

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**MODELAGEM DA DINÂMICA E PROGNÓSE DA  
ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE UMA FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA POR MEIO DE MATRIZ DE  
TRANSIÇÃO E RAZÃO DE MOVIMENTAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**THIAGO FLORIANI STEPKA**

**IRATI - PR**

**2008**

**THIAGO FLORIANI STEPKA**

**MODELAGEM DA DINÂMICA E PROGNÓSE DA ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE  
UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA POR MEIO DE MATRIZ DE TRANSIÇÃO E  
RAZÃO DE MOVIMENTAÇÃO**

**Dissertação apresentada à Universidade  
Estadual do Centro-Oeste, como parte das  
exigências do Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Florestais, área de concentração em  
Manejo Florestal, para a obtenção do título de  
Mestre .**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Nogueira Dias

Orientadora

Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Co-Orientador

Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado

Co-Orientador

IRATI - PR

2008


## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

### PARECER

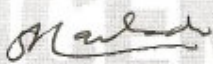
Defesa Nº 01

A Banca Examinadora instituída pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais, do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, *Campus* de Irati, após argüir o mestrando **Thiago Floriani Stepka** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por meio de matriz de transição e razão de movimentação", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do estudante, habilitando-o ao título de **Mestre** em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais.


Irati, 15 de dezembro de 2008.



Dr. José Roberto Soares Scalfaro  
Universidade Federal de Lavras  
Primeiro Examinador



Dr. Sebastião do Amaral Machado  
Universidade Federal do Paraná  
Segundo Examinador



Dr.ª Andrea Nogueira Dias  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora

Home Page: <http://www.unicentro.br>

*Campus* Santa Cruz: Rua Pres. Zacarias 875 – Cx. Postal 3010 – Fone: (42) 3621-1000 – FAX: (42) 3621-1090 – CEP 85.015-430 – GUARAPUAVA – PR  
*Campus* CEDETEG: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Fone/FAX: (42) 3629-8100 – CEP 85.040-080 – GUARAPUAVA – PR  
*Campus* de Irati: PR 153 – Km 07 – Riozinho – Cx. Postal, 21 – Fone: (42) 3421-3000 – FAX: (42) 3421-3067 – CEP 84.500-000 – IRATI – PR

**Aos meus pais Regina e Vladislau e a  
minha tia e madrinha Ana Adélia  
Floriani (*in memorian*).**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus que ilumina o meu caminho e me abençoa;

À Universidade Estadual do Centro-Oeste, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade concedida;

À Fundação Araucária pela concessão de bolsa de estudo em parte do período do curso de pós-graduação;

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Andrea Nogueira Dias, pela orientação, amizade e boa vontade, importantes para o bom desenvolvimento deste trabalho de pesquisa;

Ao co-orientador Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho pela orientação, confiança, e por sua amizade;

Ao co-orientador Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado pela orientação e pela boa vontade;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste: Dr. Afonso Figueiredo Filho, Dr. Luciano Farinha Watzlawick, Dr. Julio Eduardo Arce, Dr<sup>a</sup>. Andrea Nogueira Dias e Dr. Gabriel de Magalhães Miranda, pelos ensinamentos passados durante o curso;

Aos amigos Engenheiros Florestais Ademar Luiz Chiquetto, Agnaldo José de Mattos, Alex Roberto Sawczuk e Wilian José Kuchla, pelo auxílio na coleta dos dados e, pelos amigos Engenheiros Florestais Luciano Pabis e Vinicius Vitale pelo auxílio na conferência dos dados;

Aos acadêmicos de Engenharia Florestal: Fernando Vinicius Menon, Qohelet José Veres, e Sintia Koheler, pela ajuda na coleta de dados;

Ao Engenheiro Florestal Ronald Medeiros do Colégio Florestal Presidente Costa e Silva e ao Sr. Augusto Andreoli pela ajuda na identificação botânica das espécies;

Em especial aos meus pais Regina e Vladislau pelo incentivo na minha formação pessoal e também profissional.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo geral .....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
3.1. Floresta Ombrófila Mista .....	5
3.2. Dinâmica da floresta.....	7
3.2.1. Crescimento .....	8
3.2.2. Ingresso.....	9
3.2.3. Mortalidade.....	10
3.3. Modelagem da dinâmica.....	11
3.4. Prognose da distribuição diamétrica.....	11
3.4.1. Matriz de transição .....	13
3.4.2. Razão de movimentação.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Descrição da área de estudo.....	16
4.1.1. Localização.....	16
4.1.2. Clima .....	16
4.1.3. Solos .....	17
4.2. Instalação do experimento.....	18
4.2.1. Coleta de dados.....	21
4.3. Composição florística da área.....	23
4.4. Dinâmica da floresta.....	24
4.4.1. Incremento em diâmetro.....	24
4.4.2. Incremento em área basal por hectare .....	24
4.4.3. Ingresso.....	25
4.4.4. Mortalidade.....	25
4.5. Modelagem do incremento, ingresso e mortalidade.....	26
4.5.1. Modelagem do Incremento.....	26
4.5.2. Modelagem do ingresso.....	28
4.5.3. Modelagem da mortalidade .....	29
4.5.4. Avaliação dos modelos.....	30
4.6. Prognose da distribuição diamétrica.....	31
4.6.1. Matriz de transição .....	31
4.6.2. Razão de movimentação.....	33
4.6.3. Avaliação das prognoses .....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
5.1. Composição florística.....	36

5.2. Processos dinâmicos da floresta .....	41
5.2.1. Incremento .....	41
5.2.1.1. Incremento em diâmetro.....	42
5.2.1.2. Incremento em área basal por hectare .....	56
5.2.2. Mortalidade e ingresso .....	64
5.3. Ajuste de modelos de incremento, ingresso e mortalidade .....	75
5.3.1. Modelagem do incremento em diâmetro .....	75
5.3.1.1 Modelagem do incremento para <i>Araucaria angustifolia</i> .....	76
5.3.1.2. Modelagem do incremento para as espécies folhosas .....	87
5.3.2. Modelagem do ingresso.....	102
5.3.3. Modelagem da mortalidade .....	105
5.4. Prognose da distribuição diamétrica.....	108
5.4.1. Matriz de transição .....	109
5.4.1.1. Prognose por matriz de transição com intervalo de 3 anos .....	109
5.4.1.2. Prognose por matriz de transição com intervalo de seis anos .....	111
5.4.2. Prognose por razão de movimentação .....	114
5.4.2.1. Prognose por razão de movimentação com intervalo de 3 anos.....	115
5.4.2.2. Prognose por razão de movimentação com Intervalo de 6 anos.....	123
5.5. Avaliação das Prognoses .....	127
6. CONCLUSÕES .....	131
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	133

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos de incremento testados	26
Tabela 2 - Modelos de Ingresso	28
Tabela 3 - Modelos de mortalidade	29
Tabela 4 - Número de árvores por hectare, por espécie e família, e em cada ocasião de medição	37
Tabela 5 - Dados da composição florística encontrados por outros autores que trabalharam com Floresta Ombrófila Mista	40
Tabela 6 - Número de árvores por hectare, para as 10 espécies de maior ocorrência, com suas respectivas famílias e em cada ocasião de medição .	40
Tabela 7 - Incremento periódico anual em diâmetro (cm/ano), por espécie, correspondente ao período de medição de 2002-2005.	42
Tabela 8 - Incremento periódico anual em diâmetro (cm/ano) por espécie, correspondente ao período de monitoramento de 2005-2008	46
Tabela 9 - Incremento periódico anual em diâmetro (cm/ano) por espécie, correspondente ao período de monitoramento de 2002-2008	49
Tabela 10 - Dados de incremento em diâmetro e diâmetro médio encontrados por outros autores que trabalharam com Floresta Ombrófila Mista	53
Tabela 11 - Crescimento médio e acelerado de 10 espécies da floresta no período 2002-2005 e perspectiva de tempo para um indivíduo alcançar a dimensão de 40 cm de diâmetro	54
Tabela 12 - Crescimento médio e acelerado de 10 espécies da floresta no período 2005-2008 e perspectiva de tempo para um indivíduo alcançar a dimensão de 40 cm de diâmetro	54
Tabela 13 - Crescimento médio e acelerado de 10 espécies da floresta no período 2002-2008 e perspectiva de tempo para um indivíduo alcançar a dimensão de 40 cm de diâmetro	55
Tabela 14 - Incremento periódico anual em área basal/ha, por espécie e para cada período de monitoramento.	56
Tabela 15 - Número de árvores (N/ha), área basal (m <sup>2</sup> /ha) e participação na área basal total (ha), por espécie e ocasião de medição.	60
Tabela 16 – Área basal (m <sup>2</sup> /ha) para cada bloco do experimento	64
Tabela 17 - Informações do ingresso e da mortalidade observadas no período 2002-2005	65
Tabela 18 - Taxas de mortalidade e ingresso no período 2005-2008	69
Tabela 19 - Grupos ecológicos das espécies de maior número de árvores e de maiores taxas de ingresso	73
Tabela 20 - Grupos ecológicos das espécies de maior número de árvores e de maiores taxas de mortalidade	73
Tabela 21 - Taxas de Ingresso, mortalidade e limite de inclusão dos indivíduos encontrados por outros pesquisadores da área.	75
Tabela 22 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária sem estratificação	76
Tabela 23 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de copa.	77
Tabela 24 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de posição vertical.	79



Tabela 25- Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de estado fitossanitário.	80
Tabela 26 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de qualidade de fuste.	81
Tabela 27 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento ajustados para a araucária estratificados para cada classe de DAP.	82
Tabela 28 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento ajustados para a araucária com dados médios por classe de DAP.	86
Tabela 29 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento ajustados para as folhosas sem estratificação.	88
Tabela 30 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas estratificados por classes de qualidade de copa.	89
Tabela 31 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas estratificados por classes de posição no estrato vertical.	90
Tabela 32 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas estratificados por classes de estado fitossanitário.	91
Tabela 33 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas estratificados por classes de qualidade de fuste.	92
Tabela 34 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas estratificados para cada classes de DAP.	93
Tabela 35 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas com dados médios por classe de DAP	98
Tabela 36 - Comparativo dos melhores ajustes realizados para a araucária e para as folhosas	101
Tabela 37 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de ingresso por tamanho de parcela.	103
Tabela 38 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de mortalidade	106
Tabela 39 - Matriz de Probabilidade de transição com intervalo de 3 anos.	109
Tabela 40 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da matriz de transição para os anos de 2008, 2011 e 2014, utilizando os modelos de ingresso, 2 e 6.	111
Tabela 41 - Matriz de Probabilidade de transição com intervalo de 6 anos.	112
Tabela 42 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da matriz de transição, com intervalo de 6 anos.	113
Tabela 43 - Número de árvores por hectare projetado para 2014, por intervalo de 3 e 6 anos, para cada um dos modelos de ingresso.	113
Tabela 44 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2008 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o modelo 2.	116
Tabela 45 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2011 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o <b>modelo 2</b> .	117
Tabela 46 - Prognose da distribuição diamétrica para o períodosde 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o <b>modelo 2</b> .	118
Tabela 47 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2008 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o modelo 6.	119
Tabela 48 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2011 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o <b>modelo 6</b> .	120
Tabela 49 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o <b>modelo 6</b> .	121

Tabela 50 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da razão de movimentação.	122
Tabela 51 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 6 anos e estimativas do ingresso com o modelo 2.	124
Tabela 52 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 6 anos e estimativas do ingresso com o modelo 6.	125
Tabela 53 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da razão de movimentação, com intervalo de 6 anos.	126
Tabela 54 - Número de árvores por hectare projetado para 2014 pelo método razão de movimentação com intervalos de 3 e 6 anos.	127
Tabela 55 - Estrutura diamétrica real e projetada para o ano de 2008 pela matriz de transição e razão de movimentação.	128
Tabela 56 - Diferenças entre os valores observados e os estimados pelos métodos de prognose.	128
Tabela 57 - Valores projetados para o ano de 2014 pelos métodos de matriz de transição e razão de movimentação estimados por períodos de 3 e 6 anos	130
Tabela 58 - Comparação dos valores estimados para os períodos de 3 anos e de 6 anos dentro de cada método de prognose.	130

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de ocorrência das classes de solos na Flona de Irati.....	18
Figura 2 - Croqui do experimento .....	19
Figura 3 - Localização do experimento na área de Floresta Ombrófila Mista da FLONA de Irati. .....	20
Figura 4 - Piquete de concreto (A) e piquete de madeira (B).....	20
Figura 5 - Medição da circunferência à altura do peito - CAP das árvores com fita métrica. ....	22
Figura 6 - Marcação do ponto de medição do diâmetro com tinta azul. ....	22
Figura 7 - Sentido de caminamento e posicionamento XY. ....	23
Figura 8 - Ilustração das classes de qualidade de copa.....	23
Figura 9 - Evolução do incremento em diâmetro. ....	52
Figura 10 - Evolução do diâmetro médio do povoamento. ....	52
Figura 11 - Evolução da área basal no período 2002, 2005 e 2008.....	63
Figura 12 - Taxas anuais de mortalidade e ingresso nos períodos 2002-2005, 2005-2008 e 2002- 2008. ....	72
Figura 13 - Número de árvores mortas por hectare por classe diamétrica. ....	74
Figura 14 - Distribuição dos resíduos para os melhores ajustes para a araucária. ....	85
Figura 15 - Distribuição dos resíduos para o melhor resultado do ajuste médio .....	87
Figura 16 - Distribuição dos resíduos para os melhores ajustes para as folhosas .....	97
Figura 17 - Distribuição gráfica dos resíduos dos melhores resultados do ajuste médio .....	100
Figura 18 - Distribuição gráfica dos resíduos dos ajustes dos modelos de ingresso. ....	105
Figura 19 - Distribuição gráfica dos resíduos do modelo 6, ajustado por classe de DAP.....	105
Figura 20 - Distribuição gráfica dos resíduos dos ajustes dos modelos de mortalidade .....	107
Figura 21 - Distribuição gráfica dos resíduos do modelo 2, ajustado por classe de DAP.....	107
Figura 22 - Distribuição diamétrica da floresta nos três períodos de medição.....	108

## RESUMO

Thiago Floriani Stepka. Modelagem da Dinâmica e Prognose da Estrutura Diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por meio de Matriz de Transição e Razão de Movimentação

Esta pesquisa teve como objetivo estudar e modelar a dinâmica e realizar prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista, localizada na Floresta Nacional de Irati-Pr (FLONA de Irati). Nesta floresta foi instalado um experimento permanente de 25 ha no ano de 2000/2001, sendo medidos em 2001/2002, remeidos no ano de 2004/2005 e novamente remeido no ano de 2007/2008. O experimento é constituído de 25 blocos de 1 ha cada (100 m x 100 m). Cada bloco está dividido em 4 parcelas de 2500 m<sup>2</sup> (50 m x 50 m), as quais foram subdivididas em 5 faixas de 500 m<sup>2</sup> (10 m x 50 m). Todas as árvores com DAP  $\geq$  10 cm foram numeradas, medidas e identificadas. Os dados das três medições do experimento foram analisados de forma a estudar a dinâmica da floresta (incremento, mortalidade e ingresso), bem como ajustar modelos de incremento, ingresso e mortalidade e projetar a estrutura diamétrica por meio de matriz de transição e razão de movimentação, além de comparar os dados projetados com a estrutura real. No ano de 2002 existiam na floresta um total de 580,72 árv/ha distribuídos em 113 espécies e 45 famílias, em 2005 existiam na floresta um total de 572 árv/ha de 113 espécies e 45 famílias e no ano de 2008 existem 567,12 árv/ha divididos em 118 espécies e 45 famílias. Em seis anos de monitoramento, a floresta apresentou um DAP médio de 24,3 cm e um incremento médio em DAP de 0,234 cm/ano. Com relação a área basal, a floresta cresceu em média 0,245 m<sup>2</sup>/ha/ano. A floresta apresentou uma taxa média de mortalidade de 1,78% por ano e de ingresso foi de 1,39% por ano. Quanto aos modelos de incremento, na maioria das estratificações principalmente nas folhosas, os ajustes foram piores aos encontrados para os dados não estratificados. Quando a melhoria no ajuste existiu, esta ocorreu principalmente no erro padrão de estimativa. Em relação aos resultados da araucária, em geral foram melhores que os valores obtidos para as folhosas, porém quando se trata dos ajustes médios os resultados das folhosas foram melhores em relação à araucária. Já nos modelos de ingresso e mortalidade, houve melhorias significativas com o aumento do tamanho da parcela, principalmente no erro padrão de estimativa. No que diz respeito aos métodos de prognose estudados, ambos apresentam valores estimados iguais aos reais a 99% de probabilidade segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov.

**Palavras-chave:** Incremento, Mortalidade, Ingresso, Cadeia de Markov.

## ABSTRACT

Thiago Floriani Stepka. Modelling of Dynamics and Prognosis of the Diametric Structure of an Ombrophyllous Mixed Forest by means of Transition Matrix and Ratio Movement Methods

This research had as objective to study and to modal the dynamics and to accomplish prognosis of the diametric structure of an Ombrophyllous Mixed Forest, located at the National Forest of Irati-Pr (FLONA of Irati). Permanent experiment of 25 ha was installed in this forest in the year of 2000/2001, measured in 2001/2002, remensured in the year of 2004/2005 and remensured again in the year of 2007/2008. This experiment is constituted by 25 blocks of 1 ha each (100 m x 100 m). Each block was divided in 4 portions of 2500 m<sup>2</sup> (50 m x 50 m), which were subdivided in 5 strips of 500 m<sup>2</sup> (10 m x 50 m). All the trees with DBH  $\geq$  10 cm were numbered, measured and identified. The data for am the three measurement of the experiment were analyzed in a way to study the dynamics of the forest (increment, mortality and ingrowth), as well as to adjust increment, ingrowth and mortality models and to project the diametric structure by means of transition matrix and ratio movement tecniques, beyond to compare the data projected with the observed structure. In the year of 2002 there were in the forest a total of 580.72 trees/ ha distributed in 113 species and 45 families; in 2005 there were in the forest a total of 572 trees/ha distributed in 113 species and 45 families and in the year of 2008 there were 567.12 trees/ha distributed in 118 species and 45 families. In six years of monitoring, the forest presented an average DBH of 24.3 cm and an average increment in DBH of 0.234 cm/ano. With relation to the basal area, the forest grew 0.245 m<sup>2</sup>/ha/ano in average. The forest presented an average rate of mortality of 1.78% per year and the ingrowth was of 1.39% per year. Relating to the increment models, in most of the stratifications, mainly in the broad leaves, the fittings were worse with non estraificated data. When the improvement in the adjustment existed, this ocured mainly in the standard error of estimate. In relation to the results of the araucária, in general they were better than the values obtained for the broad leaves, even so when it deal with medium fittings, the results for the broad leaves were better in relation to araucária. For the ingrowth and mortality models, there were significative improvements with the increase of the plot size, mainly in the standard error of estimate. With respect to the studied prognosis methods, both presented estimated values equals to the observed ones at 99% of probability according to the Kolmogorov-Smirnov test.

Word-key: Increment, Mortality, Ingrowth, Chain of Markov.

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas sempre exerceram indiscutível influência no progresso e na cultura da humanidade. Elas precedem e condicionam o desenvolvimento das civilizações, uma vez que a madeira sempre foi produto imprescindível para as mais variadas utilidades, especialmente como combustível e material de construção em todos os tipos de sociedade (SCHUMACHER e HOPPE, 2001).

Segundo PÉLLICO NETTO e BRENA (1997), nenhum país pode prescindir dos recursos oriundos da floresta para seu desenvolvimento econômico e social. Os produtos florestais são utilizados em atividades diversas, desde a construção civil aos adornos de madeira, cobrindo uma variada gama de utilidades indispensáveis ao bem-estar do homem.

Segundo SCHAAF (2001), para que haja continuidade na produção de benefícios há que se garantir a perpetuação do recurso florestal. Para isso, torna-se necessária a aplicação de técnicas silviculturais que assegurem a sustentabilidade do uso da floresta. Portanto, baseando-se no fato de que toda atividade de manejo implica intervenção, a atuação do profissional florestal será bem sucedida na medida em que ferramentas que lhe permitam prever os resultados de diferentes alternativas silviculturais estejam disponíveis; pois, só assim, o êxito na escolha da opção de manejo mais adequada, que garanta a utilização sustentável do recurso, poderá ser atingido.

Para LAMPRECHT (1990), as florestas tropicais ao desaparecerem, levam consigo, irrecuperavelmente, os mais ricos reservatórios genéticos do planeta, antes mesmo de terem sido convenientemente conhecidos.

Para SCOLFORO *et al.* (1996), nas florestas nativas, além de toda a complexidade de sua composição, com um grande número de espécies com as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, poucas são as informações de como as plantas crescem, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sujeitas a regime de manejo. Um dos importantes pontos a serem abordados para estas florestas é a definição do ciclo de corte e também o conhecimento de como o número de árvores por classe de diâmetro evolui ao longo do tempo. Naturalmente que muitos outros pontos são extremamente relevantes para que as florestas nativas possam ser utilizadas em bases sustentadas como, por exemplo: suscetibilidade

das espécies florestais a exploração; a economicidade do manejo sustentado; uma maior eficiência no processo de beneficiamento e aproveitamento da madeira, a racionalização das técnicas de exploração e transporte, dentre outras.

No Brasil, as florestas nativas, foram historicamente exploradas de forma desordenada e com pouco ou nenhuma preocupação na sustentabilidade para as gerações futuras. Além disso, as técnicas silviculturais e de manejo florestal têm sido pouco empregadas nessas florestas.

Um exemplo disso, é a Floresta Ombrófila Mista que caracteriza um dos ecossistemas florestais mais importantes do Sul do Brasil, que antes mesmo de ser adequadamente conhecida, essa tipologia florestal foi drasticamente reduzida a inexpressivos 10% de sua dimensão original em fragmentos relictuais alterados ou descaracterizados (LEITE e KLEIN, 1990).

A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucária é um dos mais exuberantes ecossistemas do Brasil. Ela abriga uma das poucas coníferas de ocorrência subtropical no hemisfério Sul do continente americano: a araucária brasileira, conhecida como pinheiro-brasileiro ou Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze.). Desafortunadamente a floresta de araucária não foi respeitada ao longo do processo de colonização do sul do país, o que levou à redução drástica de sua ocorrência. O processo de geração de riqueza e desenvolvimento econômico experimentado na região foi acompanhado pela dilapidação da maior parte do patrimônio ecológico desse ecossistema. Ao longo do processo histórico de ocupação do sul do Brasil, assistiu-se a uma rápida eliminação de sua cobertura florestal, produto dos ciclos econômicos, particularmente o da exploração da madeira, o do café e, mais recentemente, o da soja (SANQUETTA, 2005).

Para AUSTREGÉSILO *et al.* (2004), as florestas devem ser estudadas para propiciar o conhecimento e a manutenção da biodiversidade, bem como para que se viabilize a exploração de seus produtos, bens e ou serviços provenientes de forma planejada e racional, para garantir o fluxo contínuo desses recursos. A carência de um planejamento sistemático pode levar à definição de objetivos a partir de critérios subjetivos e à reduzida compatibilidade entre ações e objetivos.

Um instrumento poderoso para auxiliar o planejamento florestal são os modelos de produção. Embora estes impliquem numa simplificação da realidade, obter a prognose da distribuição diamétrica das árvores que compõem a floresta possibilita várias ações. Dentre estas,

pode-se citar: a definição do ciclo de corte para a floresta ou com relação à espécie; a avaliação da viabilidade econômica de se praticar ou não o manejo para a floresta ou com base nas espécies; fazer parte de um rol de critérios que auxiliarão na decisão sobre quais espécies poderão ser removidas da floresta, fato este que afetará com menor intensidade a manutenção da diversidade florística (PULZ *et al.* 1999).

Assim, depreende-se a importância de estudar e modelar os processos dinâmicos, conhecer como o número de árvores por classe de diâmetro evolui ao longo do tempo e desta forma, contribuir para gerar informações sobre um dos ecossistemas florestais mais importantes do Sul do Brasil.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Esta pesquisa se propôs a estudar e modelar a dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista, bem como realizar a prognose de sua estrutura diamétrica.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Estudar a dinâmica do incremento em diâmetro e em área basal, do ingresso e da mortalidade da floresta no período de 2002 a 2008;
- Ajustar modelos de incremento em diâmetro, ingresso e mortalidade;
- Realizar a prognose da distribuição diamétrica por meio de matriz de transição;
- Prognosticar a distribuição diamétrica por meio do método da razão de movimentação;
- Comparar a distribuição diamétrica estimada para 2008 pelos métodos, matriz de transição e razão de movimentação, com a estrutura diamétrica observada na medição do experimento.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Floresta Ombrófila Mista

Floresta Ombrófila Mista é um ecossistema florestal típico da região sul do Brasil, tendo como principal característica a presença da espécie conífera *Araucaria angustifolia*, esta tipologia florestal também é conhecida empiricamente como Floresta com Araucária, Mata dos pinhais. O termo Floresta Ombrófila Mista foi inicialmente utilizado por VELOSO e GOÉS FILHO (1982) e adotado pelo IBGE (1992) na classificação fisionômico-ecológica da vegetação brasileira.

Segundo RODERJAN *et al.* (2002), é uma unidade fitoecológica onde contempla-se a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), em marcada relevância fisionômica de elementos Coniferales e Laurales, onde domina *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), espécie gregária de alto valor econômico e paisagístico. Compreende as formações florestais típicas e exclusivas dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região Sudeste e em países vizinhos (Paraguai e Argentina). Encontra-se predominantemente entre as altitudes de 800 e 1200 m, podendo eventualmente ocorrer acima desses limites.

Segundo CARVALHO (1994), a floresta com araucária ocorre da latitude 19°15'S (Conselheiro Pena - MG, no alto rio Doce) a 31°30`S (Canguçu - RS). Com referência à longitude, estende-se desde 41°30`W até 54°30`L. Ocorre principalmente no Brasil e em pequenas manchas na Argentina (extremo nordeste, na província de Misiones) e no Paraguai (leste, no Departamento de Alto Paraná). No Brasil a área original foi de cerca de 200.000 km<sup>2</sup>, de formato irregular, ocorrendo principalmente nos Estados do Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31 %) e Rio Grande do Sul (25%) e com manchas esparsas no sul de São Paulo (3%), internando-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro em áreas de altitude elevadas (1 %).

Para FÄHSER (1981)<sup>1</sup>, citado por LAMPRECHT (1990), as coníferas presentes nas florestas em clímax apresentam melhores chances na competição do que pioneiras heliófilas, sendo que a *Araucaria angustifolia* possui a característica dominante de umbela plana,

---

<sup>1</sup> FÄHSER, L., Die Bewirtschaftung der letzten Brasil-Kiefer-Naturwälder, eine entwicklungs-politische Ausgabe. 1981.

característico do estrato superior desta tipologia florestal e, nos estratos inferiores desenvolvem-se povoamentos mistos de 50 a 60 espécies de folhosas, dentre elas mirtáceas e lauráceas. Já para CARVALHO (1994), a floresta conhecida como “mata-de-araucária” ou “pinheiral”, ocorre em associação da espécie *Araucaria angustifolia* principalmente os gêneros *Ilex*, *Ocotea* e *Podocarpus*, componentes do estrato logo abaixo das copas dos pinheiros (segundo estrato).

Para SANQUETTA (2005) a floresta de araucária não abriga apenas a sua espécie típica, mas muitas outras que formam comunidades interativas e diferenciadas em florística, estrutura e organização ecológica. Existe muita riqueza na floresta de araucária, seja nos seus componentes arbóreos, no sub-dossel ou nas copas que formam dosséis irregulares. Ali a biodiversidade atinge níveis elevados, apesar de sua aparente simplicidade estrutural.

MAACK (1968) considerou como espécies importantes da Floresta Ombrófila Mista, a imbuia (*Ocotea porosa*) e a erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Além destas, esse autor destacou as diversas espécies que se associam regularmente à araucária, como: as canelas (dos gêneros *Nectandra* e *Ocotea*), as leguminosas (dos gêneros *Dalbergia* e *Machaerium*), as meliáceas (principalmente *Cedrela fissilis*), as mirtáceas (como *Campomanesia xanthocarpa*), *Podocarpus lambertii* (podocarpus ou pinheiro-bravo) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá).

Para RODERJAN *et al.*(2002), na Floresta Ombrófila Mista Montana (600 a 1200 m de altitude), a *Araucaria angustifolia* forma um estrato dominante e contínuo acima de 30 metros de altura, podendo ocorrer indivíduos emergentes acima de 40 metros. Diferentes espécies ocorrem associadas, onde são comuns *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso, *O. puberula* (Rich.) Nees, *O. pulchella* (Lauraceae), *Capsicodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni (Canellaceae), *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex ichler (Podocarpaceae), *Ilex paraguariensis*, *Cedrela fissilis*, *Campomanesia xanthocarpa* . Berg (Myrtaceae), *Matayba elaeagnoides* Radlk. (Sapindaceae), *Sloanea lasiocoma* K. chum. (Elaeocarpaceae), *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae), *Mimosa scabrella* Benth. (Mimosaceae), *Dalbergia brasiliensis* Vogel (Fabaceae), *Jacaranda puberula* Cham. E *Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith (Bignoniaceae). Nos estratos inferiores são comuns inúmeros representantes de Myrtaceae, notadamente dos gêneros *Myrcia*, *Eugenia*, *Calyptanthus* e *Gomidesia*, acompanhados de Flacourtiaceae (*Casearia* e *Xylosma*), Sapindaceae (*Allophylus* e *Cupania*),

Rutaceae, Symplocaceae e Aquifoliaceae. Fetos arborescentes (*Dicksonia* e *Cyathea*) e gramíneas cespitosas (*Chusquea* e *Merostachys*) são frequentes.

GALVÃO *et al.* (1989) encontraram, na Floresta Nacional de Irati, as seguintes comunidades arbóreas associadas à *Araucaria angustifolia*, diferindo entre si pela fisionomia ou ocorrência localizada de determinadas espécies:

- a) Caracterizada pelo monjoleiro (*Acacia poliphylla*) e canela-imbuia (*Nectandra megapotamica*), acompanhados do xaxim-com-espinho (*Alsophila* sp. e *Nephelea* sp.);
- b) Caracterizada pela araucária (*Araucaria angustifolia*) e maria-preta (*Diatenopteryx sorbifolia*), com sub-bosque bastante desenvolvido;
- c) Caracterizada pela araucária, canela-branca (*Nectandra lanceolata*), pimenteira (*Capsicodendron dinisii*), pessegueiro-bravo (*Prunus brasiliensis*) e podocarpus (*Podocarpus lambertii*);
- d) Caracterizada pela araucária, canela-branca, erva-mate (*Ilex paraguariensis*), miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*) e cambuí (*Siphoneugenia* sp.);
- e) Caracterizada pelo xaxim-com-espinho e canela-branca.

### 3.2. Dinâmica da floresta

Para MENDONÇA (2003), os processos que regem a dinâmica de uma floresta, são conhecidos como crescimento, ingresso e mortalidade, e tem grande importância, visto que o estudo destes parâmetros indica o crescimento e as mudanças ocorridas em sua composição e estrutura. Portanto, a predição confiável destes processos, ressaltando-se o crescimento e a produção, torna-se imprescindível para a adoção de tratamentos e medidas silviculturais mais adequados para o manejo da floresta sob regime de rendimento sustentado.

As estimativas desses parâmetros são obtidas, principalmente, por meio de inventário florestal contínuo com parcelas permanentes, por períodos curtos ou longos. Assim, o estudo do crescimento poderá permitir o entendimento dos processos por meio dos quais ocorrem as mudanças, em níveis de espécies e povoamentos.

A culminação do processo de crescimento é onde o ingresso, crescimento e mortalidade constituem-se nos fatores básicos ao desenvolvimento da estrutura diamétrica, os quais dependem do meio ambiente, fatores bióticos, composição de espécies e densidade. Assim, os fatores diretamente relacionados com o desenvolvimento de distribuições diamétricas são as taxas de ingresso, crescimento e mortalidade, isto é, as mudanças em números de novos indivíduos do povoamento, incremento do diâmetro e perdas por mortalidade (SANQUETTA *et al.* 2001).

Modelos, usados na predição do crescimento da floresta, são tipicamente compostos por equações, que descrevem os componentes do crescimento (crescimento sobrevivente, mortalidade, colheita e ingresso), individualmente, e então, em combinação, fornece uma base para predição do crescimento total do povoamento (AZEVEDO *et al.* 1995a).

O ingresso, a mortalidade e o incremento em diâmetro estão entre os poucos parâmetros que podem ser utilizados na predição do desenvolvimento de uma floresta nativa inequiana (FERREIRA, 1997).

### **3.2.1. Crescimento**

O crescimento de uma floresta é a mudança em um atributo do povoamento, dentro de um período estabelecido. Logo, crescimento é o conceito biológico da taxa de produção, e produção é a colheita ou coleta com base nessa taxa, em um determinado período. Assim, a produção máxima que uma floresta pode atingir é o crescimento acumulado em um determinado período, e é a máxima produção que pode ser removida perpetuamente por períodos semelhantes (DAVIS e JOHNSON, 1986).

De acordo com VANCLAY (1994) e PRODAN *et al.* (1997), entende-se por crescimento o aumento de dimensões de um ou mais indivíduos em uma floresta em um determinado período de tempo. Tais dimensões podem ser o diâmetro, a altura, o volume, a biomassa, a área basal, etc. Já a produção refere-se às dimensões finais ao término de determinado período. Portanto, a produção é o crescimento acumulado enquanto o crescimento é a taxa de produção.

Segundo HUSCH *et al.* (1982), o crescimento das árvores é influenciado pelas características da espécie interagindo com o ambiente. Para PRODAN *et al.* (1997), as influências ambientais incluem fatores climáticos (temperatura, vento, precipitação e insolação),

fatores pedológicos (características físicas e químicas, umidade e microrganismos), características topográficas (inclinação, elevação e aspecto) e competição (influência de outras árvores, sub-bosque e animais), sendo que a soma destes fatores exprime o conceito de qualidade de sítio.

### 3.2.2. Ingresso

SCOLFORO *et al.* (1998) consideram como ingresso ou recrutamento todas as árvores que no segundo período de medição entram no processo de medição.

Segundo ALDER (1983)<sup>2</sup>, citado por AZEVEDO *et al.* (1995a), entende-se como ingresso, em termos florestais, o processo pelo qual as árvores “aparecem” na tabela de povoamento, após a medição inicial.

De acordo com ALDER e SYNNOTT (1992), ingresso é o processo pela qual as árvores "aparecem" nas classes diamétricas mensuráveis por crescerem acima do diâmetro mínimo considerado. O ingresso está diretamente ligado à regeneração, mas não são sinônimos, pois a regeneração é o processo, pelo qual, novas árvores são adicionadas à população através da germinação das sementes. Os mesmos autores citam que adicionalmente ao fato da palavra regeneração definir um processo, pode-se também usá-la para se referir às árvores com diâmetro menor que o limite de medição.

Para AZEVEDO *et al.* (1995a), o estudo do ingresso em florestas tropicais reveste-se de especial importância do ponto de vista silvicultural, uma vez que sua quantidade e sua qualidade determinam quão satisfatoriamente o povoamento está sendo alimentado, com mudas e árvores pequenas de espécies desejáveis. Para a produção florestal ser sustentável é necessário que grande número de regeneração jovem das espécies, economicamente importantes, ingressem regularmente no povoamento e que um número mínimo de árvores sobreviva e cresça ao tamanho de abate a cada ciclo de corte.

---

<sup>2</sup>ALDER, D. **Growth and yield of mixed tropical forests: I. Current knowledge.** FAO Consultancy Report, 1983. 57 p.

Para SILVA (1989), o estudo do ingresso em florestas tropicais úmidas tem grande importância do ponto de vista silvicultural, assim como sua qualidade e quantidade determinam com que sucesso a floresta está sendo “alimentada” com plântulas e pequenas árvores de espécies comerciais.

Para MENDONÇA (2003), as clareiras que ocorrem na floresta são um fator importante na manutenção da heterogeneidade destes ambientes. Estudos sobre distúrbios naturais nas florestas indicam que as clareiras são um fenômeno freqüente e que sua ocorrência resulta nos aparentes mosaicos vegetais de diversas idades. Quando a clareira é de pequeno tamanho, o ingresso não é abundante porque, normalmente, espécies de crescimento lento e tolerante à sombra ocupam a clareira. Inversamente, as perturbações pesadas tais como aquelas causadas pela exploração, geralmente, resultam em germinação e crescimento de grande número de espécies pioneiras de rápido crescimento, que logo crescem até o mínimo tamanho de medição.

### **3.2.3. Mortalidade**

Nas florestas as árvores morrem continuamente. Esse fato comprova-se pela típica distribuição diamétrica em J-invertido apresentada pelas florestas, que mostra que apenas uma pequena fração da regeneração (0-10 cm de DAP) sobreviverá até atingir dimensões comerciais. Em parcelas permanentes, a mortalidade é considerada através do cômputo das árvores que morreram (ALDER e SYNNOTT, 1992).

Segundo OLIVER e LARSON (1996), a mortalidade ocorre por supressão, quando a floresta está se diferenciando, por insetos e doenças, quando a árvore está enfraquecida, e por tombamento quando a árvore torna-se alta e fina. A morte por supressão ocorre quando uma árvore não ocupa um espaço de crescimento suficiente para fornecer produtos da fotossíntese tanto para a respiração dos tecidos quanto para promover a renovação das raízes e de outros tecidos necessários à sua sobrevivência.

Para SANQUETTA (1996), a mortalidade pode ser causada por diversos fatores, como idade ou senilidade, competição e supressão, doenças e pragas, condições climáticas, fogos silvestres, anelamento e envenenamento, injúrias, corte ou abate da árvore.

Segundo CARVALHO (1999), a mortalidade pode ser causada por muitos fatores, como ataque de patógenos, parasitas e herbívoros, tempestades, danos causados por fortes chuvas, principalmente em árvores emergentes, exploração florestal, durante a operação e principalmente nos primeiros cinco anos seguintes, e morte por idade avançada, considerando que todo ser vivo tem um período de vida finito.

Já para PULZ (1998), a mortalidade pode ser classificada em duas categorias: regular e irregular. A mortalidade regular é causada principalmente devido à competição, à supressão e ao próprio envelhecimento da árvore. Por outro lado, a mortalidade irregular, que é menos freqüente, é provocada por fenômenos adversos como a incidência de pragas, doenças, fogo, vento, enchente, temperatura, seca entre outras causas de ocorrência irregular, ou seja, a mortalidade regular é previsível, a irregular não.

### **3.3. Modelagem da dinâmica**

A predição do crescimento e da produção de povoamentos manejados e não-manejados é essencial para a credibilidade de um plano de manejo sustentável, tendo em vista que as decisões de manejo são tomadas com base na taxa de crescimento e na produção que esses povoamentos podem alcançar de acordo com essa taxa (FERREIRA, 1997).

ROSSI (2007) utilizou modelos lineares e não lineares para realizar a modelagem do incremento em uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo utilizando dados de incremento periódicos anuais de intervalos de medição de 1 a 4 anos sendo realizados ajustes para todas as espécies da floresta e somente para a araucária. Os dados foram ajustados para o incremento médio e tendo como variável explicativa o centro de classe de DAP e o índice de Kohyama.

### **3.4. Prognose da distribuição diamétrica**

As florestas, em geral, assumem dois tipos principais de distribuições: a unimodal, característica de plantios jovens e equiâneos e a decrescente na forma de um J-invertido, que caracteriza florestas nativas ou plantios bem manejados com mais de uma idade.



Baseando-se em vários autores, OLIVER e LARSON (1996) afirmaram que, muitas vezes, uma combinação de espécies ou grupos de espécies mostra uma distribuição diamétrica na forma de um J-invertido, mesmo quando, individualmente, espécies ou grupos apresentam distribuição normal.

O conhecimento da distribuição diamétrica e sua mudança ao longo do ciclo de uma floresta é uma ferramenta fundamental para o manejo de plantios florestais e principalmente de florestas nativas onde a idade é uma variável de difícil obtenção.

Existem vários métodos para a predição da estrutura diamétrica de uma floresta. PULZ *et al.*(1999) utilizaram o método de matriz de transição ou Cadeia de Markov, para realizar a predição de uma floresta inequiiânea a partir de três períodos de medição. No mesmo trabalho, os autores testaram a acuracidade do método de matriz de transição comparando-o com o método da razão de movimentação e o método de Wahlenberg, no qual os três métodos apresentaram mesmo grau de acuracidade para fins de prognose do número total de árvores na floresta.

SANQUETTA *et al.*(1996) utilizaram a matriz de transição para a elaboração de um modelo de prognose para uma floresta inequiiânea no Japão, que sofreu intervenção e foi remedida no período de 10 anos, concluindo que a ferramenta é um instrumento valioso para o manejador florestal, uma vez que o crescimento e o ciclo de corte de povoamentos florestais inequiiâneos podem ser preditos.

AUSTREGÉSILO *et al.* (2004) comparam os métodos da razão de movimentação, de Wahlenberg e da matriz de transição para a prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional secundária sem intervenção. As medições ocorreram entre 1986 a 1996 sendo medidas de dois em dois anos.

CUNHA *et al.* (2002) realizaram a predição da estrutura diamétrica de seis importantes espécies da floresta de terra firme da Amazônia na Floresta Nacional de Tapajós, utilizando dados de duas medições (1984-2000) e realizou a prognose para 2016.

SOLFORO *et al.* (1996) estudaram o crescimento e a produção em diâmetro e área basal, das espécies de uma floresta semidecídua Montana, definiram a idade dos indivíduos a nível de classe diamétrica e geraram um modelo de produção para prognose de sua estrutura utilizando o processo de Razão de Movimentação.

ARCE *et al.* (1998) utilizaram os processos de difusão na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. Segundo esta abordagem, o crescimento das florestas pode ser entendido como um processo contínuo, que inclui uma entrada, um movimento e uma saída de matéria, sendo que a entrada é o ingresso, o movimento é o crescimento, e a saída a mortalidade.

TERESCZCUCH *et al.* (2007) utilizaram a matriz de transição para prever a distribuição diamétrica de uma floresta nativa, que foi submetida a duas metodologias de colheita, na Reserva de Biosfera Yabotí, na província de Misiones na Argentina, por meio de três medições (1998, 2001 e 2004).

### 3.4.1. Matriz de transição

Muitos fenômenos que ocorrem na natureza podem ser estudados como se estes passassem por uma seqüência de estados, em que a partir de um estado inicial, a transição de um determinado estado para o seguinte ocorresse segundo uma certa probabilidade. No caso em que essa probabilidade de transição dependa apenas do estado em que o fenômeno se encontra e do estado seguinte, o processo é chamado *processo de Markov*, e uma seqüência finita de estados seguindo esse processo é denominada Cadeia de Markov de parâmetro discreto homogêneo (BOLDRINI *et al.* 1978; BERNARDO, 2000).

A matriz de transição é um processo estocástico utilizado para estudar fenômenos que passam, a partir de um estado inicial, por uma seqüência de estados, onde a transição entre estados ocorre segundo uma certa probabilidade (ARCE *et al.* 2001).

Matrizes de transição podem ser usadas para a elaboração de modelos de produção florestal e partem do pressuposto de que uma árvore em uma determinada classe de diâmetro tem a probabilidade de se deslocar para a classe seguinte (SCOLFORO *et al.* 1998).

O pioneiro no uso da matriz de transição foi LESLIE (1945<sup>3</sup>, 1948<sup>4</sup>), citado por PULZ *et al.* (1999), realizando estudos sobre mortalidade e fertilidade em populações de animais, nos quais foram usados estados baseados em classes de idade.

---

<sup>3</sup> LESLIE, P.H. On the use of matrices in certain population mathematics. **Biometrika**, London, v. 33, n. 3, p. 183-212, Nov. 1945.

Na área florestal, o uso da matriz de transição foi aplicado por USHER (1966) em um povoamento de Pinus (*Pinus sylvestris*) na Escócia, mensurados em ciclos de 6 anos.

