a evolução das duas variáveis citadas em quatro projeções a partir dos dados obtidos em 2003.

FIGURA 17 – Projeções de área basal (a) e densidade (b)



Cabe ressaltar que o período compreendido entre as duas medições é pequeno, sendo recomendada a utilização de um intervalo de tempo maior, onde haveria dados mais consistentes, sendo evitados alguns erros derivados da dificuldade de medição de pequenos incrementos. Entretanto, os resultados aqui obtidos nos permitem avaliar, mesmo que num curto período, a evolução de algumas das características da floresta.

Outros trabalhos de análise da dinâmica já realizados tiveram os seguintes intervalos de tempo entre as duas avaliações: DURIGAN (1999) – 1 ano; PIZATTO (1999) – 3 anos; CORAIOLA (2003) – 5 anos; SHAFF (2001) – 21 anos.

5.2 BIOMASSA

O levantamento de biomassa foi dividido basicamente em quatro itens que serão apresentados a seguir: A) Vegetação arbórea; B) Regeneração com altura superior a 1,30m e perímetro a altura do peito (PAP) inferior a 15cm; C) Regeneração com altura inferior a 1,30m e Herbáceas; D) Serapilheira.

Deve-se ressaltar que este trabalho esteve restrito a uma área de apenas 200 m², face autorização do órgão ambiental competente no estado do Paraná, pois trata-se de área de preservação permanente. O número de parcelas medidas certamente não atenderá a intensidade amostral que os princípios estatísticos e probabilísticos da amostragem requerem, porém, trata-se de uma oportunidade ímpar de se obter tais informações da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, que certamente serão de grande utilidade em futuras ações e/ou pesquisas que visem a conservação e recuperação destes ambientes.

5.2.1 Vegetação Arbórea

Foram amostrados 96 indivíduos com PAP superior a 15cm, sendo estes divididos em nove compartimentos (madeira, casca, galhos grossos, galhos finos, folhas, epífitas vasculares e avasculares, frutos e sementes, outros).

Os resultados obtidos mostram uma biomassa seca de aproximadamente 170 t/ha, sendo que as porções que mais contribuem para este valor são madeira (52,84%), galhos grossos (35,19%) e galhos finos (5,12%). As porções que menos contribuem para a biomassa total são frutos e sementes, com 0,001%, e outros (flores, botões, etc.), com 0,003% (Tabela 18). WATZLAWICK et al. (2002), em trabalho realizado em um ambiente de Floresta Ombrófila Mista Montana, em General Carneiro, Estado do Paraná, encontraram valores de 69,4 t/ha de biomassa aérea para um estágio inicial de sucessão, 168,8 t/ha em um estágio intermediário e 397,8 t/ha em estágio avançado, sendo que a contribuição da porção madeira variou entre 40 e 47%. Alguns outros trabalhos foram realizados no país, porém, nenhum deles realizado em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, havendo também, grande variação na metodologia utilizada, impossibilitando a apresentação de dados comparativos.

Alguns valores aqui obtidos raramente são apresentados em outros trabalhos do gênero, tal qual a contribuição do material epífítico na biomassa total do ambiente -

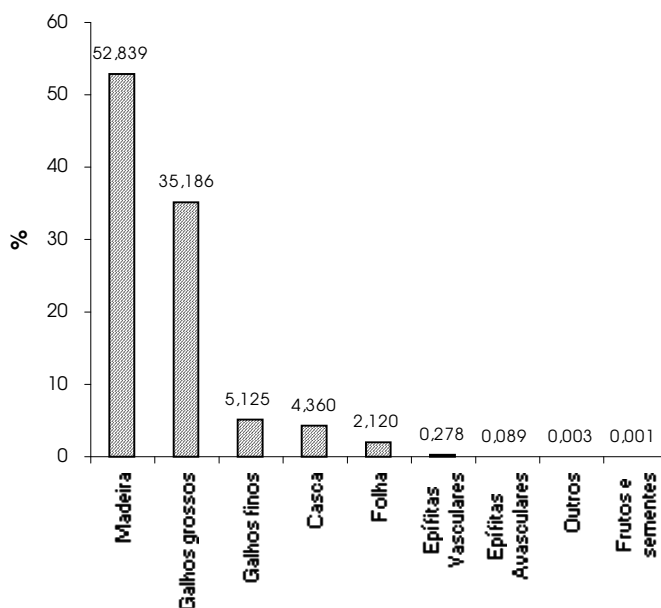
cerca de 623,1 kg/ha, sendo 471,6 kg/ha de epífitas vasculares e 151,5 kg/ha de epífitas avasculares.

TABELA 18 – Biomassa aérea dos indivíduos arbóreos amostrados

| Compartimento | Peso Seco | | |
|----------------------|----------------------|-----------|------------|
| | Kg/200m ² | Kg/ha | % do total |
| Madeira | 1794,95 | 89747,55 | 52,839 |
| Galhos grossos | 1195,29 | 59764,55 | 35,186 |
| Galhos finos | 174,09 | 8704,66 | 5,125 |
| Casca | 148,11 | 7405,52 | 4,360 |
| Folhas | 72,00 | 3600,14 | 2,120 |
| Epífitas Vasculares | 9,43 | 471,59 | 0,278 |
| Epífitas Avasculares | 3,03 | 151,48 | 0,089 |
| Outros | 0,10 | 4,83 | 0,003 |
| Frutos e sementes | 0,03 | 1,72 | 0,001 |
| Total | 3397,04 | 169852,04 | 100,00 |

A contribuição de cada compartimento analisado pode ser melhor visualizada na Figura 18.

FIGURA 18 – Distribuição da biomassa nos compartimentos analisados



Outras duas considerações devem ser feitas. A primeira quanto ao compartimento “casca”, que teve sua biomassa calculada por meio de uma pequena amostra do fuste, não levando em consideração as variações de espessura de casca que ocorrem ao longo do mesmo, obtendo-se um valor de 7,4 t/ha, que representa 4,36% da biomassa total. A segunda diz respeito à porção “folhas”, devido ao fato de a espécie mais importante da comunidade, o branquilha (*Sebastiania commersoniana*), ser decídua, perdendo totalmente suas folhas em determinada época do ano. Como a amostragem foi distribuída durante alguns meses (abril a agosto), alguns indivíduos foram medidos antes da queda das folhas e outros após esta perda. Porém, isto não invalida os resultados obtidos, apenas justifica a pequena contribuição deste compartimento (3,6 t/ha, representando 2,12% do total) na biomassa total da floresta.

5.2.2 Regeneração (maior que 1,30 metro de altura)

Na área amostrada (50 m²) foram encontrados 73 indivíduos com altura superior a 1,30 metros e PAP inferior a 15cm, o que representa uma densidade absoluta de 14.600 indivíduos/hectare. A biomassa aérea total para este item analisado foi de aproximadamente 20,08 t/ha, sendo o fuste, com 70,38%, o compartimento que mais contribuiu para este valor.

A contribuição relativa do fuste (madeira+casca) na biomassa total é muito superior ao apresentado na vegetação arbórea (57,20%), pois existe uma diminuição da quantidade de galhos, resultado do investimento da planta em alongar o fuste para atingir os estratos intermediário e superior da floresta, onde encontrará uma maior disponibilidade lumínica, favorecendo o seu estabelecimento na comunidade.