Alguns pesquisadores desenvolveram o estudo de crescimento diamétrico das árvores por meio de matriz de transição. No Brasil, foi estudado por HIGUCHI (1987), AZEVEDO *et al.* (1995b), SANQUETTA *et al.* (1996), PULZ *et al.* (1999), ARCE *et al.* (2001). HIGUCHI (1987) e FREITAS e HIGUCHI (1993), utilizaram a Cadeia de Markov dentro do manejo florestal como instrumento para elaboração de uma tabela de produção futura e um possível ciclo de corte em uma área de floresta de terra firme no Estado do Amazonas.

Para AUSTREGÉSILO *et al.* (2004) os modelos de distribuição diamétrica são os mais comuns e se baseiam em funções probabilísticas de distribuição, permitindo descrever as alterações na estrutura do povoamento (número de árvores por classe de diâmetro), nas relações hipsométricas e nas taxas de mortalidade, podendo todas estas características ser analisadas, simultaneamente, ao longo do tempo.

Para SCOLFORO *et al.* (1996), este procedimento estuda os fenômenos, a partir de um estado inicial, os quais passam por uma seqüência de estados, sendo que a transição entre os estados ocorre segundo uma probabilidade.

Para SCOLFORO *et al.* (1998), as projeções não devem ser feitas em períodos de tempo longo, considerando que o desempenho dos modelos é condicionado a dois pontos básicos. Um primeiro leva em conta que o incremento periódico em diâmetro das árvores da floresta, obtido nas parcelas permanentes, tem o comportamento no futuro idêntico ao obtido por ocasião das avaliações realizadas nas parcelas permanentes. Neste caso, assume-se que apesar de mudanças em sua estrutura, a floresta continuará no futuro a apresentar o mesmo crescimento periódico que aquele detectado por ocasião da avaliação das parcelas permanentes. Esta característica ou propriedade do modelo em questão é denominada de transição estacionária.

Um segundo ponto básico é que a projeção da estrutura da floresta depende somente do estado atual, não sofrendo efeito de qualquer característica passada da floresta. Esta característica ou propriedade do modelo considerado é definida como propriedade Markoviana.

---

<sup>4</sup> LESLIE, P.H. Some further notes on the use of matrices in population mathematics. **Biometrika**, London, v. 35, n.3/4, p. 214-245, Dec. 1948.

### 3.4.2. Razão de movimentação

O método da razão de movimentação tem sido pouco utilizado em trabalhos, principalmente no Brasil. Destacando-se basicamente os trabalhos de SCOLFORO *et al.* (1996), PULZ *et al.* (1999) e AUSTREGÉSILO *et al.* (2004).

Na razão de movimentação, assume-se que as árvores estão distribuídas uniformemente no interior das classes, onde cada árvore cresce a uma taxa média. A distribuição das árvores no interior das classes é desconhecida, mesmo assim assume-se que ela é uniforme. A partir daí a proporção de árvores que passam de uma classe para outra pode ser assumida como razão de movimento (AUSTREGÉSILO *et al.* 2004)

PULZ *et al.* (1999) testaram a acuracidade dos métodos de matriz de transição, razão de movimentação e o método de Wahlenberg, constatando que os três métodos apresentam o mesmo grau de acuracidade para a prognose do número total de árvores da floresta.

SCOLFORO *et al.* (1996) utilizaram o método de razão de movimentação dos diâmetros, para a prognose da estrutura de uma floresta semidecídua Montana com o objetivo de gerar tabelas de produção.

AUSTREGÉSILO *et al.* (2004) realizaram prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecídua secundária pelo método de razão de movimentação, método de matriz de transição e o método de Wahlenberg, comparando com a estrutura real do povoamento. Concluíram que todos os métodos testados foram eficientes para a prognose do número médio árvores/ha, porém, não foram eficientes para a prognose quando comparados com a estrutura real da floresta estudada.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Descrição da área de estudo

#### 4.1.1. Localização

A área para a realização da pesquisa está inserida na Floresta Nacional de Irati (FLONA de Irati). A Floresta Nacional de Irati é uma unidade de conservação do Instituto Chico Mendes, com características excepcionais para a realização de estudos ecológicos do ecossistema Floresta Ombrófila Mista (FOM). Esta FLONA está situada no segundo planalto paranaense, no âmbito dos municípios de Fernandes Pinheiro e Teixeira Soares, integrantes da microrregião Colonial de Irati. A Flona está localizada entre a margem direita do rio das Antas e esquerda do rio Imbituva, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Tibagi, a uma altitude média de 820 metros acima do nível do mar, com relevo suave ondulado (MAZZA *et al.*, 2005).

Segundo DISPERATI e OLIVEIRA FILHO (2006), a FLONA de Irati, situa-se a aproximadamente 150 km oeste de Curitiba-PR. Criada em 1942, com área de 3.495 hectares, a FLONA tem 36% (1.272,9 hectares) de floresta nativa com predominância de araucária e com o sub-bosque rico em espécies folhosas como canelas, imbuías, angico, entre outras. Trata-se de uma área protegida por mais de 50 anos, sem similar na região.

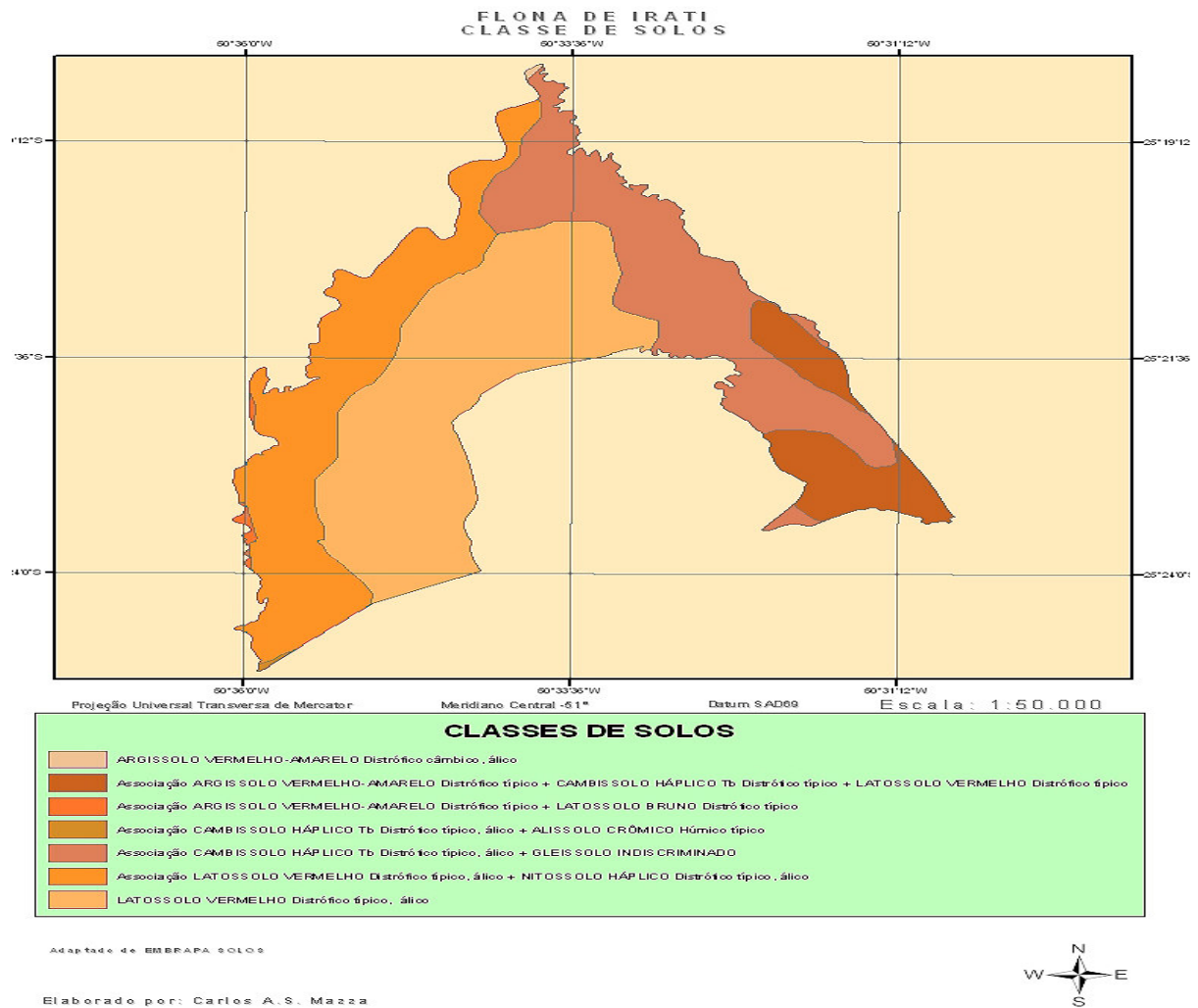
#### 4.1.2. Clima

Segundo a classificação climática de Köppen, a região onde a floresta está situada apresenta clima do tipo Cfb com geadas frequentes no inverno. A temperatura média máxima é de 24,2°C e a média mínima de 11,0°C. A precipitação média mensal de 193,97 mm e a umidade relativa média mensal do ar é de 79,58% (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2006).

### 4.1.3. Solos

Segundo MAZZA *et al.* (2005), a classe Latossolo Vermelho Distrófico típico álico, é o solo de maior representatividade na Flona de Irati, com 37,80%, localizando-se na porção interna esquerda, no sentido norte-sul. A associação Latossolo Vermelho Distrófico típico, álico + Nitossolo Háplico Distrófico típico, álico, de textura argilosa representa 26,62% da área, e está localizado no limite esquerdo, sentido norte-sul, margeando o rio das Antas. Ocupando 25,42% da área, a associação Cambissolo Háplico Distrófico típico, álico + Gleissolo indiscriminado localiza-se na várzea do rio Imbituva em, praticamente todo o limite direito. A associação Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Cambissolo Háplico Distrófico típico + Latossolo Vermelho Distrófico típico representa 9,59% da área e localiza-se na porção sudeste da Flona, seguida de mais uma mancha a leste. As demais classes são pouco representativas, totalizando 0,57% da área da FLONA: associação Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico + Latossolo Bruno Distrófico típico (0,39%), associação Cambissolo Háplico Distrófico típico, álico + Alissolo Crômico Húmico típico (0,10%) e Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico câmbico, álico (0,08%). Essas características podem ser observadas na Figura 1.

Desta forma, na região onde se encontra o experimento, apresenta-se a classe Latossolo Vermelho Distrófico típico, álico.



Fonte: MAZZA *et al.* (2005).

Figura 1 - Mapa de ocorrência das classes de solos na Flona de Irati.

## 4.2. Instalação do experimento

No ano de 2000/2001 um experimento permanente de 25 ha foi instalado, sob coordenação do Professor Dr. Afonso Figueiredo Filho do Departamento de Engenharia Florestal da UNICENTRO, na área com Floresta Ombrófila Mista (1272,9 ha) da Floresta Nacional de Irati, PR. Esse experimento tem como uma das finalidades estudar a dinâmica desse importante ecossistema florestal do sul do país.

A área experimental foi instalada com teodolito e dividida em 25 blocos de 1 ha (100 m x 100 m) como pode ser visto nas Figuras 2 e 3. Cada bloco foi subdividido em quatro parcelas de 0,25 ha (50 m x 50 m) e finalmente para facilitar a numeração e o mapeamento das árvores (distâncias X, Y), cada parcela foi subdividida em cinco faixas de controle de 10 m x 50 m (0,05 ha). Piquetes de concreto e de madeira foram colocados a cada 50 m e 10 m respectivamente. Tanto os piquetes de concreto quanto os de madeira foram pintados com a cor azul para facilitar a visualização (Figura 4).

Parcelas com 1 ha são recomendadas para levantamentos estruturais e avaliações dos processos dinâmicos em florestas nativas (ALDER e SYNNOTT, 1992 e VANCLAY, 1994). Para isto é importante que as árvores sejam posicionadas em um sistema cartesiano X, Y o que possibilita uma gama de alternativas com parcelas menores, facilitando também estudos sobre a distribuição espacial das espécies. De acordo com RODRIGUES (1989) o método de parcelas contínuas para o estudo estrutural da comunidade arbórea é vantajoso em áreas com grande heterogeneidade ambiental, porque permite avaliar correlações mais estreitas da vegetação com os fatores abióticos e por fornecer subsídios para o entendimento da distribuição espacial das espécies.

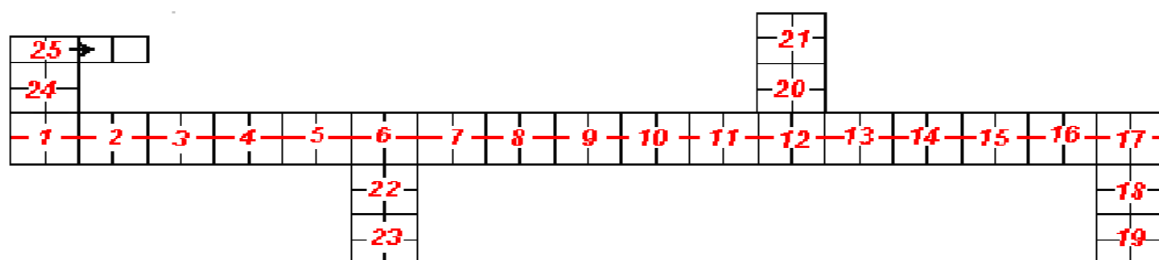


Figura 2 - Croqui do experimento





Figura 3 - Localização do experimento na área de Floresta Ombrófila Mista da FLONA de Irati.



A



B

Figura 4 - Piquete de concreto (A) e piquete de madeira (B)

#### 4.2.1. Coleta de dados

No ano de 2001/2002 foi realizada a primeira medição do experimento. Naquela ocasião, todas as árvores existentes no experimento com o diâmetro à altura do peito - DAP igual ou superior a 10 cm (Figura 5) tiveram o ponto de medição do diâmetro pintado com tinta azul (Figura 6) para evitar erros nas medições futuras e para melhorar a localização das árvores nas respectivas faixas de controle. De forma complementar, as árvores foram numeradas e posicionadas espacialmente em um sistema cartesiano X, Y (Figura 7).

Além disso, todas as árvores foram identificadas pelo nome comum e científico e algumas de suas características foram avaliadas, tais como: retidão do fuste, estrato vertical, fitossanidade e qualidade da copa. Neste contexto, as árvores foram classificadas de acordo com as seguintes características:

- Qualidade de copa: 3 para copa vigorosa, 2 para copa média e 1 para copa suprimida;
- Qualidade de fuste: 3 para fuste reto, 2 para fuste levemente tortuoso e 1 para fuste tortuoso;
- Estado fitossanitário: 3 para fitossanidade boa, 2 para fitossanidade média, 1 para fitossanidade ruim (atacada por pragas, podridão do fuste etc.);
- Estrato vertical: 3 para estrato superior, 2 para estrato médio e 1 para estrato inferior.

Na Figura 8 pode ser observado a ilustração das classes de qualidade de copa.



Figura 5 - Medição da circunferência à altura do peito - CAP das árvores com fita métrica.



Figura 6 - Marcação do ponto de medição do diâmetro com tinta azul.

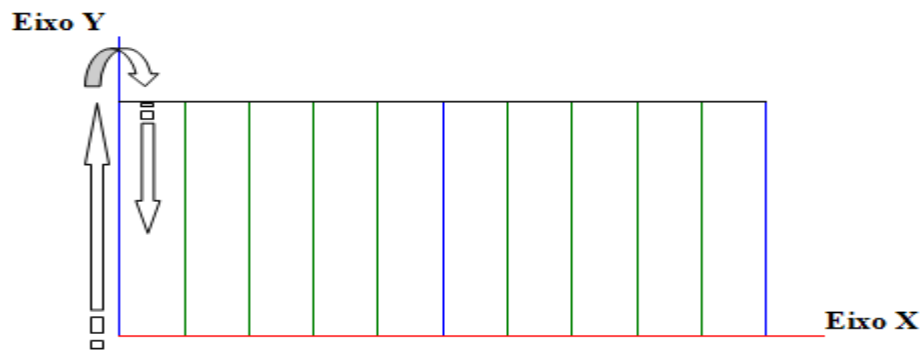


Figura 7 - Sentido de caminhamento e posicionamento XY.

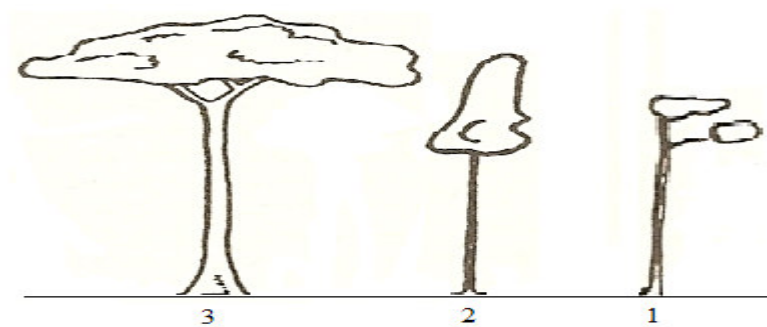


Figura 8 - Ilustração das classes de qualidade de copa.

Nos anos 2004/2005 e 2007/2008 foram realizadas a segunda e terceira medição do experimento, seguindo os mesmos critérios da primeira medição. Nessas ocasiões foram computadas as árvores mortas e as que ingressaram no sistema.

Na ocasião da segunda e terceira medição do experimento, o ponto de medição dos diâmetros das árvores foi novamente pintado com a tinta azul para reforçar a tonalidade da marcação.

### 4.3. Composição florística da área

Na análise da composição florística foi necessário realizar a identificação botânica das espécies encontradas em cada ocasião de medição. As espécies foram identificadas em campo, a partir de suas características dendrológicas. Para as não identificadas, fez-se necessário a coleta de material botânico.

Os exemplares coletados foram identificados pelo Engenheiro Florestal Ronald Medeiros que é Professor do Colégio Florestal Presidente Costa e Silva e se encontram armazenados no herbário do curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR (UNICENTRO). A identificação botânica seguiu o Sistema de Classificação APG II (*Angiosperm Phylogeny Group*) que foi utilizado por RODE (2008).

#### **4.4. Dinâmica da floresta**

##### **4.4.1. Incremento em diâmetro**

O incremento em diâmetro foi obtido com base no crescimento em diâmetro das árvores medidas nas três medições, ou seja, aquelas que permaneceram vivas durante o período estudado, sendo assim foram descritos os incrementos diamétricos ocorridos entre 2002 a 2005 e 2005 a 2008 e também, a média de incremento no período entre 2002 a 2008.

Os incrementos periódicos ( $IP$ ) e periódico anual ( $IPA$ ) em diâmetro foram calculados utilizando:

$$IP_d = d_{2005-ou-2008} - d_{2002-ou-2005}$$

$$IPA_d = \frac{IP_d}{P}$$

onde:

$d_{2005\ ou\ 2008}$  = DAP no final do período de crescimento avaliado (cm)

$d_{2002\ ou\ 2005}$  = DAP no início do período de crescimento avaliado (cm)

$P$  = intervalo de medição (3 ou 6 anos)

$IP_d$  = Incremento periódico em diametro (cm)

$IPA_d$  = incremento periódico anual em diâmetro (cm)

##### **4.4.2. Incremento em área basal por hectare**

O incremento em área basal foi calculado para cada espécie nos períodos de 2002 a 2005 e 2005 a 2008, e também foi calculado o incremento médio em área basal para a floresta inteira no período de 2002 a 2008.

O incremento periódico em área basal por hectare por espécie foi obtido por meio da seguinte fórmula:

$$IP_G = G_{2005-ou-2008} - G_{2002-ou-2005}$$

$$IPA_G = \frac{IP_G}{P}$$

onde:

$G_{2002\text{ ou }2005}$  = área basal por espécie no período avaliado (m<sup>2</sup>/ha)

$G_{2005\text{ ou }2008}$  = área basal por espécie no período avaliado (m<sup>2</sup>/ha)

$P$  = intervalo de medição (3 ou 6 anos)

$IP_G$  = Incremento periódico em área basal por hectare (m<sup>2</sup>/ha)

$IPA_G$  = Incremento periódico anual em área basal por hectare (m<sup>2</sup>/ha)

#### 4.4.3. Ingresso

Foi considerado como ingresso ou recrutamento todas as árvores que atingiram DAP maior ou igual a 10 cm em 2005 e em 2008. E foi utilizada a mesma metodologia utilizada por SCHAAF (2001), para computar a taxa de ingresso pela seguinte fórmula:

$$In\% = \frac{N_{In}}{N_i} \cdot 100$$

onde:

$N_{In}$  = número de árvores ingressas.

$N_i$  = número de árvores em 2002 (ou 2005 se for avaliar a taxa de ingresso na terceira medição).

#### 4.4.4. Mortalidade

A mortalidade foi obtida por meio da contagem das árvores que morreram durante o período das três medições, 2002, 2005 e 2008.

A taxa de mortalidade foi computada de forma absoluta e também em porcentagem como calculado por SCHAAF (2001):

$$M \% = \frac{N_m}{N_i} \cdot 100$$

onde:

$N_m$  = número de árvores mortas

$N_i$  = número de árvores em 2002 (ou 2005 se for avaliar a taxa de mortalidade na terceira medição).

#### 4.5. Modelagem do incremento, ingresso e mortalidade

Por meio dos dados das três medições, ajustaram-se modelos matemáticos capazes de descrever o comportamento dos processos dinâmicos da floresta.

##### 4.5.1. Modelagem do Incremento

Neste estudo foram ajustados 10 modelos de incremento sendo três modelos lineares e sete modelos não lineares. Estes modelos foram encontrados em VANCLAY (1994), ALDER (1995) e ROSSI (2007). Os modelos que foram ajustados seguem dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Modelos de incremento testados

Nº	Modelo	Autor
1.	$I_d = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2$	ALEMDAG (1978)
2.	$I_d = \beta_0 (DMax - DAP)^{\beta_1} DAP^{\beta_2}$	VANCLAY (1989)
3.	$I_d = \beta_0 DAP^{\beta_1} - DAP^{\beta_2}$	BERTALANFFY
4.	$I_d = \beta_0 DAP^{\beta_1} e^{\beta_2 DAP}$	*
5.	$I_d = DAP(\beta_0 - (\beta_1 \ln DAP))$	*
6.	$I_d = \beta_0 (1 - (e^{-\beta_1 DAP})^{\beta_2})$	*
7.	$I_d = e^{\beta_0 + \beta_1 (1/DAP)}$	*
8.	$I_d = \beta_0 + \beta_1 DAP$	*
9.	$I_d = \beta_0 + \beta_1 DAP^2$	*
10.	$I_d = e^{\beta_0 + \beta_1 DAP}$	*

\*Modelos ajustados por ROSSI (2007)

onde:

$I_d$  = incremento periódico anual do DAP (cm/ano)

$DAP$  = Diâmetro a 1,3m (cm) no início do período de crescimento.

$\ln$  = logaritmo neperiano.

$e$  = base do logaritmo neperiano.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = coeficientes.

Para ajustar os modelos, foi necessário calcular o incremento médio anual do período estudado, ou seja, como se dispõe de três medições do experimento, calculou-se primeiramente, o incremento em diâmetro entre 2002 e 2005 e dividiu-se por 3 (intervalo de medição) tendo assim o incremento periódico anual em diâmetro entre 2002 a 2005. O mesmo procedimento foi realizado para obter o incremento periódico anual em DAP para o período 2005 a 2008. Além disso, foi obtido o incremento em diâmetro entre 2002 a 2008, neste caso, o incremento em diâmetro obtido foi dividido por 6 (intervalo de medição) obtendo-se o incremento médio anual para cada indivíduo do experimento no período entre 2002 a 2008. Desta forma, a matriz de dados para o ajuste dos modelos de incremento, contém os incrementos periódicos anuais do período 2002 a 2005, 2005 a 2008 e 2002 a 2008.

No ajuste dos modelos, os dados foram divididos em: 1) Modelos de Incremento para Araucária e 2) Modelos de incremento para espécies folhosas. Para a melhoria dos ajustes, foram testadas algumas estratificações dos dados. Na primeira, os dados foram separados de acordo com as classes de qualidade de copa, fuste, estado flossanitário, e estrato de altura. Na segunda estratificação, os dados foram agrupados em classes diamétricas e foram ajustados modelos de incremento médio separadamente para cada classe diamétrica, sendo: 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 e maior que 90 cm de diâmetro. Além disso, os modelos foram ajustados com dados agrupados em classes de DAP dos incrementos periódicos anuais do período 2002-2008. Para as espécies folhosas, os ajustes do incremento agrupado por classe de DAP com dados provenientes do período 2002-2008, além de serem efetuados para todas as espécies folhosas juntas, foram realizados ajustes separados para as cinco espécies de maior ocorrência na área.



#### 4.5.2. Modelagem do ingresso

Os modelos testados foram os usados por SCOLFORO *et al.* (1996), SCOLFORO *et al.* (1998) e AZEVEDO *et al.* (1995a), que estão dispostos na Tabela 2:

Tabela 2 - Modelos de Ingresso

Nº	Modelos	Autor
1.	$I_t = \beta_0 e^{-\beta_1(G/N)}$	DAVIDSON <i>et al.</i> (1989)
2.	$I_t = \beta_0 N^{\beta_1} e^{-\beta_2(G/N)}$	DAVIDSON <i>et al.</i> (1989)
3.	$I_t = \beta_0 N^{\beta_1} G^{\beta_2} e^{-\beta_3(G/N)}$	DAVIDSON <i>et al.</i> (1989)
4.	$I_t = e^{(\beta_0 + \beta_1 G)}$	*
5.	$I_t = \beta_0 + \beta_1(N_{t+0} - N_t)$	CAMPOS**
6.	$I_t = \beta_0 e^{\beta_1 D_i}$	SCOLFORO <i>et al.</i> (1998)

\*Ajustado por AZEVEDO *et al.* (1995),

\*\* CAMPOS, J.C.C. comunicação pessoal com AZEVEDO *et al.* (1995)

em que:

$I_t$  = ingresso total de árvores, por hectare, no intervalo de crescimento;

$G$  = área basal ( $m^2/ha$ ) no início do período de crescimento;

$N$  = número de árvores, por hectare, no início do período de crescimento;

$e$  = base de logaritmos neperianos;

$N_{t+0}$  = número total de árvores, por hectare, no final do período de crescimento;

$N_t$  = número total de árvores remanescentes, por hectare, no início do período de crescimento;

$D_i$  = Centro de classe de DAP;

$\beta_i$  = coeficientes.

Para ajustar os modelos de ingresso foi computado o número de árvores ingressas do período de 2002 a 2005 e também do período de 2005 a 2008. Além disso, os dados foram agrupados por classe diamétrica.

Como tentativa de diminuir a variabilidade entre as parcelas e melhorar os ajustes, adotou-se o procedimento de organizar os dados de acordo com variações nos tamanhos das parcelas, ou seja, parcelas de 500 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup>, 5000 m<sup>2</sup>, 10000 m<sup>2</sup>.

Em todos os ajustes o número de árvores, área basal e o número de árvores ingressas foram extrapolados para hectare para efeito da modelagem. A partir de cada amostra empregada, os ajustes foram feitos com os valores de ingresso obtidos no período 2002-2005 e também os valores obtidos no período 2005-2008, todos os dados na mesma matriz de dados, obtendo-se assim um maior número de pontos para o ajuste. O mesmo foi feito para a matriz de dados do modelo que estima o ingresso em classe de diâmetro.

#### 4.5.3. Modelagem da mortalidade

Para se fazer a estimativa da mortalidade das árvores ajustaram-se modelos matemáticos empregados por SCOLFORO *et al.* (1996) e SCOLFORO *et al.* (1998) (Tabela 3).

Tabela 3 - Modelos de mortalidade

Nº	Modelos	Autor
1.	$M_t = \beta_o N_t$	EK (1974)
2.	$M_t = \beta_o e^{\beta_i D_i}$	SCOLFORO <i>et al.</i> (1998):

em que:

$M_t$  = número de árvores mortas num período de tempo específico

$N_t$  = número de árvores vivas num período de tempo específico

$D_i$  = centro de classe de DAP

$\beta_i$  = coeficientes.

A montagem da matriz de dados e o ajuste dos modelos de mortalidade seguiram os mesmos procedimentos empregados nos modelos de ingresso.

#### 4.5.4. Avaliação dos modelos

A escolha do modelo mais adequado para expressar o incremento, o ingresso e a mortalidade da floresta, baseou-se no maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajust), no menor erro padrão de estimativa em percentagem ( $S_{yx}\%$ ) e na distribuição gráfica dos resíduos de acordo com as seguintes equações:

$$R^2 = 1 - \frac{SQ_{Res}}{SQ_{Tot}}$$

$$R^2_{Ajust} = 1 - (1 - R^2) * \left( \frac{n - 1}{n - p} \right)$$

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{est})^2}{n - p}}$$

$$S_{yx\%} = \frac{S_{yx}}{Y_{med}} * 100$$

$$Res\% = \frac{y_i - y_{est}}{y_i} * 100$$

onde:

$R^2$  = Coeficiente de Determinação

$R^2_{Ajust}$  = Coeficiente de Determinação Ajustado

$SQ_{Res}$  = Soma dos Quadrados dos Resíduos

$SQ_{Tot}$  = Soma dos Quadrados Totais

$S_{yx}$  = Erro padrão da estimativa

$S_{yx\%}$  = Erro padrão da estimativa em percentagem

$Res\%$  = Percentagem de Resíduos

$y_i$  = Valor real

$y_{est}$  = Valor estimado

$Y_{med}$  = Valor médio

$n$  = número de pontos do ajuste

$p$  = número de coeficientes do modelo.

#### 4.6. Prognose da distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica de uma floresta é obtida pelo do agrupamento dos indivíduos em intervalos de diâmetro à altura do peito - DAP (LOETSCH *et al.*, 1973). Quanto à definição da amplitude dessas classes não há regra definida, sendo que para florestas, normalmente, utilizam-se classes com amplitude de 5 cm (MACHADO *et al.*, 1998; DURIGAN, 1999) e 10 cm (LONGHI, 1980). Neste estudo, foi realizado uma análise da distribuição diamétrica do experimento nas três medições realizadas, agrupando-se os dados em classes 10 cm de diâmetro

Basicamente os trabalhos que tratam sobre prognose da estrutura diamétrica usam os métodos de matriz de transição (PULZ *et al.*, 1999; SANQUETTA *et al.*, 1996; AUSTREGÉSILO *et al.*, 2004; CUNHA *et al.*, 2002; entre outros) e razão de movimentação (PULZ *et al.*, 1999; AUSTREGÉSILO *et al.* 2004; SCOLFORO *et al.* 1996).

Neste estudo, utilizaram-se os métodos Matriz de transição e Razão de movimentação para projetar a distribuição diamétrica da floresta.

##### 4.6.1. Matriz de transição

Para AZEVEDO *et al.* (1995b), a probabilidade de transição para cada intervalo de medição é obtida, dividindo-se o número de árvores que morreram, mudaram de classe ou permaneceram na mesma classe pelo número de árvores naquela classe no início do período de crescimento. Assim, a distribuição diamétrica do povoamento, a ser projetada do tempo  $t$  para  $t+\theta$ , e a situação do povoamento no tempo  $t+\theta$  podem ser totalmente determinadas pela situação no tempo  $t$  e pelo ingresso ocorrido no intervalo de tempo em que se usou o modelo em sua forma matricial, assim representado:

$$G = \begin{matrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \\ \vdots \\ i_n \end{matrix} \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & b_n & a_n \\ m_1 & m_2 & m_3 & m_4 & m_5 & \cdots & m_n \end{bmatrix}$$

em que:

$G$  = matriz de probabilidade de transição;

$i_n$  =  $i$ -ésima classe de diâmetro;

$a_i, b_i, c_i$  = São as probabilidades de uma árvore viva permanecer na mesma classe diamétrica( $a_i$ ), mudar para a classe diamétrica subsequente( $b_i$ ), ou ainda mudar duas classes( $c_i$ ).

$m_i$  = Probabilidade das árvores que morreram no período estudado.

De acordo com BUONGIORNO e MICHIE (1980), a estrutura diamétrica da floresta no tempo futuro é o resultado da multiplicação da matriz de probabilidade de transição pelo número de árvores no período atual, somado ao número de árvores ingressas, como segue:

$$Y_{t+\Delta t} = G \cdot Y_{it} + I_{it} \quad (1)$$

em que:

$Y_{t+\Delta t}$  = número de árvores projetadas

$G$  = probabilidade de transição por classe diamétrica

$Y_{it}$  = número de árvores por classe de diâmetro no período atual

$I_{it}$  = número de árvores ingressas ou recrutadas

A forma matricial da expressão 1 é:

$$\begin{bmatrix} Y_{1t+\Delta t} \\ Y_{2t+\Delta t} \\ Y_{3t+\Delta t} \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_{nt+\Delta t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & b_n & a_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ Y_{3t} \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_{nt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_{1t} \\ I_{2t} \\ I_{3t} \\ \cdot \\ \cdot \\ I_{nt} \end{bmatrix}$$

A prognose da distribuição diamétrica foi realizada para períodos equivalentes às medições realizadas, ou seja, para períodos de três anos, neste caso, partindo-se dos dados de

2002 a 2005, projetou-se a distribuição diamétrica para 2008. Estes dados projetados permitiram comparar a distribuição diamétrica projetada com a distribuição diamétrica real, obtida na medição de 2008.

Além disso, realizou-se também a prognose para um período de seis anos, ou seja, a partir de dados das medições de 2002 a 2008, projetou-se a distribuição diamétrica para 2014.

#### 4.6.2. Razão de movimentação

Na razão de movimentação, assume-se que as árvores estão distribuídas uniformemente no interior das classes, onde cada árvore cresce a uma taxa média. A distribuição das árvores no interior das classes é desconhecida, mesmo assim, assume-se que ela é uniforme (AUSTREGÉSILO *et al.*, 2004). A partir daí a proporção de árvores que passam de uma classe para outra pode ser assumida como razão de movimento, tendo-se:

$$RM = \left( \frac{\overline{IPD}_j}{C} \right) 100$$

em que:

$RM$  = razão de movimento;

$\overline{IPD}_j$  = incremento periódico anual em diâmetro da  $j$ -ésima classe de diâmetro; e

$C$  = amplitude de classe de diâmetro.

Para interpretação da taxa de movimentação, considera-se que, os dois dígitos à direita expressam o percentual de árvores que avançam uma classe de diâmetro em relação ao terceiro dígito a partir da direita (SCOLFORO *et al.*, 1996).

Segundo SCOLFORO *et al.* (1996) a prognose realizada por este método deve ser feita seguindo as seguintes etapas:

**Etapa 1** - Tabular a distribuição diamétrica do tempo  $t+ 1$ , ou seja, relacionar o número de árvores por hectare e por classe de diâmetro.

**Etapa 2** - Quantificação do incremento periódico médio em diâmetro, por classe de

diâmetro.

**Etapa 3** - Cálculo da razão de movimentação: nesta etapa os autores utilizaram a fórmula que leva em consideração o incremento diamétrico médio descrita anteriormente.

**Etapa 4** - Estimativa do ingresso e da mortalidade em função do valor central da  $i$ -ésima classe de diâmetro ( $d_i$ ), considerando-se todas as plantas que no tempo  $t+1$  entraram ou saíram, respectivamente, no processo de medição.

**Etapa 5** - Por fim, depois de implementada a movimentação por classe de diâmetro, desconta-se as árvores mortas, utilizando-se a equação que estima esta variável. Deve-se também agregar às árvores existentes em cada classe de diâmetro, o número de árvores que ingressaram no processo de medição (ingresso).

#### 4.6.3. Avaliação das prognoses

A partir das projeções da distribuição diamétrica, por meio dos métodos, matriz de transição e razão de movimentação, comparou-se a estrutura diamétrica estimada para 2008 com a estrutura diamétrica observada a partir dos dados coletados em 2008, também foi realizada a comparação dos dados projetados pelos dois métodos utilizados no ano de 2014. Para isso, foi empregado o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S).

O teste de Kolmogorov-Smirnov tem a ver com a concordância de duas distribuições cumulativas (distribuição diamétrica observada e estimada em 2008 e estimada pelos dois métodos em 2014). Se duas distribuições cumulativas amostrais estão muito longe em qualquer ponto, isso sugere que as amostras vêm de populações diferentes. O teste é focado na maior diferença entre duas distribuições. A fórmula para medir as possíveis discrepâncias entre proporções observadas e esperadas é a seguinte:

$$D = \sup^* |F_{o(x)} - F_{e(x)}|$$

onde:

$F_{o(x)}$  = frequência observada acumulada para cada classe;

$F_{e(x)}$  = frequência estimada acumulada para cada classe.

$D$  = o ponto de maior divergência é o valor  $D$  de K-S, o menor  $D$  entre distribuições, indicará o melhor ajuste.

A significância conclusão do teste é dada pela seguinte equação:

$$D_{calc} = D / N$$

onde:

$D$  = valor de maior divergência da distribuição

$N$  = número total de árvores.

- Se  $D_{calc}$  for  $\geq D_n$ : Rejeita-se  $H_0$  (distribuições estatisticamente diferentes).
- Se  $D_{calc}$  for  $< D_n$ : Aceita-se  $H_0$  (distribuições estatisticamente iguais).

O valor de  $D_n$  é tabelar a nível  $\alpha$  de probabilidade para  $N$  indivíduos.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Composição florística

A lista das espécies encontradas nas três ocasiões de medição do experimento, considerando o limite de inclusão de 10 cm de DAP, estão dispostas na Tabela 4, sendo descritas, as famílias, com suas respectivas espécies e o número de árvores/ha em cada ano de ocorrência.

Analisando a Tabela 4 percebe-se que na primeira medição (ano de 2002) existia na floresta um total de 14518 (580,72 árv/ha) indivíduos distribuídos em 113 espécies e 45 famílias, sendo que uma dessas famílias é composta de indivíduos que morreram sem serem identificados. Em de 2005 (segunda medição), existia na floresta um total de 14300 (572 árv/ha) indivíduos de 113 espécies e 45 famílias, ou seja, nos 3 primeiros anos de monitoramento a floresta não teve nenhum ganho em termos de espécies novas e nem de novas famílias que entraram no sistema.

Na terceira medição (ano de 2008), observou-se a inclusão de sete novas espécies: *Weinmannia paulliniifolia*, *Lonchocarpus* sp, *Mollinedia elegans*, *Gomidesia affinis*, *Myrcianthes cisplatensis*, *Solanum pseudo-quina* e *Symplocos uniflora*, sendo que cada espécie apareceu com apenas um indivíduo, exceto *Solanum pseudo-quina* que apareceu com três indivíduos.

Por outro lado, no ano de 2008, as espécies *Gochnatia polymorpha* e *Citronella paniculata*, que apareciam nas medições anteriores com apenas um indivíduo de cada espécie, devido à mortalidade, passaram a não mais existir, inclusive, com a eliminação da família Cardiopteridaceae, devido ao fato da espécie *Citronella paniculata*, ser a única representante desta família. Nesta medição, no ano de 2008 apareceu uma nova família, a Monimiaceae com uma espécie. Portanto, observou-se que no ano de 2008 o experimento com 25 ha continha 14178 (567,12 árv/ha) indivíduos divididos em 118 espécies e 45 famílias.

Tabela 4 - Número de árvores por hectare, por espécie e família, e em cada ocasião de medição

Continua...

Família	Nome vulgar	Nome científico	N/ha 2002	N/ha 2005	N/ha 2008
Aquifoliaceae	Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	60,24	56,00	53,36
Lauraceae	Sassafrás	<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	51,92	52,40	52,60
Araucariaceae	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,12	42,16	42,32
Lauraceae	Canela-amarela	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	37,60	36,76	35,40
Salicaceae	Guaçatunga-branca	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	36,04	34,28	33,60
Rubiaceae	Cinzeiro-preto	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	19,92	22,24	25,04
Myrsinaceae	Capororocão	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	23,28	21,76	19,44
Lauraceae	Imbuia	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,36	19,16	19,20
Arecaceae	Palmeira	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	18,00	18,12	17,84
Lauraceae	Canela-imbuia	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,16	17,40	17,72
Sapindaceae	Miguel-pintado	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	18,20	17,12	15,80
Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,44	15,16	15,12
Salicaceae	Guaçatunga-preta	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	12,28	13,16	14,24
Lauraceae	Canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	14,12	13,56	13,16
Canellaceae	Pimenteira	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	14,48	13,48	12,68
Aquifoliaceae	Caúna	<i>Ilex theezans</i> Mart.	12,76	12,16	11,44
Myrtaceae	Caingá	<i>Myrcia hebetata</i> DC.	9,52	10,08	11,36
Rosaceae	Pessegueiro-bravo	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) Dietrich	13,24	11,96	10,92
Fabaceae	Jacarandá	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	9,76	9,76	9,44
Myrtaceae	Cambuí	<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	6,28	7,76	8,96
Lauraceae	Canela-pimenta	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	9,08	9,00	8,88
Myrtaceae	Guamirim-preto	<i>Myrcia rostrata</i> DC.	8,80	8,68	8,72
Myrtaceae	Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	6,16	6,84	8,24
Myrtaceae	Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg <i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	6,08	6,32	6,48
Sapindaceae	Vacum	Juss.) Radlk.	4,92	5,80	6,28
Rubiaceae	Jasmim-verdadeiro	<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	5,28	5,12	5,4
Salicaceae	Guaçatunga-vermelha	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	4,76	5,00	4,96
Myrtaceae	Murteira	<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	4,48	4,80	4,88
Styracaceae	Canela-raposa	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	6,40	5,56	4,68
Elaeocarpaceae	Sapopema	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	4,96	4,64	4,40
Clethraceae	Carne-de-vaca	<i>Clethra scabra</i> Persoon	5,32	4,88	4,32
Sapotaceae	Guatambu	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.)	3,56	3,92	3,92
Bignoniaceae	Caroba	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	3,08	3,24	3,2
Fabaceae	Sapuva	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	3,52	2,80	2,80
Asteraceae	Vassourão	<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	4,32	3,28	2,44
Winteraceae	Cataia	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	2,56	2,56	2,40
Simaroubaceae	Tenente-José	<i>Aeschrion crenata</i> Vell. <i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex	2,20	2,20	2,40
Lauraceae	Canela-branca	Nees) Kosterm.	2,48	2,36	2,28
Sapindaceae	Maria-preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1,60	1,80	2,16
Lauraceae	Canela-pimenta 2	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1,44	1,56	2,08
Sapindaceae	Cuvatã	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1,84	1,84	1,96
Asteraceae	Vassourão-preto	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	2,08	2,08	1,92
Salicaceae	Guaçatunga-da-graúda	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	0,92	1,24	1,76
Asteraceae	Vassourão-branco	<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	2,24	1,80	1,64

Continua...

Família	Nome vulgar	Nome científico	N/ha 2002	N/ha 2005	N/ha 2008
Mimosaceae	Ingá	<i>Inga virescens</i> Bent.	1,56	1,56	1,64
Myrtaceae	Jaboticabeira	<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	1,48	1,48	1,48
Aquifoliaceae	Cauninha	<i>Ilex dumosa</i> Reissek <i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.)	1,60	1,32	1,28
Sapotaceae	Guatambu-leite	Radlk.	1,12	1,24	1,28
Theaceae	Santa-Rita	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1,80	1,36	1,24
Rutaceae	Mamica-de-cadela	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,36	1,32	1,20
Myrtaceae	Araçá-do-mato	<i>Psidium</i> SP	1,08	1,20	1,20
Mimosaceae	Monjoleiro	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,04	1,12	1,20
Euphorbiaceae	Leiteiro	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1,12	1,20	1,12
Sapindaceae	Vacum-de-folha-larga	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk. <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	0,96	1,08	1,00
Araliaceae	Mandiocão		1,24	1,12	0,96
Anacardiaceae	Aroeira-branca	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1,24	1,12	0,88
Lythraceae	Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,96	0,92	0,88
Salicaceae	Sucareiro	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,72	0,76	0,80
Proteaceae	Carvalho	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	1,00	0,84	0,80
Lauraceae	Pau-de-andrade	<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,80	0,76	0,76
Caesalpinaceae	Canafistula	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,76	0,76	0,76
Asteraceae	Vassourão-cambará	<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,60	0,68	0,64
Lauraceae	Canela-preta	<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,64	0,64	0,64
Malvaceae	Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,76	0,64	0,6
Meliaceae	Canjerana	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,56	0,56	0,56
Rutaceae	Juvevê	<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,40	0,44	0,44
Mimosaceae	Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1,08	0,56	0,44
Myrtaceae	Guamirim-cascudo	<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,08	0,20	0,40
Aquifoliaceae	Voadeira	<i>Ilex brevicauspis</i> Reissek	0,36	0,40	0,40
Solanaceae	Cuvitinga	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,36	0,44	0,36
Myrsinaceae	Capororoca	<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,28	0,32	0,36
Lauraceae	Canela-alho	<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,40	0,36	0,36
Salicaceae	Guaçatunga-pilosa	<i>Casearia</i> sp. <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,40	0,56	0,36
Euphorbiaceae	Branquilho		0,20	0,24	0,28
Rubiaceae	Véu-de-noiva	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,12	0,28	0,28
Quillajaceae	Saboneteira	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,24	0,28	0,28
Lauraceae	Canela-fogo	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,24	0,28	0,28
Mimosaceae	Farinha-seca	<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,28	0,28	0,28
Picramniaceae	Pau-amargo	<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,20	0,24	0,24
Celastraceae	Espinheira-santa-verdadeira	<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,24	0,28	0,24
Myrtaceae	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,36	0,28	0,24
Salicaceae	Cambroé	<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,24	0,24	0,24
Lamiaceae	Pau-de-gaiola	<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,24	0,24	0,24
Myrtaceae	Guamirim-vermelho	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,08	0,16	0,20
Myrsinaceae	Capororoquina	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,04	0,12	0,16
Celastraceae	Espinheira-Santa-falsa	<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,04	0,04	0,16
Cunoniaceae	Guaraperê	<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,16	0,16	0,16

## Conclusão.

Família	Nome vulgar	Nome científico	N/ha 2002	N/ha 2005	N/ha 2008
Myrtaceae	Pitanga-verde	<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,20	0,20	0,16
Solanaceae	Juazeiro	<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0	0	0,12
Annonaceae	Ariticum	<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,08	0,08	0,12
Rutaceae	Laranjeira	<i>Citrus</i> sp.	0,08	0,12	0,12
Lamiaceae	Tarumã	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,08	0,08	0,08
Symplocaceae	Sete-Sangria	<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,08	0,08	0,08
Loganiaceae	Pula-martin	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,04	0,08	0,08
Rubiaceae	Rubiaceae	Rubiaceae	0,08	0,08	0,08
Rubiaceae	Laranja-do-mato	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,08	0,08	0,08
Caesalpinaceae	Coronheira	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,08	0,12	0,08
Moraceae	Figueira	<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	0,12	0,12	0,08
Lauraceae	Canela-papagaio	<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kostem.	0,08	0,08	0,08
Euphorbiaceae	Laranjinha-do-mato	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,04	0,08	0,08
Cunoniaceae	Gramimunha	<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	0	0	0,04
Meliaceae	Catiguá	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	0,04	0,04	0,04
Symplocaceae	Maria-mole 2	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.) Benth. St.	0	0	0,04
Symplocaceae	Maria-mole	<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,04	0,04	0,04
Solanaceae	Fumo-bravo	<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,04	0,04	0,04
Polygonaceae	Marmeleiro	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,04	0,04	0,04
Annonaceae	Ariticum-de-porco	<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,04	0,04	0,04
N.I. Morta	N.I. Morta	N.I. Morta	0,92	0,4	0,04
Myrtaceae	Murta	<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0	0	0,04
Myrtaceae	Caingá-do-graúdo Pimenteira-	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand	0,04	0,04	0,04
Monimiaceae	arbustiva	<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0	0	0,04
Fabaceae	Timbó	<i>Lonchocarpus</i> SP	0	0	0,04
Myrtaceae	Perta-Goela	<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0	0	0,04
Moraceae	Figueira-mata-pau	<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	0,04	0,04	0,04
Myrtaceae	Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,04	0,04	0,04
Erythroxylaceae	Cocão	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,04	0,04	0,04
Salicaceae	Guaçatunga-espeteiro	<i>Casearia gossypiosperma</i> Brigue	0,04	0,04	0,04
Myrtaceae	Capoteiro	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,04	0,04	0,04
Asteraceae	Cambará	<i>Gochmatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,04	0,04	0
Cardiopteridaceae	Congonha	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0,04	0,04	0
<b>Total</b>			<b>580,72</b>	<b>572,00</b>	<b>567,12</b>

Outros estudos realizados nos últimos anos na Floresta Ombrófila Mista obtiveram os seguintes dados da composição florística, o qual pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Dados da composição florística encontrados por outros autores que trabalharam com Floresta Ombrófila Mista

Dados	Autores						
	1	2	3	4	5	6	7
N/ha	440	244	586	611	677	855	852
Espécies	57	55	69	66	115	65	130
Famílias	26	31	21	30	44	28	45
Limite de inclusão (cm)	10	20	10	10	10	10	10

1-BARTH FILHO (2002) – General Carneiro –PR; 2-SCHAAF (2001) - São João do Triunfo – PR; 3-DURIGAN (1999) - São João do Triunfo – PR; 4-PIZATTO (1999) - São João do Triunfo – PR; 5-MOSCOVICH (2006) - Nova Prata – RS; 6-GOMES(2002) - São Francisco de Paula-RS; 7-RIBEIRO(2004) - São Francisco de Paula-RS.

Desta forma, pode-se observar que o número de árvores nos experimentos do estado no Rio Grande do Sul apresentam um maior número de árvores por hectare em relação ao estado do Paraná, inclusive comparando-se com este estudo.

Na Tabela 6, observa-se as 10 espécies de maior abundância encontradas no experimento, nos três períodos de monitoramento. Quanto ao número de indivíduos, a espécie que apareceu com um maior número nas três medições foi a erva-mate com 1506 (60,24 árv/ha) em 2002, 1400 (56 árv/ha) em 2005 e 1334 (53,36 árv/ha) em 2008 seguido do sassafrás, araucária etc.

Tabela 6 - Número de árvores por hectare, para as 10 espécies de maior ocorrência, com suas respectivas famílias e em cada ocasião de medição .

Família	Nome científico	Grupo Sucessional	N/ha-2002	Posição 2002	N/ha-2005	Posição 2005	N/ha-2008	Posição 2008
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i>	Clímax Secundaria	60,24	1°	56	1°	53,36	1°
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i>	tardia	51,92	2°	52,4	2°	52,6	2°
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	Clímax Secundaria	42,12	3°	42,16	3°	42,32	3°
Lauraceae	<i>Nectandra grandiflora</i>	tardia Secundária	37,6	4°	36,76	4°	35,4	4°
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i>	inicial	36,04	5°	34,28	5°	33,6	5°
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Pioneira	23,28	6°	21,76	7°	19,44	7°
Rubiaceae	<i>Coussarea contracta</i>	Pioneira	19,92	7°	22,24	6°	25,04	6°
Lauraceae	<i>Ocotea porosa</i>	Clímax Secundaria	19,36	8°	19,16	8°	19,2	8°
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i>	inicial	18,2	9°	17,12	11°	15,8	11°
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Pioneira	18	10°	18,12	9°	17,84	9°

Ao observar a Tabela 6 percebe-se algumas mudanças de posições das espécies de maior abundância ao longo dos períodos estudados. Por exemplo, a espécie *Coussarea contracta* teve um aumento significativo do número de árvores passando do 7º lugar em 2002 para o 6º em 2005 e 2008. Isto se deve ao fato dessa espécie ser a que mais ingressou no período de medição do experimento.

Também a espécie que mudou de posição de acordo com a frequência foi o *Syagrus romanzoffiana* passando de 10º para 9º. A espécie *Matayba elaeagnoides* que aparecia em 9º lugar em 2002, em 2005 e 2008 passou para o 11º lugar, sendo que a espécie *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez veio a ocupar o 10º lugar em 2005 e 2008. Contudo, fazendo-se uma análise geral do número de árvores que está descrito nas Tabelas 4 e 6, observa-se que o número de árvores no experimento tem diminuído com o tempo, isto deve-se ao fato do número de árvores mortas ser maior que o número de árvores ingressas, tanto no período 2002 a 2005 quanto no período 2005 a 2008.

Esta dinâmica do número de indivíduos de certas espécies pode ser atribuído ao fato de que estas espécies apresentam taxas de ingresso, inferiores às taxas mortalidade. Já as espécies que subiram de posição apresentam maiores taxas de ingresso em relação à mortalidade, fazendo com que o número dos indivíduos aumentasse e com isso ascendessem de posição.

Também ao analisar a Tabela 6, percebe-se que os grupos ecológicos das 10 espécies de maior ocorrência em sua maioria são de espécies clímax e secundárias, ficando poucas espécies pioneiras. Neste ranking das 10 espécies mais ocorrentes, as pioneiras foram as que apresentaram grandes taxas de ingresso indicando a regeneração destas espécies em locais com luminosidade favorável para o seu desenvolvimento.

## **5.2. Processos dinâmicos da floresta**

### **5.2.1. Incremento**

A análise do incremento foi subdividida em incremento em diâmetro e incremento em área basal por hectare.

### 5.2.1.1. Incremento em diâmetro

Na Tabela 7 está o incremento periódico anual no período de 2002-2005 por espécie em cada período de medição.

Tabela 7 - Incremento periódico anual em diâmetro (cm/ano), por espécie, correspondente ao período de medição de 2002-2005. Continua...

Nome científico	N/ha. 2005	Incremento em diâmetro (cm/ano)			DES. PAD.	C.V. %
		MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO		
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	56,00	0,2736	-0,0531	1,6977	0,2313	84,55
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	52,40	0,2263	-0,1273	1,3263	0,1694	74,85
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,16	0,6097	-0,2122	1,9629	0,3525	57,81
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	36,76	0,3181	-0,1804	1,8568	0,2639	82,95
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	34,28	0,2523	-0,1592	1,3793	0,1879	74,48
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	22,24	0,2690	-0,0531	1,1671	0,1669	62,04
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	21,76	0,1910	-0,0531	1,3793	0,1754	91,83
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,16	0,5273	-0,0955	1,6446	0,3675	69,69
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	18,12	0,1396	-0,1592	1,6022	0,2116	151,56
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,40	0,3524	-0,0531	1,5385	0,2578	73,15
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	17,12	0,2378	-0,1485	0,9549	0,1770	74,46
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,16	0,4325	-0,0106	1,5915	0,2816	65,11
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	13,56	0,4182	-0,0531	1,6446	0,2948	70,49
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	13,48	0,2186	-0,2122	1,3900	0,1783	81,55
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	13,16	0,3546	-0,0531	1,5385	0,1993	56,22
<i>Ilex theezans</i> Mart.	12,16	0,1765	-0,2122	0,8488	0,1534	86,94
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltldl.) Dietrich	11,96	0,2444	-0,1379	1,3581	0,2224	91,03
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	10,08	0,2406	-0,1061	0,7427	0,1582	65,74
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	9,76	0,2037	-0,1910	1,4324	0,2079	102,02
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	9,00	0,4331	-0,0212	1,5915	0,2851	65,82
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	8,68	0,2231	0	1,1671	0,2057	92,18
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	7,76	0,2204	0	0,6578	0,1290	58,53
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	6,84	0,3167	0	1,6446	0,2011	63,51
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	6,32	0,4043	0	1,5385	0,2662	65,85
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	5,80	0,2188	-0,1592	0,6472	0,1427	65,22
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	5,56	0,3973	0	1,4430	0,3125	78,67
<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	5,12	0,5938	0	1,6977	0,3990	67,19
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	5,00	0,2954	0	0,6897	0,1633	55,29
<i>Clethra scabra</i> Persoon	4,88	0,3236	0	1,3793	0,2635	81,44
<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	4,80	0,2844	0	0,7958	0,1703	59,89
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	4,64	0,2513	-0,0212	1,2202	0,2080	82,76
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	3,92	0,3061	0	0,9762	0,1967	64,25
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	3,28	0,3415	0	1,4324	0,3223	94,38
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	3,24	0,2622	0	1,6658	0,2812	107,26

Continua...

Nome científico	N/ha. 2005	Incremento em diâmetro (cm/ano)				C.V. %
		MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DES. PAD.	
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	2,80	0,2719	-0,1061	0,8223	0,2242	82,46
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	2,56	0,2423	0	0,6897	0,1626	67,12
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm.	2,36	0,3931	-0,0531	1,1671	0,3095	78,73
<i>Aeschrion crenata</i> Vell.	2,20	0,2230	-0,0637	0,7427	0,1627	72,94
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	2,08	0,4628	0	1,4854	0,4129	89,22
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1,84	0,2325	0,0212	0,7746	0,1722	74,06
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1,80	0,4499	0,0212	1,3263	0,2634	58,54
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	1,80	0,6894	0,2122	1,4324	0,3128	45,38
<i>Inga virescens</i> Bent.	1,56	0,3334	0	1,1671	0,2344	70,32
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1,56	0,3804	-0,0318	1,1141	0,2793	73,43
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	1,48	0,3820	0,0212	1,2202	0,2635	68,99
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1,36	0,3327	0	1,4006	0,3118	93,72
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	1,32	0,1781	0,0212	0,6048	0,1372	77,04
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,32	0,3135	0,0318	1,5385	0,2780	88,69
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	1,24	0,2113	0,0531	0,5305	0,1316	62,28
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	1,24	0,3888	0,0849	1,1141	0,2275	58,51
<i>Psidium</i> sp	1,20	0,2888	0,0212	0,7427	0,1661	57,51
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1,20	0,1671	0,0212	0,6366	0,1406	84,12
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1,12	0,2539	0,0318	0,7427	0,1640	64,61
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,12	0,5889	0,0637	1,2202	0,2692	45,71
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	1,12	0,4051	0,0212	1,3687	0,3222	79,55
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1,08	0,3059	0	0,7958	0,1765	57,68
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,92	0,2532	0	0,4775	0,1373	54,22
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	0,84	0,2592	0	0,7958	0,1922	74,15
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,76	0,1821	0	0,3608	0,0925	50,78
<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,76	0,2636	0,0212	0,6897	0,2313	87,76
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,76	0,2193	0,0531	0,4775	0,1319	60,16
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,68	0,5079	0,1592	1,1671	0,2972	58,52
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,64	0,2149	0	0,5305	0,1347	62,70
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,64	0,3913	0,1061	0,7958	0,1994	50,97
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,56	0,3836	0,0743	0,9019	0,2723	70,97
<i>Casearia</i> sp.	0,56	0,1549	0	0,3183	0,0920	59,41
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	0,56	0,8610	0	1,5915	0,5736	66,63
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,44	0,3006	0,1061	0,6366	0,1669	55,53
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,44	0,2430	0,0212	0,5199	0,1627	66,95
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,40	0,3006	0,0531	0,7427	0,1940	64,55
N.I. Morta	0,40	0,3926	0,1061	0,9019	0,3611	91,97
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,36	0,3006	0,0212	0,7958	0,2448	81,44
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,32	0,3032	0,0212	0,6048	0,2074	68,40
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,28	0,4411	0,1273	0,8594	0,2499	56,65
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,28	0,4987	0,1698	1,0610	0,3505	70,29
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,28	0,1304	-0,0265	0,3820	0,1277	97,96
<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,28	0,3431	0,0849	0,9443	0,2895	84,39



Nome científico	N/ha. 2005	Incremento em diâmetro (cm/ano)				C.V. %
		MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DES. PAD.	
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,28	0,3165	0,1061	0,5836	0,2092	66,09
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,28	0,4669	0,2334	0,5836	0,1651	35,36
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,24	0,3342	0,0106	0,6154	0,1870	55,95
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,24	0,2458	0,1061	0,7958	0,2489	101,24
<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,24	0,3650	0,0212	0,7321	0,2756	75,51
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,24	0,1252	0,0743	0,2653	0,0708	56,57
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,20	0,1252	0,0424	0,3714	0,1240	99,03
<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,20	0,1114	0,0637	0,1592	0,0477	42,86
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,16	0,3448	0,0531	0,6897	0,2387	69,23
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,16	0,2918	0,2122	0,3714	0,0796	27,27
<i>Citrus</i> sp.	0,12	0,1963	0,1273	0,2653	0,0690	35,14
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	0,12	0,2476	0,0637	0,5199	0,1965	79,36
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,12	0,2122	0,2122	0,2122	0,0000	0,00
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,12	0,8223	0,7427	0,9019	0,0796	9,68
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,08	0,0637	0,0637	0,0637	0	0
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kostem.	0,08	0,4403	0	0,8807	0,4403	100,00
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,08	0,1061	0	0,2122	0,1061	100,00
<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,08	0,3183	0,0849	0,5517	0,2334	73,33
Rubiaceae	0,08	0,2865	0,1167	0,4562	0,1698	59,26
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,08	0,2653	0,2653	0,2653	0	0
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,08	0,4881	0,2334	0,7427	0,2546	52,17
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,08	0,1963	0,1061	0,2865	0,0902	45,95
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,04	0,2228	0,2228	0,2228	0	0
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brigue	0,04	0,2334	0,2334	0,2334	0	0
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0,04	0,4775	0,4775	0,4775	0	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,04	0,1804	0,1804	0,1804	0	0
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,04	0,1592	0,1592	0,1592	0	0
<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	0,04	0,3183	0,3183	0,3183	0	0
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,04	0,3183	0,3183	0,3183	0	0
<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,04	0,2759	0,2759	0,2759	0	0
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	0,04	0,1698	0,1698	0,1698	0	0
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,04	0,1910	0,1910	0,1910	0	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,04	0,4775	0,4775	0,4775	0	0
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,04	0,1804	0,1804	0,1804	0	0
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,04	0	0	0	0	0
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	0,04	0,1061	0,1061	0,1061	0	0
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0	0	0	0	0	0
<i>Lonchocarpus</i> SP	0	0	0	0	0	0
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0	0	0	0	0	0
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0	0	0	0	0	0
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.) Benth. St.	0	0	0	0	0	0
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	0	0	0	0	0	0
<b>Média</b>	<b>572,00</b>	<b>0,3069</b>	<b>0,0464</b>	<b>0,8640</b>	<b>0,2157</b>	<b>69,98</b>

Na Tabela 7 estão descritas as espécies de acordo com a sua ocorrência. O incremento periódico anual em diâmetro no período 2002-2005, considerando um valor médio para todas as espécies, foi de 0,3069 cm/ano, variando de 0,046 a 0,864 cm. Quando se analisa por espécie, observam-se incrementos negativos que foram causados principalmente por espécies que perdem a casca entre as remedições, pelo fato de proceder ou não a limpeza do tronco antes da medição, ou mesmo porque o incremento foi bastante lento e as pequenas alterações no processo de medição geraram estes valores. Também observou-se incrementos bastante elevados, como os apresentados pela *Araucaria angustifolia* que foi de 1,963 cm/ano. Dentre as dez espécies mais frequentes, a *Araucaria angustifolia* e a *Ocotea porosa* foram as espécies com incrementos periódicos anuais mais expressivos (0,61 e 0,527 cm/ano, respectivamente), porém, a espécie com o maior incremento periódico médio no período é *Mimosa scabrella* com 0,861 cm/ano (0,56 árv/ha), seguido de *Ormosia arborea* com 0,822 cm/ano (0,12 árv/ha) e *Piptocarpha angustifolia* com 0,689 cm/ano (1,8 árv/ha). É importante ressaltar que a elevada variação entre os incrementos diamétricos, demonstrado pelo elevado coeficiente de variação irá refletir na dificuldade de modelar o incremento diamétrico. Tanto os valores mínimos, quanto os máximos de incremento diamétrico das espécies, foram de indivíduos que apresentaram as três qualidades de copa, não ficando assim atribuído o fato da qualidade de copa alterar o incremento em diâmetro.

Na Tabela 8 observa-se o incremento periódico anual de todas as espécies para o período 2005-2008. Este incremento foi de 0,16 cm, variando de -0,139 a 0,712 cm, valores inferiores aos encontrados no período 2002-2005. Quando se analisa o incremento por espécie, observam-se também incrementos negativos causados principalmente por espécies que perdem a casca e tiveram valores de incremento negativo superiores aos da medição anterior e até incrementos bastante altos (superiores ao do período 2002-2005 descrito na Tabela 7) como o incremento da *Schefflera morototoni* de 2,621 cm/ano. Dentre as dez espécies mais ocorrentes, a *Ocotea porosa* e a *Araucaria angustifolia* foram às espécies com incrementos mais expressivos (0,31 e 0,29 cm/ano, respectivamente), valores que também foram inferiores aos encontrados no período anterior.

Tabela 8 - Incremento periódico anual em diâmetro (cm/ano) por espécie, correspondente ao período de monitoramento de 2005-2008

Nome científico	N/ha. 2008	Incremento em diâmetro (cm/ano)			DES. PAD.	C.V. %
		MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO		
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	53,36	0,1468	-0,4138	2,1221	0,2062	140,51
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	52,60	0,0935	-0,5836	1,7931	0,1635	174,82
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,32	0,2898	-0,5305	2,1221	0,2857	98,60
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	35,40	0,1818	-0,7109	1,8038	0,2553	140,40
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	33,60	0,1474	-0,2865	1,0398	0,1424	96,57
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	25,04	0,1914	-0,1592	1,0080	0,1351	70,62
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	19,44	0,0819	-0,2653	0,8488	0,1253	152,90
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,20	0,3096	-0,5836	1,7507	0,3165	102,21
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	17,84	0,0996	-0,4350	2,1221	0,3032	304,52
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,72	0,1608	-0,4775	1,8038	0,2256	140,33
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	15,80	0,1463	-0,4244	1,4324	0,2040	139,39
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,12	0,2894	-0,5305	1,7507	0,2749	94,98
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	14,24	0,2572	-0,1379	1,5597	0,1755	68,25
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	13,16	0,2494	-0,6048	1,8568	0,2929	117,47
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	12,68	0,1405	-0,3714	1,1671	0,1835	130,62
<i>Ilex theezans</i> Mart.	11,44	0,0813	-0,4244	0,5836	0,1310	161,11
<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	11,36	0,1701	-0,4244	0,7958	0,1660	97,56
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) Dietrich	10,92	0,1315	-0,3077	1,0292	0,1737	132,12
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	9,44	0,1122	-0,2546	0,6897	0,1407	125,34
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	8,96	0,1269	-0,3820	0,4562	0,1274	100,41
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	8,88	0,1990	-0,3714	1,3369	0,2301	115,64
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	8,72	0,0951	-0,3183	1,0610	0,1446	152,09
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	8,24	0,1681	-0,1592	0,8913	0,1340	79,73
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	6,48	0,2183	-0,4244	1,0610	0,2169	99,38
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	6,28	0,1178	-0,2865	0,6897	0,1220	103,58
<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	5,40	0,4229	-0,5305	1,7825	0,3398	80,36
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	4,96	0,1612	-0,2122	0,9231	0,1426	88,41
<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	4,88	0,1697	-0,1061	0,6578	0,1276	75,21
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	4,68	0,1718	-0,3183	0,9125	0,2128	123,85
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	4,40	0,1423	-0,3077	0,8382	0,1597	112,22
<i>Clethra scabra</i> Persoon	4,32	0,1710	-0,2653	0,8064	0,2303	134,72
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	3,92	0,2163	-0,1167	1,0080	0,1746	80,72
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	3,20	0,1162	-0,2653	0,9019	0,1816	156,32
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	2,80	0,1448	-0,1273	0,8223	0,1508	104,17
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	2,44	0,1525	-0,4138	1,1671	0,2460	161,26
<i>Aeschrion crenata</i> Vell.	2,40	0,2387	-0,0531	2,3661	0,3278	137,31
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	2,40	0,1381	-0,1273	0,8064	0,1821	131,81
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm.	2,28	0,2042	-0,1061	0,7533	0,2095	102,56
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	2,16	0,2806	-0,1592	0,5836	0,1519	54,12
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	2,08	0,1652	-0,1910	0,6260	0,1460	88,34

Continua...

Nome científico	N/ha. 2008	Incremento em diâmetro (cm/ano)				
		MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DES. PAD.	C.V.
		(cm/ano)				
						%
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1,96	0,1301	-0,3289	1,2732	0,2439	187,46
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	1,92	0,2454	-0,1592	1,0610	0,2524	102,86
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	1,76	0,1376	-0,0743	0,3820	0,1022	74,31
<i>Inga virescens</i> Bent.	1,64	0,2370	-0,0106	0,7639	0,1796	75,80
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	1,64	0,3693	-0,1592	1,6128	0,3438	93,10
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	1,48	0,2254	-0,0531	0,5836	0,1452	64,44
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	1,28	0,1544	-0,5836	0,3714	0,1696	109,86
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	1,28	0,0945	-0,1379	0,8807	0,2125	224,90
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1,24	0,2249	-0,2653	0,8276	0,2232	99,23
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,20	0,5082	-0,0531	1,2732	0,3547	69,79
<i>Psidium</i> sp	1,20	0,1754	0	0,4350	0,1181	67,35
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,20	0,1676	-0,1061	0,6154	0,1598	95,35
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1,12	0,0625	-0,1061	0,3714	0,1088	173,97
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1,00	0,1176	-0,1592	0,3395	0,1307	111,18
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	0,96	0,3667	-0,0531	2,6208	0,5618	153,19
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,88	0,1384	0	0,3395	0,0908	65,60
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	0,88	0,0994	-0,2122	0,7109	0,1867	187,94
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	0,80	0,2027	0,0424	0,5305	0,1278	63,04
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,80	0,0737	-0,1061	0,3820	0,1030	139,67
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,76	0,1284	-0,1061	0,3608	0,1076	83,77
<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,76	0,1061	-0,2865	0,4881	0,1840	173,45
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,64	0,2759	-0,0424	0,7852	0,1994	72,29
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,64	0,2878	-0,2122	0,8488	0,2328	80,89
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,60	0,1273	-0,1167	0,8594	0,2239	175,86
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,56	0,3956	0,0531	1,6234	0,3972	100,39
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	0,44	0,3318	-0,1698	0,7958	0,2618	78,90
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,44	0,2175	-0,0212	0,6472	0,1978	90,95
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,40	0,1316	-0,0106	0,4244	0,1198	91,04
<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,40	0,1125	0,0424	0,2122	0,0556	49,42
<i>Casearia</i> sp.	0,36	0,1580	0,0424	0,3183	0,0992	62,80
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,36	0,1446	-0,1592	0,4775	0,1972	136,42
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,36	-0,0076	-0,3395	0,2122	0,1552	-2047,63
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,36	0,1366	0	0,3501	0,0957	70,06
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,28	0,2728	0,0637	0,8276	0,2356	86,35
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,28	0,2850	0	0,9549	0,2884	101,22
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,28	0,0743	-0,2122	0,5623	0,2338	314,84
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,28	0,1955	0,0424	0,5836	0,1781	91,07
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,28	0,0884	-0,0318	0,2122	0,0803	90,77
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,24	0,0760	-0,2440	0,3183	0,2119	278,65
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,24	-0,0212	-0,5305	0,1592	0,2357	-1110,56
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,24	0,0442	-0,0318	0,2016	0,0821	185,73
<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,24	0,0884	-0,0637	0,3183	0,1228	138,85
<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,24	0,1874	0	0,3820	0,1258	67,11
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,20	0,0080	0	0,0106	0,0046	57,74

Conclusão.

Nome científico	N/ha. 2008	Incremento em diâmetro (cm/ano)				C.V. %
		MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DES. PAD.	
		(cm/ano)				
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,16	0,0477	0,0106	0,0955	0,0314	65,73
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,16	0,0292	-0,0637	0,1061	0,0660	226,18
<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,16	0,0424	0,0424	0,0424	0	0
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,16	0,1061	0,1061	0,1061	0	0
<i>Citrus</i> sp.	0,12	0,1698	0,0531	0,2971	0,0999	58,85
<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,12	0,0424	0	0,0849	0,0424	100,00
<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0,12	0	0	0	0	0
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,08	-0,0106	-0,0106	-0,0106	0	0
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kostem.	0,08	0,4350	0,2122	0,6578	0,2228	51,22
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	0,08	0,0849	-0,0531	0,2228	0,1379	162,50
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,08	0,3289	0,2440	0,4138	0,0849	25,81
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,08	0,0265	-0,1592	0,2122	0,1857	700,00
Rubiaceae	0,08	0,1220	0,0743	0,1698	0,0477	39,13
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,08	0	0	0	0	0
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,08	0,2016	0,1910	0,2122	0,0106	5,26
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,08	0,0690	0,0318	0,1061	0,0371	53,85
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,04	0,3608	0,3608	0,3608	0	0
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brigue	0,04	0,3183	0,3183	0,3183	0	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,04	0,1910	0,1910	0,1910	0	0
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,04	0,0955	0,0955	0,0955	0	0
<i>Ficus dendrocyda</i> Kunth	0,04	-0,1910	-0,1910	-0,1910	0	0
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0,04	0	0	0	0	0
<i>Lonchocarpus</i> sp	0,04	0	0	0	0	0
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0,04	0	0	0	0	0
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	0,04	0,1485	0,1485	0,1485	0	0
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0,04	0	0	0	0	0
N.I. Morta	0,04	0,4775	0,4775	0,4775	0	0
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,04	0,0424	0,0424	0,0424	0	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,04	0,2122	0,2122	0,2122	0	0
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,04	0,0318	0,0318	0,0318	0	0
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,04	0	0	0	0	0
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.)Benth. St.	0,04	0	0	0	0	0
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	0,04	0	0	0	0	0
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	0,04	0	0	0	0	0
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0	0	0	0	0	0
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0	0	0	0	0	0
<b>Média</b>	<b>567,12</b>	<b>0,1654</b>	<b>-0,1480</b>	<b>0,7445</b>	<b>0,1767</b>	<b>82,69</b>

Contudo, percebe-se que a floresta tem diminuído o incremento em diâmetro, ou seja, apresenta um incremento médio de 0,307 cm/ano no período de 2002-2005 e de 0,16 cm/ano entre 2005-2008 o que daria um incremento médio para o período de 2002-2008 (6 anos) de

0,234 cm/ano. Na Tabela 9 está descrito o incremento período anual para todas as espécies da floresta no período 2002-2008.

Tabela 9 - Incremento periódico anual em diâmetro (cm/ano) por espécie, correspondente ao período de monitoramento de 2002-2008  
Continua...

Nome científico	N/ha. 2008	MÉDIA	Incremento em diâmetro (cm/ano)			C.V. %
			MÍNIMO	MÁXIMO	DES. PAD.	
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	53,36	0,2137	-0,1538	1,1777	0,1778	83,23
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	52,60	0,1602	-0,2918	0,9814	0,1238	77,28
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,32	0,4502	0	1,3262	0,2430	53,98
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	35,40	0,2513	-0,2653	1,5650	0,2021	80,39
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	33,60	0,2028	-0,0690	0,7851	0,1333	65,71
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	25,04	0,2322	-0,0159	0,8223	0,1217	52,41
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	19,44	0,1407	-0,0796	0,7161	0,1201	85,34
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,20	0,4193	0	1,458	0,2716	64,79
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	17,84	0,1127	-0,1592	1,2679	0,1988	176,48
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,72	0,2601	-0,0796	1,4589	0,1894	72,85
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	15,80	0,1976	-0,1857	0,9018	0,1340	67,81
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,12	0,3614	-0,0477	1,2732	0,2313	64,00
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	14,24	0,3089	0,0000	1,1671	0,1572	50,88
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	13,16	0,3392	-0,2387	1,1671	0,2245	66,18
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	12,68	0,1803	-0,0531	0,7268	0,1256	69,67
<i>Ilex theezans</i> Mart.	11,44	0,1314	-0,0265	0,6100	0,1122	85,36
<i>Myrcia hebetepetala</i> DC.	11,36	0,2068	-0,0265	0,5570	0,1148	55,53
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) Dietrich	10,92	0,1978	-0,0265	1,1406	0,1725	87,19
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	9,44	0,1610	-0,1008	0,8488	0,1492	92,66
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	8,96	0,1679	-0,0796	0,4509	0,1003	59,76
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	8,88	0,3159	-0,0531	1,4323	0,2184	69,13
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	8,72	0,1612	-0,0531	0,5835	0,1331	82,59
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	8,24	0,2440	0	0,8753	0,1367	56,01
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	6,48	0,3108	0	0,9018	0,1913	61,55
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	6,28	0,1694	0	0,5092	0,1027	60,64
<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	5,40	0,5153	-0,1061	1,4854	0,3172	61,56
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	4,96	0,2274	0	0,5039	0,1204	52,93
<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	4,88	0,2297	0	0,5570	0,1160	50,52
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	4,68	0,3003	0	1,1777	0,2351	78,27
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	4,40	0,1996	-0,0318	0,7161	0,1507	75,54
<i>Clethra scabra</i> Persoon	4,32	0,2588	-0,0531	1,0610	0,2133	82,43
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	3,92	0,2590	0,0212	0,7161	0,1489	57,49
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	3,20	0,1907	-0,0265	0,9284	0,1798	94,27
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	2,80	0,2090	0,0000	0,8223	0,1669	79,89
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	2,44	0,2654	-0,0318	1,0079	0,2470	93,10
<i>Aeschrion crenata</i> Vell.	2,40	0,2321	0	1,2997	0,2045	88,12
<i>Drimys brasiliensis</i> Miens	2,40	0,1912	-0,0265	0,5835	0,1412	73,85
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm.	2,28	0,3069	-0,0531	0,8488	0,2377	77,44

Continua...

Nome científico	N/ha. 2008	MÉDIA	Incremento em diâmetro (cm/ano)			C.V. %
			MÍNIMO	MÁXIMO	DES. PAD.	
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	2,16	0,3641	0	0,9549	0,1851	50,85
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	2,08	0,2863	0,0265	0,7904	0,1967	68,71
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1,96	0,1821	-0,0477	0,7427	0,1552	85,23
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	1,92	0,3622	0	1,1406	0,3134	86,52
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	1,76	0,1756	0,0265	0,4509	0,1226	69,81
<i>Inga virescens</i> Bent.	1,64	0,2856	0,0212	0,7427	0,1833	64,16
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	1,64	0,5235	0,1379	1,2201	0,2620	50,05
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	1,48	0,3037	0,0531	0,6896	0,1694	55,78
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	1,28	0,2670	0	0,6100	0,1337	50,09
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	1,28	0,1386	-0,0265	0,4880	0,1297	93,56
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1,24	0,2909	0,0584	1,0610	0,2342	80,50
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,20	0,5485	0,0796	1,1671	0,2857	52,10
<i>Psidium</i> sp	1,20	0,2267	0,0265	0,5570	0,1323	58,35
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,20	0,2415	0,0531	0,9284	0,1902	78,75
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1,12	0,1204	0	0,3713	0,1070	88,90
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1,00	0,2059	0	0,4084	0,1186	57,60
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	0,96	0,4175	0,0531	1,3740	0,3609	86,45
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,88	0,1998	0,0531	0,3925	0,0977	48,91
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	0,88	0,1932	-0,0531	0,5570	0,1353	70,05
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	0,80	0,2355	0,0531	0,5305	0,1205	51,17
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,80	0,1465	0	0,4084	0,0992	67,75
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,76	0,1552	0,0531	0,3448	0,0689	44,41
<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,76	0,1848	-0,0531	0,5888	0,1834	99,22
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,64	0,3336	0,1061	0,6684	0,1845	55,31
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,64	0,4074	0,0000	1,0079	0,2472	60,68
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,60	0,1772	-0,0477	0,5039	0,1432	80,84
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,56	0,3787	0,0796	0,8488	0,2261	59,72
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	0,44	0,6222	-0,0159	1,1936	0,3680	59,14
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,44	0,2063	0,0531	0,4297	0,1442	69,90
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,40	0,2205	0,0531	0,4774	0,1187	53,85
<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,40	0,1194	0,0531	0,1856	0,0938	78,57
<i>Casearia</i> sp.	0,36	0,1689	0,0849	0,2652	0,0671	39,76
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,36	0,2401	0,0106	0,5835	0,2217	92,35
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,36	0,1680	-0,0531	0,3448	0,1519	90,40
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,36	0,2290	0,1008	0,3819	0,1282	55,97
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,28	0,3570	0,1326	0,5305	0,1516	42,47
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,28	0,3899	0,1061	0,9284	0,3215	82,44
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,28	0,1954	0,0531	0,3342	0,1067	54,61
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,28	0,4067	0,2653	0,5835	0,1621	39,85
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,28	0,1061	0,0265	0,2122	0,0773	72,89
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,24	0,2051	0,0531	0,4244	0,1545	75,34
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,24	0,1123	0,0531	0,1856	0,0484	43,14
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,24	0,0805	-0,0265	0,2917	0,1127	140,02
<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,24	0,2472	0,0796	0,4403	0,1448	58,58

Nome científico	N/ha. 2008	MÉDIA	Incremento em diâmetro (cm/ano)			C.V. %
			MÍNIMO (cm/ano)	MÁXIMO	DES. PAD.	
<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,24	0,2716	0,011	0,5570	0,2282	84,02
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,20	0,1485	0,111	0,1856	0,0525	35,36
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,16	0,0915	0,0265	0,2334	0,0954	104,28
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,16	0,1870	0,0265	0,3978	0,1551	82,95
<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,16	0,1592	0,1592	0,1591	0	0
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,16	0,1592	0,1592	0,1591	0	0
<i>Citrus</i> sp.	0,12	0,1857	0,1592	0,2122	0,0375	20,20
<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,12	0,1804	0,0424	0,3183	0,1951	108,15
<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0,12	0	0	0	0	0
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,08	0,0265	0,0265	0,0265	0	0
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kostem.	0,08	0,4377	0,1061	0,7692	0,4689	107,14
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	0,08	0,2122	0,0531	0,3713	0,2251	106,07
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,08	0,5783	0,5783	0,5782	0	0
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,08	0,0663	0,0265	0,1061	0,0563	84,85
Rubiaceae	0,08	0,2042	0,1432	0,2652	0,0863	42,24
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,08	0,1326	0,1326	0,1326	0	0
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,08	0,3448	0,2122	0,4774	0,1876	54,39
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,08	0,1326	0,1061	0,1591	0,0375	28,28
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,04	0,2918	0,2918	0,2917	0	0
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brigue	0,04	0,2759	0,2759	0,2758	0	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,04	0,1857	0,1857	0,1856	0	0
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,04	0,1273	0,1273	0,1273	0	0
<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	0,04	0,0637	0,0637	0,0636	0	0
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0,04	0	0	0	0	0
<i>Lonchocarpus</i> sp	0,04	0	0	0	0	0
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0,04	0	0	0	0	0
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	0,04	0,1592	0,1592	0,1591	0	0
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0,04	0	0	0	0	0
N.I. Morta	0,04	0,6897	0,6897	0,6896	0	0
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,04	0,1167	0,1167	0,1167	0	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,04	0,3448	0,3448	0,3448	0	0
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,04	0,1061	0,1061	0,1061	0	0
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,04	0	0	0	0	0
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.)Benth. St.	0,04	0	0	0	0	0
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	0,04	0,053	0,053	0,0530	0	0
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	0,04	0	0	0	0	0
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0	0	0	0	0	0
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0	0	0	0	0	0
<b>Média</b>	<b>567,12</b>	<b>0,2340</b>	<b>0,0351</b>	<b>0,6480</b>	<b>0,1675</b>	<b>69,7839</b>

Na Tabela 9 observa-se que o incremento periódico anual de todas as espécies para o período 2002-2008 foi de 0,234 cm, variando de 0,035 a 0,648 cm. Dentre as dez espécies mais



ocorrentes, a *Araucaria angustifolia* e a *Ocotea porosa* foram às espécies com incrementos mais expressivos (0,41 e 0,45 cm/ano, respectivamente).

A evolução do incremento diamétrico e a média dos incrementos pode ser mais bem visualizada na Figura 9.

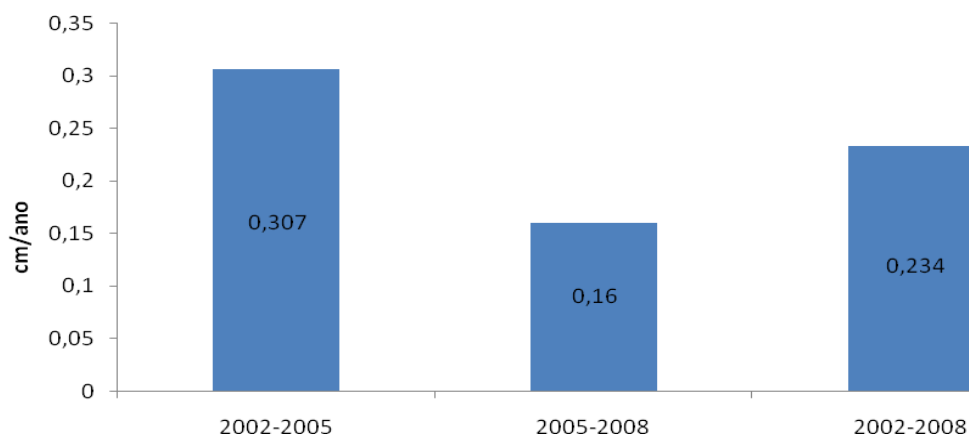


Figura 9 - Evolução do incremento em diâmetro.

Fazendo-se uma análise do diâmetro médio, observa-se que no ano de 2002, este foi de 23,5 cm, 26,8 cm em 2005 e 24,3 cm em 2008 (Figura 10) causando um leve aumento do valor do diâmetro médio do ano 2002 para 2005 e uma leve diminuição para o ano de 2005 para 2008.

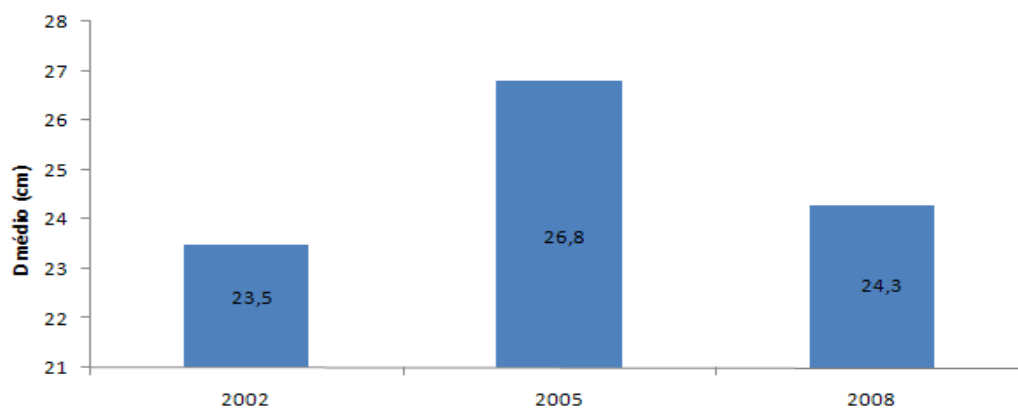


Figura 10 - Evolução do diâmetro médio do povoamento.

Vários trabalhos relacionados com a dinâmica da Floresta Ombrófila Mista obtiveram incrementos periódicos em diâmetro e diâmetros médios que estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados de incremento em diâmetro e diâmetro médio encontrados por outros autores que trabalharam com Floresta Ombrófila Mista

<b>Dados</b>	<b>Autores</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Incremento em DAP (cm/ano)	0,13	0,27	0,34	0,18	0,17
DAP médio (cm)	24,6	35,9	23,8	21,8	22,1

1-BARTH FILHO (2002) – General Carneiro –PR; 2-SCHAAF (2001) - São João do Triunfo – PR; 3-DURIGAN (1999) - São João do Triunfo – PR; 4-PIZATTO (1999) - São João do Triunfo – PR; 5-MOSCOVICH (2006) - Nova Prata – RS;

Todos estes trabalhos descritos encontraram DAP médio parecido ao encontrado neste estudo com exceção do trabalho de SCHAAF (2001) que encontrou um DAP médio de 35,9 cm, porém este autor adotou um limite de inclusão de 20 cm de DAP quando os demais adotaram um limite de 10 cm.