Esse fato é reforçado pela análise da biomassa dos galhos, que, diferindo do ocorrido na vegetação arbórea, apresentou valores semelhantes quanto a biomassa seca dos galhos grossos (2,90 t/ha, ou seja, 14,47% do total) e galhos finos (2,25 t/ha,

representando 11,18% do total). Isto ocorre devido ao menor porte dos indivíduos, dificultando a ocorrência de galhos com diâmetro superior a 1,0 cm.

Os resultados dos compartimentos analisados (fuste, galhos grossos, galhos finos, folhas, epífitas vasculares e avasculares) podem ser observados na Tabela 19.

TABELA 19 – Biomassa da regeneração (maior de 1,30m de altura) e seus compartimentos analisados

| Compartimento | Peso Seco | | |
|----------------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Kg | Kg/ha | % |
| Fuste | 70,67 | 14133,11 | 70,38 |
| Galhos Grossos | 14,53 | 2905,8 | 14,47 |
| Galhos Finos | 11,23 | 2245,86 | 11,18 |
| Folhas | 3,89 | 778,47 | 3,88 |
| Epífitas Vasculares | 0,08 | 16,04 | 0,08 |
| Epífitas Avasculares | 0,02 | 3,074 | 0,02 |
| Total | 100,41 | 20082,35 | 100,00 |

5.2.3 Vegetação herbácea e regeneração (menor que 1,30 metro de altura)

Neste item foram amostrados apenas 10m² (dez parcelas de 1m² cada), sendo encontrados 45 indivíduos de regeneração, o que representa uma densidade absoluta de 45.000 indivíduos/hectare, além da vegetação herbácea, que não foi analisada quanto a densidade, apenas quanto a sua biomassa.

Na Tabela 20 tem-se uma síntese dos resultados obtidos, indicando que, quanto a regeneração menor que 1,30 metros de altura, foi verificada uma biomassa total de 758,44 kg/ha, sendo que 75,72% deste valor está concentrado na parte aérea e 24,28% nas raízes. A vegetação herbácea totalizou um peso seco de 448,55 kg/ha e o valor total deste item analisado (regeneração + herbáceas) foi de 1206,99 kg/ha.

Apesar da pequena biomassa encontrada em relação aos itens anteriores, é de grande valia o conhecimento de cada estrato da floresta e sua contribuição para a composição da biomassa total do ambiente. Infelizmente, devido a dificuldades

operacionais, as raízes somente foram analisadas neste item, face tratar-se de indivíduos de menor porte e com menor quantidade de raízes, facilitando sua retirada e análise.

TABELA 20 – Peso seco da regeneração (menor de 1,30m de altura) e das herbáceas

| Compartmento | Peso Seco | | |
|--------------------|-----------|---------|--------|
| | kg | kg/ha | % |
| Regeneração <1,30m | | | |
| Parte Aérea | 0,574 | 574,32 | 75,72 |
| Raízes | 0,184 | 184,12 | 24,28 |
| Sub-Total | 0,758 | 758,44 | 100,00 |
| Herbáceas | 0,449 | 448,55 | |
| Total | 1,207 | 1206,99 | |

5.2.4 Serapilheira

Na análise da serapilheira foi obtida uma biomassa seca de 0,8569 kg para uma área amostrada de 1,9635 m² (10 parcelas circulares com diâmetro de 0,50 m cada), o que corresponde a 4.364,16 kg/hectare.

O valor encontrado nesta pesquisa é inferior ao encontrado por WATZLAWICK et al. (2002) em General Carneiro, Paraná, onde obtiveram um resultado médio de 8.030 kg/ha nos três estágios sucessionais.

PORTES (2000), em pesquisa realizada na Floresta Ombrófila Densa Altomontana e com base em informações mensais obtidas durante 2 anos e meio, estimou a produção média anual de serapilheira em 4,5 t/ha/ano.

SOUZA (2003), em trabalho realizado na mesma área desta pesquisa, efetuou um acompanhamento mensal da deposição de serapilheira, obtendo como resultado um valor de 6.854,30 kg/ha/ano, com maior deposição nos meses de inverno e menor nos meses de verão.

Ressalta-se que o valor encontrado nesta pesquisa se reporta ao “estoque” de serapilheira no momento da amostragem, diferindo dos resultados expostos por PORTES (2000) e SOUZA (2003), que executaram um acompanhamento da deposição de serapilheira durante todos os meses, resultando em um determinado valor de peso de matéria seca por ano.

Deve-se salientar que a época de coleta dos dados pode influenciar muito nos resultados obtidos para este item, circunstância esta ocasionada pela decidualidade do branquilha (*Sebastiania commersoniana*), conforme já comentando anteriormente.

5.2.5 Quadro resumo – Biomassa da floresta

A tabela 21 foi elaborada com o resumo dos dados apresentados até aqui, indicando a contribuição de cada estrato na biomassa total da floresta. A vegetação arbórea é a que apresenta a maior biomassa, com 86,88% do total. O sub-bosque (regeneração + herbáceas) apresentou uma biomassa seca de 21.289 kg/ha, valor semelhante ao encontrado por WATZLAWICK et al. (2002), que obtiveram uma média de 21.810 kg/ha nos três diferentes estágios de regeneração (inicial, intermediário e avançado).

TABELA 21 – Resumo dos resultados da biomassa

| Estrato | Peso seco | % |
|----------------------------------|------------------|---------------|
| | Kg/ha | |
| Vegetação arbórea | 169852,04 | 86,88 |
| Regeneração $\geq 1,30$ m altura | 20082,35 | 10,27 |
| Regeneração $< 1,30$ m altura | 758,44 | 0,39 |
| Herbáceas | 448,55 | 0,23 |
| Serapilheira | 4364,16 | 2,23 |
| Total | 195505,53 | 100,00 |

5.2.6 Modelagem da biomassa

De posse de todos os dados resultantes do levantamento até aqui detalhado, buscou-se o ajuste de modelos matemáticos que pudessem fornecer a biomassa seca sem utilizar o método destrutivo (onde todo o material é cortado e pesado), mas por meio de variáveis mais facilmente obtidas, tais como DAP, diâmetro na base, altura total, altura do ponto de inversão morfológica e outras derivações ou combinações destas variáveis.

Buscou-se a obtenção de modelos que estimem a biomassa da floresta como um todo e dos diferentes compartimentos analisados, porém, nem sempre foi possível encontrar um modelo que estimasse satisfatoriamente a biomassa seca.

5.2.6.1 Árvore

Diante das variáveis disponíveis para o ajuste dos modelos, foram utilizados os softwares *Microsoft® Excel 2000* e *Statistica for Windows 5.1* para gerar uma matriz de correlação, que indicou quais as variáveis independentes possuíam uma maior correlação com a variável dependente (biomassa seca da árvore ou dos compartimentos). Foram testados os modelos mais utilizados na literatura e outros que possuíam como variáveis independentes aquelas com maior correlação com a variável dependente, além da combinação de variáveis sugerida pela opção *Forward Stepwise* do *Statistica for Windows 5.1*.

Depois de um exaustivo trabalho de testes, foram selecionados alguns dos modelos, os quais estão apresentados na Tabela 22, juntamente com seu R^2 ajustado (Coeficiente de Determinação Múltipla) ou IA (Índice de Ajuste de Schlaegel) e Erro padrão da estimativa (S_{yx}), que ajudam a escolher o modelo que melhor estima a biomassa seca da árvore.