Realizou-se também uma avaliação nos incrementos periódicos anuais de 10 espécies da floresta, analisando-se o crescimento médio e o crescimento acelerado. Este crescimento acelerado leva em consideração o incremento médio somado com o desvio padrão em módulo. Desta forma, realizou-se uma avaliação de quanto tempo um indivíduo das espécies destacadas consegue atingir a dimensão mínima de 40 cm. Esta análise foi realizada com o intuito de avaliar a viabilidade ou não do manejo florestal destas espécies com relação ao incremento e com o tempo de uma possível colheita. Nas Tabelas 11, 12 e 13 estão descritas as análises realizadas com base nos incrementos periódicos anuais dos períodos 2002-2005, 2005-2008 e 2002-2008.

Como pode-se observar nas Tabelas 11, 12 e 13, os incrementos foram diferentes em cada período de avaliação e com isso o crescimento acelerado e conseqüentemente o tempo para atingir a dimensão mínima de 40 cm também é diferente. Neste caso, para o período 2002-2005 (Tabela 11), que o crescimento de maneira geral foi maior, o tempo de uma possível rotação da floresta, tomando como base o crescimento médio, variou de 177 anos para a *Ocotea odorifera* a 66 anos para a *Araucaria angustifolia*. Em contrapartida no crescimento acelerado, os períodos para o alcançar a dimensão pretendida variou de 101 anos para a *Ocotea odorifera* a 42 anos para a *Araucaria angustifolia*.

Tabela 11 - Crescimento médio e acelerado de 10 espécies da floresta no período 2002-2005 e perspectiva de tempo para um indivíduo alcançar a dimensão de 40 cm de diâmetro

Nome científico	N/ha 2005	MÉDIA (cm/ano)	DESVIO (cm/ano)	TEMPO (anos)	ACELERADO (cm/ano)	TEMPO (anos)
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	56,00	0,2736	0,2313	146	0,5049	79
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	52,40	0,2263	0,1694	177	0,3957	101
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,16	0,6097	0,3525	66	0,9621	42
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	36,76	0,3181	0,2639	126	0,5820	69
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	34,28	0,2523	0,1879	159	0,4402	91
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,16	0,5273	0,3675	76	0,8947	45
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,40	0,3524	0,2578	114	0,6101	66
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	17,12	0,2378	0,1770	168	0,4148	96
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,16	0,4325	0,2816	92	0,7141	56
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	13,16	0,3546	0,1993	113	0,5539	72

Como o que foi descrito anteriormente, na Tabela 12, observa-se a análise feita para o crescimento no período 2005-2008, período este que observaram-se de forma geral menores incrementos em relação ao período anterior. Com isso o tempo necessário para alcançar a dimensão pretendida aumentou, variando de 428 anos para a *Ocotea odorifera* a 129 anos para a *Ocotea porosa*. Já no crescimento acelerado este tempo diminuiu de forma expressiva variando de 156 anos para a *Ocotea odorifera* a 64 anos para a *Ocotea porosa*.

Tabela 12 - Crescimento médio e acelerado de 10 espécies da floresta no período 2005-2008 e perspectiva de tempo para um indivíduo alcançar a dimensão de 40 cm de diâmetro

Nome Científico	N/ha 2008	MÉDIA (cm/ano)	DESVIO (cm/ano)	TEMPO (anos)	ACELERADO (cm/ano)	TEMPO (anos)
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	53,36	0,1468	0,2062	273	0,3530	113
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	52,60	0,0935	0,1635	428	0,2570	156
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,32	0,2898	0,2857	138	0,5755	70
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	35,40	0,1818	0,2553	220	0,4372	91
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	33,60	0,1474	0,1424	271	0,2898	138
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,20	0,3096	0,3165	129	0,6261	64
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,72	0,1608	0,2256	249	0,3864	104
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	15,80	0,1463	0,2040	273	0,3503	114
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,12	0,2894	0,2749	138	0,5642	71
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	14,24	0,2572	0,1755	156	0,4327	92

Estabelecendo-se uma média entre os períodos de maior e menor crescimento, foi formulada a Tabela 13, apresenta os incrementos médios e acelerados oriundos dos período 2002-2008. Neste período, percebe-se que o tempo necessário para que a espécie atinja a dimensão

previamente definida, ficou num valor médio entre o que já foi discutido nos outros dois períodos, pois para o crescimento médio este tempo variou de 250 anos para a *Ocotea odorifera* a 89 anos para a *Araucaria angustifolia*. No que diz respeito ao crescimento acelerado, o tempo variou de 141 anos para a *Ocotea odorifera* a 58 anos para a *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa*.

Tabela 13 - Crescimento médio e acelerado de 10 espécies da floresta no período 2002-2008 e perspectiva de tempo para um indivíduo alcançar a dimensão de 40 cm de diâmetro

Nome científico	N/ha 2008	MÉDIA (cm/ano)	DESVIO (cm/ano)	TEMPO (anos)	ACELERADO (cm/ano)	TEMPO (anos)
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	53,36	0,2137	0,1778	187	0,3915	102
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	52,60	0,1602	0,1238	250	0,2840	141
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,32	0,4502	0,2430	89	0,6932	58
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	35,40	0,2513	0,2021	159	0,4534	88
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	33,60	0,2028	0,1333	197	0,3361	119
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,20	0,4193	0,2716	95	0,6909	58
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,72	0,2601	0,1894	154	0,4495	89
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	15,80	0,1976	0,1340	202	0,3316	121
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,12	0,3614	0,2313	111	0,5927	67
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	14,24	0,3089	0,1572	129	0,4661	86

Com isso, se a legislação ambiental permitisse, a partir do que constatamos, o manejo florestal seria viável para algumas espécies, enquanto que para outras seria inviável devido ao longo ciclo de rotação para um indivíduo alcançar a dimensão pré-estabelecida.

Neste contexto, das 10 espécies em que foi analisado o crescimento médio e acelerado, quatro delas o manejo seria inviável, pois mesmo com um crescimento acelerado o tempo médio para um indivíduo destas espécies alcançar a dimensão de 40 cm de diâmetro foi de 141, 121, 119 e 102 anos para *Ocotea odorifera*, *Matayba elaeagnoides*, *Casearia decandra* e *Ilex paraguariensis* respectivamente. Por outro lado, para *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* e *Cedrela fissilis*, o manejo florestal seria viável, formando sistemas de produção com as outras espécies que teriam uma rotação de maior tempo, pois a cada intervalo entre rotações destas três espécies poder-se-ia realizar a rotação das outras três que foram *Casearia sylvestris*, *Nectandra grandiflora* e *Nectandra megapotamica*. Desta forma, sistemas de plantios entre espécies poderiam ser implementados ou mesmo o manejo florestal sustentável, de forma que tratamentos silviculturais fossem praticados para alcançar um crescimento acelerado das espécies e com isso um maior rendimento e um menor tempo na rotação da floresta.

### 5.2.1.2. Incremento em área basal por hectare

Os incrementos periódicos anuais da área basal por hectare por espécie são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Incremento periódico anual em área basal/ha, por espécie e para cada período de monitoramento. Continua...

Nome científico	G/ha. 2002	G/ha. 2005	G/ha. 2008	Incremento em área basal		
				2002- 2005	2005- 2008	2002- 2008
				m <sup>2</sup> /ha/ano		
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	1,6075	1,5731	1,5311	-0,0115	-0,0140	-0,0127
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	1,4928	1,5988	1,6366	0,0353	0,0126	0,0240
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	7,0660	7,5863	7,8142	0,1734	0,0760	0,1247
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	1,8046	1,8764	1,8834	0,0239	0,0023	0,0131
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,7736	0,7823	0,7844	0,0029	0,0007	0,0018
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	0,2632	0,3123	0,3528	0,0164	0,0135	0,0149
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0,5027	0,4853	0,4349	-0,0058	-0,0168	-0,0113
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	2,5003	2,6613	2,7673	0,0537	0,0353	0,0445
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	0,7360	0,7524	0,7610	0,0055	0,0029	0,0042
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	0,9295	0,9725	0,9882	0,0143	0,0053	0,0098
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	1,1850	1,1848	1,1427	-0,0001	-0,0140	-0,0070
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1,3209	1,4066	1,4597	0,0286	0,0177	0,0231
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	0,2572	0,2924	0,3194	0,0117	0,0090	0,0104
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	1,4346	1,4590	1,4547	0,0081	-0,0014	0,0033
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	0,6849	0,6637	0,6259	-0,0070	-0,0126	-0,0098
<i>Ilex theezans</i> Mart.	0,2680	0,2676	0,2494	-0,0001	-0,0061	-0,0031
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	0,1336	0,1523	0,1708	0,0063	0,0062	0,0062
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) Dietrich	0,3840	0,3413	0,2903	-0,0142	-0,0170	-0,0156
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	0,2692	0,2790	0,2723	0,0033	-0,0022	0,0005
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	0,0967	0,1176	0,1324	0,0069	0,0050	0,0060
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	0,6940	0,7475	0,7670	0,0179	0,0065	0,0122
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	0,1406	0,1466	0,1430	0,0020	-0,0012	0,0004
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	0,1291	0,1505	0,1715	0,0071	0,0070	0,0071
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	0,3002	0,3320	0,3498	0,0106	0,0059	0,0083
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	0,0816	0,0979	0,1024	0,0054	0,0015	0,0035
<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	0,1760	0,1976	0,2172	0,0072	0,0066	0,0069
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	0,1570	0,1727	0,1781	0,0052	0,0018	0,0035
<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	0,0720	0,0811	0,0841	0,0030	0,0010	0,0020
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	0,2989	0,2705	0,2127	-0,0095	-0,0193	-0,0144
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	0,2400	0,2464	0,2402	0,0021	-0,0021	0,0000
<i>Clethra scabra</i> Persoon	0,3181	0,3212	0,2827	0,0010	-0,0128	-0,0059
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	0,0884	0,1013	0,1084	0,0043	0,0024	0,0033
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	0,0831	0,0912	0,0942	0,0027	0,0010	0,0019
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	0,1314	0,1145	0,1164	-0,0057	0,0006	-0,0025

Nome científico	G/ha. 2002	G/ha. 2005	G/ha. 2008	Incremento em área basal		
				2002- 2005	2005- 2008	2002- 2008
				m <sup>2</sup> /ha/ano		
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	0,1673	0,1362	0,1029	-0,0104	-0,0111	-0,0107
<i>Aeschrion crenata</i> Vell.	0,0355	0,0385	0,0440	0,0010	0,0018	0,0014
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	0,0472	0,0514	0,0507	0,0014	-0,0002	0,0006
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm.	0,1683	0,1786	0,1780	0,0034	-0,0002	0,0016
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	0,0847	0,0959	0,1047	0,0037	0,0030	0,0033
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	0,0620	0,0681	0,0723	0,0020	0,0014	0,0017
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0,0472	0,0511	0,0544	0,0013	0,0011	0,0012
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	0,0862	0,0889	0,0791	0,0009	-0,0033	-0,0012
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	0,0149	0,0196	0,0248	0,0015	0,0017	0,0016
<i>Inga virescens</i> Bent.	0,0334	0,0374	0,0413	0,0013	0,0013	0,0013
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	0,1243	0,1143	0,1108	-0,0033	-0,0012	-0,0022
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	0,0451	0,0506	0,0540	0,0018	0,0011	0,0015
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	0,0232	0,0277	0,0296	0,0015	0,0006	0,0011
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	0,0389	0,0326	0,0323	-0,0021	-0,0001	-0,0011
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	0,1201	0,0917	0,0893	-0,0095	-0,0008	-0,0051
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	0,1220	0,1327	0,1438	0,0035	0,0037	0,0036
<i>Psidium</i> sp	0,0237	0,0271	0,0285	0,0011	0,0005	0,0008
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	0,0553	0,0591	0,0559	0,0012	-0,0010	0,0001
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	0,0211	0,0231	0,0220	0,0007	-0,0004	0,0001
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	0,0111	0,0139	0,0137	0,0010	-0,0001	0,0004
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	0,0866	0,0880	0,0729	0,0005	-0,0051	-0,0023
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,0397	0,0391	0,0398	-0,0002	0,0002	0
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	0,0872	0,0872	0,0769	0	-0,0034	-0,0017
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	0,0417	0,0352	0,0365	-0,0022	0,0004	-0,0009
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,0093	0,0106	0,0113	0,0004	0,0002	0,0003
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,0267	0,0280	0,0289	0,0004	0,0003	0,0004
<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,0542	0,0524	0,0536	-0,0006	0,0004	-0,0001
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,0220	0,0244	0,0262	0,0008	0,0006	0,0007
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,0159	0,0200	0,0213	0,0014	0,0005	0,0009
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,0312	0,0313	0,0317	0	0,0002	0,0001
<i>Cabrera canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,0266	0,0284	0,0313	0,0006	0,0010	0,0008
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	0,0936	0,0588	0,0472	-0,0116	-0,0039	-0,0077
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,0135	0,0149	0,0143	0,0005	-0,0002	0,0001
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,0093	0,0105	0,0110	0,0004	0,0002	0,0003
<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,0011	0,0023	0,0041	0,0004	0,0006	0,0005
<i>Casearia</i> sp.	0,0080	0,0100	0,0078	0,0007	-0,0007	0
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,0186	0,0194	0,0186	0,0003	-0,0003	0
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,0102	0,0119	0,0117	0,0006	-0,0001	0,0003
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,0048	0,0062	0,0046	0,0005	-0,0005	0
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,0047	0,0056	0,0062	0,0003	0,0002	0,0002
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,0149	0,0166	0,0174	0,0006	0,0003	0,0004
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,0119	0,0134	0,0134	0,0005	0	0,0002
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,0027	0,0045	0,0050	0,0006	0,0001	0,0004
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,0038	0,0045	0,0050	0,0002	0,0002	0,0002

Nome científico	G/ha. 2002	G/ha. 2005	G/ha. 2008	Incremento em área basal		
				2002- 2005	2005- 2008	2002- 2008
				m <sup>2</sup> /ha/ano		
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,0043	0,0050	0,0051	0,0002	0,0001	0,0001
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,0034	0,0038	0,0038	0,0001	0	0,0001
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,0052	0,0037	0,0033	-0,0005	-0,0001	-0,0003
<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,0036	0,0044	0,0032	0,0003	-0,0004	-0,0001
<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,0029	0,0038	0,0041	0,0003	0,0001	0,0002
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,0018	0,0028	0,0031	0,0003	0,0001	0,0002
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,0036	0,0038	0,0025	0,0001	-0,0004	-0,0002
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,0083	0,0087	0,0088	0,0001	0,0000	0,0001
<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,0021	0,0023	0,0033	0,0000	0,0003	0,0002
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,0004	0,0012	0,0016	0,0003	0,0001	0,0002
<i>Citrus</i> sp.	0,0007	0,0011	0,0012	0,0001	0,0000	0,0001
<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,0012	0,0013	0,0017	0,0001	0,0001	0,0001
<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0	0	0,0012	0	0,0004	0,0002
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,0004	0,0008	0,0008	0,0001	0	0,0001
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kostem.	0,0025	0,0028	0,0032	0,0001	0,0001	0,0001
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	0,0021	0,0023	0,0020	0,0001	-0,0001	0
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,0019	0,0028	0,0013	0,0003	-0,0005	-0,0001
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,0016	0,0017	0,0017	0	0	0
Rubiaceae	0,0024	0,0027	0,0027	0,0001	0	0,0001
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,0004	0,0008	0,0008	0,0001	0	0,0001
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,0011	0,0014	0,0015	0,0001	0	0,0001
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,0035	0,0037	0,0037	0	0	0
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,0004	0,0005	0,0006	0	0	0
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brigue	0,0006	0,0007	0,0008	0	0	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,0019	0,0020	0,0021	0	0	0
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,0016	0,0017	0,0017	0	0	0
<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	0,0012	0,0013	0,0012	0	0	0
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0	0	0,0004	0	0,0001	0,0001
<i>Lonchocarpus</i> sp	0	0	0,0004	0	0,0001	0,0001
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0	0	0,0003	0	0,0001	0,0001
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	0,0004	0,0004	0,0004	0	0	0
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0	0	0,0003	0	0,0001	0,0001
N.I. Morta	0,0175	0,0058	0,0017	-0,0039	-0,0014	-0,0026
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,0003	0,0004	0,0004	0	0	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,0005	0,0006	0,0007	0	0	0
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,0015	0,0016	0,0016	0	0	0
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,0013	0,0004	0,0004	-0,0003	0	-0,0001
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.) Benth. St.	0	0	0,0014	0	0,0005	0,0002
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	0,0036	0,0036	0,0036	0	0	0
<i>Weinmannia paullinii</i> Pohl ex Ser.	0	0	0,0003	0	0,0001	0,0001
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0,0004	0,0005	0	0	0	-0,0001
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,0011	0,0012	0	0	0	-0,0002
<b>Total</b>	<b>28,676</b>	<b>29,879</b>	<b>30,147</b>	<b>0,4008</b>	<b>0,0899</b>	<b>0,2451</b>

Analisando os resultados em sua totalidade observa-se que a floresta teve um incremento de 0,4008 m<sup>2</sup>/ha/ano no período 2002-2005 sendo que a espécie com o maior incremento foi a *Araucaria angustifolia* com 0,173 m<sup>2</sup>/ha/ano seguido da *Ocotea porosa* com 0,06 m<sup>2</sup>/ha/ano. Já para o período de 2005-2008 a taxa de crescimento para todas as espécies da floresta foi de 0,053 m<sup>2</sup>/ha/ano, crescimento este bastante inferior ao período 2002-2005, porém há uma supremacia da *Araucaria angustifolia* e da *Ocotea porosa* como as espécies que mantêm o maior crescimento em área basal por hectare com um incremento anual de 0,075 e 0,035 m<sup>2</sup>/ha/ano, respectivamente.

Quando se observa o incremento periódico anual em área basal por hectare no período de 2002-2008, ou seja, 6 anos de monitoramento, a floresta cresceu a uma taxa de 0,245 m<sup>2</sup>/ha/ano. Este valor se enquadra nos padrões encontrados por outros autores que estudaram a mesma tipologia florestal, pois SCHAAF (2001) obteve um incremento em área basal por hectare de 0,42 m<sup>2</sup>/ha/ano; DURIGAN (1999) constatou que a floresta em São João do Triunfo crescia a 0,7 m<sup>2</sup>/ha/ano, porém PIZATTO (1999) usando dados provenientes também de São João do Triunfo obteve um incremento de 0,34 m<sup>2</sup>/ha/ano, já MOSCOVICH (2006) em Nova Prata - RS, observou o incremento de 0,37 m<sup>2</sup>/ha/ano. Os resultados médios encontrados para o período 2002-2005 se assemelham aos valores encontrados por MOSCOVICH (2006), porém, quando se compara os resultados obtidos para os períodos 2005-2008 e de 2002-2008, encontra-se semelhança aos valores encontrados por PIZATTO (1999).

Na Tabela 15, pode-se observar a área basal por hectare por espécie e suas respectivas participações em relação à área basal total. Nesta análise, pode-se constatar a importância da espécie *Araucaria angustifolia*, com uma participação de respectivamente, 24,64, 25,39 e 25,92% do total da floresta nas ocasiões de medição, 2002, 2005 e 2008, também se destacando a *Ocotea porosa* por apresentar 8,71, 8,9 e 9,17%, respectivamente, nos anos de 2002, 2005 e 2008.

Também na Tabela 15 pode-se observar a evolução da área basal total da floresta que foi de 28,7 e 29,9 m<sup>2</sup>/ha, respectivamente, nos períodos de 2002 e 2005 e atualmente no ano de 2008 apresenta 30,1 m<sup>2</sup>/ha indicando que a floresta encontra-se num estágio de desenvolvimento, ou seja, ainda não atingiu a estagnação. Esta evolução da área basal por hectare pode ser mais bem visualizada na Figura 11.



Tabela 15 - Número de árvores (N/ha), área basal (m<sup>2</sup>/ha) e participação na área basal total (ha), por espécie e ocasião de medição. Continua...

Nome científico	Ocasião de medição								
	2002			2005			2008		
	N/ha.	G/ha.	DoR	N/ha.	G/ha.	DoR	N/ha.	G/ha.	DoR
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	60,24	1,6075	5,606	56	1,5731	5,265	53,36	1,5311	5,079
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	51,92	1,4928	5,206	52,4	1,5988	5,351	52,6	1,6366	5,429
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,12	7,0660	24,641	42,16	7,5863	25,390	42,32	7,8142	25,921
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	37,6	1,8046	6,293	36,76	1,8764	6,280	35,4	1,8834	6,247
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	36,04	0,7736	2,698	34,28	0,7823	2,618	33,6	0,7844	2,602
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	19,92	0,2632	0,918	22,24	0,3123	1,045	25,04	0,3528	1,170
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	23,28	0,5027	1,753	21,76	0,4853	1,624	19,44	0,4349	1,443
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,36	2,5003	8,719	19,16	2,6613	8,907	19,2	2,7673	9,179
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	18	0,7360	2,566	18,12	0,7524	2,518	17,84	0,7610	2,524
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,16	0,9295	3,241	17,4	0,9725	3,255	17,72	0,9882	3,278
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	18,2	1,1850	4,132	17,12	1,1848	3,965	15,8	1,1427	3,791
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,44	1,3209	4,606	15,16	1,4066	4,708	15,12	1,4597	4,842
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	12,28	0,2572	0,897	13,16	0,2924	0,979	14,24	0,3194	1,059
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	14,12	1,4346	5,003	13,56	1,4590	4,883	13,16	1,4547	4,825
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	14,48	0,6849	2,388	13,48	0,6637	2,221	12,68	0,6259	2,076
<i>Ilex theezans</i> Mart.	12,76	0,2680	0,935	12,16	0,2676	0,896	11,44	0,2494	0,827
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	9,52	0,1336	0,466	10,08	0,1523	0,510	11,36	0,1708	0,567
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) Dietrich	13,24	0,3840	1,339	11,96	0,3413	1,142	10,92	0,2903	0,963
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	9,76	0,2692	0,939	9,76	0,2790	0,934	9,44	0,2723	0,903
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	6,28	0,0967	0,337	7,76	0,1176	0,393	8,96	0,1324	0,439
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	9,08	0,6940	2,420	9	0,7475	2,502	8,88	0,7670	2,544
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	8,8	0,1406	0,490	8,68	0,1466	0,491	8,72	0,1430	0,474
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	6,16	0,1291	0,450	6,84	0,1505	0,504	8,24	0,1715	0,569
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	6,08	0,3002	1,047	6,32	0,3320	1,111	6,48	0,3498	1,160
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	4,92	0,0816	0,284	5,8	0,0979	0,328	6,28	0,1024	0,340
<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	5,28	0,1760	0,614	5,12	0,1976	0,661	5,4	0,2172	0,721
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	4,76	0,1570	0,547	5	0,1727	0,578	4,96	0,1781	0,591
<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	4,48	0,0720	0,251	4,8	0,0811	0,271	4,88	0,0841	0,279
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	6,4	0,2989	1,042	5,56	0,2705	0,905	4,68	0,2127	0,705
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	4,96	0,2400	0,837	4,64	0,2464	0,825	4,4	0,2402	0,797
<i>Clethra scabra</i> Persoon	5,32	0,3181	1,109	4,88	0,3212	1,075	4,32	0,2827	0,938
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	3,56	0,0884	0,308	3,92	0,1013	0,339	3,92	0,1084	0,360
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	3,08	0,0831	0,290	3,24	0,0912	0,305	3,2	0,0942	0,312
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	3,52	0,1314	0,458	2,8	0,1145	0,383	2,8	0,1164	0,386
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	4,32	0,1673	0,583	3,28	0,1362	0,456	2,44	0,1029	0,341
<i>Aeschrion crenata</i> Vell.	2,2	0,0355	0,124	2,2	0,0385	0,129	2,4	0,0440	0,146
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	2,56	0,0472	0,165	2,56	0,0514	0,172	2,4	0,0507	0,168
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm.	2,48	0,1683	0,587	2,36	0,1786	0,598	2,28	0,1780	0,590
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1,6	0,0847	0,295	1,8	0,0959	0,321	2,16	0,1047	0,347
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1,44	0,0620	0,216	1,56	0,0681	0,228	2,08	0,0723	0,240
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1,84	0,0472	0,165	1,84	0,0511	0,171	1,96	0,0544	0,180
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	2,08	0,0862	0,301	2,08	0,0889	0,298	1,92	0,0791	0,262

Nome científico	Ocasião de medição								
	2002			2005			2008		
	N/ha.	G/ha.	DoR	N/ha.	G/ha.	DoR	N/ha.	G/ha.	DoR
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	0,92	0,0149	0,052	1,24	0,0196	0,065	1,76	0,0248	0,082
<i>Inga virescens</i> Bent.	1,56	0,0334	0,116	1,56	0,0374	0,125	1,64	0,0413	0,137
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	2,24	0,1243	0,433	1,8	0,1143	0,383	1,64	0,1108	0,367
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	1,48	0,0451	0,157	1,48	0,0506	0,169	1,48	0,0540	0,179
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	1,12	0,0232	0,081	1,24	0,0277	0,093	1,28	0,0296	0,098
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	1,6	0,0389	0,136	1,32	0,0326	0,109	1,28	0,0323	0,107
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1,8	0,1201	0,419	1,36	0,0917	0,307	1,24	0,0893	0,296
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,04	0,1220	0,426	1,12	0,1327	0,444	1,2	0,1438	0,477
<i>Psidium</i> sp	1,08	0,0237	0,082	1,2	0,0271	0,091	1,2	0,0285	0,095
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,36	0,0553	0,193	1,32	0,0591	0,198	1,2	0,0559	0,186
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1,12	0,0211	0,074	1,2	0,0231	0,077	1,12	0,0220	0,073
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	0,96	0,0111	0,039	1,08	0,0139	0,047	1	0,0137	0,045
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	1,24	0,0866	0,302	1,12	0,0880	0,295	0,96	0,0729	0,242
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,96	0,0397	0,138	0,92	0,0391	0,131	0,88	0,0398	0,132
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1,24	0,0872	0,304	1,12	0,0872	0,292	0,88	0,0769	0,255
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	1	0,0417	0,145	0,84	0,0352	0,118	0,8	0,0365	0,121
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,72	0,0093	0,032	0,76	0,0106	0,036	0,8	0,0113	0,038
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,76	0,0267	0,093	0,76	0,0280	0,094	0,76	0,0289	0,096
<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,8	0,0542	0,189	0,76	0,0524	0,175	0,76	0,0536	0,178
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,64	0,0220	0,077	0,64	0,0244	0,082	0,64	0,0262	0,087
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,6	0,0159	0,056	0,68	0,0200	0,067	0,64	0,0213	0,071
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,76	0,0312	0,109	0,64	0,0313	0,105	0,6	0,0317	0,105
<i>Cabranea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,56	0,0266	0,093	0,56	0,0284	0,095	0,56	0,0313	0,104
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1,08	0,0936	0,327	0,56	0,0588	0,197	0,44	0,0472	0,157
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,4	0,0135	0,047	0,44	0,0149	0,050	0,44	0,0143	0,047
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,36	0,0093	0,032	0,4	0,0105	0,035	0,4	0,0110	0,037
<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,08	0,0011	0,004	0,2	0,0023	0,008	0,4	0,0041	0,014
<i>Casearia</i> sp.	0,4	0,0080	0,028	0,56	0,0100	0,034	0,36	0,0078	0,026
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,4	0,0186	0,065	0,36	0,0194	0,065	0,36	0,0186	0,062
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,28	0,0102	0,036	0,32	0,0119	0,040	0,36	0,0117	0,039
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,36	0,0048	0,017	0,44	0,0062	0,021	0,36	0,0046	0,015
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,28	0,0047	0,016	0,28	0,0056	0,019	0,28	0,0062	0,020
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,24	0,0149	0,052	0,28	0,0166	0,055	0,28	0,0174	0,058
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,24	0,0119	0,041	0,28	0,0134	0,045	0,28	0,0134	0,044
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,12	0,0027	0,010	0,28	0,0045	0,015	0,28	0,0050	0,016
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,2	0,0038	0,013	0,24	0,0045	0,015	0,28	0,0050	0,017
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,24	0,0043	0,015	0,24	0,0050	0,017	0,24	0,0051	0,017
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,24	0,0034	0,012	0,24	0,0038	0,013	0,24	0,0038	0,013
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,36	0,0052	0,018	0,28	0,0037	0,012	0,24	0,0033	0,011
<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,24	0,0036	0,013	0,28	0,0044	0,015	0,24	0,0032	0,011
<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,2	0,0029	0,010	0,24	0,0038	0,013	0,24	0,0041	0,014
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,08	0,0018	0,006	0,16	0,0028	0,009	0,2	0,0031	0,010
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,2	0,0036	0,013	0,2	0,0038	0,013	0,16	0,0025	0,008
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,16	0,0083	0,029	0,16	0,0087	0,029	0,16	0,0088	0,029

Conclusão.

Nome científico	Ocasião de medição								
	2002			2005			2008		
	N/ha.	G/ha.	DoR	N/ha.	G/ha.	DoR	N/ha.	G/ha.	DoR
<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,04	0,0021	0,007	0,04	0,0023	0,008	0,16	0,0033	0,011
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,04	0,0004	0,001	0,12	0,0012	0,004	0,16	0,0016	0,005
<i>Citrus</i> sp.	0,08	0,0007	0,002	0,12	0,0011	0,004	0,12	0,0012	0,004
<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,08	0,0012	0,004	0,08	0,0013	0,004	0,12	0,0017	0,006
<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0	0	0	0	0	0	0,12	0,0012	0,004
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,04	0,0004	0,002	0,08	0,0008	0,003	0,08	0,0008	0,003
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kostem.	0,08	0,0025	0,009	0,08	0,0028	0,009	0,08	0,0032	0,011
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	0,12	0,0021	0,007	0,12	0,0023	0,008	0,08	0,0020	0,007
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,08	0,0019	0,007	0,12	0,0028	0,009	0,08	0,0013	0,004
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,08	0,0016	0,006	0,08	0,0017	0,006	0,08	0,0017	0,006
Rubiaceae	0,08	0,0024	0,008	0,08	0,0027	0,009	0,08	0,0027	0,009
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,04	0,0004	0,001	0,08	0,0008	0,003	0,08	0,0008	0,003
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,08	0,0011	0,004	0,08	0,0014	0,005	0,08	0,0015	0,005
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,08	0,0035	0,012	0,08	0,0037	0,012	0,08	0,0037	0,012
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,04	0,0004	0,002	0,04	0,0005	0,002	0,04	0,0006	0,002
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brigue	0,04	0,0006	0,002	0,04	0,0007	0,002	0,04	0,0008	0,003
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,04	0,0019	0,007	0,04	0,0020	0,007	0,04	0,0021	0,007
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,04	0,0016	0,006	0,04	0,0017	0,006	0,04	0,0017	0,006
<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	0,04	0,0012	0,004	0,04	0,0013	0,004	0,04	0,0012	0,004
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0	0	0	0	0	0	0,04	0,0004	0,001
<i>Lonchocarpus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0,04	0,0004	0,001
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0	0	0	0	0	0	0,04	0,0003	0,001
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	0,04	0,0004	0,001	0,04	0,0004	0,001	0,04	0,0004	0,001
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0	0	0	0	0	0	0,04	0,0003	0,001
N.I. Morta	0,92	0,0175	0,061	0,4	0,0058	0,020	0,04	0,0017	0,005
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,04	0,0003	0,001	0,04	0,0004	0,001	0,04	0,0004	0,001
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,04	0,0005	0,002	0,04	0,0006	0,002	0,04	0,0007	0,002
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,04	0,0015	0,005	0,04	0,0016	0,005	0,04	0,0016	0,005
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,04	0,0013	0,004	0,04	0,0004	0,001	0,04	0,0004	0,001
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.) Benth. St.	0	0	0	0	0	0	0,04	0,0014	0,005
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	0,04	0,0036	0,012	0,04	0,0036	0,012	0,04	0,0036	0,012
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	0	0	0	0	0	0	0,04	0,0003	0,001
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0,04	0,0004	0,001	0,04	0,0005	0,002	0	0	0
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,04	0,0011	0,004	0,04	0,0012	0,004	0	0	0
<b>Total</b>	<b>580,7</b>	<b>28,7</b>	<b>100</b>	<b>572</b>	<b>29,9</b>	<b>100</b>	<b>567,1</b>	<b>30,1</b>	<b>100</b>

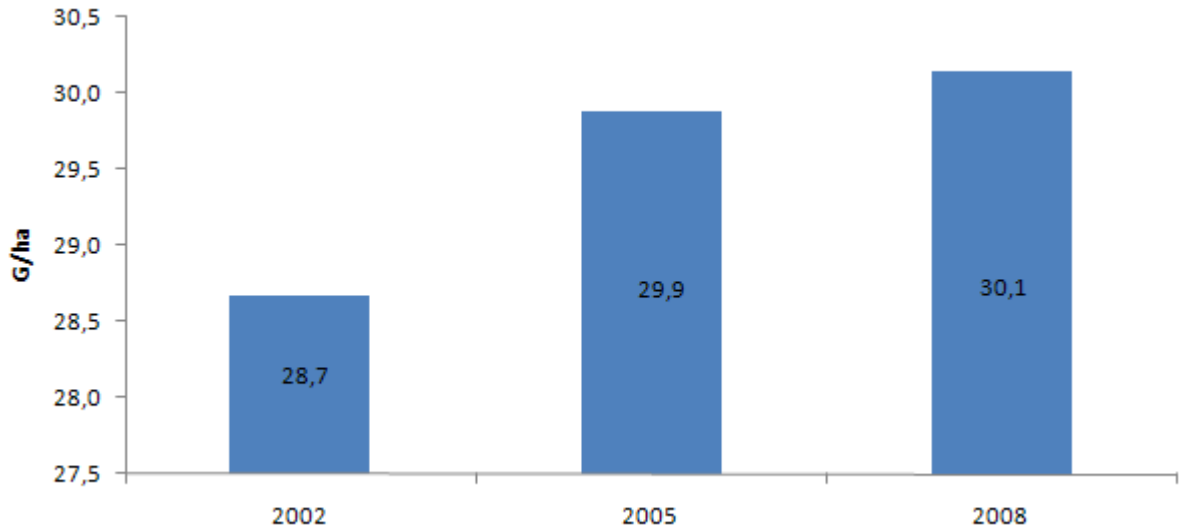


Figura 11 - Evolução da área basal no período 2002, 2005 e 2008.

É importante ressaltar que estes valores de 28,7, 29,9 e 30,1 m<sup>2</sup>/ha, representam a média de área basal por hectare, encontrado no experimento. No entanto, observou-se uma grande variabilidade na área basal, entre os blocos de 1 ha, apresentando em 2008, blocos com 15,51 a 38,29 m<sup>2</sup>/ha, com um coeficiente de variação de 15,1%. Isto pode indicar sítios diferentes, nível de sucessão diferente ou perturbações diferenciadas no passado. Esta diferença também pode ser visualizada em nível de campo, observando-se em locais com a área basal mais baixa, uma grande quantidade de taquara, dificultando a regeneração de novas espécies. Uma análise da área basal encontrada nos blocos em cada ocasião de medição pode ser observada na Tabela 16.

Tabela 16 – Área basal (m<sup>2</sup>/ha) para cada bloco do experimento

Bloco (1ha)	Ocasão de medição		
	G/ha2002	G/ha2005	G/ha2008
1	33,35	35,05	35,29
2	27,09	28,33	28,58
3	28,47	30,72	30,56
4	21,74	23,28	23,05
5	32,46	34,18	34,55
6	28,69	29,86	29,90
7	28,33	29,90	30,48
8	30,83	31,76	32,67
9	25,55	26,18	26,43
10	24,82	26,18	26,46
11	31,40	32,31	33,05
12	28,48	29,55	30,02
13	27,85	29,40	30,00
14	27,25	28,42	28,90
15	28,00	28,87	29,05
16	27,63	27,49	27,29
17	35,43	36,09	36,25
18	35,02	34,73	33,75
19	35,60	38,22	38,29
20	28,48	30,55	30,75
21	29,46	30,53	30,98
22	30,99	31,97	32,74
23	29,58	31,19	31,28
24	25,34	26,77	27,81
25	15,07	15,44	15,51
<b>Média</b>	<b>28,68</b>	<b>29,88</b>	<b>30,15</b>
<b>Desv - Pad</b>	<b>4,40</b>	<b>4,54</b>	<b>4,55</b>
<b>CV%</b>	<b>15,34</b>	<b>15,20</b>	<b>15,10</b>

### 5.2.2. Mortalidade e ingresso

As análises da mortalidade e ingresso foram feitas por espécie e para a totalidade da floresta, para os períodos 2002-2005 e 2005-2008. Na Tabela 17 estão descritas as taxas de mortalidade e ingresso ocorrentes no período 2002-2005, com o número de árvores mortas e ingressas por hectare, bem como as taxas de mortalidade e ingresso ocorridas no período 2002-2005 e também as taxas anuais médias.

Tabela 17 - Informações do ingresso e da mortalidade observadas no período 2002-2005

Nome científico	Continua...							
	N/ha.		Ingresso			Mortalidade		
	2002	2005	ing/ha.	Taxa ing%	Taxa ing% anual	mort/ha.	Taxa mort%	Taxa mort% anual
		02/05	02/05	02/05	02/05	02/05	02/05	02/05
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,04	0,08	0,04	100,00	33,33	0	0	0
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,24	0,24	0	0	0	0	0	0
<i>Aeschryon crenata</i> Vell.	2,2	2,2	0,08	3,64	1,21	0,08	3,64	1,21
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,28	0,28	0	0	0	0	0	0
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	4,92	5,8	0,88	17,89	5,96	0	0	0
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	0,96	1,08	0,12	12,50	4,17	0	0	0
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,12	42,16	0,36	0,85	0,28	0,32	0,76	0,25
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,24	0,24	0	0	0	0	0	0
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,56	0,56	0,04	7,14	2,38	0,04	7,14	2,38
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	6,08	6,32	0,24	3,95	1,32	0	0	0
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	14,48	13,48	0,16	1,10	0,37	1,16	8,01	2,67
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	36,04	34,28	1,4	3,88	1,29	3,16	8,77	2,92
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briquet	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	0,92	1,24	0,32	34,78	11,59	0	0	0
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	4,76	5	0,24	5,04	1,68	0	0	0
<i>Casearia</i> sp.	0,4	0,56	0,16	40,00	13,33	0	0	0
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	12,28	13,16	1,2	9,77	3,26	0,32	2,61	0,87
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,76	0,76	0	0	0	0	0	0
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,44	15,16	0,12	0,78	0,26	0,40	2,59	0,86
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	3,56	3,92	0,36	10,11	3,37	0	0	0
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	1,12	1,24	0,12	10,71	3,57	0	0	0
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm.	2,48	2,36	0	0	0	0,12	4,84	1,61
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,4	0,36	0	0	0	0,04	10,00	3,33
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus</i> sp.	0,08	0,12	0,04	50,00	16,67	0	0	0
<i>Clethra scabra</i> Persoon	5,32	4,88	0,04	0,75	0,25	0,48	9,02	3,01
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	19,92	22,24	3,32	16,67	5,56	1,00	5,02	1,67
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,24	0,28	0,04	16,67	5,56	0	0	0
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1,84	1,84	0,04	2,17	0,72	0,04	2,17	0,72
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	9,76	9,76	0,28	2,87	0,96	0,28	2,87	0,96
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1,6	1,8	0,2	12,50	4,17	0	0	0
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	2,56	2,56	0,08	3,13	1,04	0,08	3,13	1,04
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	6,16	6,84	0,68	11,04	3,68	0	0	0
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,36	0,28	0	0	0	0,08	22,22	7,41
<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0

Continua...

Nome científico	N/ha.		Ingresso			Mortalidade		
	N/ha.	N/ha.	ing/ha.	Taxa ing%	Taxa ing% anual	mort/ha.	Taxa mort%	Taxa mort% anual
	2002	2005	02/05	02/05	02/05	02/05	02/05	02/05
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1,8	1,36	0	0	0	0,44	24,44	8,15
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,36	0,4	0,04	11,11	3,70	0	0	0
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	1,6	1,32	0	0	0	0,28	17,50	5,83
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	60,24	56	2,08	3,45	1,15	6,32	10,49	3,50
<i>Ilex theezans</i> Mart.	12,76	12,16	0,6	4,70	1,57	1,20	9,40	3,13
<i>Inga virescens</i> Bent.	1,56	1,56	0,04	2,56	0,85	0,04	2,56	0,85
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	3,08	3,24	0,2	6,49	2,16	0,04	1,30	0,43
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,96	0,92	0,04	4,17	1,39	0,08	8,33	2,78
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,16	0,16	0	0	0	0	0	0
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1,24	1,12	0	0	0	0,12	9,68	3,23
<i>Lonchocarpus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,76	0,64	0	0	0	0,12	15,79	5,26
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	3,52	2,8	0	0	0	0,72	20,45	6,82
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	18,2	17,12	0,16	0,88	0,29	1,24	6,81	2,27
<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,24	0,28	0,04	16,67	5,56	0	0	0
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1,08	0,56	0	0	0	0,52	48,15	16,05
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	4,48	4,8	0,48	10,71	3,57	0,16	3,57	1,19
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,08	0,16	0,08	100,00	33,33	0	0	0
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	9,52	10,08	0,92	9,66	3,22	0,36	3,78	1,26
<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,08	0,2	0,12	150,00	50,00	0	0	0
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	8,8	8,68	0,76	8,64	2,88	0,88	10,00	3,33
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	6,28	7,76	1,8	28,66	9,55	0,32	5,10	1,70
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	1,48	1,48	0	0	0	0	0	0
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,04	0,12	0,08	200,00	66,67	0	0	0
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,28	0,32	0,04	14,29	4,76	0	0	0
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	23,28	21,76	0,76	3,26	1,09	2,28	9,79	3,26
N.I. Morta	0,92	0,4	0,28	30,43	10,14	0,80	86,96	28,99
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	37,6	36,76	0,44	1,17	0,39	1,28	3,40	1,13
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,16	17,4	0,68	3,96	1,32	0,44	2,56	0,85
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1,44	1,56	0,2	13,89	4,63	0,08	5,56	1,85
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	9,08	9	0,08	0,88	0,29	0,16	1,76	0,59
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,64	0,64	0	0	0	0	0	0
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	51,92	52,4	1	1,93	0,64	0,52	1,00	0,33
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,36	19,16	0,08	0,41	0,14	0,28	1,45	0,48
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	14,12	13,56	0	0	0	0,56	3,97	1,32
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,08	0,12	0,04	50,00	16,67	0	0	0
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,04	1,12	0,08	7,69	2,56	0	0	0
<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,8	0,76	0	0	0	0,04	5,00	1,67

Conclusão.

Nome científico	N/ha.	N/ha.	Ingresso			Mortalidade		
			ing/ha.	Taxa	Taxa	mort/ha.	Taxa	Taxa
				ing%	ing%		mort%	mort%
	2002	2005	02/05	02/05	02/05	02/05	02/05	02/05
<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,2	0,24	0,04	20,00	6,67	0	0	0
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	2,24	1,8	0	0	0	0,44	19,64	6,55
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,6	0,68	0,08	13,33	4,44	0	0	0
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) Dietrich	13,24	11,96	0,72	5,44	1,81	2,00	15,11	5,04
<i>Psidium</i> sp	1,08	1,2	0,12	11,11	3,70	0	0	0
<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	5,28	5,12	0,24	4,55	1,52	0,40	7,58	2,53
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,24	0,28	0,04	16,67	5,56	0	0	0
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	1	0,84	0	0	0	0,16	16,00	5,33
Rubiaceae	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,12	0,28	0,16	133,33	44,44	0	0	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1,12	1,2	0,08	7,14	2,38	0	0	0
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	1,24	1,12	0	0	0	0,12	9,68	3,23
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,2	0,24	0,04	20,00	6,67	0	0	0
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	4,96	4,64	0,04	0,81	0,27	0,36	7,26	2,42
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,36	0,44	0,08	22,22	7,41	0	0	0
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,04	0,08	0,04	100,00	33,33	0	0	0
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	6,4	5,56	0,08	1,25	0,42	0,92	14,38	4,79
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	18	18,12	0,56	3,11	1,04	0,44	2,44	0,81
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,04	0,04	0,04	100,00	33,33	0,04	100,00	33,33
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.)Benth. St.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	2,08	2,08	0,2	9,62	3,21	0,20	9,62	3,21
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	4,32	3,28	0,2	4,63	1,54	1,24	28,70	9,57
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,72	0,76	0,04	5,56	1,85	0	0	0
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,4	0,44	0,04	10,00	3,33	0	0	0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,36	1,32	0	0	0	0,04	2,94	0,98
<b>Total</b>	<b>580,72</b>	<b>572</b>	<b>24,52</b>	<b>4,22</b>	<b>1,41</b>	<b>33,24</b>	<b>5,72</b>	<b>1,91</b>



Analisando-se a Tabela 17 percebe-se que o número de árvores mortas foi superior ao número de árvores ingressas sendo 33,24 e 24,52 árv/ha respectivamente, ou seja, exatamente a diferença entre o número de árvores por hectare médio de 580,72 árv/ha em 2002 e 572 árv/ha em 2005. Com relação às espécies, a que apresentou maior ingresso de indivíduos no período foi a *Coussarea contracta*, com 3,32 árv/ha, seguido de *Ilex paraguariensis* e *Myrciaria floribunda*, com respectivamente, 2,08 e 1,8 árv/ha, porém estas espécies não possuem as maiores taxas de ingresso anual, ou seja, proporcionalmente ao número inicial de indivíduos *Myrsine coriacea* teve um ganho anual em 66,67% do número de indivíduos iniciais, seguido de *Myrcia lajeana* e *Rudgea jasminoides* com respectivamente, 50 e 44,44%. Para sua totalidade, a floresta apresentou uma taxa anual média de ingresso de 1,41% no período 2002-2005.

Quando se observa as espécies com maior mortalidade, constata-se que *Ilex paraguariensis* apresentou a maior perda de indivíduos, ou seja, neste período de três anos, 6,32 árv/ha da espécie morreram, seguidos de 3,16 árv/ha de *Casearia decandra* e 2,28 árv/ha de *Myrsine umbellata*, porém, quando se refere às taxas médias anuais de mortalidade, a espécie com maior perda, proporcionalmente ao seu número inicial de indivíduos, foi *Symplocos tenuifolia* em que morreram todos os indivíduos que existiam em 2002 (33,33% de taxa anual), porém, esta espécie apresentou uma taxa de ingresso também de 33,33% anual, ou seja, a espécie conseguiu recuperar o número inicial de indivíduos. Outro aspecto a ser ressaltado é de que a maior taxa de mortalidade foi observada, para as árvores que não foram identificadas ainda quando estavam vivas, desta forma as taxas de mortalidade anual destes indivíduos foi de 28,99%. Ainda é de relevância ressaltar que a espécie *Ilex paraguariensis* esteve entre as maiores espécies em termos de ganho e perda de indivíduos, porém neste período de 3 anos a espécie obteve maior perda de indivíduos tendo um balanço negativo de 4,24 indivíduos. Desta forma, para sua totalidade, a floresta teve uma taxa anual média de 1,91% de mortalidade no período 2002-2005.

Na Tabela 18 estão descritas as taxas de ingresso e mortalidade, para o período 2005-2008.

Tabela 18 - Taxas de mortalidade e ingresso no período 2005-2008

Nome científico	Continua...							
	N/ha. 2005	N/ha. 2008	Ingresso			Mortalidade		
			ing/ha. 05/08	Taxa ing % 05/08	Taxa ing % anual 05/08	mort/ha. 05/08	Taxa mort % 05/08	Taxa mort % anual 05/08
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	0,24	0,24	0	0	0	0	0	0
<i>Aeschrion crenata</i> Vell.	2,2	2,4	0,24	10,91	3,64	0,04	1,82	0,61
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby et J. Grimes	0,28	0,28	0	0	0	0	0	0
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	5,8	6,28	0,76	13,10	4,37	0,28	4,83	1,61
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1,08	1	0	0	0	0,08	7,41	2,47
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	42,16	42,32	0,4	0,95	0,32	0,24	0,57	0,19
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,24	0,24	0	0	0	0	0	0
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	0,56	0,56	0	0	0	0	0	0
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	6,32	6,48	0,24	3,80	1,27	0,08	1,27	0,42
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	13,48	12,68	0,2	1,48	0,49	1,00	7,42	2,47
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	34,28	33,6	1,32	3,85	1,28	2,00	5,83	1,94
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brigue	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	1,24	1,76	0,56	45,16	15,05	0,04	3,23	1,08
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	5	4,96	0,08	1,60	0,53	0,12	2,40	0,80
<i>Casearia</i> sp.	0,56	0,36	0	0	0	0,20	35,71	11,90
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	13,16	14,24	1,52	11,55	3,85	0,44	3,34	1,11
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	0,76	0,76	0	0	0	0	0	0
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	15,16	15,12	0,12	0,79	0,26	0,16	1,06	0,35
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	3,92	3,92	0,04	1,02	0,34	0,04	1,02	0,34
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	1,24	1,28	0,04	3,23	1,08	0	0	0
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kostem.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm.	2,36	2,28	0,04	1,69	0,56	0,12	5,08	1,69
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees). Kosterm	0,36	0,36	0,04	11,11	3,70	0,04	11,11	3,70
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0,04	0	0	0	0	0,04	100,00	33,33
<i>Citrus</i> sp.	0,12	0,12	0	0	0	0	0	0
<i>Clethra scabra</i> Persoon	4,88	4,32	0,12	2,46	0,82	0,68	13,93	4,64
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	22,24	25,04	4,12	18,53	6,18	1,32	5,94	1,98
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,28	0,28	0	0	0	0	0	0
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1,84	1,96	0,12	6,52	2,17	0	0	0
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	9,76	9,44	0,2	2,05	0,68	0,52	5,33	1,78
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1,8	2,16	0,36	20,00	6,67	0	0	0
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	2,56	2,4	0,12	4,69	1,56	0,28	10,94	3,65
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	6,84	8,24	1,44	21,05	7,02	0,04	0,58	0,19
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	0,2	0,16	0	0	0	0,04	20,00	6,67
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,28	0,24	0	0	0	0,04	14,29	4,76
<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0

Continua...

Nome científico	N/ha. 2005	N/ha. 2008	Ingresso			Mortalidade		
			ing/ha. 05/08	Taxa ing% 05/08	Taxa ing% anual 05/08	mort/ha. 05/08	Taxa mort% 05/08	Taxa mort% anual 05/08
<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.	0,12	0,08	0	0	0	0,04	33,33	11,11
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,04	0	0	0	0	0,04	100,00	33,33
<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand	0	0,04	0,04	0	0	0	0	0
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1,36	1,24	0,04	2,94	0,98	0,16	11,76	3,92
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	1,32	1,28	0	0	0	0,04	3,03	1,01
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	56	53,36	1,12	2,00	0,67	3,76	6,71	2,24
<i>Ilex theezans</i> Mart.	12,16	11,44	0,32	2,63	0,88	1,04	8,55	2,85
<i>Inga virescens</i> Bent.	1,56	1,64	0,08	5,13	1,71	0	0	0
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	3,24	3,2	0	0	0	0,04	1,23	0,41
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	0,92	0,88	0	0	0	0,04	4,35	1,45
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	0,16	0,16	0	0	0	0	0	0
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1,12	0,88	0	0	0	0,24	21,43	7,14
<i>Lonchocarpus</i> sp	0	0,04	0,04	0	0	0	0	0
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0,64	0,6	0	0	0	0,04	6,25	2,08
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	2,8	2,8	0,04	1,43	0,48	0,04	1,43	0,48
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	17,12	15,8	0	0	0	1,32	7,71	2,57
<i>Maytenus grandiflora</i> Reissek	0,04	0,16	0,12	300,00	100,00	0	0	0
<i>Maytenus ilicifolia</i> Martius ex Reissek	0,28	0,24	0	0	0	0,04	14,29	4,76
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	0,56	0,44	0	0	0	0,12	21,43	7,14
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	0	0,04	0,04	0	0	0	0	0
<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	4,8	4,88	0,28	5,83	1,94	0,20	4,17	1,39
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0,16	0,2	0,04	25,00	8,33	0	0	0
<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	10,08	11,36	1,64	16,27	5,42	0,36	3,57	1,19
<i>Myrcia lajeana</i> D. Legrand	0,2	0,4	0,2	100,00	33,33	0	0	0
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	8,68	8,72	0,92	10,60	3,53	0,88	10,14	3,38
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg.	0	0,04	0,04	0	0	0	0	0
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	7,76	8,96	1,52	19,59	6,53	0,32	4,12	1,37
<i>Myrciaria trunciflora</i> Berg	1,48	1,48	0	0	0	0	0	0
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0,12	0,16	0,04	33,33	11,11	0	0	0
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0,32	0,36	0,08	25,00	8,33	0,04	12,50	4,17
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	21,76	19,44	0,28	1,29	0,43	2,60	11,95	3,98
N.I. Morta	0,4	0,04	0	0	0	0,36	90,00	30,00
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & C. Mart. ex Nees	36,76	35,4	0,28	0,76	0,25	1,64	4,46	1,49
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	17,4	17,72	0,8	4,60	1,53	0,48	2,76	0,92
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1,56	2,08	0,68	43,59	14,53	0,16	10,26	3,42
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	9	8,88	0	0	0	0,12	1,33	0,44
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	0,64	0,64	0	0	0	0	0	0
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	52,4	52,6	0,92	1,76	0,59	0,72	1,37	0,46
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	19,16	19,2	0,12	0,63	0,21	0,08	0,42	0,14
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	13,56	13,16	0,04	0,29	0,10	0,44	3,24	1,08
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	0,12	0,08	0	0	0	0,04	33,33	11,11

## Conclusão.

Nome científico	N/ha.	N/ha.	Ingresso			Mortalidade		
			ing/ha.	Taxa ing%	Taxa ing% anual	mort/ha.	Taxa mort%	Taxa mort% anual
	2005	2008	05/08	05/08	05/08	05/08	05/08	05/08
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,12	1,2	0,08	7,14	2,38	0	0	0
<i>Persea pyrifolia</i> Nees	0,76	0,76	0	0	0	0	0	0
<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	0,24	0,24	0	0	0	0	0	0
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusen ex Malme	1,8	1,64	0	0	0	0,16	8,89	2,96
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	0,68	0,64	0	0	0	0,04	5,88	1,96
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) Dietrich	11,96	10,92	0,52	4,35	1,45	1,56	13,04	4,35
<i>Psidium</i> sp	1,2	1,2	0	0	0	0	0	0
<i>Psychotria vellosiana</i> Berg.	5,12	5,4	0,52	10,16	3,39	0,24	4,69	1,56
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil & Tul.) Mart	0,28	0,28	0	0	0	0	0	0
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Rollinia sylvatica</i> (St. Hil.) Mart.	0,08	0,12	0,04	50,00	16,67	0	0	0
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	0,84	0,8	0	0	0	0,04	4,76	1,59
Rubiaceae	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	0,28	0,28	0	0	0	0	0	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1,2	1,12	0	0	0	0,08	6,67	2,22
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	1,12	0,96	0,04	3,57	1,19	0,20	17,86	5,95
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	0,24	0,28	0,04	16,67	5,56	0	0	0
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	4,64	4,4	0	0	0	0,24	5,17	1,72
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum pseudo-quina</i> A.St.Hil	0	0,12	0,12	0	0	0	0	0
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	0,44	0,36	0,04	9,09	3,03	0,12	27,27	9,09
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	5,56	4,68	0,08	1,44	0,48	0,96	17,27	5,76
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	18,12	17,84	0,04	0,22	0,07	0,32	1,77	0,59
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	0,04	0,04	0,04	100,00	33,33	0,04	100,00	33,33
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl.)Benth. St.	0	0,04	0,04	0	0	0	0	0
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	2,08	1,92	0,04	1,92	0,64	0,20	9,62	3,21
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	3,28	2,44	0	0	0	0,84	25,61	8,54
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	0	0,04	0,04	0	0	0	0	0
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	0,76	0,8	0,04	5,26	1,75	0	0	0
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	0,44	0,44	0,04	9,09	3,03	0,04	9,09	3,03
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,32	1,2	0,04	3,03	1,01	0,16	12,12	4,04
<b>Total</b>	<b>572</b>	<b>567,1</b>	<b>23,6</b>	<b>4,13</b>	<b>1,38</b>	<b>28,48</b>	<b>4,98</b>	<b>1,66</b>

No período 2005-2008, a floresta teve também, maior quantidade de árvores mortas (28,48 árv/ha) em relação à quantidade de árvores ingressas 23,6 árv/ha. Sendo assim, neste período, a floresta apresentou taxa de ingresso anual de 1,38% e de mortalidade de 1,66%. Para o período total de monitoramento, ou seja, 2002-2008, a taxa de mortalidade apresentou uma taxa anual média de 1,78% e 1,39 % para o ingresso. Na Figura 12, pode-se observar essa evolução. As espécies que apresentaram maior ingresso de indivíduos no período foram a *Coussarea contracta*, com 4,12 árv/ha seguido de *Myrcia hebeptala* com 1,64 e *Myrciaria floribunda* e *Casearia sylvestris* com 1,52 árv/ha cada. Já as maiores taxas de ingresso anual ocorreram nas seguintes espécies: *Maytenus grandiflora* com taxa anual de 100%, *Myrcia lajeana* e *Symplocos tenuifolia* com 33% cada e *Rollinia sylvatica* com 16,67%.

Com relação à mortalidade, da mesma forma que na medição anterior, a espécie com maior número de indivíduos mortos foi *Ilex paraguariensis* com 3,76 árv/ha, seguido de *Myrsine umbellata* e *Casearia decandra* com 2,6 e 2 árv/ha, respectivamente. Ao se analisar as espécies com maiores taxas anuais de mortalidade, *Citronella paniculata*, *Gochnatia polymorpha* e *Symplocos tenuifolia* apresentaram uma mortalidade anual de 33,33%. Porém, *Citronella paniculata*, *Gochnatia polymorpha*, que mostraram somente um indivíduo cada em 2005, passaram a não exibir nenhum indivíduo em 2008, e como o ingresso das espécies foi nulo, estas duas espécies provavelmente, não serão encontradas na próxima medição.

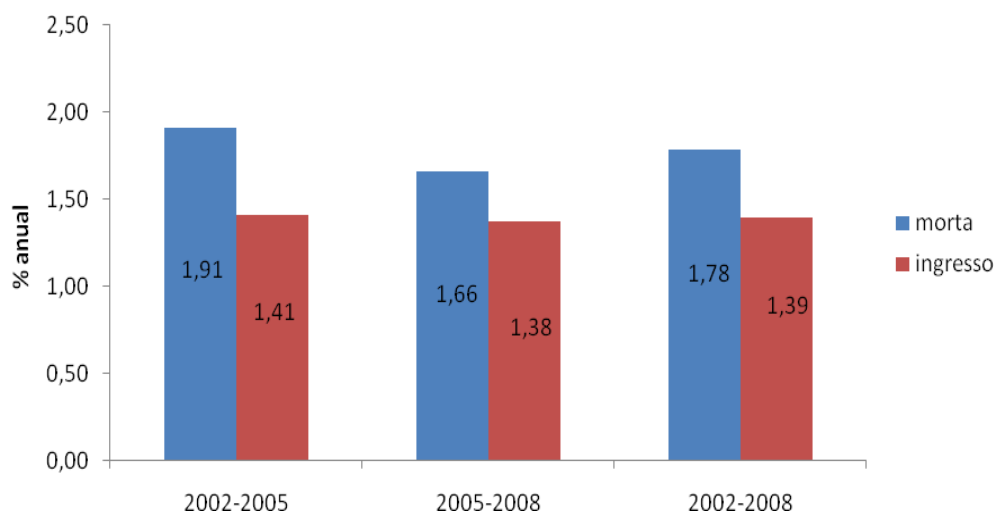


Figura 12 - Taxas anuais de mortalidade e ingresso nos períodos 2002-2005, 2005-2008 e 2002-2008.

Da mesma forma que em 2002-2005 as espécies *Coussarea contracta* e *Ilex paraguariensis* foram às espécies que apresentaram, respectivamente, maior número de indivíduos ingressos e a maior mortalidade, porém, em 2005-2008, *Coussarea contracta* teve, em comparação com a medição anterior, maior número de indivíduos ingressos, ou seja, 4,12 árv/ha contra 3,32. Em relação ao número de indivíduos mortos da espécie *Ilex paraguariensis*, observou-se diminuição da mortalidade, ou seja, 6,32 árv/ha no período 2002-2005, contra 3,76 árv/ha para o período de 2005-2008.

Em relação aos grupos ecológicos das espécies que apresentaram os maiores números de indivíduos ingressos e mortos e também as espécies que apresentaram as maiores taxas tanto de ingresso quanto de mortalidade podem ser visualizadas nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 - Grupos ecológicos das espécies de maior número de árvores e de maiores taxas de ingresso

Espécie	Grupo Sucessional
<i>Coussarea contracta</i>	Pioneira
<i>Ilex paraguariensis</i>	Clímax
<i>Myrcia hebeptala</i>	Secundária tardia
<i>Myrciaria floribunda</i>	Secundária tardia
<i>Casearia sylvestris</i>	Secundária inicial
<i>Myrcia lajeana</i>	Secundária inicial
<i>Maytenus grandiflora</i>	Secundária tardia
<i>Symplocos tenuifolia</i>	Secundária inicial
<i>Rollinia sylvatica</i>	Secundária inicial
<i>Myrsine coriacea</i>	Pioneira
<i>Rudgea jasminoides</i>	Secundária tardia

Tabela 20 - Grupos ecológicos das espécies de maior número de árvores e de maiores taxas de mortalidade

Espécie	Grupo Sucessional
<i>Ilex paraguariensis</i>	Clímax
<i>Casearia decandra</i>	Secundária inicial
<i>Myrsine umbellata</i>	Pioneira
<i>Symplocos tenuifolia</i>	Secundária inicial
<i>Citronella paniculata</i>	Clímax
<i>Gochnatia polymorpha</i>	secundária inicial

Nas Tabelas 19 e 20, observa-se que os grupos ecológicos das espécies que apresentaram as maiores taxas de ingresso e mortalidade, são em sua maioria pioneiras e secundárias iniciais, sendo poucas espécies secundárias tardias e clímax. Indicando assim que tanto na mortalidade quanto no ingresso estes grupos retratam as maiores taxas, demonstrando uma possível competição nestes grupos. Este aspecto pode explicar o fato de tanto a mortalidade quanto o ingresso ocorrerem nas menores classes de DAP confirmando assim a competição acentuada dos indivíduos nas menores classes de tamanho.

No que diz respeito à mortalidade, na Figura 13, pode-se observar a distribuição do número de árvores mortas por classe de DAP, indicando que 64,8% dos indivíduos mortos são da menor classe de DAP, 22,36 da segunda menor e 7,89% da terceira menor classe. Já em relação ao ingresso, 99,75% das árvores ingressas estão na menor classe de DAP e as demais na segunda menor classe.

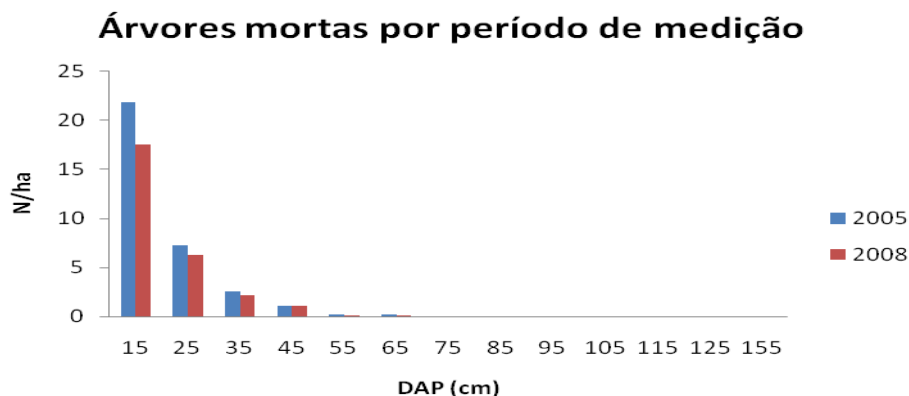


Figura 13 - Número de árvores mortas por hectare por classe diamétrica.

Este maior número de árvores mortas em relação ao número de árvores ingressas pode estar atribuído a uma fase cíclica que a floresta esteja passando ou devido a maior competição das árvores, principalmente nas menores classes de diâmetro que representam maiores taxas de mortalidade.

Ao se analisar vários trabalhos desenvolvidos na Floresta Ombrófila Mista, observam-se que as taxas de ingresso e mortalidade (Tabela 21) assemelham-se aos valores encontrados neste estudo.

Tabela 21 - Taxas de Ingresso, mortalidade e limite de inclusão dos indivíduos encontrados por outros pesquisadores da área.

Taxas	Autores						
	1	2	3	4	5	6	7
limite de inclusão (cm)	10	20	10	10	10	10	10
taxa de mortalidade (% anual)	1,84	1,15	0,21	1,49	7,4	1,01	1,9
taxa de ingresso (% anual)	5,03	1,31	1,62	3,5	3,05	5,58	2,87

1-BARTH FILHO (2002) – General Carneiro –PR; 2-SCHAAF (2001) - São João do Triunfo – PR; 3-DURIGAN (1999) - São João do Triunfo – PR; 4-PIZATTO (1999) - São João do Triunfo – PR; 5-MOSCOVICH (2006) - Nova Prata – RS; 6-SANQUETTA *et al.*(2003) - General Carneiro – PR; 7-SANQUETTA *et al.*(2003) - São João do Triunfo - PR

Observa-se, que MOSCOVICH (2006), também encontrou taxas de mortalidade superiores às de ingresso. Os valores mais próximos aos encontrados nestes estudos, foram, respectivamente, para as taxas de ingresso, nos trabalhos de SCHAAF (2001), e DURIGAN (1999) e para as taxas de mortalidade, nos trabalhos de BARTH FILHO (2002), PIZATTO (1999), SCHAAF (2001) e SANQUETTA *et al.*(2003), todos para a região de São João do Triunfo.

### 5.3. Ajuste de modelos de incremento, ingresso e mortalidade

#### 5.3.1. Modelagem do incremento em diâmetro

Nas Tabelas 7, 8 e 9, pôde-se observar a grande variabilidade dos incrementos em diâmetro de cada espécie, por meio da estatística coeficiente de variação, o que dificultou sobremaneira, a modelagem destes incrementos, gerando estimativas pouco precisas.

Desta forma, na tentativa de minimizar a variabilidade, os dados foram estratificados e os modelos foram separados em dois grupos, como segue:

- 1) *Araucaria angustifolia*
- 2) Espécies folhosas

Para cada grupo, os dados foram ainda estratificados por:

- a) Classes de qualidade da copa (1,2 e 3)
- b) Classes de posição no estrato vertical (1,2 e 3)
- c) Classes de estado fitossanitário (1, 2 e 3)



- d) Classes de qualidade do fuste (1, 2 e 3)
- e) Cada classes de DAP (cm)
- f) Dados Médios para classes de DAP (cm)

### 5.3.1.1 Modelagem do incremento para *Araucaria angustifolia*

Nas Tabelas de 22 a 28 estão descritos os resultados da modelagem do incremento da araucária. No ajuste “médio” utilizaram-se para os ajustes os incrementos médios por classe de diâmetro dos períodos 2002 a 2008. Nos demais ajustes foram utilizados os incrementos periódicos anuais dos períodos 2002 a 2005, 2005 a 2008 e 2002 a 2008.

Em alguns ajustes a estatística  $R^2$  ajustado apresenta valores negativos, isto ocorre pelo fato do  $R^2$  sem ser ajustado ser muito baixo e quando realizam os cálculos do  $R^2$  ajustado este fica com valores negativos. Para GUJARATI (2000), isto pode ocorrer quando o  $R^2$  é muito próximo de zero sendo que, o autor sugere que os valores de  $R^2$  ajustados negativos sejam substituídos por zero. Portanto nas Tabelas 22 a 28 quando os valores de  $R^2$  ajustado forem iguais a zero, é que foi adotada a sugestão de GUJARATI (2000).

- **Ajuste para dados sem estratificação**

Na Tabela 22 estão os resultados dos ajustes realizados para a araucária sem estratificação.

Tabela 22 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária sem estratificação

Número de observações	Estatísticas	Modelo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3117	Syx%	65,65	65,94	65,97	65,25	186,39	65,68	65,68	67,20	68,11	67,52
	$R^2$	0,1090	0,1012	0,1003	0,1199	0,1084	0,1083	0,1080	0,0663	0,0407	0,0574
	$R^2$ ajustado	0,1084	0,1007	0,0997	0,1194	0,1084	0,1077	0,1077	0,0660	0,0404	0,0567
	$\beta_0$	0,0466	0,0070	0,4233	0,0078	0,0426	0,5629	-0,4008	0,2855	0,3807	-1,1111
	$\beta_1$	0,0170	0,4572	0,1187	1,4280	0,0041	0,2226	-13,1429	0,0039	0,0003	0,0073
	$\beta_2$	-0,0001	0,6061	-0,4581	-0,0269	-----	0,2226	-----	-----	-----	-----

Na Tabela 22, observa-se que para o ajuste realizado com todos os dados (sem estratificação), o **modelo 4** foi o que apresentou melhor  $R^2$  ajustado igual a 0,1194 e erro padrão da estimativa de 65,25%. Pode-se observar que no que se refere a erro padrão os ajustes variaram de 65,25% (modelo 4) a 186,39% (modelo 5) e no que se refere ao  $R^2$  ajustado os resultados variaram de 0,1194 (modelo 4) a 0,0404 (modelo 9). Estes baixos ajustes podem ser explicados pela grande variabilidade ocorrida entre os incrementos que foram modelados. A distribuição gráfica dos resíduos do melhor ajuste (modelo 4) pode ser observada na Figura 14 em que os erros foram relativamente altos, mas a distribuição dos resíduos não apresenta tendências.

- **Ajuste por classes de qualidade da copa**

Na Tabela 23 estão resultados dos ajustes realizados para a araucária com dados estratificados por classe de qualidade de copa.

Tabela 23 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de copa.

Estatísticas	Modelo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Copa 1 (72 observações)</b>										
Syx%	87,29	87,33	87,32	87,33	-----	87,25	86,71	86,72	86,72	86,72
R <sup>2</sup>	0,0012	0,0002	0,0006	0,0004	-----	0,0021	0,0001	0,00007	0,000001	0,00008
R <sup>2</sup> ajustado	0	0	0	0	-----	0	0	0	0	0
$\beta_0$	0,2041	0,2056	1,1257	0,1291	-----	0,1823	-1,7012	0,1786	0,1764	-1,7213
$\beta_1$	-0,0023	-0,0146	0,3428	0,1553	-----	0,4847	-0,5326	-0,0001	0,000001	-0,00073
$\beta_2$	0,00003	-0,0362	0,3628	-0,0068	-----	0,4847	-----	-----	-----	-----
<b>Copa 2 (810 observações)</b>										
Syx%	82,13	82,26	82,17	82,06	82,13	82,13	82,05	82,94	83,95	83,42
R <sup>2</sup>	0,0812	0,0783	0,0803	0,0829	0,0800	0,0813	0,0819	0,0618	0,0388	0,0510
R <sup>2</sup> ajustado	0,0789	0,0760	0,0780	0,0806	0,0789	0,0790	0,0807	0,0606	0,0376	0,0498
$B_0$	0,0440	0,0199	0,3947	0,0168	0,0356	0,4953	-0,5551	0,1794	0,2648	-1,4852
$B_1$	0,0159	0,1948	0,1106	1,1123	0,0068	0,2197	-12,257	0,0056	0,00006	0,0127
$B_2$	-0,0001	0,6331	-0,4741	-0,0212	-----	0,2197	-----	-----	-----	-----
<b>Copa 3 (2232 observações)</b>										
Syx%	63,65	63,73	63,72	63,42	63,53	63,58	63,70	63,85	63,86	63,85
R <sup>2</sup>	0,0071	0,0046	0,0047	0,0141	0,0105	0,0094	0,0051	0,0003	0,000001	0,0003
R <sup>2</sup> ajustado	0,0063	0,0037	0,0038	0,0132	0,0101	0,0085	0,0047	0	0	0
$B_0$	0,3155	0,0552	0,7118	0,0341	0,0518	0,5294	-0,5647	0,4960	0,5128	-0,6983
$B_1$	0,0080	0,2929	-0,0387	0,9619	0,0104	0,2991	-4,4959	0,0003	0,000001	0,0006
$B_2$	-0,0001	0,2598	-0,6047	-0,0198	-----	0,2991	-----	-----	-----	-----

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

Para a estratificação referente às classes de qualidade de copa, apenas para a classe de qualidade 3, obteve-se ganho no ajuste, por meio do **modelo 4**, que foi selecionado como o mais adequado, demonstrando,  $R^2$  ajustado de 0,0132 e erro padrão de 63,42%. Para as classes de qualidade 1 e 2, os melhores ajustes foram obtidos com o **modelo 7**, apresentando respectivamente,  $R^2$  ajustado de 0 e erro padrão de 86,71% e  $R^2$  ajustado de 0,0807 e erro padrão de 82,05%.

Nestas classes de estratificações, os melhores desempenhos dos modelos testados no que se refere ao erro padrão, encontram-se na classe 3 em que esta estatística variou de 63,42% (modelo 4) a 63,85% (modelo 10). Quanto ao  $R^2$  ajustado os melhores resultados foram nas classes de qualidade 2 em que a estatística variou de 0,0376 (modelo 9) a 0,0807 (modelo 7). Já as piores estatísticas se encontram na classe de qualidade 1 em que analisando-se o  $R^2$  ajustado, em todos os ajustes que convergiram foram apresentados valores negativos, devido ao fato do  $R^2$  ser muito baixo.

A distribuição gráfica dos resíduos dos melhores ajustes da classe de qualidade de copa, encontram-se na Figura 14, constatando-se que os resíduos não apresentaram tendência.

- **Ajuste por classes de posição vertical**

Na Tabela 24 estão os dados dos ajustes realizados para a araucária estratificados por classes de posição vertical.

Como os dados para o ajuste da classe 1 eram muito poucos, estes foram associados com os da classe 2 para efeito da modelagem. Para a estratificação por classe de estrato vertical, observou-se, para o estrato 3, a seleção do **modelo 4**, apresentando  $R^2$  ajustado de 0,0199 e erro padrão de 64,44%. Já para o estrato 1 e 2 as melhores estatísticas foram do **modelo 7**, com o maior  $R^2$  ajustado (0,0317) e do **modelo 8** que chegou ao menor erro padrão (71,18%). Nestas estratificações por classes de estrato vertical, os melhores resultados de erro padrão se encontram na classe 3 pois a estatística variou de 64,44% (modelo 4) e 65,08% (modelo 9). Na classe 1,2 observaram-se os maiores  $R^2$  ajustados pois, teve-se uma amplitude de 0,0299 (modelo 6) e 0,0317 (modelo 8). A distribuição gráfica dos resíduos encontra-se na Figura 14.

Tabela 24 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de posição vertical.

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Syx%</b>	84,14	84,1	84,10	84,11	84,14	84,17	84,08	71,19	84,34	84,18	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,0336	0,0345	0,0345	0,0344	0,0323	0,0330	0,0336	0,0332	0,0276	0,0313	
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0306	0,0315	0,0315	0,0314	0,0308	0,0300	0,0321	0,0317	0,0261	0,0298	
<b>Estrato 1, 2 (648 observações)</b>	<b>B<sub>0</sub></b>	0,1309	0,0774	0,9938	0,0741	0,0325	0,3635	-0,8731	0,1495	0,2150	-1,7105
	<b>B<sub>1</sub></b>	0,0071	-0,0162	0,1410	0,4121	0,0064	0,2612	-8,6482	0,0055	0,0001	0,0171
	<b>β<sub>2</sub></b>	-0,00003	0,4282	0,0746	0,0016	-----	0,2612	-----	-----	-----	-----
	<b>Syx%</b>	64,7	64,78	64,80	64,45	64,54	64,61	64,74	65,03	65,09	65,04
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,0129	0,0105	0,0098	0,0208	0,0174	0,0159	0,0114	0,0025	0,0007	0,0023
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0121	0,0097	0,0090	0,0200	0,0170	0,0151	0,0110	0,0021	0,0003	0,0019
<b>Estrato 3 (2469 observações)</b>	<b>β<sub>0</sub></b>	0,2632	0,0377	0,6396	0,0281	0,0509	0,5286	-0,5409	0,4595	0,4907	-0,7672
	<b>β<sub>1</sub></b>	0,0097	0,3265	-0,0090	1,0241	0,0103	0,2852	-6,0527	0,0009	0,000001	0,0017
	<b>β<sub>2</sub></b>	-0,00009	0,3186	-0,5770	-0,02092	-----	0,28516	-----	-----	-----	-----

- **Ajuste por classes de estado fitossanitário**

Na Tabela 25 estão os resultados dos ajustes realizados para a araucária estratificados por classes de estado fitossanitário.

Na estratificação da fitossanidade, observaram-se os melhores coeficientes de determinação, quando comparado aos demais ajustes, sendo que na classe 3, o **modelo 4** apresentou um R<sup>2</sup> ajustado de 0,1053 e um erro padrão de 67,41%. Na classe 2 o **modelo 2** apresentou um R<sup>2</sup> ajustado de 0,1970 e um erro padrão de 74,47%. Na classe 1 o melhor ajuste foi do **modelo 2** que apresentou um R<sup>2</sup> ajustado de 0,2761 e um erro padrão de 78,19%. Desta forma na estratificação pela fitossanidade os maiores coeficientes de determinação ocorreram na classe 1, já os menores erros padrões ocorreram na classe 3. Na Figura 14 pode-se observar que a distribuição gráfica dos resíduos para esta classe de estratificações se apresenta sem tendência.

Tabela 25- Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de estado fitossanitário.

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fitossanidade 1 (39 observações)	Syx%	81,77	78,19	82,16	80,20	81,02	82,01	81,36	81,12	82,22	82,25
	R <sup>2</sup>	0,2501	0,3142	0,2429	0,2786	0,2433	0,2457	0,2370	0,2415	0,2207	0,2201
	R <sup>2</sup> ajustado	0,2084	0,2761	0,2008	0,2385	0,2229	0,2038	0,2163	0,2210	0,1996	0,1991
	$\beta_0$	-0,0492	0,0233	0,9995	0	0,0153	0,9623	-0,1530	0,0568	0,1650	-1,8344
	$\beta_1$	0,0134	0,0975	0,5195	11,4847	0,0019	0,1043	-33,6935	0,0062	0,0001	0,0151
	$\beta_2$	-0,00007	0,6774	0,5059	-0,1495	-----	0,1043	-----	-----	-----	-----
Fitossanidade 2 (147 observações)	Syx%	74,50	74,47	74,89	74,67	74,53	74,75	74,78	75,02	76,34	75,86
	R <sup>2</sup>	0,2074	0,2080	0,1992	0,2039	0,2012	0,2020	0,1959	0,1908	0,1620	0,1725
	R <sup>2</sup> ajustado	0,1964	0,1970	0,1881	0,1928	0,1957	0,1909	0,1904	0,1852	0,1562	0,1668
	$\beta_0$	0,0123	0,0213	0,8536	0,0139	0,0290	0,6952	-0,2938	0,1547	0,2660	-1,4827
	$\beta_1$	0,0156	0,0948	0,1886	1,0877	0,0049	0,1617	-18,7127	0,0063	0,00007	0,0135
	$\beta_2$	-0,0001	0,7242	0,0647	-0,0127	-----	0,1617	-----	-----	-----	-----
Fitossanidade 3 (2931 observações)	Syx%	67,90	68,14	68,32	67,42	67,88	67,97	68,03	69,50	70,28	69,75
	R <sup>2</sup>	0,0925	0,0861	0,0813	0,1054	0,0927	0,0907	0,0889	0,0489	0,0274	0,0420
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0919	0,0855	0,0807	0,1048	0,0924	0,0901	0,0886	0,0486	0,0271	0,0417
	$\beta_0$	0,0539	0,0056	0,4422	0,0071	0,0450	0,5466	-0,4326	0,3033	0,3910	-1,0767
	$\beta_1$	0,0174	0,5183	0,1014	1,4959	0,0088	0,2339	-11,9794	0,0036	0,00003	0,007
	$\beta_2$	-0,0002	0,5961	-0,4778	-0,0301	-----	0,2339	-----	-----	-----	-----

- **Ajuste por classes de qualidade do fuste**

Na Tabela 26 estão os resultados dos ajustes realizados para a araucária estratificados por classes de qualidade de fuste.

Da mesma forma que nas classes de posição do estrato vertical, nas classes de qualidade de fuste os indivíduos das classes 1 e 2 foram unidos para a realização da modelagem. Isto ocorreu devido ao fato de existir poucos indivíduos na classe 1. Para a estratificação nas classes de qualidade de fuste, observou-se na classe 3, a seleção do **modelo 8** com erro padrão de 55,28% e R<sup>2</sup> ajustado de 0,0472. Já para a classe 1 e 2, o **modelo 7** apresentou as melhores estatísticas, com um R<sup>2</sup> ajustado de 0,1803 erro padrão de 70,50%. Da mesma forma que os demais ajustes, a distribuição gráfica dos resíduos encontra-se na Figura 14.

Tabela 26 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para a araucária estratificados por classes de qualidade de fuste.

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Syx%</b>	70,85	71,40	70,76	70,68	70,95	70,93	70,50	72,27	73,83	73,08	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,1761	0,1632	0,1782	0,1799	0,1699	0,1741	0,1803	0,1389	0,1011	0,1194	
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,1686	0,1555	0,1707	0,1724	0,1661	0,1665	0,1766	0,1349	0,0970	0,1154	
<b>Fuste 1, 2 (222 observações)</b>	<b><math>\beta_0</math></b>	0,0007	0,0405	0,3382	0,0097	0,0311	0,4764	-0,5890	0,1463	0,2218	-1,6627
	<b><math>\beta_1</math></b>	0,0172	0,0402	0,1291	1,3011	0,0058	0,2088	-13,3722	0,0054	0,0001	0,0144
	<b><math>\beta_2</math></b>	-0,0002	0,5752	-0,5095	-0,0259	-----	0,2088	-----	-----	-----	-----
<b>Syx%</b>	64,97	65,23	65,26	64,59	64,90	64,96	65,01	55,28	66,89	66,46	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,0839	0,0766	0,0757	0,0946	0,0855	0,0844	0,0826	0,0473	0,0280	0,0413	
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0832	0,0759	0,0750	0,0940	0,0852	0,0838	0,0823	0,0470	0,0277	0,0410	
<b>Fuste 3 (2895 observações)</b>	<b><math>\beta_0</math></b>	0,0729	0,0100	0,4481	0,0092	0,0442	0,5584	-0,4145	0,3167	0,4043	-1,0422
	<b><math>\beta_1</math></b>	0,0162	0,4221	0,1023	1,3800	0,0086	0,2301	-12,2649	0,0034	0,0000	0,0063
	<b><math>\beta_2</math></b>	-0,0001	0,5543	-0,4701	-0,0261	-----	0,2301	-----	-----	-----	-----

- **Ajuste para cada classe de DAP**

Na tentativa de melhorar os resultados dos ajustes, foi realizada a modelagem pra cada classe de DAP em que os resultados podem ser vistos na Tabela 27.

Quando o ajuste foi realizado por classes de diâmetro os resultados da classe 15 foram os piores, tanto no que diz respeito ao coeficiente de determinação ajustado, quanto no erro padrão, pois o **modelo 2**, que chegou ao melhor resultado, apresentou um R<sup>2</sup> ajustado de 0,0202 e erro padrão de 82,82%. Na classe 25, o melhor desempenho foi do **modelo 4**, com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0260 e erro padrão de 70,55%. Já para classe 35, o **modelo 2** teve o melhor desempenho apresentando um R<sup>2</sup> ajustado de 0,0259 e erro padrão de 61,13%.

Os melhores resultados nesta estratificação por classes de diâmetro ocorreram nas classes 45 a 75, sendo que os melhores desempenhos nestas classes foram do **modelo 7**, apresentando R<sup>2</sup> ajustado de 0,1970 e erro padrão de 52,13 %, na classe 45, R<sup>2</sup> ajustado de 0,0992 e erro padrão de 56,02% na classe 55, R<sup>2</sup> ajustado de 0,1235 e erro padrão de 59,45% na classe 65 e R<sup>2</sup> ajustado de 0,1487 e erro padrão de 54,02% na classe 75, porém na classe 75 o menor erro padrão foi do **modelo 8** com 32,93%, ou seja o menor resultado obtido até então.

Tabela 27 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento ajustados para a araucária estratificados para cada classe de DAP.

Continua...