TABELA 22 – Alguns modelos testados e seus parâmetros comparativos

| | Modelo | R ² ajustado | IA | Syx | Syx corr | Syx % |
|----|--|-------------------------|--------|---------|----------|-------|
| 1 | Ps=b0+b1*DAP ² Ht+b2*DAP ² +b3*Dbase+b4*Ht+b5*Hpim | 0,9521 | - | 7,1438 | - | 23,84 |
| 2 | Ps=b0+b1*DAP ² Ht+b2*DAP ² +b3*Ht+b4*Hpim | 0,9517 | - | 7,1765 | - | 23,94 |
| 3 | Ps=b0+b1*DAP ² Ht+b2*Ht+b3*DAP ² b4 | - | 0,9470 | - | 7,6374 | 25,48 |
| 4 | Ps=(b0+b1*DAP ² Ht+b2*Ht+b3*DAP ²)b4 | - | 0,9468 | - | 7,6472 | 25,51 |
| 5 | Ps=b0+b1*DAP ² Ht+b2*DAP ² +b3*Ht | 0,9451 | - | 7,6530 | - | 25,53 |
| 6 | Ps=b0+b1*DAP ² Ht+b2*DAP ² | 0,9392 | - | 8,0535 | - | 26,87 |
| 7 | Ps=b0+b1*Dbase+b2*(DAP ² Ht) | 0,9310 | - | 8,5789 | - | 28,62 |
| 8 | Ps=b0+b1*Hpim+b2*(DAP ² Ht) | 0,9281 | - | 8,7541 | - | 29,21 |
| 9 | Ps=b0+b1*(DAP ² Ht)+b2*(Dbase ² Hpim) | 0,9270 | - | 8,8221 | - | 29,43 |
| 10 | Ps=b0+b1*(DAP ² Ht) | 0,9255 | - | 8,9128 | - | 29,74 |
| 11 | LnPS=b0+b1*LnDbase+b2*LN(DAP ² Ht) | 0,8900 | 0,9027 | 0,2989 | 10,2909 | 34,34 |
| 12 | Ps=b0+b1*DAP ² | 0,8936 | - | 10,6545 | - | 35,55 |
| 13 | LnPs=bo+b1*LNDAP+b2*LNHt | 0,8881 | 0,8927 | 0,3014 | 10,8057 | 36,05 |
| 14 | LnPS=bo+b1*LNHpim+b2*LnDbase | 0,8616 | 0,8681 | 0,3351 | 11,9820 | 39,98 |
| 15 | Ps=bo+b1*DAP+b2*Ht | 0,7908 | - | 14,9378 | - | 49,84 |
| 16 | Ps=b0+b1*DAP+b2*Ht+b3*Hpim+b4*Dbase | 0,7890 | - | 15,0006 | - | 50,05 |
| 17 | Ps=b0+b1*DAP | 0,7849 | - | 15,1478 | - | 50,54 |
| 18 | Ps=b0+b1*DAP+b2*(Dbase ² Hpim) | 0,7826 | - | 15,2257 | - | 50,80 |
| 19 | Ps=bo+b1*Dbabe+b2*Hpim | 0,7629 | - | 15,9016 | - | 53,06 |
| 20 | Ps=b0+b1*Dbase | 0,7581 | - | 16,0610 | - | 53,59 |
| 21 | Ps=b0+b1*(Dbase ² Hpim) | 0,5452 | - | 22,0246 | - | 73,48 |
| 22 | Ps=b0+b1*1/Dbase+b2*(1/(DAP ² Ht)) | 0,5276 | - | 22,4455 | - | 74,89 |

O menor erro de estimativa obtido foi de 23,84%, utilizando o modelo 01, o que pode ser considerado um bom ajuste, pois se trata de uma floresta com muitas espécies e em diferentes idades. A equação resultante (15) pode ser escrita da seguinte forma:

$$Ps = 26,36341412 + 0,08589969 * DAP^2 Ht - 0,7699088 * DAP^2 + 0,8993089 * Dbase - 1,66428 * Ht - 1,74635 * Hpim \quad (15)$$

onde:

Ps = Peso de matéria seca da árvore (em kilogramas);

DAP = diâmetro a 1,30 metro de altura;

Ht = altura total;

Dbase = diâmetro na base (a 0,10 metros de altura);

Hpim = altura do ponto de inversão morfológica.

A análise gráfica dos resíduos foi realizada e não mostrou nenhuma tendenciosidade dos mesmos (Anexo 02).

A equação anteriormente descrita envolve muitas variáveis independentes, podendo tornar a coleta de dados bastante demorada, porém, é a que melhor estima a biomassa seca. Os demais modelos, com número menor de variáveis, geram erros maiores, entretanto, dispense-se menor tempo na coleta de variáveis, ficando a cargo de cada pessoa a utilização desta equação proposta ou dos outros modelos, cujos coeficientes estão disponíveis no Anexo 03.

5.2.6.2 Compartimentos

Foram testados modelos para cada compartimento analisado, sempre levando em consideração os principais modelos utilizados na literatura e a correlação entre a variável dependente e as independentes. Nesta análise por compartimentos, os modelos de natureza logarítmica e os não-lineares não apresentaram resultados satisfatórios.

5.2.6.2.1 Madeira

O compartimento madeira foi o que proporcionou o melhor ajuste, resultando no menor erro da estimativa encontrado (21,36%). Na tabela 23 estão alguns dos modelos testados.

TABELA 23 – Alguns modelos testados para estimativa da biomassa da madeira

| Modelo | R ² ajustado | IA | Syx | Syx recalculado | Syx% |
|---|-------------------------|----------|---------|-----------------|-------|
| 1 $Ps=b_0+b_1Dbase^2Hpim+b_2^*DAP^2Ht+b_3DAP^2+b_4DAP+b_5Dbase$ | 0,939680 | - | 3,20114 | - | 20,21 |
| 2 $Ps=b_0+b_1Dbase^2Hpim+b_2^*DAP^2Ht+b_3Dbase+b_4DAP$ | 0,932649 | - | 3,38257 | - | 21,36 |
| 3 $Ps=b_0+b_1Dbase^2Hpim+b_2^*DAP^2Ht+b_3Dbase$ | 0,928181 | - | 3,49296 | - | 22,06 |
| 4 $Ps=b_0+b_1Dbase^2Hpim+b_2^*DAP^2Ht$ | 0,924404 | - | 3,58364 | - | 22,63 |
| 5 $Ps=b_0+b_1Dbase^2Hpim$ | 0,890225 | - | 4,31843 | - | 27,27 |
| 6 $LnPs=b_0+b_1*LN(DAP^2Ht)+b_2^*DAP+b_3*(Dbase^2Hpim)$ | 0,895031 | 0,878162 | 0,27401 | 4,62005 | 29,17 |
| 7 $LnPs=b_0+b_1*LN(DAP^2Ht)$ | 0,828257 | 0,770306 | 0,35049 | 6,27846 | 39,64 |
| 8 $Ps=b_0+b_1DAP^2Ht$ | 0,748779 | - | 6,53284 | - | 41,25 |

A equação resultante do modelo escolhido para estimativa da biomassa seca da madeira é a seguinte (16):

$$Ps = -1,0717995 + 0,0117665 * Dbase^2 Hpim + 0,0162609 * DAP^2 Ht - 0,1973543 * DAP^2 + 2,4244762 * DAP - 1,2324551 * Dbase \quad (16)$$

onde:

Ps = Peso de matéria seca da madeira da árvore (em kilogramas).

DAP = diâmetro a 1,30 metro de altura;

Ht = altura total;

Dbase = diâmetro na base (a 0,10 metros de altura);

Hpim = altura do ponto de inversão morfológica.

5.2.6.2.2 Casca

Foram testados modelos para a estimativa da biomassa da casca, porém, as variáveis independentes disponíveis não se mostraram satisfatórias para realizar tais estimativas. Talvez a inclusão de uma variável que represente a espessura de casca faça com que se obtenha um melhor ajuste. Diante deste quadro, os modelos testados apresentaram os resultados demonstrados na Tabela 24.

TABELA 24 – Alguns modelos testados para estimativa de biomassa de casca

| | Modelo | R ² ajust | IA | Syx | Syx recal | Syx% |
|---|---|----------------------|---------|---------|-----------|-------|
| 1 | Ps=b0+b1Dbase+b2Dbase ² Hpim | 0,45747 | | 1,02185 | | 78,20 |
| 2 | Ps=b0+b1Dbase+b2Dbase ² Hpim+b3DAP | 0,45188 | | 1,02710 | | 78,60 |
| 3 | Ps=b0+b1Dbase | 0,43325 | | 1,04442 | | 79,92 |
| 4 | LNPs=b0+b1LN(DAP ² Ht)+b2LNDbase+b3LNDAP | 0,58231 | 0,41562 | 0,53958 | 1,07698 | 82,42 |
| 5 | LNPs=b0+b1LN(DAP ² Ht)+b2LNDbase | 0,57208 | 0,39760 | 0,54614 | 1,08780 | 83,24 |
| 6 | LNPs=b0+b1LN(DAP ² Ht) | 0,57079 | 0,38792 | 0,54696 | 1,09091 | 83,48 |

A equação resultante do modelo escolhido apresenta um erro padrão da estimativa de 78,20%, sendo a seguinte:

$$Ps = -0,5361337 + 0,109664 * Dbase + 0,0006449 * Dbase^2 Hpim \quad (17)$$

onde:

Ps = Peso de matéria seca da casca da árvore (em kilogramas).

Dbase = diâmetro na base (a 0,10 metros de altura);

Hpim = altura do ponto de inversão morfológica.

5.2.6.2.3 Galhos Grossos

Para a estimativa da biomassa dos galhos grossos, são apresentados apenas modelos lineares, face os resultados insatisfatórios de modelos de outra natureza. Apesar disso, não foram obtidos bons ajustes, sendo que o menor erro padrão da estimativa foi de 43,84%, conforme pode ser verificado na Tabela 25.

TABELA 25 – Alguns modelos para estimativa da biomassa dos galhos grossos

| | Modelo | R ² Ajust. | Syx | Syx% |
|----|--|-----------------------|---------|-------|
| 1 | PS=b0+b1DAP ² Ht+b2Dbase ² Hpim+b3DAP+b4Dbase+b5DAP ² | 0,94259 | 4,62298 | 43,84 |
| 2 | PS=b0+b1DAP ² Ht+b2Dbase ² Hpim+b3DAP+b4Dbase | 0,93658 | 4,85870 | 46,07 |
| 3 | PS=b0+b1DAP ² Ht+b2DAP ² +b3Hcopa ² | 0,90463 | 5,95835 | 56,50 |
| 4 | PS=b0+b1DAP ² Ht+b2DAP ² +b3Dbase+b4Hcopa ² | 0,90383 | 5,98321 | 56,73 |
| 5 | PS=b0+b1DAP ² Ht+b2DAP ² +b3Dbase+b4DAP | 0,86087 | 7,19647 | 68,24 |
| 6 | PS=b0+b1DAP ² Ht+b2DAP ² +b3Dbase | 0,83001 | 7,95470 | 75,43 |
| 7 | PS=b0+b1DAP ² +b2Hcopa ² | 0,79218 | 8,79548 | 83,40 |
| 8 | PS=b0+b1DAP ² Ht+b2DAP ² | 0,76892 | 9,27458 | 87,94 |
| 9 | PS=b0+b1DAP ² Ht | 0,76507 | 9,35156 | 88,67 |
| 10 | PS=b0+b1DAP ² | 0,74376 | 9,76642 | 92,61 |

A equação resultante do ajuste do melhor modelo é a seguinte (18):

$$Ps = 9,1190391 + 0,0503783 * DAP^2 Ht - 0,0181494 * Dbase^2 Hpim - 5,2898292 * DAP + 3,1264545 * Dbase - 0,2712391 * DAP^2 \quad (18)$$

onde:

Ps = Peso de matéria seca dos galhos grossos da árvore (em kilogramas).

DAP = diâmetro a 1,30 metro de altura;

Ht = altura total;

Dbase = diâmetro na base (a 0,10 metros de altura);

Hpim = altura do ponto de inversão morfológica.

5.2.6.2.4 Galhos Finos

Da mesma forma que no compartimento anterior, os erros padrões das estimativas foram elevados, sendo que o menor deles ficou em 53,91% para o modelo 01, conforme pode ser observado na tabela 26.

TABELA 26 - Alguns modelos para estimativa da biomassa dos galhos finos

| | Modelo | R ² ajus | Syx | Syx% |
|----|--|---------------------|---------|-------|
| 1 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Hpim+b3DAP ² | 0,79005 | 0,82808 | 53,91 |
| 2 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Hpim | 0,76435 | 0,87732 | 57,12 |
| 3 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Hcopa ² +b3Dbase | 0,76865 | 0,86927 | 56,59 |
| 4 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Dbase ² Hpim | 0,76351 | 0,87887 | 57,22 |
| 5 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Dbase ² Hpim+b3Hcopa ² | 0,76211 | 0,88148 | 57,39 |
| 6 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Hcopa ² | 0,75427 | 0,89588 | 58,32 |
| 7 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Dbase+b3DAP ² | 0,75426 | 0,89588 | 58,33 |
| 8 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2Dbase | 0,75381 | 0,89672 | 58,38 |
| 9 | Ps=b0+b1DAP ² Ht+b2DAP ² | 0,75100 | 0,90181 | 58,71 |
| 10 | Ps=b0+b1DAP ² Ht | 0,74426 | 0,91393 | 59,50 |

A equação resultante do ajuste do melhor modelo é a seguinte (19):

$$Ps = 1,580101 + 0,004416 * DAP^2 Ht - 0,20523 * Hpim - 0,03896 * DAP^2 \quad (19)$$

onde:

Ps = Peso de matéria seca dos galhos finos da árvore (em kilogramas)

DAP = diâmetro a 1,30 metro de altura;

Ht = altura total;

Hpim = altura do ponto de inversão morfológica.

5.2.6.2.5 Folhas

Igualmente ao ocorrido nos compartimentos anteriores, não foi encontrado um bom ajuste para a estimativa da biomassa das folhas, com o menor erro padrão da

estimativa ficando acima dos 60%. A questão a decidualidade do branquilha, já abordada anteriormente, interferiu de forma significativa no ajuste dos modelos, pois existem árvores com peso seco das folhas igual a zero e outras com valores elevados, fazendo com que a variância seja elevada, resultando num erro padrão também alto. Os resultados obtidos com o ajuste de alguns modelos podem ser analisados na Tabela 27.