		Modelo									
Estatísticas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Classe 15 (498 observações)	Syx%	83,09	82,83	83,21	83,1	83,14	83,21	83,12	83,17	83,22	83,2
	R <sup>2</sup>	0,0179	0,0242	0,0152	0,0178	0,0149	0,0151	0,0152	0,0142	0,013	0,0135
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0139	0,0202	0,0112	0,0138	0,0129	0,0112	0,0133	0,0122	0,009	0,0115
	$\beta_0$	-0,3162	0,0088	0,3978	0,0001	0,0335	0,3465	-0,9101	0,0948	0,1608	-2,0472
	$\beta_1$	0,0654	0,1473	0,0225	4,307	0,0068	0,2667	-8,5218	0,0087	0,0003	0,0368
	$\beta_2$	-0,0019	1,1292	-0,6046	-0,2502	-----	0,2667	-----	-----	-----	-----
Classe 25 (423 observações)	Syx%	70,87	71,16	71,09	70,55	71,26	-----	70,92	71,12	71,17	71,08
	R <sup>2</sup>	0,0219	0,0139	0,0157	0,0306	0,0088	-----	0,0183	0,0126	0,0113	0,0137
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0172	0,0092	0,011	0,026	0,0065	-----	0,0159	0,0103	0,009	0,0113
	$\beta_0$	2,2932	0,9137	5,4362	66970928	0,0934	-----	-1,9212	0,5939	0,4663	-0,2955
	$\beta_1$	-0,1567	0,0549	-0,8084	-8,5579	0,0248	-----	20,0125	-0,0104	-0,0002	-0,0324
	$\beta_2$	0,0031	-0,333	-0,8084	0,3355	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe 35 (453 observações)	Syx%	61,33	61,13	61,3	61,27	61,29	-----	61,2	61,27	61,27	61,26
	R <sup>2</sup>	0,0439	0,0501	0,0449	0,0458	0,0431	-----	0,0459	0,0439	0,0437	0,0442
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0397	0,0459	0,0407	0,0416	0,041	-----	0,0437	0,0418	0,0416	0,042
	$\beta_0$	1,3906	0,2133	72,7063	563256	0,1444	-----	-2,1068	1,2185	0,863	0,7338
	$\beta_1$	-0,032	0,2274	-1,42	-5,0351	0,0368	-----	46,4601	-0,0215	-0,0003	-0,043
	$\beta_2$	0,0002	0,1353	-1,4203	0,1108	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe 45 (537 observações)	Syx%	52,44	53,25	52,3	52,24	52,98	-----	52,13	52,79	52,93	52,38
	R <sup>2</sup>	0,1904	0,1653	0,195	0,1967	0,1721	-----	0,1985	0,1782	0,1739	0,191
	R <sup>2</sup> ajustado	0,1874	0,1621	0,192	0,1936	0,1706	-----	0,197	0,1766	0,1723	0,1895
	$\beta_0$	8,1287	0,3125	325988	34876281	0,2225	-----	-4,0925	2,4166	1,4748	2,9795
	$\beta_1$	-0,3099	0,4547	-3,5447	-5,2733	0,0557	-----	148,2027	-0,0434	-0,0005	-0,0839
	$\beta_2$	0,0031	-0,073	-3,5533	0,0425	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe 55 (408 observações)	Syx%	56,2	56,62	56,16	56,13	56,36	-----	56,02	56,29	56,34	56,15
	R <sup>2</sup>	0,0978	0,0844	0,0993	0,1003	0,0904	-----	0,1014	0,0927	0,0912	0,0972
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0934	0,0799	0,0949	0,0958	0,0882	-----	0,0992	0,0904	0,0889	0,095
	$\beta_0$	7,7834	0,2584	143314	15852042	0,1659	-----	-3,8139	2,0995	1,3073	2,4953
	$\beta_1$	-0,2437	0,2681	-3,1555	-4,7577	0,0392	-----	167,0879	-0,0296	-0,0003	-0,0593
	$\beta_2$	0,002	0,063	-41366	0,0312	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe 65 (399 observações)	Syx%	59,6	60,4	59,59	59,59	59,9	-----	59,46	59,82	59,88	59,57
	R <sup>2</sup>	0,1237	0,1001	0,1241	0,1241	0,1125	-----	0,1257	0,1151	0,1131	0,1222
	R <sup>2</sup> ajustado	0,1192	0,0956	0,1197	0,1197	0,1102	-----	0,1235	0,1129	0,1109	0,12
	$\beta_0$	12,0264	0,2794	11510984	12010170	0,1784	-----	-4,6939	2,6026	1,5602	3,4684
	$\beta_1$	-0,3322	0,3054	-4,0827	-4,1061	0,041	-----	254,0012	-0,0328	-0,0003	-0,0654
	$\beta_2$	0,0024	0,0255	-3256438	0,0009	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe 75 (258 observações)	Syx%	54,24	54,89	54,21	54,26	54,47	-----	54,03	32,93	54,45	54,14
	R <sup>2</sup>	0,1486	0,1282	0,1495	0,1479	0,1381	-----	0,152	0,1406	0,1387	0,1485
	R <sup>2</sup> ajustado	0,1419	0,1213	0,1428	0,1412	0,1347	-----	0,1487	0,1373	0,1353	0,1452
	$\beta_0$	13,4896	0,241	50591748	0,4977	0,1845	-----	-5,2035	3,0102	1,7742	4,0617
	$\beta_1$	-0,3233	0,3242	-4,2858	1,4539	0,0413	-----	331,7243	-0,0339	-0,0002	-0,0645
	$\beta_2$	0,002	0,0565	-5463759	-0,0848	-----	-----	-----	-----	-----	-----

		Modelo									
Estatísticas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Classe 85 (111 observações)	Syx%	63,76	65,34	63,96	63,79	64,10	-----	63,25	64,02	64,09	63,47
	R <sup>2</sup>	0,1340	0,0905	0,1287	0,1331	0,1166	-----	0,1399	0,1187	0,1169	0,1340
	R <sup>2</sup> ajustado	0,1180	0,0736	0,1125	0,1171	0,1085	-----	0,1320	0,1107	0,1088	0,1261
	$\beta_0$	35,4413	0,1816	60691543	0,3911	0,2236	-----	-9,1634	4,0966	2,2804	7,6327
	$\beta_1$	-0,8040	0,4443	-4,0796	2,5112	0,0493	-----	692,2340	-0,0437	-0,0003	-0,1018
	$\beta_2$	0,0046	0,0579	-0,1843	-0,1322	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe >90 (30 observações)	Syx%	54,45	56,21	57,16	56,39	56,12	57,15	56,23	56,12	56,00	56,00
	R <sup>2</sup>	0,1151	0,0570	0,0249	0,0509	0,0253	0,0253	0,0213	0,0254	0,0293	0,0295
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0496	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\beta_0$	14,2238	0,3512	0,9895	276000000	0,0061	1301,60	0,4869	0,0364	0,3174	-1,5181
	$\beta_1$	-0,2739	-0,0407	0,6735	-5,7872	-0,00004	0,0022	-94,5571	0,0059	0,00003	0,0105
	$\beta_2$	0,0014	0,1393	0,6649	0,0672	-----	0,0022	-----	-----	-----	-----

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

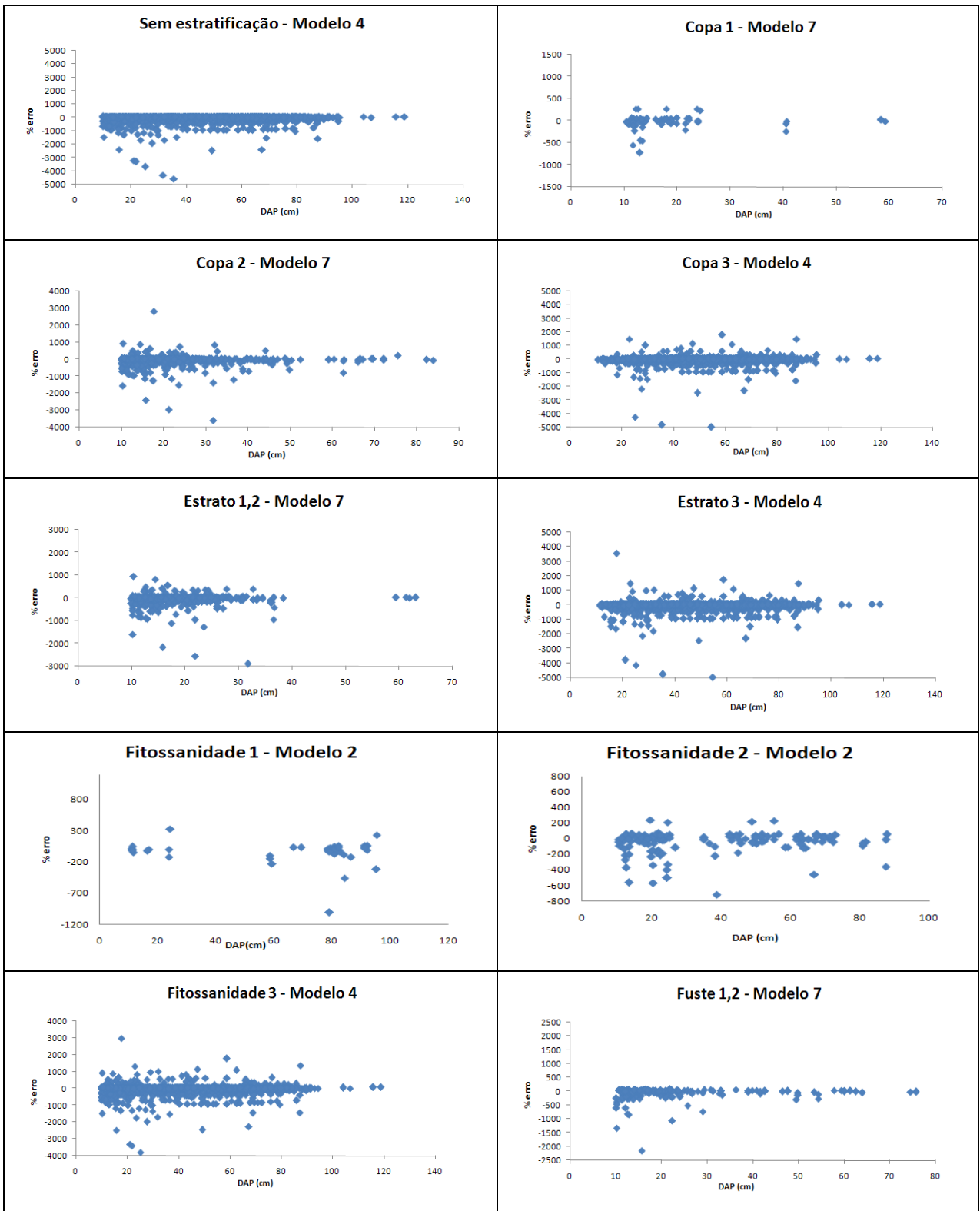
Também na classe 85 o melhor resultado foi do **modelo 7**, que apresentou um R<sup>2</sup> ajustado de 0,1319 e erro padrão de 63,25%. Já no ajuste das classes com indivíduos maiores que 90 cm de diâmetro o melhor resultado foi do **modelo 1** com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0495 e erro padrão de 54,45%.

Nas classes de 25 a 85, observou-se que o modelo 4, que na maioria dos casos apresentou os melhores resultados, neste caso, não convergiu. A distribuição gráfica dos resíduos dos melhores ajustes de cada classe de DAP também estão dispostos na Figura 14.

- **Análise das estratificações**

Os resultados das estratificações se mostram pouco eficientes, pois, os valores obtidos do coeficiente de determinação ajustado para os ajustes sem estratificação variaram de 0,040 a 0,1193 e ao estratificar os dados, os melhores resultados foram para a classe de estado fitossanitário 1 e 2 que apresentaram os maiores coeficientes de determinação ajustado, porém os menores valores do erro padrão foram encontrados na classe de fitossanidade 3. Apesar de alguns ganhos obtidos na estratificação dos dados estes se mostraram pouco eficientes de maneira geral.





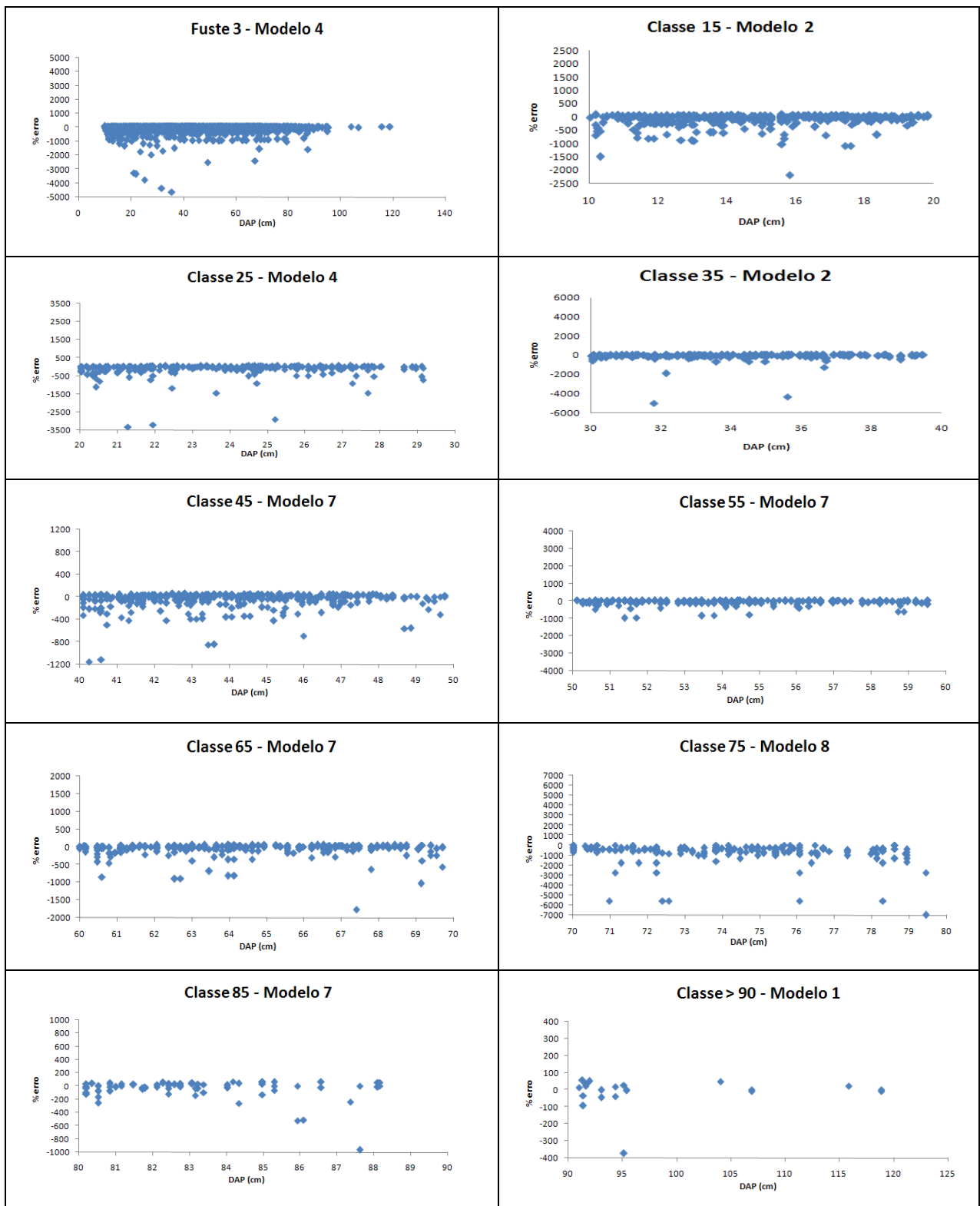


Figura 14 - Distribuição dos resíduos para os melhores ajustes para a araucária.

A grande variabilidade dos incrementos modelados pode ser observada na distribuição gráfica dos resíduos, chegando a casos com dispersão acima de 5000% em que, para quase todos os modelos ajustados, observou-se grande dispersão entre os valores estimados e observados, no entanto, não foi observada tendenciosidade nos valores.

- **Ajuste médio por classe de DAP**

Como os resultados não foram satisfatórios, realizaram-se ajustes dos modelos usando o incremento médio por classe de diâmetro, ou seja, os dados foram agrupados por classes diamétricas e o incremento médio de cada classe foi obtido e serviu de base para a modelagem. Assim, foram empregados incrementos periódicos anuais médios por classes de DAP do período 2002-2008 para a realização do ajuste. Os dados dos ajustes médios por classe de diâmetro encontram-se na Tabela 28.

Tabela 28 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento ajustados para a araucária com dados médios por classe de DAP.

Número de observações	Estatísticas	Modelo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Syx %	39,38	20,46	46,50	38,76	44,06	48,21	50,33	42,27	38,62	38,40
	R <sup>2</sup>	0,5780	0,8861	0,8796	0,9164	0,3961	0,3676	0,3106	0,4444	0,5361	0,5415
	R <sup>2</sup> ajustado	0,4575	0,8536	0,8452	0,8924	0,3207	0,1869	0,2244	0,3749	0,4781	0,4842
	$\beta_0$	0,3367	0,3807	1,0225	1,2187	0,0113	1,7905	-0,5624	0,1125	0,1979	-1,9640
	$\beta_1$	-0,0053	-0,1553	0,6659	-0,7373	0,0013	0,0589	-23,7320	0,0039	0,00003	0,0134
	$\beta_2$	0,0001	0,0919	0,6658	0,0258	-----	0,0589	-----	-----	-----	-----

O coeficiente de determinação ajustado variou de 0,1869 a 0,8924 e o erro padrão variou de 20,45% a 50,33%, obtendo como melhor desempenho o **modelo 2** com um R<sup>2</sup> ajustado de 0,8535 e um erro padrão de 20,45%.

ROSSI (2007) testou alguns destes modelos para o ajuste dos incrementos médios por classe de DAP e percebeu que os ajustes para a araucária de maneira geral apresentam melhores estatísticas do que os resultados obtidos no ajuste dos incrementos para todas as espécies. Este autor constatou que dos 168 casos testados, somente em 22 o erro padrão da estimativa foi

inferior a 15% e em apenas um caso foi inferior a 10%. Quanto ao coeficiente de determinação ajustado, houve variação de 0,00 a 0,87, ocorrendo 22 casos com valores superiores a 0,80. Neste trabalho, o autor modelou o incremento médio anual obtido em períodos de 1, 2, 3 e 4 anos de monitoramento, sendo que, os melhores ajustes, aconteceram com dados provenientes de períodos de monitoramento de 2 anos.

A distribuição gráfica dos resíduos dos melhores resultados para o ajuste do incremento médio por classe de diâmetro para a araucária está disponível na Figura 15.

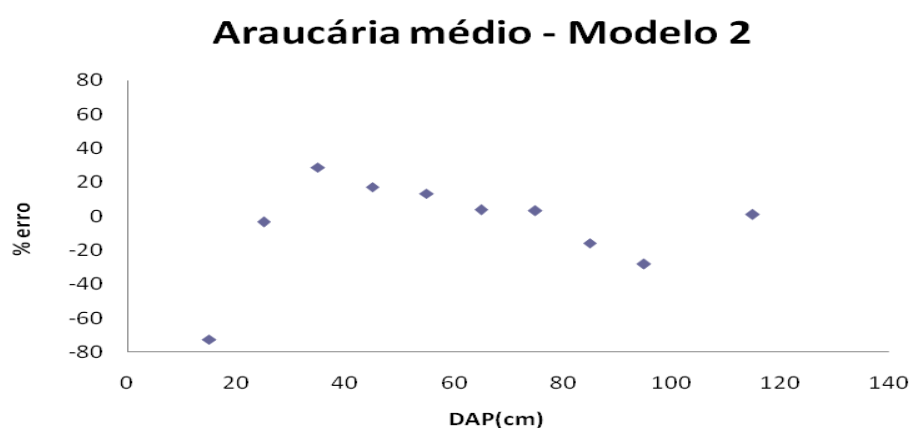


Figura 15 - Distribuição dos resíduos para o melhor resultado do ajuste médio

Quando se observa a Figura 15, que trata da distribuição dos resíduos do modelo ajustado para incrementos médios, observa-se que a percentagem de erro é menor em comparação com as demais estratificações e também percebe-se a maior tendenciosidade dos resíduos na classe de menor tamanho e na classe de maior tamanho.

### 5.3.1.2. Modelagem do incremento para as espécies folhosas

Nas Tabelas 29 a 35 estão descritos os resultados obtidos na modelagem do incremento das folhosas. Os critérios para a estratificação e para a obtenção dos incrementos foram os mesmos descritos para a araucária.

- **Ajuste para dados sem estratificação**

Na Tabela 29 estão os dados dos ajustes realizados para as folhosas sem estratificação.

Tabela 29 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento ajustados para as folhosas sem estratificação.

Número de observações	Estatísticas	Modelo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35874	Syx %	92,72	92,75	92,95	-----	58,74	92,99	93,02	92,74	93,20	93,00
	R <sup>2</sup>	0,0468	0,0462	0,0422	-----	0,0424	0,0412	0,0406	0,0464	0,0369	0,0411
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0468	0,0461	0,0421	-----	0,0423	0,0412	0,0405	0,0464	0,0369	0,0411
	$\beta_0$	0,1254	0,0549	0,6687	-----	0,0275	0,3648	-0,9312	0,1388	0,2026	-1,7392
	$\beta_1$	0,0058	0,0162	-0,0122	-----	0,0052	0,2353	-9,3094	0,0047	0,0001	0,0137
	$\beta_2$	-0,00002	0,4624	-0,3066	-----	-----	0,2353	-----	-----	-----	-----

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

Como esperado, os ajustes dos modelos de incremento para as folhosas foram piores que os ajustados para araucária, visto que a variabilidade dos incrementos é ainda maior por se tratar de várias espécies. Isto pode ser observado, quando se analisa os resultados descritos na Tabela 29. Para o ajuste de todos os dados, o **modelo 1** foi o que apresentou o melhor resultado, com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0467 e um erro padrão de estimativa de 92,71%, porém o **modelo 5** apresentou o menor erro padrão que foi de 58,74%. Também na modelagem das folhosas, o número de ajustes que não convergiram foi maior em relação a araucária. Na Figura 16 pode ser vista a distribuição gráfica dos resíduos do modelo 1.

- **Ajuste por classes de qualidade da copa**

Na Tabela 30 estão os resultados dos ajustes realizados para as folhosas estratificados por classes de qualidade de copa.

Ao contrário do que aconteceu para a araucária, ao estratificar os dados das folhosas, em classes de qualidade de copa, fuste, fitossanidade e estrato, os ajustes pioraram apresentando erros padrões maiores e coeficientes de determinação menores.

Tabela 30 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhas estratificados por classes de qualidade de copa.

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Copa 1 (861 observações)</b>	Syx%	134,48	134,23	134,46	134,46	-----	134,44	134,23	134,41	134,42	134,41
	R <sup>2</sup>	0,0007	0,0044	0,0010	0,0010	-----	0,0013	0,0010	0,0006	0,0004	0,0006
	R <sup>2</sup> ajustado	0	0	0	0	-----	0	0	0	0	0
	$\beta_0$	0,1187	0,0432	1,0669	0,0655	-----	0,1514	-1,8182	0,1328	0,1394	-2,0133
	$\beta_1$	0,0020	0,1494	0,5497	0,3643	-----	0,4484	-1,9461	0,0006	0,00001	0,0040
	$\beta_2$	0,0000	0,2484	0,5623	-0,0135	-----	0,4484	-----	-----	-----	-----
<b>Copa 2 (9287 observações)</b>	Syx%	105,27	105,25	105,14	105,39	105,2	105,14	105,15	105,35	105,51	105,39
	R <sup>2</sup>	0,0121	0,0124	0,0145	0,0098	0,0133	0,0145	0,0142	0,0105	0,0074	0,0096
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0119	0,0122	0,0143	0,0096	0,0131	0,0143	0,0141	0,0104	0,0073	0,0095
	$\beta_0$	0,0950	0,0595	0,3398	0,1393	0,0286	0,2274	-1,3148	0,1318	0,1639	-1,9407
	$\beta_1$	0,0064	0,0398	-0,0541	0,0132	0,0062	0,3164	-6,3047	0,0028	0,0000	0,0127
	$\beta_2$	-0,0001	0,3353	-0,7953	0,0121	-----	0,3164	-----	-----	-----	-----
<b>Copa 3 (25740 observações)</b>	Syx%	92,57	93,13	524,13	-----	92,91	92,95	92,95	92,58	92,95	92,76
	R <sup>2</sup>	0,0404	0,0390	0,0354	-----	0,0332	0,0324	0,0324	0,0401	0,0324	0,0364
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0403	0,0389	0,0353	-----	0,0332	0,0323	0,0323	0,0401	0,0324	0,0363
	$\beta_0$	0,1476	0,0724	0,8145	-----	0,0291	0,3643	-0,9306	0,1579	0,2196	-1,6582
	$\beta_1$	0,0051	-0,0018	-0,0020	-----	0,0056	0,2461	-8,4165	0,0043	0,0001	0,0125
	$\beta_2$	0,0000	0,4140	-0,1970	-----	-----	0,2461	-----	-----	-----	-----

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

Na classe 1 de qualidade de copa, foi selecionado o **modelo 2** que apresentou um erro padrão de 134,23% e R<sup>2</sup> ajustado de 0,0026. Na classe de qualidade 2, o **modelo 6** apresentou R<sup>2</sup> ajustado 0,0142 e erro padrão de 105,13% e na classe 3 o **modelo 1** apresentou R<sup>2</sup> ajustado de 0,0402 e erro padrão de 92,57%. Em que a distribuição gráfica resíduos dos melhores modelos encontram-se na Figura 16.

- **Ajuste por classes de posição vertical**

Na Tabela 31 estão os resultados dos ajustes realizados para as folhas estratificados por classes de posição vertical.

Na estratificação por estrato vertical, para a classe 1 foi selecionado o **modelo 5** com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0020 e erro padrão de 95,96%. Já para as classes 2 e 3 o melhor desempenho foi do

**modelo 1** com os  $R^2$  ajustados de 0,0094 e 0,0180 e erro padrão de 95,24 e 91,96% respectivamente. Diferentemente do que ocorreu na araucária e também nas demais estratificações em que a diferença dos ajustes dentre as classes de estratificação, nos ajustes que foram feitos para as classes de estrato vertical das folhosas, os valores obtidos nas estatísticas analisadas foram próximos pois, os melhores desempenhos de erro padrão variaram de 91,964% (modelo 1 classe 3) a 95,96% (modelo 5 na classe 1).

Tabela 31 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas estratificados por classes de posição no estrato vertical.

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Estrato 1</b> (3579 observações)	Syx%	95,97	96,02	96,06	-----	95,96	96,08	96,07	96,07	96,06	96,07
	$R^2$	0,0025	0,0014	0,0006	-----	0,0024	0,0003	0,0001	0,00004	0,0003	0,00003
	$R^2$ ajustado	0,0019	0,0009	0,0001	-----	0,0021	-0,0003	0	0	0	0
	$\beta_0$	0,1025	0,0663	0,4829	-----	0,0452	0,1884	-1,6488	0,1882	0,1888	-1,6722
	$\beta_1$	0,0106	0,1982	-0,2464	-----	0,0120	0,5543	-0,5622	-0,0003	0,0000	-0,0017
	$\beta_2$	-0,0003	0,1339	-1,0276	-----	-----	0,5543	-----	-----	-----	-----
<b>Estrato 2</b> (24000 observações)	Syx%	95,24	95,27	95,36	95,26	95,57	95,38	95,34	95,26	95,24	95,32
	$R^2$	0,0095	0,0088	0,0069	0,0091	0,0026	0,0066	0,0074	0,0091	0,0094	0,0078
	$R^2$ ajustado	0,0094	0,0087	0,0068	0,0090	0,0026	0,0065	0,0074	0,0091	0,0094	0,0078
	$\beta_0$	0,1789	0,1435	0,3925	0,2809	0,0320	0,2370	-1,3089	0,1591	0,1870	-1,8344
	$\beta_1$	0,0007	-0,0704	-0,0821	-0,2555	0,0070	0,3579	-4,3876	0,0026	0,0001	0,0151
	$\beta_2$	0,0000	0,2317	-0,8077	0,0228	-----	0,3579	-----	-----	-----	-----
<b>Estrato 3</b> (8295 observações)	Syx%	91,96	91,99	92,08	-----	92,24	92,16	92,11	91,97	92,14	92,02
	$R^2$	0,0183	0,0178	0,0158	-----	0,0122	0,0141	0,0151	0,0181	0,0145	0,0170
	$R^2$ ajustado	0,0181	0,0176	0,0156	-----	0,0121	0,0138	0,0150	0,0180	0,0143	0,0169
	$\beta_0$	0,2100	0,0972	0,3337	-----	0,0317	0,3888	-0,8300	0,2264	0,2859	-1,3868
	$\beta_1$	0,0040	0,0228	0,0701	-----	0,0061	0,2546	-8,2804	0,0031	0,00003	0,0080
	$\beta_2$	-0,00001	0,3217	-0,6957	-----	-----	0,2546	-----	-----	-----	-----

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

- **Ajuste por classes de estado fitossanitário**

Na Tabela 32 estão os resultados dos ajustes realizados para as folhosas estratificados por classes de estado fitossanitário.

Tabela 32 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhas estratificados por classes de estado fitossanitário.

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fitossanidade 1 (618 observações)	Syx%	150,05	150,77	151,36	150,14	151,76	152,03	151,71	150,87	150,33	150,55
	R <sup>2</sup>	0,0283	0,0189	0,0112	0,0272	0,0044	0,0025	0,0050	0,0160	0,0230	0,0202
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0251	0,0157	0,0080	0,0240	0,0028	-0,0008	0,0034	0,0144	0,0214	0,0186
	$\beta_0$	0,1891	0,1252	1,0433	0,6912	0,0146	0,1869	-1,6253	0,0904	0,1179	-2,3396
	$\beta_1$	-0,0052	-0,1343	0,3943	-0,8403	0,0026	0,2765	-5,6927	0,0024	0,00004	0,0170
	$\beta_2$	0,0001	0,2184	0,3942	0,0429	-----	0,2765	-----	-----	-----	-----
Fitossanidade 2 (4734 observações)	Syx%	109,09	109,26	109,26	109,11	109,6	109,63	109,58	109,11	109,22	109,14
	R <sup>2</sup>	0,0307	0,0277	0,0277	0,0304	0,0214	0,0211	0,0218	0,0302	0,0282	0,0295
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0303	0,0273	0,0273	0,0300	0,0212	0,0207	0,0216	0,0300	0,0280	0,0293
	$\beta_0$	0,1246	0,0483	1,0497	0,0927	0,0207	0,2690	-1,2318	0,1119	0,1596	-1,9888
	$\beta_1$	0,0025	0,0045	0,4383	0,1605	0,0038	0,2486	-8,3294	0,0035	0,0001	0,0139
	$\beta_2$	0,00002	0,4423	0,4382	0,0097	-----	0,2486	-----	-----	-----	-----
Fitossanidade 3 (30522 observações)	Syx%	93,98	94,00	94,20	-----	94,15	94,22	94,26	94,01	94,52	94,3
	R <sup>2</sup>	0,0474	0,0469	0,0430	-----	0,0438	0,0426	0,0417	0,0467	0,0364	0,0408
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0473	0,0468	0,0429	-----	0,0438	0,0425	0,0417	0,0466	0,0363	0,0408
	$\beta_0$	0,1224	0,0495	0,6207	-----	0,0282	0,3781	-0,8968	0,1404	0,2066	-1,7183
	$\beta_1$	0,0063	0,0351	-0,0050	-----	0,0053	0,2327	-9,5105	0,0048	0,0001	0,0138
	$\beta_2$	-0,00002	0,4735	-0,3416	-----	-----	0,2327	-----	-----	-----	-----

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

Para a estratificação por estado fitossanitário, na classe 3, o **modelo 1** apresentou R<sup>2</sup> ajustado 0,0472 e erro padrão de 93,98%. Já para a classe 2 as melhores estatísticas foram também do **modelo 1**, com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0306 e erro padrão de 109,08%. Também o **modelo 1** teve o melhor desempenho para a classe 1 apresentando R<sup>2</sup> ajustado de 0,0251 e um erro padrão de 150,04%. Também na Figura 16 pode-se observar a distribuição gráfica dos resíduos nestas classes de estratificações.

- **Ajuste por classes de qualidade de fuste**

Na Tabela 33 estão os resultados dos ajustes realizados para as folhas estratificados por classes de qualidade de fuste.



Tabela 33 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhosas estratificados por classes de qualidade de fuste.

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Fuste 1 (6843 observações)</b>											
Syx%	101,84	101,82	101,91	-----	101,94	101,9	101,89	101,89	102,41	102,14	
R <sup>2</sup>	0,0297	0,0302	0,0284	-----	0,0276	0,0286	0,0286	0,0286	0,0188	0,0240	
R <sup>2</sup> ajustado	0,0294	0,0299	0,0282	-----	0,0275	0,0283	0,0284	0,0285	0,0186	0,0238	
$\beta_0$	0,1116	0,0457	0,4382	-----	0,0264	0,3045	-1,0652	0,1310	0,1876	-1,8141	
$\beta_1$	0,0057	0,0470	-0,0227	-----	0,0051	0,2585	-8,5108	0,0041	0,0001	0,0127	
$\beta_2$	-0,00003	0,4450	-0,5659	-----	-----	0,2585	-----	-----	-----	-----	
<b>Fuste 2 (22668 observações)</b>											
Syx%	94,14	94,13	94,32	-----	94,25	94,3	94,34	94,17	94,59	94,4	
R <sup>2</sup>	0,0475	0,0476	0,0437	-----	0,0451	0,0442	0,0434	0,0467	0,0383	0,0422	
R <sup>2</sup> ajustado	0,0474	0,0475	0,0436	-----	0,0451	0,0441	0,0433	0,0467	0,0382	0,0421	
$\beta_0$	0,1137	0,0453	0,4320	-----	0,0276	0,3689	-0,9098	0,1344	0,1978	-1,7733	
$\beta_1$	0,0066	0,0439	0,0203	-----	0,0052	0,2321	-9,7977	0,0048	0,0001	0,0150	
$\beta_2$	-0,00003	0,4835	-0,5172	-----	-----	0,2321	-----	-----	-----	-----	
<b>Fuste 3 (6363 observações)</b>											
Syx%	100,16	100,45	100,76	-----	101,01	101,12	101,02	100,17	100,32	100,25	
R <sup>2</sup>	0,0352	0,0296	0,0236	-----	0,0185	0,0166	0,0185	0,0348	0,0320	0,0334	
R <sup>2</sup> ajustado	0,0349	0,0293	0,0233	-----	0,0184	0,0164	0,0183	0,0347	0,0319	0,0332	
$\beta_0$	0,1713	0,0763	0,8899	-----	0,0267	0,3432	-1,0417	0,1581	0,2151	-1,6734	
$\beta_1$	0,0029	-0,0042	-0,0131	-----	0,0049	0,2482	-6,8383	0,0039	0,0001	0,0117	
$\beta_2$	0,00001	0,3886	-0,1657	-----	-----	0,2554	-----	-----	-----	-----	

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

Já para as classes de qualidade de fuste, para a classe 3 o melhor desempenho foi do **modelo 1** com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0349 e erro padrão de 100,15%. Para as classe 1 e 2, o **modelo 2** foi mais eficiente, apresentando R<sup>2</sup> ajustado de 0,0298 e 0,0475 e erro padrão de 101,81 e 94,12% respectivamente. Percebe-se aqui que a classe de fuste 2 apresenta os melhores resultados em comparação com as demais classes de fuste. Também na Figura 16 está descrita a distribuição gráfica dos resíduos.

- **Ajuste para cada classe de DAP**

Na tentativa de melhorar os resultados dos ajustes, foi realizada a modelagem para cada classe de DAP em que os resultados podem ser vistos na Tabela 34.

Quanto ao ajuste que foi realizado para a estratificação por classes de diâmetro, teve-se nas classes de 15, 35, 45, 55, 65, 75 e em indivíduos com DAP maior que 80 cm melhoria dos resultados em relação ao ajuste feito para o total. Somente na classe 25 o ajuste foi pior do que o realizado com os dados sem estratificação.

Tabela 34 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhas estratificados para cada classes de DAP. Continua...

Estatísticas	Modelo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Classe 15</b> (21654 observações)	Syx%	90,09	90,09	90,11	90,09	90,1	90,11	90,1	90,09	90,09	90,09
	R <sup>2</sup>	0,0074	0,0073	0,0070	0,0073	0,0071	0,0070	0,0071	0,0074	0,0074	0,0074
	R <sup>2</sup> ajustado	0,0073	0,0072	0,0069	0,0072	0,0070	0,0070	0,0070	0,0073	0,0074	0,0073
	$\beta_0$	0,1653	0,0848	0,5427	0,0862	0,0371	0,2588	-1,1863	0,1232	0,1638	-1,9840
	$\beta_1$	-0,0002	-0,0146	-0,1027	0,2807	0,0085	0,3365	-5,5269	0,0057	0,0002	0,0277
	$\beta_2$	0,0002	0,3414	-0,5955	0,0085	-----	0,3365	-----	-----	-----	-----
	Syx%	98,79	98,82	98,84	98,82	98,83	-----	98,83	98,82	98,81	98,82
R <sup>2</sup>	0,0028	0,0022	0,0019	0,0023	0,0019	-----	0,0019	0,0021	0,0022	0,0022	
R <sup>2</sup> ajustado	0,0026	0,0019	0,0017	0,0020	0,0018	-----	0,0018	0,0020	0,0021	0,0020	
$\beta_0$	0,7065	0,1300	0,4554	0,3422	0,0299	-----	-1,0002	0,1524	0,2006	-1,7833	
$\beta_1$	-0,0415	-0,0257	-0,0073	-0,3244	0,0061	-----	-9,1482	0,0041	0,0001	0,0165	
$\beta_2$	0,0009	0,2189	-0,5164	0,0297	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
Syx%	88,03	88,04	88,04	88,05	88,03	-----	88,03	88,03	88,04	88,04	
R <sup>2</sup>	0,0040	0,0038	0,0037	0,0036	0,0037	-----	0,0037	0,0036	0,0035	0,0036	
R <sup>2</sup> ajustado	0,0034	0,0032	0,0031	0,0029	0,0033	-----	0,0034	0,0033	0,0032	0,0032	
$\beta_0$	-0,7757	0,0161	0,2700	0,0998	0,0201	-----	-0,5407	0,1081	0,2070	-1,8248	
$\beta_1$	0,0569	0,0218	0,1917	0,1890	0,0032	-----	-22,3818	0,0057	0,0001	0,0183	
$\beta_2$	-0,0007	0,8202	-0,4174	0,0128	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
Syx%	80,63	80,63	80,83	80,82	80,79	-----	80,8	80,79	80,78	80,78	
R <sup>2</sup>	0,0093	0,0092	0,0042	0,0046	0,0044	-----	0,0042	0,0045	0,0048	0,0047	
R <sup>2</sup> ajustado	0,0077	0,0077	0,0027	0,0030	0,0037	-----	0,0034	0,0037	0,0040	0,0039	
$\beta_0$	5,2269	0,7768	0,2912	0,0508	0,0114	-----	-0,2162	0,0514	0,1944	-1,9579	
$\beta_1$	-0,2254	-0,0763	0,2545	0,3676	0,0010	-----	-37,6358	0,0066	0,0001	0,0201	
$\beta_2$	0,0026	-0,1867	-0,2288	0,0117	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
Syx%	79,46	79,72	-----	79,61	79,55	-----	79,52	79,53	79,54	79,53	
R <sup>2</sup>	0,0068	0,0003	-----	0,0029	0,0025	-----	0,0033	0,0029	0,0027	0,0030	
R <sup>2</sup> ajustado	0,0027	-0,0038	-----	0	0,0005	-----	0,0012	0,0008	0,0006	0,0009	
$\beta_0$	9,1658	0,3543	-----	0,1906	0,0601	-----	-1,8542	0,7304	0,5584	-0,0416	
$\beta_1$	-0,3151	0,0205	-----	0,5374	0,0132	-----	50,4101	-0,0061	-0,0001	-0,0162	
$\beta_2$	0,0028	0,0211	-----	-0,0260	-----	-----	-----	-----	-----	-----	

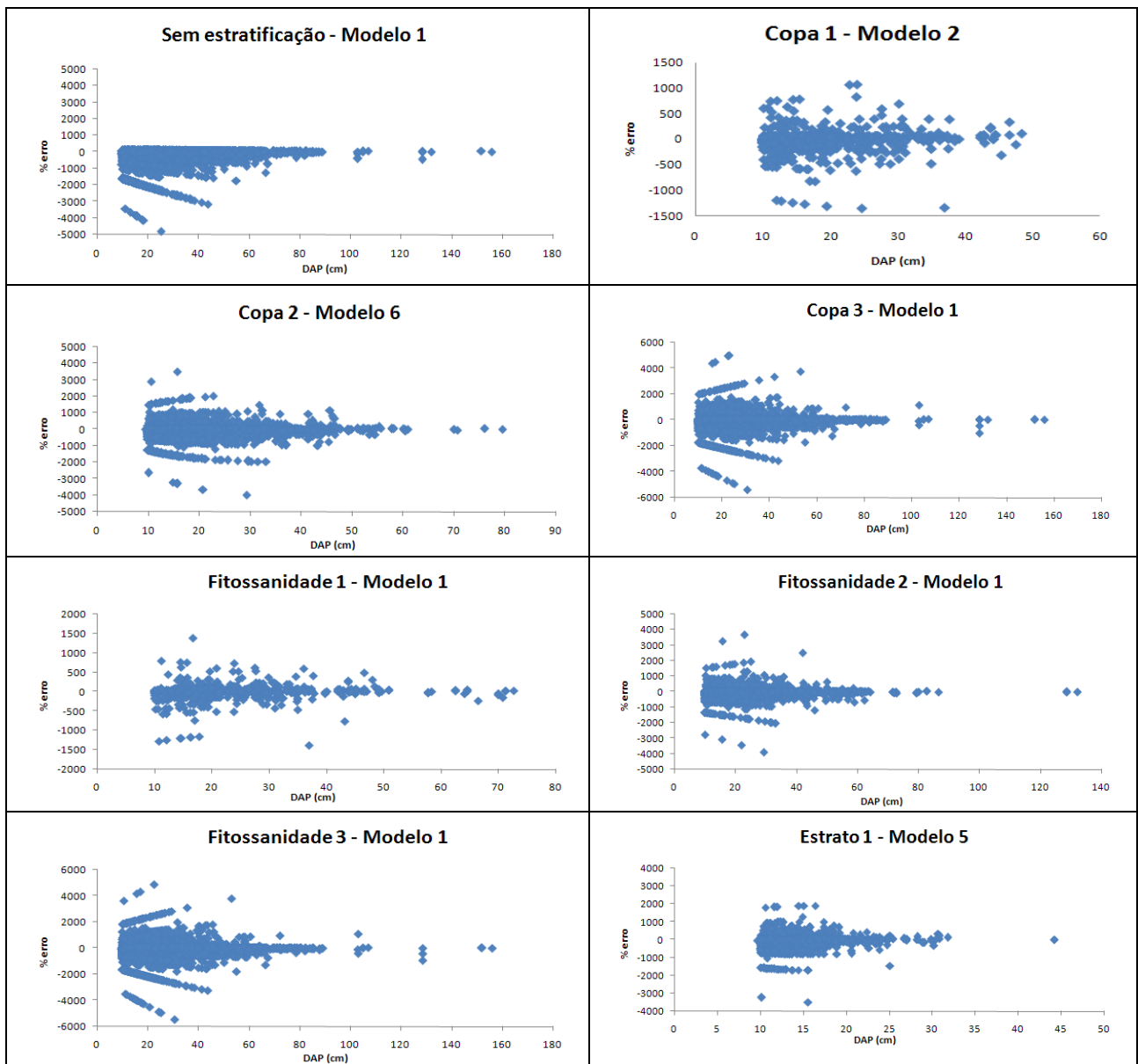
		Modelo									
Estatísticas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Classe 65 (153 observações)	Syx%	77,41	77,29	77,8	77,79	77,54	-----	77,55	77,54	77,53	77,53
	R <sup>2</sup>	0,0116	0,0146	0,0015	0,0018	0,0017	-----	0,0015	0,0017	0,0019	0,0019
	R <sup>2</sup> ajustado	0	0,0014	0	0	0	-----	0	0	0	0
	$\beta_0$	20,3211	0,4047	0,2710	0,0699	0,0102	-----	0,0344	0,0681	0,2498	-1,7334
	$\beta_1$	-0,6268	-0,0992	0,3093	0,2945	0,0007	-----	-52,9921	0,0060	0,0001	0,0147
	$\beta_2$	0,0049	0,0650	-0,1524	0,0100	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe 75 (66 observações)	Syx%	65,42	65,79	66,03	66,04	65,52	-----	65,51	65,52	65,53	65,52
	R <sup>2</sup>	0,0203	0,0090	0,0017	0,0016	0,0017	-----	0,0018	0,0016	0,0014	0,0015
	R <sup>2</sup> ajustado	0	0	0	0	0	-----	0	0	0	0
	$\beta_0$	-33,5494	0,0705	0,2689	0,0619	0,0176	-----	-0,0501	0,1754	0,3407	-1,3117
	$\beta_1$	0,9069	0,0459	0,2840	0,4457	0,0026	-----	-49,7051	0,0042	0,00003	0,0080
	$\beta_2$	-0,0060	0,4351	-0,1976	0,0019	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Classe > 80 (39 observações)	Syx%	87,99	88,78	-----	-----	-----	-----	87,77	87,85	87,86	87,85
	R <sup>2</sup>	0,0242	0,0066	-----	-----	-----	-----	0,0021	0,0003	0,00002	0,0003
	R <sup>2</sup> ajustado	0	0	-----	-----	-----	-----	0	0	0	0
	$\beta_0$	2,2773	0,1927	-----	-----	-----	-----	-0,9546	0,5122	0,4847	-0,6651
	$\beta_1$	-0,0335	0,0538	-----	-----	-----	-----	21,1208	-0,0003	0	-0,0007
	$\beta_2$	0,0002	0,1564	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

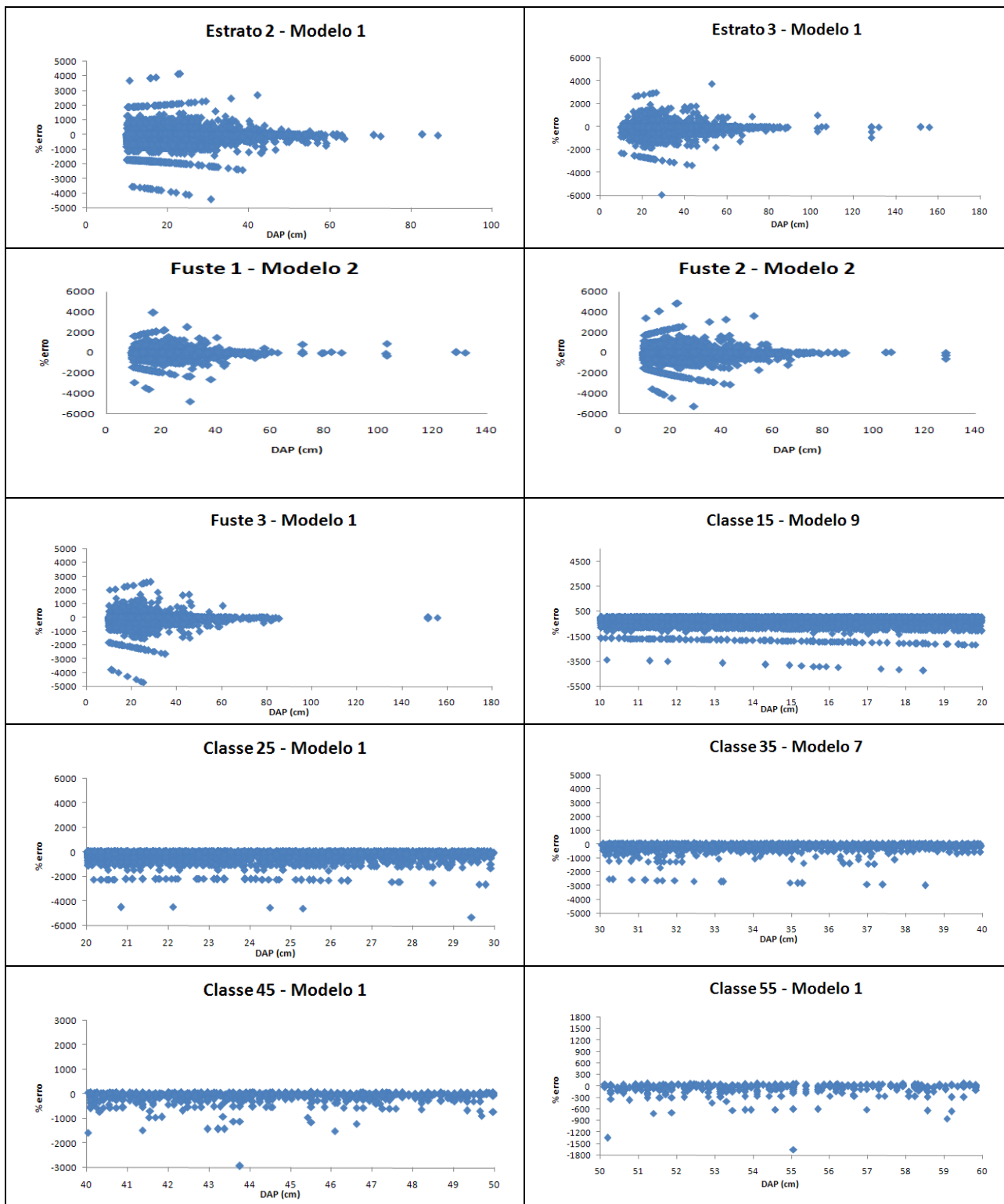
-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

Neste contexto, na classe 15 o melhor resultado foi do **modelo 9** com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0073 e erro padrão de 90,08%. Na classe 25 o **modelo 1** apresentou os melhores resultados, com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0026 e erro padrão de 98,78%. Na classe 35, o **modelo** apropriado foi o **7**, com um R<sup>2</sup> ajustado de 0,0033 e erro padrão de 88,02%. Da mesma forma que na classe 25, na classe 45 também foi o **modelo 1** o selecionado, com um R<sup>2</sup> ajustado de 0,0076 e erro padrão de 80,62%. O **modelo 1** também foi o de maior destaque na classe 55 chegando a um R<sup>2</sup> ajustado de 0,0026 e erro padrão de 79,45%. Na classe, 65 o **modelo 2** foi o melhor, chegando a um R<sup>2</sup> ajustado de 0,0014 e erro padrão de 77,29%. Na classe 75, o **modelo 1** foi o melhor, com um R<sup>2</sup> ajustado de 0 e erro padrão de 65,41%. Já no ajuste para indivíduos com DAP maior que 80 cm, o melhor **modelo** foi o **7**, com R<sup>2</sup> ajustado de 0 e erro padrão de 87,77%.