TABELA 27 - Alguns modelos para estimativa da biomassa das folhas

| | Modelo | R ² ajust | Syx | Syx% |
|----|--|----------------------|---------|-------|
| 1 | $P_s = b_0 + b_1 * Hpim + b_2 * DAP^2 Ht + b_3 DAP^2$ | 0,70517 | 0,39890 | 62,79 |
| 2 | $P_s = b_0 + b_1 * Hpim + b_2 * DAP^2 Ht$ | 0,70430 | 0,39949 | 62,88 |
| 3 | $P_s = b_0 + b_1 * (DAP^2 * Ht) + b_2 Hcopa^2$ | 0,69280 | 0,40718 | 64,10 |
| 4 | $P_s = b_0 + b_1 * (DAP^2 * Ht) + b_2 Hcopa^2 + b_3 Dbase$ | 0,69036 | 0,40880 | 64,35 |
| 5 | $P_s = b_0 + b_1 * (DAP^2 * Ht)$ | 0,66300 | 0,42647 | 67,13 |
| 6 | $P_s = b_0 + b_1 * DAP^2 Ht + b_2 * DAP^2 + b_3 * DAP + b_4 * Dbase$ | 0,66053 | 0,42803 | 67,38 |
| 7 | $P_s = b_0 + b_1 * DAP^2 Ht + b_2 * DAP^2 + b_3 * DAP$ | 0,66007 | 0,42832 | 67,42 |
| 8 | $P_s = b_0 + b_1 * DAP^2 Ht + b_2 * DAP^2$ | 0,66005 | 0,42833 | 67,42 |
| 9 | $P_s = b_0 + b_1 * DAP^2 Ht + b_2 * Dbase$ | 0,65953 | 0,42866 | 67,48 |
| 10 | $P_s = b_0 + b_1 * DAP^2 Ht + b_2 * DAP^2 + b_3 * Dbase$ | 0,65660 | 0,43050 | 67,77 |

A equação resultante do ajuste do melhor modelo para a estimativa da biomassa das folhas é o seguinte (20):

$$P_s = 0,59838309 - 0,0901844 * Hpim + 0,0010077 * DAP^2 Ht - 0,0059338 * DAP^2 \quad (20)$$

onde:

P_s = peso seco das folhas da árvore (em kilogramas).

DAP = diâmetro a 1,30 metro de altura;

Ht = altura total;

$Hpim$ = altura do ponto de inversão morfológica.

5.2.6.3 Síntese da modelagem da biomassa

Como síntese dos resultados da modelagem de biomassa apresentados, observa-se o bom ajuste para a árvore e para a madeira, com o erro padrão da estimativa girando entre 20 e 24%. Valores semelhantes não foram obtidos para os demais compartimentos (casca, galhos grossos, galhos finos e folhas), devido, principalmente, à grande variabilidade dos dados coletados, pois a floresta em questão possui diversas espécies e em estágios de desenvolvimento distintos.

Caso fossem realizados ajustes por espécie ou grupo de espécies, certamente os resultados obtidos seriam melhores, pois estaríamos diminuindo a variância entre os dados. Porém, para que isto seja executado, é necessário que haja uma coleta de dados maior, contemplando as várias espécies ou grupos de espécies com um número significativo de amostras, o que não ocorreu neste trabalho, face às restrições já abordadas.

As equações resultantes dos melhores modelos ajustados, para a árvore e os diversos compartimentos, são as seguintes:

1) Árvore ($R^2_{ajust} = 0,9521$; $Syx\% = 23,84\%$);

$$Ps = 26,36341412 + 0,08589969 * DAP^2 Ht - 0,7699088 * DAP^2 + 0,8993089 * Dbase - 1,66428 * Ht - 1,74635 * Hpim \quad (21)$$

2) Madeira ($R^2_{ajust} = 0,9397$; $Syx\% = 20,21\%$);

$$Ps = -1,0717995 + 0,0117665 * Dbase^2 Hpim + 0,0162609 * DAP^2 Ht - 0,1973543 * DAP^2 + 2,4244762 * DAP - 1,2324551 * Dbase \quad (22)$$

3) Casca ($R^2_{ajust} = 0,4574$; $Syx\% = 78,20\%$);

$$Ps = -0,5361337 + 0,109664 * Dbase + 0,0006449 * Dbase^2 Hpim \quad (23)$$

4) Galhos Grossos ($R^2_{ajust} = 0,9426$; $Syx\% = 43,84\%$);

$$P_s = 9,1190391 + 0,0503783 * DAP^2 Ht - 0,0181494 * Dbase^2 Hpim - 5,2898292 * DAP + 3,1264545 * Dbase - 0,2712391 * DAP^2 \quad (24)$$

5) Galhos Finos ($R^2_{ajust} = 0,7901$; $Syx\% = 53,91\%$);

$$P_s = 1,580101 + 0,004416 * DAP^2 Ht - 0,20523 * Hpim - 0,03896 * DAP^2 \quad (25)$$

6) Folhas ($R^2_{ajust} = 0,7052$; $Syx\% = 62,79\%$);

$$P_s = 0,59838309 - 0,0901844 * Hpim + 0,0010077 * DAP^2 Ht - 0,0059338 * DAP^2 \quad (26)$$

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos é possível concluir e recomendar que:

- Quanto a florística, o período de dois anos foi insuficiente para verificar alterações significativas na composição florística da comunidade. Já na análise fitossociológica foram encontradas alterações como a diminuição da densidade e aumento da dominância (comum em florestas em um estágio inicial de desenvolvimento, o que não parece ser o caso), comportamento que difere ao observado em alguns trechos de Floresta Ombrófila Mista Montana (estágio intermediário/avançado) no Estado do Paraná, estudados em outras pesquisas. Isto pode estar ocorrendo pela presença do dique artificial na margem do rio Barigui, resultante de sua retificação, o que dificulta as inundações a que este ambiente está sujeito, alterando a sua dinâmica e o comportamento das espécies.
- A análise da distribuição diamétrica da floresta não indica mudanças acentuadas, porém, duas espécies sofreram profundas alterações: a primeira – *Myrceugenia glaucescens* – com elevada mortalidade distribuída por todas as classes, havendo a possibilidade de existir algum fator externo que esteja provocando este dano. Já a segunda - *Schinus terebinthifolius* – também apresenta mortalidade acentuada, porém, são os indivíduos das primeiras classes que estão desaparecendo, fato que poderá culminar com o desaparecimento da espécie da comunidade. Isto é reforçado por dados de pesquisas realizadas nesta mesma área, que mostram a ausência da mesma no compartimento inferior da floresta. Trata-se de uma espécie heliófita, pioneira e que necessita de alta intensidade lumínica para o seu pleno desenvolvimento, explicando o comportamento anteriormente exposto. Isto pode indicar que a floresta está evoluindo para um estágio sucessional mais avançado, com o desaparecimento destas espécies classificadas como pioneiras.
- No estudo de biomassa, verificou-se que as variáveis coletadas foram suficientes para um bom ajuste dos modelos que estimam o peso de matéria seca da árvore e da madeira, não sendo obtidos bons resultados para os compartimentos

folhas, casca, galhos grossos e galhos finos. A inclusão de outras variáveis como espessura de casca ou uma melhor estratificação da copa pode contribuir para a melhora dos ajustes.