- **Análise das estratificações**

Analisando estas estratificações, percebe-se que o ganho foi pequeno e somente em alguns casos obteve-se diminuição do erro padrão. No que se refere ao  $R^2$  ajustado, este quase sempre foi pior que os dados sem estratificações. Os resultados das distribuições gráficas dos resíduos destes melhores resultados estão dispostos na Figura 16.





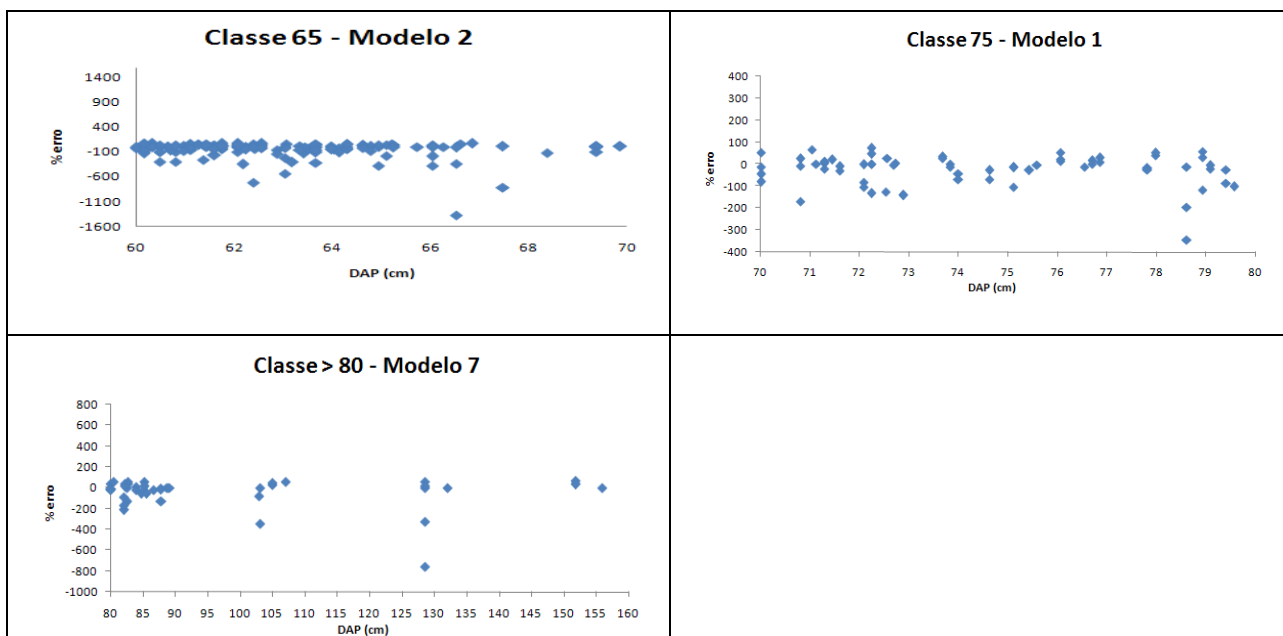


Figura 16 - Distribuição dos resíduos para os melhores ajustes para as folhosas

Na Figura 16 que apresenta a distribuição gráfica dos resíduos dos ajustes feitos para as folhosas sem estratificação e para as demais estratificações, nota-se a grande dispersão dos resíduos, chegando a casos com dispersões próximas a 6000%, valores estes bastante semelhantes aos ajustes realizados para a araucária. Na maioria das distribuições gráficas, os resíduos não apresentam tendências aparentes, porém em alguns casos como nos melhores ajustes das classes: Copa 2 e 3; Fitossanidade 2 e 3; Estrato 2 e; Fuste 1, 2 e 3, os resíduos apresentam uma distribuição parecida a uma tendência heterocedástica.

- **Ajuste médio por classe de DAP**

Também foram realizados ajustes dos modelos usando o incremento médio por classe de diâmetro visando, melhorar o ajuste dos modelos. Assim no ajuste médio que pode ser visto na Tabela 35, a modelagem ocorreu com os incrementos periódicos anuais médios por classes de DAP do período 2002-2008. Neste caso, o melhor desempenho foi do **modelo 2** com um  $R^2$  ajustado de 0,6815 e um erro padrão de 33,18%.

Tabela 35 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de incremento em diâmetro ajustados para as folhas com dados médios por classe de DAP

	Estatísticas	Modelo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Folhosas médio</b> <b>10 observações</b>	<b>Syx %</b>	50,17	33,19	57,48	52,42	52,13	56,51	53,29	56,82	59,86	58,14
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,4339	0,7523	0,2572	0,3820	0,3016	0,2818	0,2701	0,1704	0,0791	0,1314
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,2722	0,6816	0,0449	0,2054	0,2143	0,0766	0,1789	0,0667	0	0,0228
	<b><math>\beta_0</math></b>	-0,1095	0,0004	0,4031	0,0001	0,0210	0,4133	-0,7295	0,1705	0,2506	-1,5321
	<b><math>\beta_1</math></b>	0,0128	0,2763	0,0740	2,5120	0,0038	0,1623	-22,8835	0,0021	0,00001	0,0051
	<b><math>\beta_2</math></b>	-0,0001	1,3404	-0,3664	-0,0308	-----	0,1623	-----	-----	-----	-----
<b>Erva-mate médio</b> <b>4 observações</b>	<b>Syx %</b>	29,48	10,89	49,25	25,25	35,28	52,70	42,76	36,63	29,55	26,79
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,9120	0,9880	0,7543	0,9354	0,7479	0,7187	0,6296	0,7283	0,8231	0,8546
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,7358	0,9640	0,2630	0,8062	0,6218	0,1562	0,4444	0,5924	0,7346	0,7819
	<b>b0</b>	0,4995	0,2468	1,0027	39,5322	0,0006	326,8420	0,1231	-0,0454	0,1053	-2,6416
	<b>b1</b>	-0,0296	-0,1657	1,1704	-2,6826	-0,0030	0,0062	-36,0075	0,0125	0,0002	0,0463
	<b>b2</b>	0,0007	0,1372	1,1695	0,1338	-----	0,0055	-----	-----	-----	-----
<b>Sassafrás médio</b> <b>5 observações</b>	<b>Syx %</b>	34,01	28,76	34,15	33,84	28,25	34,83	28,44	27,83	27,92	27,67
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,5232	0,6590	0,5192	0,5279	0,5066	0,4999	0,4998	0,5209	0,5178	0,5266
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0464	0,3179	0,3589	0,3705	0,3421	0	0,3330	0,3612	0,3571	0,3688
	<b>b0</b>	0,1165	0,1163	1,0345	0,0847	0,0173	0,3164	-1,0465	0,0966	0,1485	-2,1161
	<b>b1</b>	0,0021	-0,0682	0,4880	0,1466	0,0030	0,1923	-14,4366	0,0035	0,00005	0,0162
	<b>b2</b>	0,00002	0,2130	0,4866	0,0117	-----	0,1923	-----	-----	-----	-----
<b>Canela-amarela médio</b> <b>6 observações</b>	<b>Syx %</b>	22,33	22,20	27,40	22,57	24,83	29,93	27,03	22,42	20,15	20,75
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,7406	0,7436	0,6094	0,7349	0,5724	0,5339	0,4934	0,6513	0,7184	0,7014
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,5676	0,5726	0,3490	0,5582	0,4655	0,2232	0,3668	0,5641	0,6480	0,6267
	<b>b0</b>	0,2805	0,1331	1,0409	0,7268	0,0195	0,5161	-0,7131	0,1290	0,2002	-1,8397
	<b>b1</b>	-0,0046	-0,0636	0,5555	-0,6006	0,0031	0,1577	-15,3275	0,0046	0,0001	0,0159
	<b>b2</b>	0,0001	0,2702	0,5555	0,0317	-----	0,1577	-----	-----	-----	-----
<b>Guaçatunga-branca médio</b> <b>4 observações</b>	<b>Syx %</b>	29,53	21,91	33,37	29,34	24,08	35,10	25,90	22,89	21,29	21,50
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,7463	0,8604	0,6761	0,7497	0,6627	0,6415	0,6097	0,6952	0,7362	0,7310
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,2388	0,5812	0,0284	0,2490	0,4941	0	0,4145	0,5429	0,6043	0,5965
	<b>b0</b>	0,2336	0,1664	1,0316	0,6000	0,0199	0,5141	-0,7277	0,0938	0,1689	-2,0309
	<b>b1</b>	-0,0048	-0,0822	0,6304	-0,6642	0,0031	0,1624	-15,3952	0,0060	0,0001	0,0232
	<b>b2</b>	0,0002	0,1782	0,6302	0,0461	-----	0,1624	-----	-----	-----	-----
<b>Imbúia médio</b> <b>12 observações</b>	<b>Syx %</b>	46,29	42,24	48,52	48,33	-----	48,31	46,06	46,05	45,69	46,03
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,0971	0,2482	0,0079	0,0157	-----	0,0166	0,0065	0,0072	0,0226	0,0081
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0000	0,0811	0	0	-----	0	0	0	0	0
	<b>b0</b>	0,5356	1,1951	0,4976	0,6306	-----	0,4134	-0,8614	0,3799	0,3789	-0,9744
	<b>b1</b>	-0,0047	-0,1124	-0,0329	-0,1759	-----	0,3515	-2,0139	0,0003	0,000003	0,0009
	<b>b2</b>	0,00003	-0,1633	-0,9084	0,0037	-----	0,3515	-----	-----	-----	-----

-----Estes traços foram utilizados para preencher o tipo de ajuste que não convergiu.

ROSSI (2007) testou alguns destes modelos para o ajuste dos incrementos médios por classe de DAP e percebeu que apenas 11 dos 168 casos testados mostraram erro padrão menores do que 15%, dos quais quatro com erro menor que 10%, fato que ocorreu nos modelos testados para período de 2 anos. O coeficiente de determinação ajustado variou de 0,00 a 0,89, com 10 casos possuindo valor superior a 0,80. SPATHELF e DURLO (2001) empregaram um modelo polinomial de segundo grau para ajustar o incremento diamétrico com o centro de classe como variável independente em floresta secundária subtropical no Estado do Rio Grande do Sul. O coeficiente de determinação obtido foi de 0,23, sendo o baixo valor atribuído a alta variação de incremento nas duas classes inferiores de diâmetro

Na Tabela 35 pode ser visto também que foram realizados ajustes médios por classe de diâmetro para 5 espécies da floresta com o objetivo de analisar o comportamento dos modelos para estas espécies. Neste aspecto pode-se observar que para estas 5 espécies estudadas, todas elas obtiveram comportamentos diferenciados.

Para a Erva - mate, os valores de  $R^2$  ajustado variaram de 0,2629 a 0,9639 e quanto ao erro padrão em porcentagem, variou de 33,18% a 59,86%, sendo que o **modelo 2** foi o mais apropriado com erro padrão de 33,18% e  $R^2$  ajustado de 0,9639.

Já para o Sassafrás os ajustes foram piores em relação à Erva - mate, sendo que os  $R^2$  ajustados variaram de 0 a 0,3704 e quanto ao erro padrão em porcentagem, variou de 27,66% a 34,82%, sendo que o **modelo 10** obteve o melhor desempenho, com um erro padrão de 27,66% e  $R^2$  ajustado de 0,368.

Em relação à Canela - amarela, o comportamento dos ajustes apresentou-se da seguinte forma:  $R^2$  ajustado variou de 0,2232 a 0,6479 e quanto ao erro padrão, variou de 20,15 a 29,93%, sendo que o **modelo 9** chegou ao melhor ajuste, apresentando um  $R^2$  ajustado de 0,6479 e erro padrão de 20,15%.

Quanto à Guaçatunga - branca, os  $R^2$  ajustados variaram de 0 a 0,6042, e o erro padrão variou de 21,29 a 35,10%, resultando no melhor ajuste para o **modelo 9** com  $R^2$  ajustado de 0,6042 e erro padrão de 21,29%.

Dentre as espécies folhosas em que foram ajustados os modelos de incremento por classe de DAP, a que apresentou o pior desempenho foi a Imbuia, pois o  $R^2$  ajustado variou de 0 a



0,0810 e erro padrão de 42,23 a 48,52% e o **modelo 2** apresentou os melhores ajustes, com  $R^2$  ajustado de 0,0810 e erro padrão de 42,23%.

A distribuição gráfica dos resíduos, para os melhores resultados do ajustes médios para as espécies folhosas está disponível na Figura 17.

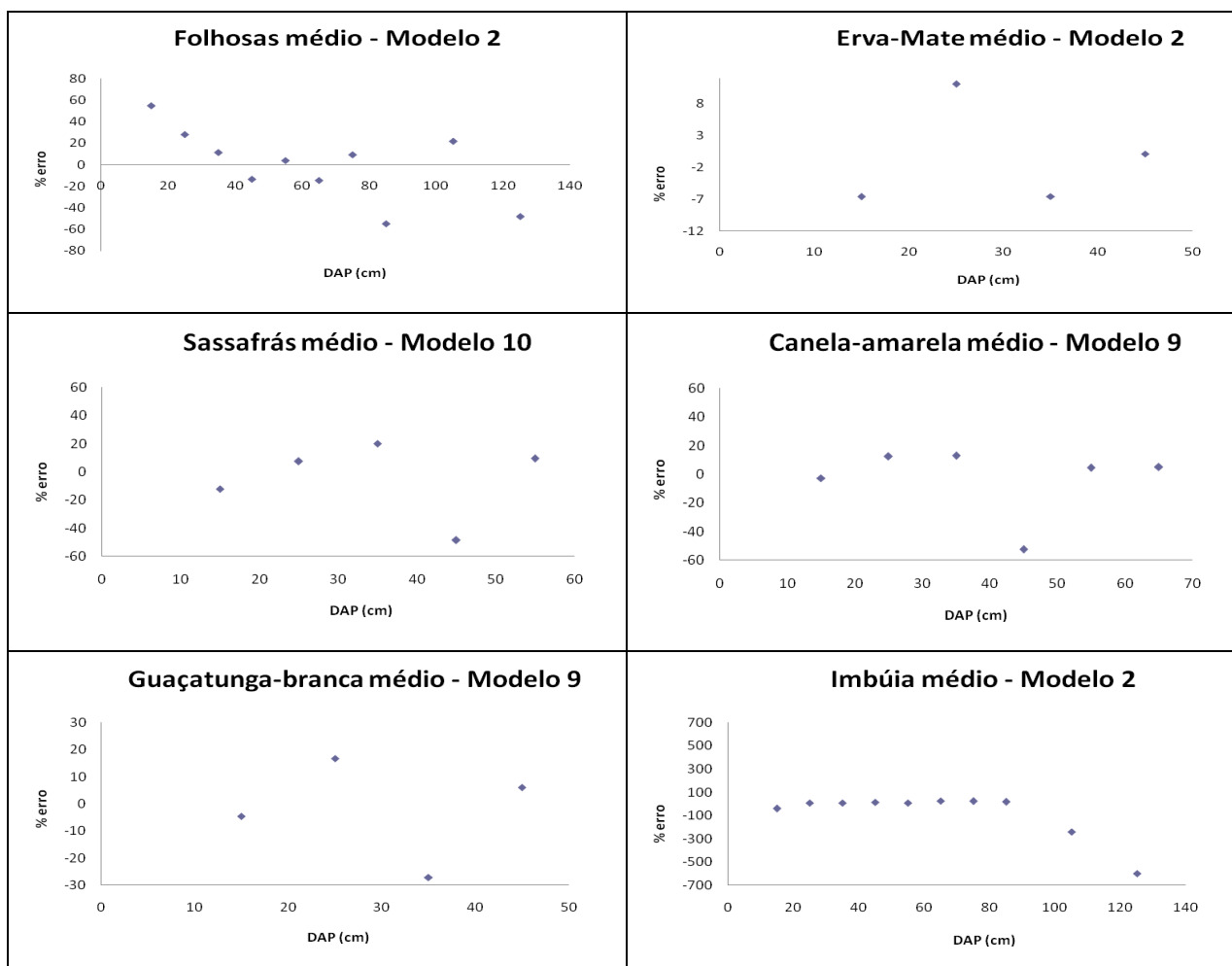


Figura 17 - Distribuição gráfica dos resíduos dos melhores resultados do ajuste médio

Quando se observa a Figura 17, que trata da distribuição dos resíduos dos modelos ajustados para incrementos médios, observa-se tendência relevante nos ajuste nas duas menores classes, ou seja, nestes dois casos o modelo tende a superestimar o incremento. Porém, para as espécies folhosas separadas, os resíduos apresentam-se bastantes dispersos em relação a média, porém com baixos valores em porcentagem de dispersão, exceto para os resíduos da Imbuia em

que os valores foram dispersos em grandes percentagens e com tendências de subestimativas do incremento nas classes de maior tamanho.

- **Balço dos ajustes dos modelos de incremento em diâmetro**

Na Tabela 36 está descrito um comparativo dos melhores ajustes realizados para cada classe de estratificação, procurando assim mostrar as diferenças significativas existentes tanto da araucária quanto das folhosas.

Tabela 36 - Comparativo dos melhores ajustes realizados para a araucária e para as folhosas

Ajuste	Araucária			Folhosas		
	Modelo	R <sup>2</sup> ajustado	Syx%	Modelo	R <sup>2</sup> ajustado	Syx%
Sem estratificação	4	0,1194	65,25	1	0,0467	58,74(8)
Copa 1	7	0	86,71	2	0,0026	134,23
Copa 2	7	0,0807	82,05	6	0,0142	105,13
Copa 3	4	0,0132	63,42	1	0,0402	92,57
Etrato 1 (1,2)	7	0,0317	71,84(8)	5	0,0020	96,96
Etrato 2	-	-	-	1	0,0094	95,24
Etrato 3	4	0,0199	64,44	1	0,0180	91,96
Fitossanidade 1	2	0,2760	78,19	1	0,0251	150,04
Fitossanidade 2	2	0,1970	74,47	1	0,0306	109,08
Fitossanidade 3	4	0,1053	67,41	1	0,0472	93,98
Fuste 1 (1,2)	8	0,0472	55,28	2	0,0298	101,81
Fuste 2	-	-	-	2	0,0475	94,12
Fuste 3	7	0,1803	70,5	1	0,0349	100,15
Classe 15	2	0,0202	82,82	9	0,0073	90,08
Classe 25	4	0,0260	70,55	1	0,0026	98,78
Classe 35	2	0,0259	61,13	7	0,0033	88,02
Classe 45	7	0,1970	52,12	1	0,0076	80,02
Classe 55	7	0,0990	56,02	1	0,0026	79,45
Classe 65	7	0,1235	59,45	2	0,0014	77,29
Classe 75	7	0,1487	54,02(8)	1	0	65,41
Classe 85 (<80)	7	0,1319	63,25	7	0	87,77
Classe <90	1	0,0495	54,45	-	-	-
Médio	2	0,8535	20,45	2	0,7523	33,18

Quando se analisa a Tabela 36 pode-se observar que na maioria das estratificações principalmente nas folhosas, os valores foram piores aos dados não estratificados. Quando a

melhoria no ajuste existiu, esta ocorreu principalmente no erro padrão de estimativa. Em relação aos resultados da araucária, em geral foram melhores que os valores obtidos para as folhosas, incluindo os valores médios.

### 5.3.2. Modelagem do ingresso

Os ajustes foram realizados primeiramente com as parcelas de 500 m<sup>2</sup>, porém os resultados não foram bons, e ao aumentar o tamanho da parcela os ajustes melhoraram. Somente o modelo 6 foi ajustado para dados médios na classe de DAP, tomando como base nos ingressos ocorridos nos períodos 2002-2005 e 2005-2008, ou seja, dados de valores de ingresso observados na totalidade da floresta, foram agrupados em classe de DAP e em seguida foi realizada a modelagem. Na Tabela 37 pode-se observar as estatísticas e coeficientes de cinco modelos de ingresso ajustados. Além disso, apresenta também o resultado do ajuste do modelo 6, aos dados médios por classe de DAP.

Percebe-se ao analisar a Tabela 37 que à medida que o tamanho da parcela aumenta, de um modelo geral, melhoram as estatísticas dos modelos pelo fato de reduzir o coeficiente de variação gerando um aumento na exatidão da amostragem. Quanto aos modelos com os melhores desempenhos, em todos os ajustes o **modelo 5** chegou às melhores estatísticas sendo que na modelagem com parcelas de 500 m<sup>2</sup>, o **modelo 5** teve um R<sup>2</sup> ajustado de 0,2720 e erro padrão de 86,14%. Já nas parcelas de 2500 m<sup>2</sup> o mesmo modelo chegou a um R<sup>2</sup> ajustado de 0,2547 e erro padrão de 53,07%. Quando a modelagem acontece com parcelas de 5000 m<sup>2</sup>, o **modelo 5** chegou a um R<sup>2</sup> ajustado de 0,2555 e erro padrão de 43,82%. Já nos ajustes com parcelas de 10000 m<sup>2</sup> o mesmo modelo chegou ao melhor resultado, obtendo um R<sup>2</sup> ajustado de 0,2338 e erro padrão de 37,31%.

Em relação ao **modelo 5** percebe-se que com o aumento das parcelas houve diminuição do erro padrão de forma bastante considerável (86,14 % nas parcelas de 500 m<sup>2</sup> a 37,31 % nas parcelas de 10000 m<sup>2</sup>), porém o R<sup>2</sup> ajustado teve uma leve diminuição variando de 0,2720 nas parcelas de 500 m<sup>2</sup> a 0,2338 nas parcelas de 10000 m<sup>2</sup>. Observa-se que este modelo para efeito de projeção fica restrito, pelo fato de usar como variáveis independentes o número de árvores

existentes no período inicial e o número de árvores no período final. Para efeito de projeção, como o objetivo é encontrar os valores finais (projetado), este modelo não é adequado.

Tabela 37 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de ingresso por tamanho de parcela.

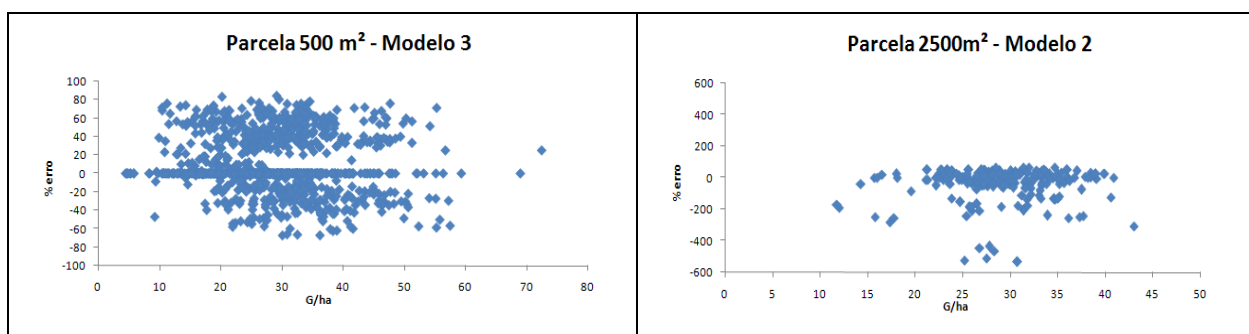
Tipo de ajuste	Estatísticas	Modelo				
		1	2	3	4	5
<b>Parcela 500 m<sup>2</sup></b> <b>(1000 observações)</b>	<b>Syx %</b>	100,74	99,48	99,42	100,59	86,14
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,005	0,031	0,033	0,008	0,273
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,004	0,029	0,029	0,007	0,272
	<b>β<sub>0</sub></b>	30,8731	0,8436	0,0866	2,9185	26,3025
	<b>β<sub>1</sub></b>	4,7874	0,5294	1,1282	0,0088	0,3298
	<b>β<sub>2</sub></b>	-----	0,1969	-0,6164	-----	-----
	<b>β<sub>3</sub></b>	-----	-----	-10,3499	-----	-----
<b>Parcela 2500 m<sup>2</sup></b> <b>(200 observações)</b>	<b>Syx %</b>	61,20	58,16	58,22	58,88	53,07
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,0138	0,1140	0,1167	0,0873	0,2585
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0088	0,1050	0,0986	0,0827	0,2547
	<b>β<sub>0</sub></b>	35,9368	0,0484	0,6191	2,259	26,4497
	<b>β<sub>1</sub></b>	7,7395	0,9086	0,1870	0,0310	0,3514
	<b>β<sub>2</sub></b>	-----	-8,5612	0,8139	-----	-----
	<b>β<sub>3</sub></b>	-----	-----	5,2550	-----	-----
<b>Parcela 5000 m<sup>2</sup></b> <b>(100 observações)</b>	<b>Syx %</b>	50,53	47,32	47,50	47,76	43,82
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,0151	0,1453	0,1475	0,1200	0,2593
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0050	0,1276	0,1116	0,1110	0,2556
	<b>β<sub>0</sub></b>	36,5023	0,0478	0,0530	2,1872	26,4551
	<b>β<sub>1</sub></b>	8,0693	0,8930	0,7459	0,0335	0,3522
	<b>β<sub>2</sub></b>	-----	-10,7606	0,2828	-----	-----
	<b>β<sub>3</sub></b>	-----	-----	-8,3042	-----	-----
<b>Parcela 10000 m<sup>2</sup></b> <b>(50 observações)</b>	<b>Syx %</b>	42,27	38,64	38,91	38,93	37,31
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,0370	0,2118	0,2177	0,1832	0,2495
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,0170	0,1782	0,1482	0,1662	0,2339
	<b>β<sub>0</sub></b>	44,1531	0,0358	0,0229	1,9962	26,6366
	<b>β<sub>1</sub></b>	11,7885	0,9440	0,8503	0,0400	0,3789
	<b>β<sub>2</sub></b>	-----	-10,0895	0,3183	-----	-----
	<b>β<sub>3</sub></b>	-----	-----	-9,3315	-----	-----
<b>Modelo 6</b> <b>(30 observações)</b>	<b>Syx %</b>	7,34				
	<b>R<sup>2</sup></b>	0,99964				
	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0,99963				
	<b>β<sub>0</sub></b>	191579,8				
	<b>β<sub>1</sub></b>	-0,599				

Ao observar a Tabela 37 desconsiderando o **modelo 5**, percebe-se que para o ajuste com parcelas de 500 m<sup>2</sup> o melhor desempenho, apesar de todos não terem sido tão bons, foi do **modelo 3** com R<sup>2</sup> ajustado de 0,0293 e erro padrão de 99,42%. Nas parcelas de 2500 m<sup>2</sup> o **modelo 2** foi o que obteve o melhor desempenho, chegando a um R<sup>2</sup> ajustado de 0,1049 e erro padrão de 58,15%. Também nas parcelas de 5000 m<sup>2</sup> o **modelo 2** teve o melhor desempenho, ou seja, chegou a um R<sup>2</sup> ajustado de 0,1276 e erro padrão de 47,31%. Os melhores resultados nestes ajustes ocorreram com os modelos ajustados para parcelas de 10000 m<sup>2</sup>, sendo que nesta configuração o **modelo 2** obteve R<sup>2</sup> ajustado de 0,1782 e erro padrão de 38,64%.

Na Figura 18 pode-se observar a distribuição gráfica dos resíduos dos modelos com os melhores ajustes.

Conforme apresentado na Tabela 37 e na Figura 18 os melhores resultados foram os obtidos pelo **modelo 2** ajustado para parcelas de 10000 m<sup>2</sup>; portanto este modelo é o mais adequado para a predição do ingresso total do povoamento.

Também na Tabela 37 pode-se observar o **modelo 6**, que foi modelado por classe de DAP, gerou um ajuste muito superior ao que já foi analisado, porém, este utiliza como entrada de dados os ingressos médios por classe de DAP, não demonstrando assim a realidade da floresta. Salienta-se que, o modelo em questão é o único, dos testados, que pode modelar o número de árvores ingressas por classe de DAP. Na Figura 19 pode ser visualizada a distribuição gráfica dos resíduos deste ajuste.



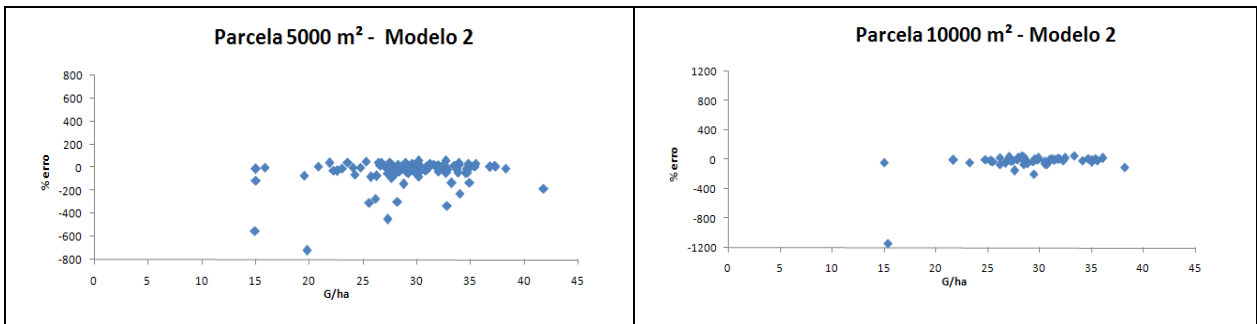


Figura 18 - Distribuição gráfica dos resíduos dos ajustes dos modelos de ingresso.

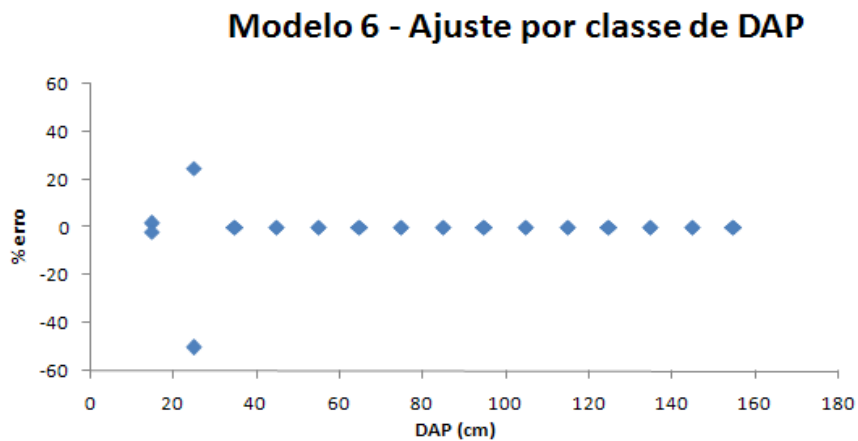


Figura 19 - Distribuição gráfica dos resíduos do modelo 6, ajustado por classe de DAP.

Neste estudo, observou-se que 99,57% das árvores ingressas ocorreram na primeira classe de DAP, ou seja, para se realizar a modelagem do ingresso por classe de DAP, além de utilizar o modelo 6 ajustado por classe de DAP, pode-se utilizar também o modelo 2 ajustado para parcelas de 1 ha, visto que o número total de ingresso ajustado pelo modelo 2 seria 99,57% resultados de indivíduos ingressos na primeira classe.

### 5.3.3. Modelagem da mortalidade

Da mesma forma que na modelagem do ingresso, para a mortalidade foi utilizado o procedimento de diversificação do tamanho das parcelas, visando melhoria nos ajustes. Porém, a modelagem da mortalidade foi efetuada apenas pelo ajuste do **modelo 1**, sem distribuição dos

dados por classe e o **modelo 2**, para os dados distribuídos em classes de DAP. Na Tabela 38 podem-se observar as estatísticas e coeficientes dos modelos ajustados.

Tabela 38 - Estatísticas e coeficientes dos modelos de mortalidade

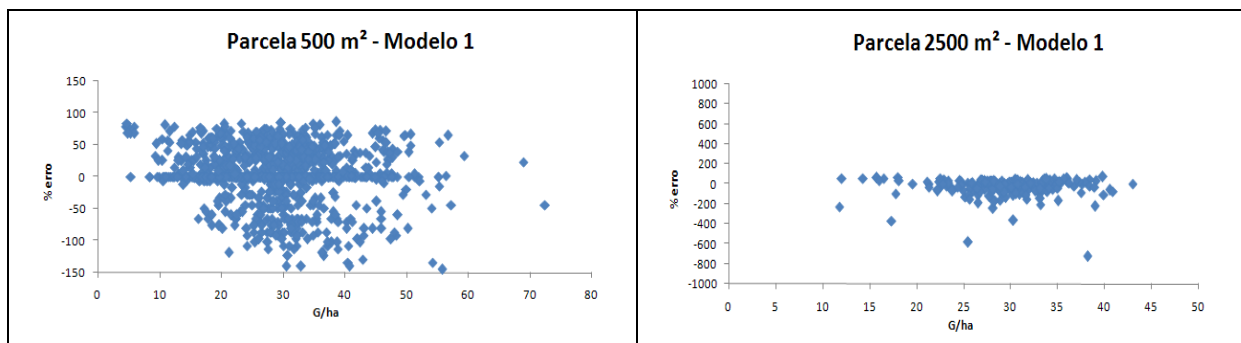
<b>Modelo 1</b>					
<b>Nº de observações</b>	<b>Syx%</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>ajustado</b>	<b>β<sub>0</sub></b>	<b>β<sub>1</sub></b>
1000 (Parcela 500 m <sup>2</sup> )	103,37	0,070	0,0696	0,053	-----
200 (Parcela 2500 m <sup>2</sup> )	57,43	0,1140	0,1144	0,053	-----
100 (Parcela 5000 m <sup>2</sup> )	47,31	0,1130	0,1130	0,050	-----
50 (Parcela 1 ha)	36,25	0,1630	0,1626	0,058	-----

<b>Modelo 2</b>					
<b>Nº de observações</b>	<b>Syx%</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>ajustado</b>	<b>β<sub>0</sub></b>	<b>β<sub>1</sub></b>
30 (medio/classe DAP)	25,3	0,9910	0,9900	98,90	-0,106

Ao observar a Tabela 38, no ajuste com parcelas de 500 m<sup>2</sup> o **modelo 1** apresentou um ajuste não muito eficiente, com um R<sup>2</sup> ajustado de 0,0696 e erro padrão de 103,37%. Nas parcelas de 2500 m<sup>2</sup> o **modelo 1** apresentou R<sup>2</sup> ajustado de 0,1144 e erro padrão de 57,43%. Também nas parcelas de 5000 m<sup>2</sup> o desempenho do **modelo1** chegou a um R<sup>2</sup> ajustado de 0,1130 e erro padrão de 47,31%. Neste caso, o R<sup>2</sup> ajustado teve o menor resultado comparado aos ajustes anteriores. Os melhores resultados nestes ajustes ocorreram com o modelo ajustado para parcelas de 10000 m<sup>2</sup>, sendo que neste aspecto o **modelo 1** obteve R<sup>2</sup> ajustado de 0,1626 e erro padrão de 36,25%.

Na Figura 20 pode-se observar a distribuição gráfica dos resíduos para os melhores ajustes para a mortalidade.



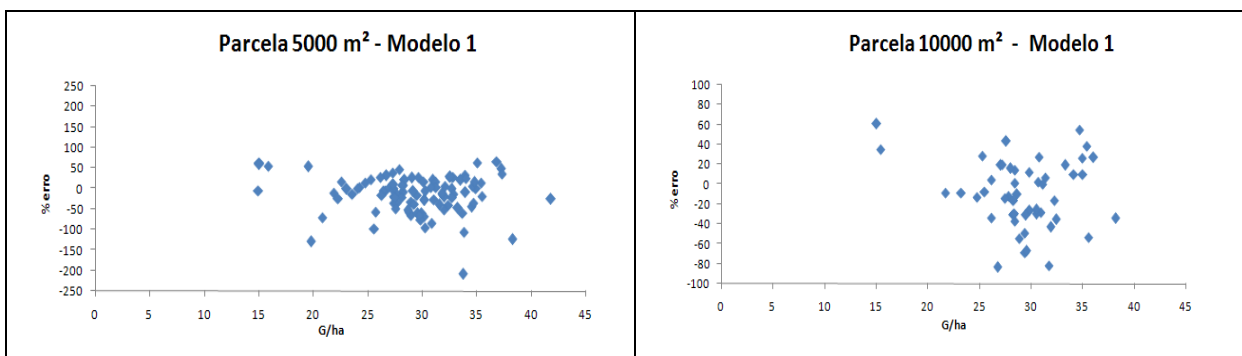


Figura 20 - Distribuição gráfica dos resíduos dos ajustes dos modelos de mortalidade

Conforme apresentados na Tabela 38 e a Figura 20, os melhores resultados do ajuste do **modelo 1** são os efetuados para parcelas de 10000 m<sup>2</sup>, sendo adequados para a predição da mortalidade total do povoamento.

Da mesma forma, observam-se os resultados para o **modelo 2** que realiza a modelagem por classe de DAP. Este modelo possui um ajuste muito superior ao que já foi analisado, quando se observa o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajustado), porém, para o erro padrão este modelo tem um ganho de apenas 10,94 %, sendo que este modelo utiliza como entrada de dados o número de árvores mortas médias por classe de DAP, não demonstrando assim a realidade da floresta. Na Figura 21, pode ser visualizada a distribuição gráfica dos resíduos para esse ajuste.

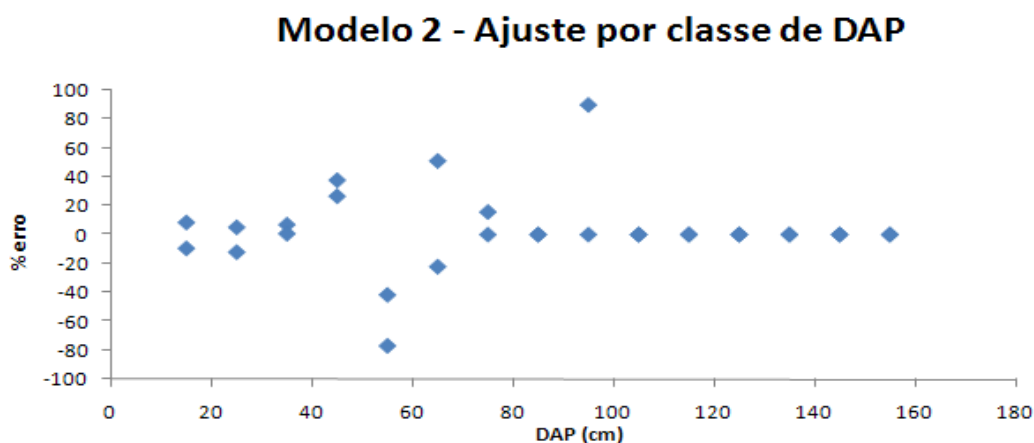


Figura 21 - Distribuição gráfica dos resíduos do modelo 2, ajustado por classe de DAP.

Diferentemente do estudo do ingresso que o modelo que estima o ingresso total pode ser usado para estimar por classe de DAP, na mortalidade isto não pode ser feito. Além disso, neste



estudo, observou-se que 64,8% das árvores mortas encontram-se na primeira classe de DAP, 22,36% na segunda classe e o restante das árvores mortas espalhadas nas demais classes. Para realizar a projeção do número de árvores mortas no total do povoamento é mais adequado projetar o número de árvores mortas por meio do **modelo 1**, que foi ajustado para parcelas de 1 ha, gerando melhor resultado. Porém, quando se quer realizar a projeção da mortalidade por classe de DAP deve-se utilizar o **modelo 2**, pois somente este modelo pode realizar tal tarefa.

#### 5.4. Prognose da distribuição diamétrica

A prognose da distribuição diamétrica da floresta foi realizada por meio dos métodos de matriz de transição e razão de movimentação que será descrita nos tópicos a seguir. Para tanto a distribuição diamétrica dos três períodos de medição está disposta na Figura 22.