- A intensidade amostral não foi suficiente para o ajuste de modelos por espécie ou grupo de espécies (pois são poucas as espécies representadas por muitos indivíduos), o que poderia diminuir ainda mais os erros das estimativas, porém, isto necessita um esforço de amostragem muito maior do que o que foi realizado.
- O estado de conservação da vegetação ripária neste ponto é bom, porém, o rio Barigüi mostra os resultados de todas as agressões que sofre em seu percurso, depositando em suas margens uma quantidade alarmante de resíduos sólidos, além do carreamento de grande quantidade de sedimentos que favorece o seu assoreamento.
- O local deve ser monitorado quanto às espécies invasoras, pois estas apresentaram um acentuado crescimento, além de grande quantidade de regeneração, principalmente *Hovenia dulcis* (uva-do-japão), fato este que não pode ser amostrado, mas foi verificado durante as incursões ao local.
- O acompanhamento da dinâmica da vegetação deverá ser realizado periodicamente, sugerindo-se a próxima remedição das parcelas permanentes no ano de 2005, possibilitando a obtenção de novos resultados e a ratificação dos já obtidos.
- Recomenda-se a extensão desta pesquisa para outros pontos ao longo da bacia do Rio Iguazu, podendo-se obter resultados mais abrangentes sobre o desenvolvimento da floresta diante das interferências antrópicas observadas em cada local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. Estudo da situação de biomassa e nutrientes de um reflorestamento de quatro anos com *Eucalyptus saligna* Smith em Santa Maria, RS. **Pesquisas Austro-brasileiras 1973-1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna.** 1982. p. 68-85
- ANDRAE, F. Segundo inventário de um povoamento de *Eucalyptus saligna* no Sul do Brasil. **Pesquisas Austro-brasileiras 1973-1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna.** 1982. p. 86-112
- BARDDAL, M.L. **Aspectos florísticos e fitossociológicos do componente arbóreo-arbustivo de uma floresta ombrófila mista aluvial – Araucária/PR.** Curitiba, 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- BARTH FILHO, N. **Monitoramento do crescimento e da produção em Floresta Ombrófila Mista com uso de parcelas permanentes.** Curitiba, 2002. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- BAREMBUEM, A.A.R.T. **Avaliação da biomassa aérea de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) para fins energéticos.** Curitiba, 1988. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. **FAO – Forestry paper – Forest Resources Assessment.** 1997. 58 p.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Biomass of Brazilian Amazonian Forests: The need for good science. **Revista Interciencia – Cartas al director – UNRC – Córdoba/Argentina.** Vol. 14 n° 04. 1992a. p. 201-203.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the brazilian amazon. **Revista Interciencia,** volume 17, número 01. 1992b. p. 08-18.
- BROWN, S.; LUGO, A.E.; GILLESPIE, A.J.R.; Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science – Volume 35 – Number 04 – December 1989.** p. 881-902.
- BROWN, S.; LUGO, A.E.; CHAPMAN, J. Biomass of tropical tree plantations and its implications for the global carbon budget. **Canadian Journal of Forest Research.** Vol. 16. 1986. p. 390-394.

- CALDEIRA, M.V.W; SCHUMACHER, M.V.; NETO, R.M.R; WATZLAWICK, L.F.; SANTOS, E.M. Quantificação da biomassa acima do solo de *Acacia mearnsii* De Wild., Procedência Batemans Bay – Austrália. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, Volume 11, N°02, 2001. p. 79-91.
- CAMPOS, M.A.A. **Balanco de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*. Avaliação na safra e na safrinha.** Curitiba, 1991. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- CARVALHO, J.O.P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain Forest.** Tese de Doutorado. Univesity of Oxford, 1992. 215p.
- CARVALHO, J.O.P. **Dinâmica de florestas naturais e suas implicações para o manejo florestal.** Curso de Manejo Florestal Sustentável. Curitiba: Embrapa Florestas, 1992.
- CORAIOLA, M. **Dinâmica de uma Floresta Estacional Semidecidual – MG: abordagem com processos de amostragem em múltiplas ocasiões.** Curitiba, 2003. 168p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- DAUBENMIRE, R.F. **Plant communities: a textbook of plant synecology.** New York: Harper & Row Pub., 1968.
- DAUBER, E.; TERÁN, J.; GUZMÁN, R. **Estimaciones de biomassa y carbono en bosques naturales de Bolivia.** Superintendencia Forestal. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 2000. 32p.
- DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. de F. Fitossociologia e florística das matas ciliares do Oeste Paulista. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**. V. 7 (02). 1995. p. 197-239.
- DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR.** Curitiba, 1998. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- EISFELD, R.L.; SANQUETTA, C.R. MELLO A.A. Modelo Matricial para Simulação da Dinâmica Populacional em uma Floresta Natural com Araucária. V CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. 2001, Porto Alegre – RS, **Anais**. 2001. CD-ROM.
- EMBRAPA – CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, Serviço de produção da informação, Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.
- GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; RODERJAN, C.V. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati, PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v.19, n.1-2, 1989. p. 30-49.

- GAUTO, O. A. **Análise da dinâmica e impactos da exploração sobre estoque remanescente (por espécie e por grupos de espécies similares) de uma Floresta Estacional Semidecidual em Misiones – Argentina.** Curitiba, 1997. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- GOMIDE, G.L.A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no estado do Amapá.** Curitiba, 1997. 179p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- HOYOS, A., 1980. Processos estocásticos e previsão. In: 4º SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA. 1980, Rio de Janeiro, **Anais**. Rio de Janeiro, 1980.
- IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná.** Instituto Agrônomo do Paraná. Versão 1.0. 2000. CD-ROM.
- KLEIN, R.M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-quero (Paraná). **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, 1970/1971. p. 160-188.
- KRUMLIK, G.J; KIMMINS, J.P. Studies of biomass distribution and tree form in old virgin forests in the mountains of south coastal British Columbia, Canada. **IUFRO Biomass studies**. Working Party on the Mensuration of the Forest Biomass. Nancy-France/Vancouver-Canada, 1973.
- LEITE, P.F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil: proposta de classificação.** Curitiba, 1994. 154p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- LOGUERCIO, G.A.; DEFOSSÉ, G. Ecuaciones de biomasa aérea, factores de expansión y de reducción de la lenga *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, en el so del Chubut, Argentina. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL MEDICIÓN Y MONITOREO DE LA CAPTURA DE CARBONO EN ECOSISTEMAS FORESTALES. 2001, Valdivia, **Anais**. Valdivia, Chile. 2001.
- LOWELL, K. E.; MITCHELL, R. J. **Modeling growth and mortality probabilistically using logistic regression.** USDA Forest Service NC GTR, St. Paul, 1987. p. 708-715.
- MACDICKEN, K.G. **A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects.** Forest Carbon Monitoring Program. Winrock International Institute for Agricultural Development. 1997.
- MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley & Sons, 1974.

- OLIVEIRA, E.A. **Caracterização florística, fitossociológica e pedológica de um trecho de floresta ripária dos Campos Gerais do Paraná.** Curitiba, 2001. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998.** Curitiba, 1999. 172p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- PORTES, M.C.G. de O. **Deposição de serapilheira foliar em Floresta Ombrófila Densa Altomontana, morro do Anhangava, serra da Baitaca, Quatro Barras, PR.** Curitiba, 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal.** San José, Costa Rica: Deutsch Gesellschaft für Technisch Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1997. 586p.
- RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, N°24 – UFSM. 2002.
- SALATI, E. **Emissão x seqüestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil.** In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL. 1994, Rio de Janeiro, **Anais.** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 15-37.
- SANQUETTA, C.R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal.** Curitiba, Fupef – Série Didática 08. 1996. 59p.
- SANQUETTA, C.R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.B.; GOMES, F.S. **As florestas e o carbono.** Curitiba. 2002. p.119-140.
- SCHAAF, L.B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná.** Curitiba, 2000. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- SCHUMACHER, M.V.; WITSCHORECK, R; CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F. Estoque de Carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acácia mearnsii* De Wild. plantadas no estado do Rio Grande do Sul – Brasil. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.B.; GOMES, F.S. **As florestas e o carbono.** Curitiba. 2002. p.141-152.
- SCOLFORO, J.R. **Manejo Florestal.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. 438p.

- SILVA, H.D. **Modelos matemáticos para a estimativa de biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) em diferentes idades.** Curitiba, 1996. 101p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- SOUZA, M.K.F de. **Florística e fitossociologia do estrato arbóreo-arbustivo de diferentes compartimentos em ambiente fluvial no município de Jaguariaíva – PR.** Curitiba, 2001. 108p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- SOUZA, S.G.A. **Produção e decomposição de serapilheira relacionado com variáveis meteorológicas e fitossociológicas em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, rio Barigüi, Araucária-PR.** Curitiba, 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield – applications to mixed tropical forests.** Wallingford: CAB International, 1994. 312 p.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1991, 124p.
- YOUNG, H.G. **Growth, Yield and Inventory in terms of biomass.** IUFRO Biomass studies. Working Party on the Mensuration of the Forest Biomass. Nancy-France/Vancouver-Canada, 1973.
- WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.R.; SCHUMACHER, M.V. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B.; GOMES, F.S. **As florestas e o carbono.** Curitiba. 2002 p.153-173.
- WENDLING, J.L.G. **Modelos matemáticos de crescimento e de produção em biomassa para árvores de *Euterpe edulis* Mart. plantadas a céu aberto.** Curitiba, 1998. 168p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.

ANEXO 01 – Metodologia utilizada para o cálculo dos descritores fitossociológicos, conforme DAUBENMIRE, 1968 e MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974.

A) Densidade

A densidade absoluta (DA) foi obtida por meio do número de indivíduos de cada espécie amostrados em determinada unidade de área (equação 27).

$$DA/ha = \frac{ni * 10000}{\text{área amostrada}(m^2)} \quad (27)$$

A densidade absoluta da floresta é a soma das densidades absolutas de cada espécie. Já os valores relativos foram caracterizados como a participação de cada espécie no número total de árvores amostradas. Sendo assim, foram calculados conforme a equação 28:

$$DR = \frac{DA}{N} * 100 \quad (28)$$

B) Dominância

Termo usado para caracterizar a área coberta, espaço ocupado ou o grau de controle de uma comunidade por uma ou mais espécies. É o grau de cobertura das espécies como expressão do espaço por elas requerido. Define-se pelo somatório de todas as projeções horizontais dos vegetais no solo. No caso de árvores, a dominância de uma espécie é a soma, em m², das projeções das copas de todos os seus respectivos indivíduos. Devido ser muito difícil e dispendioso determinar a projeção da copa, calcula-se em geral a área transversal.

Assim, a dominância é obtida pela da soma das áreas transversais de cada espécie por unidade de área, sendo a área transversal calculada de acordo com a equação 29, com o valor do DAP em centímetros.

$$g = \frac{\pi * DAP^2}{40000} \quad (29)$$

Sendo assim, a dominância absoluta por espécie foi calculada da seguinte forma (equação 30):

$$DoA/ha = \frac{\sum g * 10000}{\text{área amostrada}(m^2)} \quad (30)$$

A dominância relativa, que representa a participação da área basal de cada espécie na área basal total encontrada, foi assim calculada (equação 31):

$$DoR = \frac{DoA}{\sum DoA} * 100 \quad (31)$$

C) Freqüência

É um conceito estatístico relacionado com a uniformidade da distribuição das espécies dentro de uma comunidade, em um número de áreas de igual tamanho.

A freqüência absoluta (FA), cujos valores estão em percentagem, representa a distribuição das espécies na área analisada, sendo calculada verificando-se ou não a presença da espécie em cada parcela analisada (equação 32). Assim, um valor de 100% indica que a espécie em questão foi amostrada em todas as unidades amostrais, estando bem distribuída por toda a área. Valores baixos indicam que os indivíduos amostrados estão concentrados em poucas unidades amostrais.

$$FA = \frac{N_1}{N_{total}} * 100 \quad (32)$$

onde: N_1 = número de parcelas em que a espécie foi amostrada;

N_{total} = número total de parcelas.

A frequência relativa (FR) representa a percentagem da frequência absoluta de cada espécie em relação à frequência total por hectare, sendo calculada da seguinte forma (equação 33):

$$FR = \frac{FA}{\sum FA} * 100 \quad (33)$$

D) Percentual de Importância

O percentual de importância é um descritor que agrupa os valores relativos de densidade, dominância e frequência, facilitando a análise dos resultados obtidos, sendo obtido conforme a equação abaixo (34):

$$PI = \frac{(DR + FR + DoR)}{3} \quad (34)$$

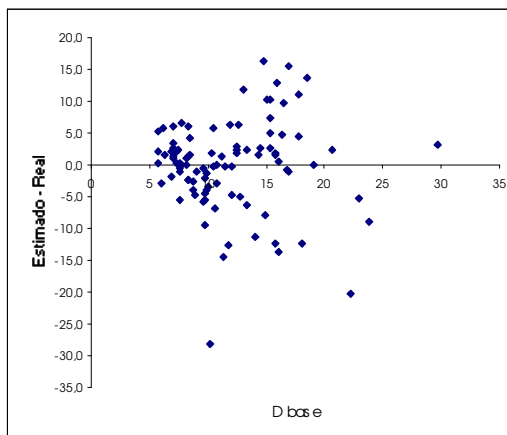
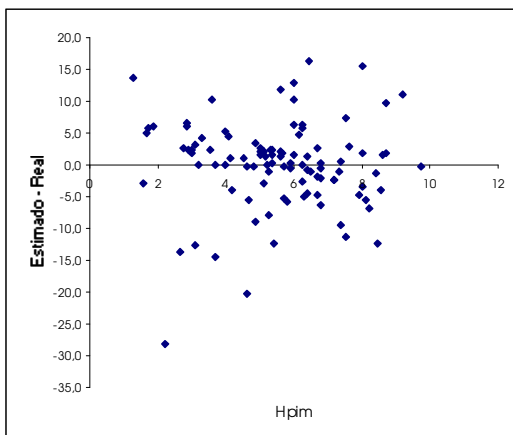
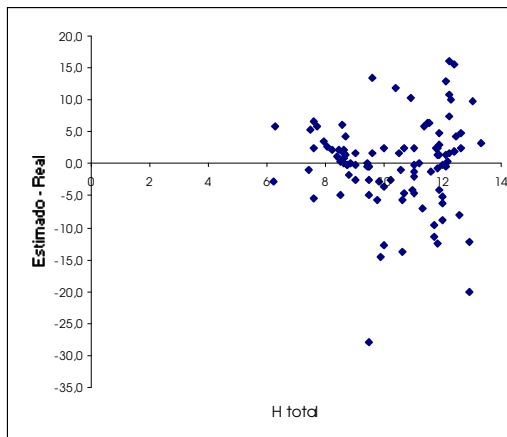
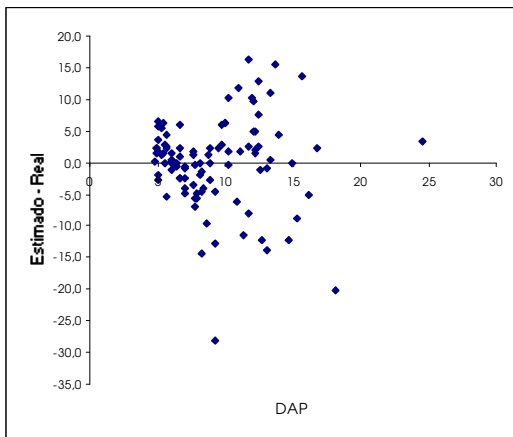
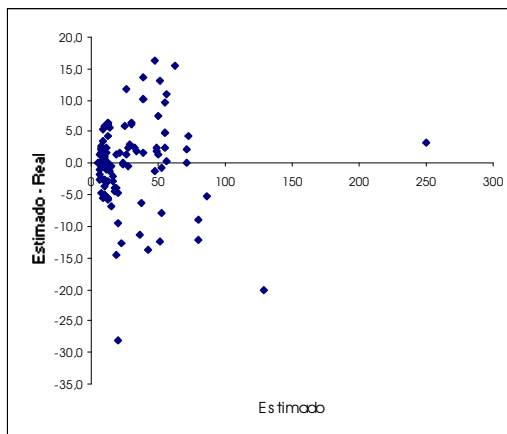
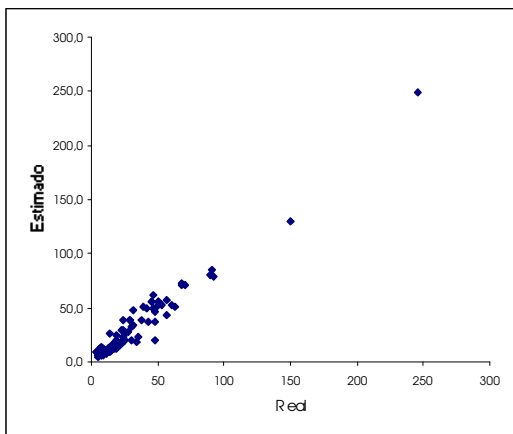
E) Percentual de Cobertura

Este descritor indica a quantidade do terreno ocupada pelas espécies, sendo calculado pela soma da densidade e da dominância relativas, dividida por dois (equação 35).

$$PC = \frac{DR + DoRl}{2} \quad (35)$$

ANEXO 02 – Análise gráfica dos resíduos do modelo escolhido para a floresta:

$$Ps=b_0+b_1*DAP^2Ht+b_2*DAP^2+b_3*Dbase+b_4*Ht+b_5*Hpim$$



ANEXO 03 – Principais modelos testados para a floresta, seus coeficientes e estatísticas.

| | Modelo matemático | Coeficientes | | | | | | R ² ajustado | IA | Syx | Syx corr | Syx % |
|----|--|--------------|-------------|-------------|----------|----------|----------|-------------------------|--------|---------|----------|-------|
| | | b0 | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | | | | | |
| 1 | $Ps=b_0+b_1*DAP^2Ht+b_2*DAP^2+b_3*Dbase+b_4*Ht+b_5*Hpim$ | 26,36341 | 0,08590 | -0,76991 | 0,89931 | -1,66428 | -1,74635 | 0,9521 | - | 7,1438 | - | 23,84 |
| 2 | $Ps=b_0+b_1*DAP^2Ht+b_2*DAP^2+b_3*Ht+b_4*Hpim$ | 24,59374 | 0,08042 | -0,66213 | -0,90065 | -1,76087 | | 0,9517 | - | 7,1765 | - | 23,94 |
| 3 | $Ps=b_0+b_1*DAP^2Ht+b_2*Ht+b_3*DAP^b_4$ | 29,86138 | 0,07959 | -2,85238 | -0,50470 | 2,06991 | | - | 0,9470 | - | 7,6374 | 25,48 |
| 4 | $Ps=(b_0+b_1*DAP^2Ht+b_2*Ht+b_3*DAP^2)^b_4$ | 20,50957 | 0,06310 | -1,65018 | -0,47043 | 1,02513 | | - | 0,9468 | - | 7,6472 | 25,51 |
| 5 | $Ps=b_0+b_1*DAP^2Ht+b_2*DAP^2+b_3*Ht$ | 25,49378 | 0,07410 | -0,56219 | -2,18620 | | | 0,9451 | - | 7,6530 | - | 25,53 |
| 6 | $Ps=b_0+b_1*DAP^2Ht+b_2*DAP^2$ | 4,14910 | 0,06458 | -0,46845 | | | | 0,9392 | - | 8,0535 | - | 26,87 |
| 7 | $Ps=b_0+b_1*Dbase+b_2*(DAP^2Ht)$ | 9,52640 | -1,56092 | 0,03504 | | | | 0,9310 | - | 8,5789 | - | 28,62 |
| 8 | $Ps=b_0+b_1*Hpim+b_2*(DAP^2Ht)$ | 3,51550 | -0,98422 | 0,02891 | | | | 0,9281 | - | 8,7541 | - | 29,21 |
| 9 | $Ps=b_0+b_1*(DAP^2*Ht)+b_2*(Dbase^2*Hpim)$ | -0,93601 | 0,03075 | -0,00347 | | | | 0,9270 | - | 8,8221 | - | 29,43 |
| 10 | $Ps=b_0+b_1*(DAP^2*Ht)$ | -1,88122 | 0,02886 | | | | | 0,9255 | - | 8,9128 | - | 29,74 |
| 11 | $LnPS=b_0+b_1*Lnbase+b_2*LN(DAP^2Ht)$ | -3,18523 | 0,49170 | 0,75608 | | | | 0,8900 | 0,9027 | 0,2989 | 10,2909 | 34,34 |
| 12 | $Ps=b_0+b_1*DAP^2$ | -5,94163 | 0,37007 | | | | | 0,8936 | - | 10,6545 | - | 35,55 |
| 13 | $LnPs=bo+b_1*LNDAP+b_2*LNHt$ | -3,53998 | 1,85712 | 1,09448 | | | | 0,8881 | 0,8927 | 0,3014 | 10,8057 | 36,05 |
| 14 | $LnPS=bo+b_1*LNHpim+b_2*LnDbase$ | -2,34500 | -0,01832 | 2,24984 | | | | 0,8616 | 0,8681 | 0,3351 | 11,9820 | 39,98 |
| 15 | $Ps=bo+b_1*DAP+b_2*Ht$ | -25,05608 | 9,05929 | -2,70325 | | | | 0,7908 | - | 14,9378 | - | 49,84 |
| 16 | $Ps=b_0+b_1*DAP+b_2*Ht+b_3*Hpim+b_4*Dbase$ | -27,04181 | 8,34950 | -1,66222 | -1,02920 | 0,28844 | | 0,7890 | - | 15,0006 | - | 50,05 |
| 17 | $Ps=b_0+b_1*DAP$ | -44,01823 | 8,06072 | | | | | 0,7849 | - | 15,1478 | - | 50,54 |
| 18 | $Ps=b_0+b_1*DAP+b_2*(Dbase^2*Hpim)$ | -44,04677 | 8,06766 | -0,00004 | | | | 0,7826 | - | 15,2257 | - | 50,80 |
| 19 | $Ps=bo+b_1*Dbabe+b_2*Hpim$ | -34,57313 | 6,20969 | -1,44194 | | | | 0,7629 | - | 15,9016 | - | 53,06 |
| 20 | $Ps=b_0+b_1*Dbase$ | -42,12616 | 6,17258 | | | | | 0,7581 | - | 16,0610 | - | 53,59 |
| 21 | $Ps=b_0+b_1*(Dbase^2*Hpim)$ | 1,43567 | 0,03274 | | | | | 0,5452 | - | 22,0246 | - | 73,48 |
| 22 | $Ps=b_0+b_1*1/Dbase+b_2*(1/(DAP^2Ht))$ | 123,64026 | -1211,89401 | 13289,22468 | | | | 0,5276 | - | 22,4455 | - | 74,89 |