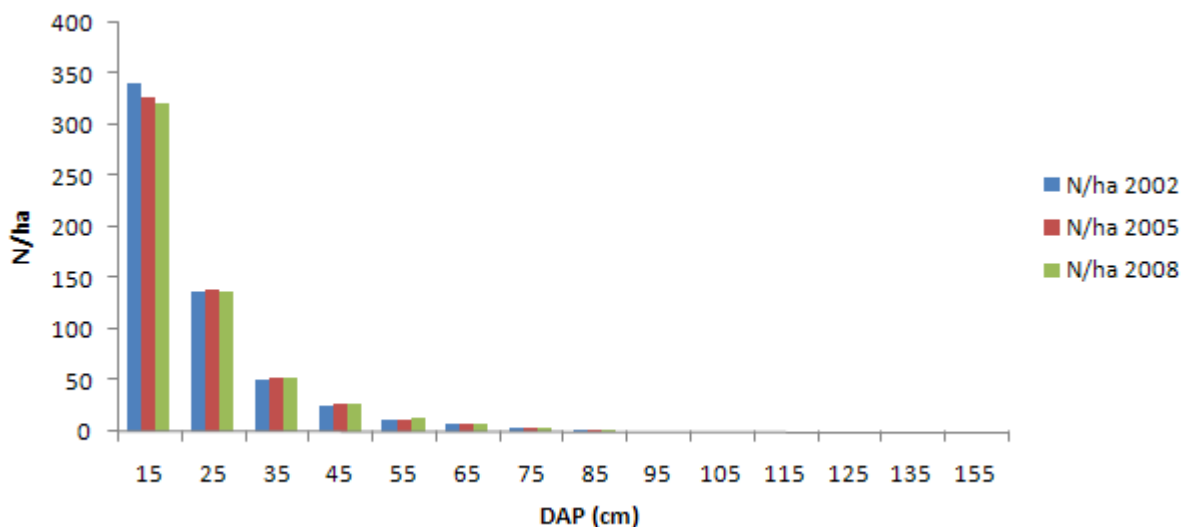


Figura 22 - Distribuição diamétrica da floresta nos três períodos de medição.

Analisando a Figura 22 e lembrando que as taxas de mortalidade foram superiores as de ingresso, constata-se que o número de árvores por hectare no decorrer do período estudado vem diminuindo, o que pode ser visto facilmente na distribuição diamétrica, em que no ano de 2002 o número de árvores é mais elevado que nos outros períodos. Esta variação é mais evidenciada

quando se observa a primeira classe de DAP. Nas demais ocorre o inverso, ou seja, o número de árvores por hectare aumenta com o passar dos anos.

#### 5.4.1. Matriz de transição

##### 5.4.1.1. Prognose por matriz de transição com intervalo de 3 anos

A matriz de probabilidade de transição elaborada para os dados do período 2002-2005, pode ser observada na Tabela 39.

Tabela 39 - Matriz de Probabilidade de transição com intervalo de 3 anos.

Classe 2005	Classe 2002														
	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155
15	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0,05	0,88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0,06	0,86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0,09	0,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0,10	0,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0,16	0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0,13	0,85	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0,15	0,94	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	0	0,06	1	0	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mortas	0,06	0,05	0,05	0,04	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Probabilidade de árvores que permaneceram na mesma classe de DAP;														
	Probabilidade de árvores que avançaram para a classe de DAP seguinte;														
	Probabilidade de árvores que morreram;														

Na Tabela 39 a diagonal principal da matriz, representa a probabilidade de árvores que existiam numa determinada classe de DAP no período inicial e permaneceu na mesma classe de DAP no período final. A diagonal secundária representa a probabilidade das árvores que existiam numa determinada classe de DAP no período inicial se moverem para a classe seguinte no

período final. Também, nesta tabela, está destacada a probabilidade das árvores que existiam numa determinada classe de DAP no período inicial e que apareceram mortas no período final.

Ainda na Tabela 39, na diagonal principal da matriz de probabilidade nas classes de 135 e 145, ocorre a probabilidade zero, ou seja, para efeito de projeção ocorre o estado absorvente. Desta forma quando se projeta a estrutura, não há transição de árvores desta classe para a classe seguinte. Este estado absorvente é uma peculiaridade deste método que também foi observado por outros pesquisadores que utilizaram modelo de matriz de transição, dentre eles se destacam: SCOLFORO *et al.* (1996), PULZ *et al.* (1999) e AUSTRÉGESILO *et al.* (2004).

Para a realização da prognose da estrutura diamétrica por meio da matriz de transição multiplicou-se a matriz de probabilidade obtida pelo vetor do número de árvores existentes no período inicial (2005). A este vetor resultante, foi somado ao número de árvores ingressas estimado por classe de DAP. Para prever o ingresso utilizou-se, tanto o **modelo 2** ajustado para parcelas de 10000 m<sup>2</sup>, como o **modelo 6** que estima o ingresso por classe diamétrica

A estrutura diamétrica foi projetada para intervalos equivalentes aos períodos de medição, ou seja, a cada três anos, sendo realizada para o ano de 2008 e para o ano de 2011 e 2014. A projeção realizada para 2008 foi comparada aos dados observados na medição de 2008.

A Tabela 40 mostra o número de árvores por classe de diâmetro, real e projetado pelo método da matriz de transição, utilizando na predição do ingresso, o **modelo 2** e também o **modelo 6**.

Observou-se na Tabela 40, que o número de árvores na classe 15, projetado para o ano de 2008, diminuiu em relação ao observado na medição de 2008 para qualquer um dos modelos de estimativa do ingresso empregado. Já nas classes de 25 a 105 ocorre um aumento do número de árvores em relação ao observado, porém, nas classes de 125 e 135, o número projetado voltou a diminuir e nas classes de 115 e 155, o número observado e projetado foram idênticos. Mas, quando se avalia o número de árvores por ha total, os valores projetados são pouco inferiores aos observados, principalmente, quando a projeção foi realizada com o **modelo 2** para a estimativa do ingresso.

Tabela 40 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da matriz de transição para os anos de 2008, 2011 e 2014, utilizando os **modelos** de ingresso, **2** e **6**.

Classe de DAP	N/ha – Observado	N/ha- Estimado Matriz- Modelo 2	N/ha- Estimado Matriz- Modelo 6	N/ha- Estimado Matriz- Modelo 2	N/ha- Estimado Matriz- Modelo 6	N/ha- Estimado Matriz- Modelo 2	N/ha- Estimado Matriz- Modelo 6
	2008	2008	2008	2011	2011	2014	2014
15	322,36	314,52	313,78	303,83	302,17	294,7	291,87
25	137,64	138,61	138,67	137,90	137,97	136,74	136,79
35	52,4	54,51	54,51	55,66	55,67	56,61	56,62
45	26,92	27,58	27,58	28,62	28,62	29,61	29,61
55	12,84	13,03	13,03	13,55	13,55	14,09	14,09
65	8,08	8,63	8,63	9,34	9,34	10,03	10,03
75	4,28	4,45	4,45	4,89	4,89	5,36	5,36
85	2	2,22	2,22	2,76	2,76	3,32	3,32
95	0,32	0,39	0,39	0,53	0,53	0,71	0,71
105	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
115	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
125	0,08	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
135	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
145	0	0	0	0	0	0	0
155	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>Total</b>	<b>567,12</b>	<b>564,18</b>	<b>563,50</b>	<b>557,31</b>	<b>555,72</b>	<b>551,38</b>	<b>548,61</b>

#### 5.4.1.2. Prognose por matriz de transição com intervalo de seis anos

Esta projeção para intervalo de seis anos foi efetuada para comparar os métodos em um período maior de tempo. Neste caso, a partir dos dados das medições de 2002 a 2008, elaborou-se a matriz de probabilidade ( Tabela 41), e realizou-se a projeção da estrutura para 2014.

A projeção para o ano de 2014, foi realizada seguindo os mesmos critérios que foi realizada para o ano de 2008, porém na estimativa do ingresso, os valores estimados pelos **modelos 2** e **6** foram multiplicados por 2, porque no ajuste dos modelos de ingresso, foi utilizado um intervalo de tempo de três anos e agora a projeção está sendo feita para 6 anos.

Tabela 41 - Matriz de Probabilidade de transição com intervalo de 6 anos.

Classe 2008	Classe 2002														
	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155
15	0,81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0,08	0,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0,10	0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0,15	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0,16	0,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0,24	0,74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0,21	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0,25	0,87	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,8	0	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67	0	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mortas	0,12	0,1	0,09	0,09	0,03	0,05	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
	Probabilidade de árvores que permaneceram na mesma classe de DAP;														
	Probabilidade de árvores que avançaram para a classe de DAP seguinte;														
	Probabilidade de árvores que morreram;														

Na Tabela 42 pode ser observado o número de árvores por classe de diâmetro projetado para o ano de 2014, por meio do método da matriz de transição com intervalo de 6 anos, tanto pela predição do ingresso pelo **modelo 2** como pelo **modelo 6**. O número de árvores por hectare projetado utilizando os dois modelos de ingresso é basicamente o mesmo.

Na Tabela 43 pode ser observado o número de árvores projetado para 2014 utilizando a matriz de probabilidade de transição, elaborada com base em intervalos três e seis anos, utilizando os **modelos 2 e 6** de ingresso.

Ao analisar a Tabela 43, observa-se que na classe 15, 125 e 135 os valores projetados pela matriz de 3 anos são menores que os obtidos pela matriz de 6 anos. Já nas classes de 25 a 115 ocorre o inverso, ou seja, os valores projetados pela matriz de 3 anos são maiores que os obtidos pela matriz de 6 anos. Por outro lado, nas classes 145 e 155 os dados permanecem iguais. Da mesma forma que nas classes 15, 125 e 135, números de árvores por hectare totais projetados pela matriz de 3 anos são menores em relação aos projetados pela matriz de 6 anos.

Tabela 42 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da matriz de transição, com intervalo de 6 anos.

Classe de DAP	Modelo 2*	Modelo 6**
	N/ha Estimado 2014	N/ha Estimado 2014
15	309,77	308,19
25	135,72	135,84
35	52,94	52,94
45	28,15	28,15
55	13,66	13,66
65	9,01	9,01
75	4,94	4,94
85	2,81	2,81
95	0,51	0,51
105	0,05	0,05
115	0,03	0,03
125	0,08	0,08
135	0,04	0,04
145	0	0
155	0,04	0,04
<b>Total</b>	<b>557,76</b>	<b>556,31</b>

\*Modelo 2 -  $I_t = \beta_0 N^{\beta_1} e^{-\beta_2(G/N)}$

\*\*Modelo 6 -  $I_t = \beta_0 e^{\beta_1 D_i}$

Tabela 43 - Número de árvores por hectare projetado para 2014, por intervalo de 3 e 6 anos, para cada um dos modelos de ingresso.

Classe de DAP	Matriz 3 anos		Matriz 6 anos	
	Modelo 2 N/ha Estimado 2014	Modelo 6 N/ha Estimado 2014	Modelo 2 N/ha Estimado 2014	Modelo 6 N/ha Estimado 2014
15	294,70	291,87	309,77	308,19
25	136,74	136,79	135,72	135,84
35	56,61	56,62	52,94	52,94
45	29,61	29,61	28,15	28,15
55	14,09	14,09	13,66	13,66
65	10,03	10,03	9,01	9,01
75	5,36	5,36	4,94	4,94
85	3,32	3,32	2,81	2,81
95	0,71	0,71	0,51	0,51
105	0,12	0,12	0,05	0,05
115	0,04	0,04	0,03	0,03
125	0,01	0,01	0,08	0,08
135	0,01	0,01	0,04	0,04
145	0	0	0	0
155	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>Total</b>	<b>551,38</b>	<b>548,61</b>	<b>557,76</b>	<b>556,31</b>

É importante ressaltar, que uma grande contribuição para sucesso das projeções foi o fato da floresta apresentar baixas taxas de mortalidade e ingresso, dando assim uma maior consistência ao modelo. Quanto ao método de matriz de transição, TERESCZCUCH *et al.* (2007), consideraram as estimativas satisfatórias das distribuições diamétricas para períodos de 3 anos com tratamentos diferentes de colheita e também para a testemunha. O mesmo autor relata que o método é simples e fácil de aplicar com a vantagem de fazer simulações a partir de dados de somente duas medições. SANQUETTA *et al.* (2001) concluíram que o método de matriz de transição é interessante para avaliar a dinâmica florestal, pois os seus elementos quantitativos permitem interpretações numéricas objetivas na mudança da estrutura da vegetação. Da mesma forma, CUNHA *et al.* (2002) apontaram os valores estimados pelo método da matriz de transição como compatíveis com os valores observados. Para SANQUETTA *et al.* (1996) o uso da matriz de transição pode ser um valioso instrumento ao manejador florestal, pois tal modelo pode produzir simulações satisfatórias da distribuição diamétrica, sendo que o modelo pode ser utilizado para elaborar simulações do desenvolvimento futuro da floresta após exploração. Já no trabalho de AUSTREGÉSILO *et al.* (2004) o método da matriz de transição, como outros métodos testados, foram eficientes para a prognose do número médio de árvores/ha, mas não foi eficiente para a distribuição diamétrica da floresta como um todo. Já PULZ *et al.* (1999) detectaram que os métodos de prognose empregados, inclusive os da matriz de transição, são eficientes para a projeção da estrutura diamétrica, porém os autores recomendam que os dados sejam projetados para períodos inferiores a 20 anos.

#### **5.4.2. Prognose por razão de movimentação**

Neste método, foi realizada a prognose da distribuição diamétrica para períodos de 3 anos tendo como base os dados de 2002 a 2005, e prognose para períodos de 6 anos, baseado em dados das medições de 2002 a 2008. Para a predição do ingresso foram utilizados, o **modelo 2** ajustado para parcelas de 1 ha e o **modelo 6** ajustado por classe de DAP. Porém, para a projeção por razão de movimentação, também é necessário a estimativa da mortalidade, e neste caso, o modelo escolhido, foi o que estima a mortalidade por classe de diâmetro, sendo assim, foi utilizado o **modelo 2** para a mortalidade.

#### **5.4.2.1. Prognose por razão de movimentação com intervalo de 3 anos**

Para efetuar a prognose para o ano de 2008, foram agrupados em classes diamétricas e calculados os incremento diamétricos médios por classes diamétricas ocorridos no período de 2002-2005. Após isso foram seguidas as etapas já descritas na metodologia para realizar a projeção.

Nas Tabelas 44, 45 e 46, estão representadas as projeções realizadas para o período de 2008, 2011 e 2014 estimadas, sendo que as estimativas do ingresso, neste caso, foram feitas com o **modelo 2**.

Seguindo a mesma formatação e as mesmas projeções realizadas, nas Tabelas 47, 48 e 49, estão descritos os valores prognosticados usando estimativas de ingresso feitas com o **modelo 6**.

Em ambas as projeções foram usadas para a estimativa da mortalidade o **modelo 2** de mortalidade.



Tabela 44 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2008 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 2**.

Centro de Classe	N/ha. 2005	G/ha. 2005	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2008 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	326,88	5,78	0,72	7,22	92,78	7,22	303,28	23,60	303,28	24,73	20,04	307,97
25	138,72	6,81	1,00	10,00	90,00	10,00	124,85	13,87	148,45	0	6,91	141,54
35	53,16	5,11	1,30	13,02	86,98	13,02	46,24	6,92	60,11	0	2,38	57,73
45	26,52	4,22	1,57	15,66	84,34	15,66	22,37	4,15	29,29	0	0,82	28,47
55	12,52	2,97	1,74	17,41	82,59	17,41	10,34	2,18	14,49	0	0,28	14,21
65	7,88	2,61	2,09	20,95	79,05	20,95	6,23	1,65	8,41	0	0,10	8,31
75	4,04	1,78	1,91	19,13	80,87	19,13	3,27	0,77	4,92	0	0,03	4,88
85	1,72	0,98	2,17	21,68	78,32	21,68	1,35	0,37	2,12	0	0,01	2,11
95	0,28	0,20	2,61	26,15	73,85	26,15	0,21	0,07	0,58	0	0,00	0,58
105	0,12	0,10	1,59	15,92	84,08	15,92	0,10	0,02	0,17	0	0,00	0,17
115	0,04	0,04	3,02	30,24	69,76	30,24	0,03	0,01	0,05	0	0,00	0,05
125	0,04	0,05	0	0	100	0	0,04	0	0,05	0	0,00	0,05
135	0,04	0,06	3,50	35,01	64,99	35,01	0,03	0,01	0,03	0	0,00	0,03
145	0	0,00	0	0	100	0	0	0	0,01	0	0,00	0,01
155	0,04	0,08	4,14	41,38	58,62	41,38	0,02	0,02	0,02	0	0,00	0,02
<b>Total</b>	<b>572</b>	<b>30,79</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>24,73</b>	<b>30,59</b>	<b>566,13</b>

Centro de classe = Classe de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IPM= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Tabela 45 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2011 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 2**.

Centro de classe	N/ha. 2008	G/ha. 2008	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2011 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	307,97	5,44	0,72	7,22	92,78	7,22	285,73	22,24	285,73	25,50	20,04	291,19
25	141,54	6,95	1,00	10,00	90,00	10,00	127,38	14,16	149,62	0	6,91	142,71
35	57,73	5,55	1,30	13,02	86,98	13,02	50,21	7,52	64,37	0	2,38	61,99
45	28,47	4,53	1,57	15,66	84,34	15,66	24,01	4,46	31,52	0	0,82	30,70
55	14,21	3,38	1,74	17,41	82,59	17,41	11,74	2,47	16,19	0	0,28	15,91
65	8,31	2,76	2,09	20,95	79,05	20,95	6,57	1,74	9,04	0	0,10	8,95
75	4,88	2,16	1,91	19,13	80,87	19,13	3,95	0,93	5,69	0	0,03	5,66
85	2,11	1,20	2,17	21,68	78,32	21,68	1,65	0,46	2,59	0	0,01	2,57
95	0,58	0,41	2,61	26,15	73,85	26,15	0,43	0,15	0,88	0	0,00	0,88
105	0,17	0,15	1,59	15,92	84,08	15,92	0,15	0,03	0,30	0	0,00	0,29
115	0,05	0,05	3,02	30,24	69,76	30,24	0,03	0,01	0,06	0	0,00	0,06
125	0,05	0,06	0	0	100	0	0,05	0	0,07	0	0,00	0,07
135	0,03	0,04	3,50	35,01	64,99	35,01	0,02	0,01	0,02	0	0,00	0,02
145	0,01	0,02	0	0	100	0	0,01	0	0,02	0	0,00	0,02
155	0,02	0,04	4,14	41,38	58,62	41,38	0,01	0,01	0,01	0	0,00	0,01
<b>Total</b>	<b>566,13</b>	<b>32,73</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>25,50</b>	<b>30,59</b>	<b>561,02</b>

Centro de classe = Clsse de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IPM= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Tabela 46 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 2**.

Centro de classe	N/ha. 2011	G/ha. 2011	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2014 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	291,19	5,15	0,72	7,22	92,78	7,22	270,17	21,03	270,17	26,39	20,04	276,51
25	142,71	7,01	1,00	10,00	90,00	10,00	128,43	14,27	149,46	0	6,91	142,55
35	61,99	5,96	1,30	13,02	86,98	13,02	53,92	8,07	68,19	0	2,38	65,80
45	30,70	4,88	1,57	15,66	84,34	15,66	25,89	4,81	33,96	0	0,82	33,14
55	15,91	3,78	1,74	17,41	82,59	17,41	13,14	2,77	17,95	0	0,28	17,66
65	8,95	2,97	2,09	20,95	79,05	20,95	7,07	1,87	9,84	0	0,10	9,74
75	5,66	2,50	1,91	19,13	80,87	19,13	4,57	1,08	6,45	0	0,03	6,41
85	2,57	1,46	2,17	21,68	78,32	21,68	2,02	0,56	3,10	0	0,01	3,09
95	0,88	0,62	2,61	26,15	73,85	26,15	0,65	0,23	1,21	0	0,00	1,20
105	0,29	0,25	1,59	15,92	84,08	15,92	0,25	0,05	0,48	0	0,00	0,48
115	0,06	0,06	3,02	30,24	69,76	30,24	0,04	0,02	0,09	0	0,00	0,09
125	0,07	0,08	0	0	100	0	0,07	0	0,08	0	0,00	0,08
135	0,02	0,02	3,50	35,01	64,99	35,01	0,01	0,01	0,01	0	0,00	0,01
145	0,02	0,04	0	0	100	0	0,02	0	0,03	0	0,00	0,03
155	0,01	0,03	4,14	41,38	58,62	41,38	0,01	0,01	0,01	0	0,00	0,01
<b>Total</b>	<b>561,02</b>	<b>34,81</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>26,39</b>	<b>30,59</b>	<b>556,81</b>

Centro de classe = Classe de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IPM= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Tabela 47 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2008 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 6**.

Centro de classe	N/ha. 2005	G/ha. 2005	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2008 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	326,88	5,78	0,72	7,22	92,78	7,22	303,28	23,60	303,28	24,00	20,04	307,24
25	138,72	6,81	1,00	10,00	90,00	10,00	124,85	13,87	148,45	0,06	6,91	141,60
35	53,16	5,11	1,30	13,02	86,98	13,02	46,24	6,92	60,11	0,00	2,38	57,73
45	26,52	4,22	1,57	15,66	84,34	15,66	22,37	4,15	29,29	0,00	0,82	28,47
55	12,52	2,97	1,74	17,41	82,59	17,41	10,34	2,18	14,49	0,00	0,28	14,21
65	7,88	2,61	2,09	20,95	79,05	20,95	6,23	1,65	8,41	0,00	0,10	8,31
75	4,04	1,78	1,91	19,13	80,87	19,13	3,27	0,77	4,92	0,00	0,03	4,88
85	1,72	0,98	2,17	21,68	78,32	21,68	1,35	0,37	2,12	0,00	0,01	2,11
95	0,28	0,20	2,61	26,15	73,85	26,15	0,21	0,07	0,58	0,00	0,00	0,58
105	0,12	0,10	1,59	15,92	84,08	15,92	0,10	0,02	0,17	0,00	0,00	0,17
115	0,04	0,04	3,02	30,24	69,76	30,24	0,03	0,01	0,05	0,00	0,00	0,05
125	0,04	0,05	0	0	100	0	0,04	0	0,05	0,00	0,00	0,05
135	0,04	0,06	3,50	35,01	64,99	35,01	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03
145	0	0,00	0	0	100	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,01
155	0,04	0,08	4,14	41,38	58,62	41,38	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02
<b>Total</b>	<b>572</b>	<b>30,79</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>24,06</b>	<b>30,59</b>	<b>565,45</b>

Centro de classe = Classe de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IPM= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Tabela 48 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2011 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 6**.

Centro de classe	N/ha. 2008	G/ha. 2008	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2011 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	307,24	5,43	0,72	7,22	92,78	7,22	285,05	22,18	285,05	24,00	20,04	289,01
25	141,60	6,95	1,00	10,00	90,00	10,00	127,43	14,16	149,62	0,06	6,91	142,77
35	57,73	5,55	1,30	13,02	86,98	13,02	50,21	7,52	64,38	0,00	2,38	61,99
45	28,47	4,53	1,57	15,66	84,34	15,66	24,01	4,46	31,52	0,00	0,82	30,70
55	14,21	3,38	1,74	17,41	82,59	17,41	11,74	2,47	16,19	0,00	0,28	15,91
65	8,31	2,76	2,09	20,95	79,05	20,95	6,57	1,74	9,04	0,00	0,10	8,95
75	4,88	2,16	1,91	19,13	80,87	19,13	3,95	0,93	5,69	0,00	0,03	5,66
85	2,11	1,20	2,17	21,68	78,32	21,68	1,65	0,46	2,59	0,00	0,01	2,57
95	0,58	0,41	2,61	26,15	73,85	26,15	0,43	0,15	0,88	0,00	0,00	0,88
105	0,17	0,15	1,59	15,92	84,08	15,92	0,15	0,03	0,30	0,00	0,00	0,29
115	0,05	0,05	3,02	30,24	69,76	30,24	0,03	0,01	0,06	0,00	0,00	0,06
125	0,05	0,06	0	0	100	0	0,05	0	0,07	0,00	0,00	0,07
135	0,03	0,04	3,50	35,01	64,99	35,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02
145	0,01	0,02	0	0	100	0	0,01	0	0,02	0,00	0,00	0,02
155	0,02	0,04	4,14	41,38	58,62	41,38	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
<b>Total</b>	<b>565,45</b>	<b>32,72</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>24,06</b>	<b>30,59</b>	<b>558,91</b>

Centro de classe = Classe de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IPM= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Tabela 49 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 3 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 6**.

Centro de classe	N/ha. 2011	G/ha. 2011	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2014 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	289,01	5,11	0,72	7,22	92,78	7,22	268,14	20,87	268,14	24,00	20,04	272,10
25	142,77	7,01	1,00	10,00	90,00	10,00	128,49	14,28	149,36	0,06	6,91	142,51
35	61,99	5,96	1,30	13,02	86,98	13,02	53,92	8,07	68,20	0,00	2,38	65,82
45	30,70	4,88	1,57	15,66	84,34	15,66	25,89	4,81	33,97	0,00	0,82	33,14
55	15,91	3,78	1,74	17,41	82,59	17,41	13,14	2,77	17,95	0,00	0,28	17,66
65	8,95	2,97	2,09	20,95	79,05	20,95	7,07	1,87	9,84	0,00	0,10	9,74
75	5,66	2,50	1,91	19,13	80,87	19,13	4,57	1,08	6,45	0,00	0,03	6,41
85	2,57	1,46	2,17	21,68	78,32	21,68	2,02	0,56	3,10	0,00	0,01	3,09
95	0,88	0,62	2,61	26,15	73,85	26,15	0,65	0,23	1,21	0,00	0,00	1,20
105	0,29	0,25	1,59	15,92	84,08	15,92	0,25	0,05	0,48	0,00	0,00	0,48
115	0,06	0,06	3,02	30,24	69,76	30,24	0,04	0,02	0,09	0,00	0,00	0,09
125	0,07	0,08	0	0	100	0	0,07	0	0,08	0,00	0,00	0,08
135	0,02	0,02	3,50	35,01	64,99	35,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
145	0,02	0,04	0	0	100	0	0,02	0	0,03	0,00	0,00	0,03
155	0,01	0,03	4,14	41,38	58,62	41,38	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
<b>Total</b>	<b>558,91</b>	<b>34,78</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>24,06</b>	<b>30,59</b>	<b>552,37</b>

Centro de classe = Classe de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IPM= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Na Tabela 50 pode ser observada a estrutura real existente em 2008 e as estruturas projetadas utilizando os **modelos** de ingresso, **2** e **6**.

Tabela 50 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da razão de movimentação.

Classe de DAP	N/ha Observado 2008	Modelo 2 N/ha Estimado 2008	Modelo 6 N/ha Estimado 2008
15	322,36	307,97	307,24
25	137,64	141,54	141,60
35	52,4	57,73	57,73
45	26,92	28,47	28,47
55	12,84	14,21	14,21
65	8,08	8,31	8,31
75	4,28	4,88	4,88
85	2	2,11	2,11
95	0,32	0,58	0,58
105	0,08	0,17	0,17
115	0,04	0,05	0,05
125	0,08	0,05	0,05
135	0,04	0,03	0,03
145	0	0,01	0,01
155	0,04	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>567,12</b>	<b>566,13</b>	<b>565,45</b>

Da mesma forma que nos valores projetados pela matriz de transição, o número de árvores nas classe 15, 125, 135, projetados pela razão de movimentação, diminuiu em relação ao real, tanto nas predições de ingresso com o **modelo 2** quanto com o **modelo 6**. Além disso, na classe 155 ocorreu a diminuição do número de árvores projetado em relação ao real. PULZ (1998), SILVA (1989) e AUSTREGÉSILO *et al.* (2004) também observaram uma subestimativa na menor classe de DAP nos valores projetados pela Razão de movimentação.

Já nas classes de 25 a 105 e na classe 145 ocorreu um aumento do número de árvores em relação ao observado, para os dois modelos de ingresso empregados. Por outro lado, nos valores totais os resultados projetados são pouco inferiores aos reais, sendo que quando se utilizou o **modelo 2** para a estimativa do ingresso, os valores são mais próximos aos valores observados.

#### **5.4.2.2. Prognose por razão de movimentação com Intervalo de 6 anos**

Da mesma forma que na matriz de transição, esta prognose para intervalo de 6 anos foi efetuada para comparar os métodos em um período maior de tempo. Esta prognose foi realizada para o período de 2014 utilizando dados das medições de 2002 e de 2008.

A projeção para o ano de 2014 foi realizada seguindo os mesmos critérios adotados para o ano de 2008, porém na estimativa do ingresso, os valores estimados pelos **modelos 2 e 6** também foram multiplicados por 2, porque o ajuste dos modelos de ingresso, foi feito baseado num intervalo de tempo de 3 anos e se está projetando para um intervalo de 6 anos. O mesmo foi realizado para a estimativa da mortalidade.

Nas Tabelas 51 e 52 podem ser observadas, respectivamente, as projeções realizadas para períodos de 6 anos utilizando os **modelos 2 e 6** para a estimativa do ingresso.



Tabela 51 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 6 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 2**.

Centro de classe	N/ha. 2008	G/ha. 2008	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2014 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	322,36	5,70	1,12	11,15	88,85	11,15	286,41	35,95	286,41	49,57	40,08	295,90
25	137,64	6,76	1,55	15,52	84,48	15,52	116,28	21,36	152,23	0	13,82	138,40
35	52,4	5,04	2,04	20,42	79,58	20,42	41,70	10,70	63,07	0	4,77	58,30
45	26,92	4,28	2,42	24,24	75,76	24,24	20,39	6,53	31,09	0	1,64	29,45
55	12,84	3,05	2,82	28,19	71,81	28,19	9,22	3,62	15,75	0	0,57	15,18
65	8,08	2,68	3,00	30,02	69,98	30,02	5,65	2,43	9,27	0	0,20	9,08
75	4,28	1,89	3,18	31,79	68,21	31,79	2,92	1,36	5,35	0	0,07	5,28
85	2	1,13	3,08	30,78	69,22	30,78	1,38	0,62	2,75	0	0,02	2,72
95	0,32	0,23	3,42	34,22	65,78	34,22	0,21	0,11	0,83	0	0,01	0,82
105	0,08	0,07	1,75	17,51	82,49	17,51	0,07	0,01	0,18	0	0,00	0,17
115	0,04	0,04	5,41	54,11	45,89	54,11	0,02	0,02	0,03	0	0,00	0,03
125	0,08	0,10	2,94	29,44	70,56	29,44	0,06	0,02	0,08	0	0,00	0,08
135	0,04	0,06	3,50	35,01	64,99	35,01	0,03	0,01	0,05	0	0,00	0,05
145	0	0,00	0,00	0	100	0	0	0	0,01	0	0,00	0,01
155	0,04	0,08	4,14	41,38	58,62	41,38	0,02	0,02	0,02	0	0,00	0,02
<b>Total</b>	<b>567,12</b>	<b>31,10</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>49,57</b>	<b>61,18</b>	<b>555,49</b>

Centro de classe = Classe de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IPM= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Tabela 52 - Prognose da distribuição diamétrica para o período de 2014 utilizando o método da Razão de Movimentação com intervalo de 6 anos e estimativas do ingresso com o **modelo 6**.

Centro de classe	N/ha. 2008	G/ha. 2008	IPM	Razão	% árvores movidas		árvores movidas		árvores após movimentação	Ingresso N/ha.	Mortalidade N/ha.	Prognose 2014 N/ha.
					0 classe	1 classe	0 classe	1 classe				
15	322,36	5,70	1,12	11,15	88,85	11,15	286,41	35,95	286,41	48,00	40,08	294,33
25	137,64	6,76	1,55	15,52	84,48	15,52	116,28	21,36	152,23	0,12	13,82	138,52
35	52,4	5,04	2,04	20,42	79,58	20,42	41,70	10,70	63,07	0,00	4,77	58,30
45	26,92	4,28	2,42	24,24	75,76	24,24	20,39	6,53	31,09	0,00	1,64	29,45
55	12,84	3,05	2,82	28,19	71,81	28,19	9,22	3,62	15,75	0,00	0,57	15,18
65	8,08	2,68	3,00	30,02	69,98	30,02	5,65	2,43	9,27	0,00	0,20	9,08
75	4,28	1,89	3,18	31,79	68,21	31,79	2,92	1,36	5,35	0,00	0,07	5,28
85	2	1,13	3,08	30,78	69,22	30,78	1,38	0,62	2,75	0,00	0,02	2,72
95	0,32	0,23	3,42	34,22	65,78	34,22	0,21	0,11	0,83	0,00	0,01	0,82
105	0,08	0,07	1,75	17,51	82,49	17,51	0,07	0,01	0,18	0,00	0,00	0,17
115	0,04	0,04	5,41	54,11	45,89	54,11	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,03
125	0,08	0,10	2,94	29,44	70,56	29,44	0,06	0,02	0,08	0,00	0,00	0,08
135	0,04	0,06	3,50	35,01	64,99	35,01	0,03	0,01	0,05	0,00	0,00	0,05
145	0	0,00	0,00	0	100	0	0	0	0,01	0,00	0,00	0,01
155	0,04	0,08	4,14	41,38	58,62	41,38	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02
<b>Total</b>	<b>567,12</b>	<b>31,10</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>48,12</b>	<b>61,18</b>	<b>554,04</b>

Centro de classe = Classe de DAP; N/ha = número de árvores por hectare; G/ha = área basal por hectare no período inicial; IMP= incremento periódico médio por classe de DAP; % movida = percentagem de árvores não moveram para a classe seguinte e a percentagem de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores movidas = número de árvores não moveram para a classe seguinte e o número de árvores que moveram para a classe seguinte; árvores após movimentação = número de árvores após a movimentação; Ingresso N/ha = valores estimados de ingresso por hectare por classe de DAP; Mortalidade N/ha = valores de mortalidade estimados por hectare por classe de DAP; Prognose 2008 N/ha = valor projetado para um período de 3 anos em relação ao período inicial

Na Tabela 53 pode ser observado o número de árvores por classe de diâmetro projetado pelo método da Razão de movimentação com intervalo de 6 anos para o ano de 2014, utilizando os **modelos 2 e 6** de ingresso. Não se observou diferenças relevantes, ao se empregar qualquer um dos modelos.

Tabela 53 - Prognose da distribuição diamétrica pelo método da razão de movimentação, com intervalo de 6 anos.

Classe de DAP	Modelo 2	Modelo 6
	N/ha Estimado 2014	N/ha Estimado 2014
15	295,90	294,33
25	138,40	138,52
35	58,30	58,30
45	29,45	29,45
55	15,18	15,18
65	9,08	9,08
75	5,28	5,28
85	2,72	2,72
95	0,82	0,82
105	0,17	0,17
115	0,03	0,03
125	0,08	0,08
135	0,05	0,05
145	0,01	0,01
155	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>555,49</b>	<b>554,04</b>

Na Tabela 54 pode ser observado o número de árvores projetado para 2014 utilizando a razão de movimentação com intervalos de 3 e 6 anos.

Ao analisar a Tabela 54, observa-se que nas classes 15, 135 e 155 os valores projetados com intervalos de 3 anos são menores do que os obtidos com intervalos de 6 anos. Já nas classes de 25 a 115 e na classe 145 ocorre o inverso, ou seja, os valores projetados para intervalos de 3 anos são maiores do que os obtidos com intervalo de 6 anos. Por outro lado, na classe 125 os dados permanecem iguais. Da mesma forma que nas classes 15, 135 e 155, números de árvores por hectare totais projetados para intervalos de 3 anos são menores em relação aos projetados para intervalos de 6 anos.

Tabela 54 - Número de árvores por hectare projetado para 2014 pelo método razão de movimentação com intervalos de 3 e 6 anos.

Classe de DAP	Razão 3 anos		Razão 6 anos	
	Modelo 2	Modelo 6	Modelo 2	Modelo 6
	N/ha Estimado 2014	N/ha Estimado 2014	N/ha Estimado 2014	N/ha Estimado 2014
15	276,51	272,10	295,90	294,33
25	142,55	142,51	138,40	138,52
35	65,80	65,82	58,30	58,30
45	33,14	33,14	29,45	29,45
55	17,66	17,66	15,18	15,18
65	9,74	9,74	9,08	9,08
75	6,41	6,41	5,28	5,28
85	3,09	3,09	2,72	2,72
95	1,20	1,20	0,82	0,82
105	0,48	0,48	0,17	0,17
115	0,09	0,09	0,03	0,03
125	0,08	0,08	0,08	0,08
135	0,01	0,01	0,05	0,05
145	0,03	0,03	0,01	0,01
155	0,01	0,01	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>556,81</b>	<b>552,37</b>	<b>555,49</b>	<b>554,04</b>

### 5.5. Avaliação das Prognoses

A avaliação das prognoses foi feita com a utilização do teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Foram comparadas a estrutura real da floresta no ano de 2008 com os valores projetados pelos métodos da matriz de transição e da razão de movimentação. Uma subdivisão dos métodos de projeção foi realizada, ou seja, nas estimativas dos ingressos foram utilizados os dois modelos de melhor desempenho e estes foram empregados nas projeções tanto na matriz de transição quanto na razão de movimentação.

Na Tabela 55 pode ser observada a estrutura diamétrica real e projetada para o ano de 2008, em que, a diferença entre os valores projetados e real ocorre principalmente na classe 15 em que os valores projetados são menores que o valor real, esta diferença é um pouco maior nos valores projetados pela razão da movimentação. Nas demais classes os valores projetados são sempre maiores que os valores reais, sendo esta diferença mais acentuada para o método da razão de movimentação em relação à matriz de transição. Analisando-se os valores totais, os projetados pela razão de movimentação estão mais próximos dos valores reais, já os projetados pela matriz de transição apresentam valores um pouco mais distantes dos reais.

Tabela 55 - Estrutura diamétrica real e projetada para o ano de 2008 pela matriz de transição e razão de movimentação.

Classe de DAP	Matriz de Transição			Razão de Movimentação	
	N/ha Observado 2008	Modelo 2 N/ha Estimado 2008	Modelo 6 N/ha Estimado 2008	Modelo 2 N/ha Estimado 2008	Modelo 6 N/ha Estimado 2008
	15	322,36	314,52	313,78	307,97
25	137,64	138,61	138,67	141,54	141,60
35	52,4	54,51	54,51	57,73	57,73
45	26,92	27,58	27,58	28,47	28,47
55	12,84	13,03	13,03	14,21	14,21
65	8,08	8,63	8,63	8,31	8,31
75	4,28	4,45	4,45	4,88	4,88
85	2	2,22	2,22	2,11	2,11
95	0,32	0,39	0,39	0,58	0,58
105	0,08	0,12	0,12	0,17	0,17
115	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
125	0,08	0,02	0,02	0,05	0,05
135	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03
145	0	0	0	0,01	0,01
155	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>567,12</b>	<b>564,18</b>	<b>563,50</b>	<b>566,13</b>	<b>565,45</b>

Os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para detectar diferenças estatísticas entre os dois métodos, podem ser observados na Tabela 56.

Tabela 56 - Diferenças entre os valores observados e os estimados pelos métodos de prognose.

Classe de DAP	Comparação			
	Matriz de transição		Razão de movimentação	
	real/modelo2	real/modelo 6	real/modelo 2	real/modelo 6
15	7,8449	8,5795	14,3887	15,1233
25	6,8788	7,5533	10,4919	11,1664
35	4,7665	5,4409	5,1626	5,8370
45	4,1032	4,7775	3,6166	4,2910
55	3,9173	4,5917	2,2469	2,9213
65	3,3673	4,0417	2,0163	2,6907
75	3,1981	3,8725	1,4121	2,0865
85	2,9743	3,6487	1,3039	1,9783
95	2,9033	3,5777	1,0482	1,7225
105	2,8633	3,5377	0,9554	1,6298
115	2,8633	3,5377	0,9489	1,6233
125	2,9233	3,5977	0,9770	1,6514
135	2,9433	3,6177	0,9910	1,6654
145	2,9433	3,6177	0,9770	1,6514
155	2,9433	3,6177	0,9936	1,6680
<b>Dcalc</b>	<b>0,0138</b>	<b>0,0151</b>	<b>0,0253</b>	<b>0,0266</b>

Na Tabela 56, pode-se observar que os valores projetados e observados apresentam poucas diferenças nas 15 classes de DAP existentes. Porém, como o teste K-S detecta o ponto de maior divergência e compara-o com um valor tabelado a um dado nível de significância, constatou-se que este ponto de maior divergência em todos os casos testados foi na classe de menor tamanho.

Com isso, no método da matriz de transição o valor  $\hat{D}$  calculado para o modelo 2 de ingresso foi de 0,0138 e para o **modelo 6** de ingresso foi de 0,0151. Já nos valores projetados pela razão de movimentação o  $\hat{D}$  calculado para o **modelo 2** foi de 0,0253 e para o **modelo 6** de 0,0122. Estes resultados foram inferiores aos valores tabelados, ou seja,  $\hat{D}_n$  tabelado a um nível  $\alpha$  de 1% foi de 0,4040. Desta forma, aceita-se a hipótese da nulidade, significando que os valores projetados são iguais estatisticamente aos reais, a 99% de probabilidade.

Tanto o método de matriz de transição quanto o de razão de movimentação, podem ser empregados para realizar a prognose da distribuição diamétrica para idades futuras. Tomando-se o cuidado de não realizar prognoses para intervalos muito superiores àqueles observados na medição dos dados.

Com relação aos dados projetados pra o ano de 2014, estes também foram comparados e testados por Kolmogorov-Smirnov. Na Tabela 57 podem ser observados os valores projetados pelos métodos de prognose tanto para os periodos de 3 como de 6 anos.

Os resultados do teste Kolmogorov-Smirnov para detectar diferenças estatísticas entre os métodos, pode ser observado na Tabela 58.

Na Tabela 58, pode-se observar que os valores projetados e observados apresentam poucas diferenças nas classes de DAP e, da mesma forma que nos valores projetados para 2008, constatou-se que este ponto de maior divergência em todos os casos testados foi na classe de menor tamanho

Na comparação entre os métodos da matriz de transição de 3 e 6 anos o valor de  $\hat{D}$  calculado para o **modelo 2** de ingresso foi de 0,0273 e para o **modelo 6** de ingresso foi de 0,0297. Já nos valores projetados pela razão de movimentação o  $\hat{D}$  calculado para o **modelo 2** foi de 0,0348 e para o **modelo 6** de 0,0402. Estes resultados foram inferiores aos valores tabelados, ou seja,  $\hat{D}_n$  tabelado a um nível  $\alpha$  de 1% foi de 0,4040. Desta forma, aceita-se a hipótese da nulidade, significando que os valores projetados por períodos de 3 e 6 anos são iguais estatisticamente, a 99% de probabilidade.

Tabela 57 - Valores projetados para o ano de 2014 pelos métodos de matriz de transição e razão de movimentação estimados por períodos de 3 e 6 anos

Classe de DAP	Matriz 3 anos		Razão 3 anos		Matriz 6 anos		Razão 6 anos	
	Modelo 2 N/ha estimado 2014	Modelo 6 N/ha estimado 2014	Modelo 2 N/ha estimado 2014	Modelo 6 N/ha estimado 2014	Modelo 2 N/ha estimado 2014	Modelo 6 N/ha estimado 2014	Modelo 2 N/ha estimado 2014	Modelo 6 N/ha estimado 2014
15	294,70	291,87	276,51	272,10	309,77	308,19	295,90	294,33
25	136,74	136,79	142,55	142,51	135,72	135,84	138,40	138,52
35	56,61	56,62	65,80	65,82	52,94	52,94	58,30	58,30
45	29,61	29,61	33,14	33,14	28,15	28,15	29,45	29,45
55	14,09	14,09	17,66	17,66	13,66	13,66	15,18	15,18
65	10,03	10,03	9,74	9,74	9,01	9,01	9,08	9,08
75	5,36	5,36	6,41	6,41	4,94	4,94	5,28	5,28
85	3,32	3,32	3,09	3,09	2,81	2,81	2,72	2,72
95	0,71	0,71	1,20	1,20	0,51	0,51	0,82	0,82
105	0,12	0,12	0,48	0,48	0,05	0,05	0,17	0,17
115	0,04	0,04	0,09	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03
125	0,01	0,01	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
135	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,04	0,05	0,05
145	0	0	0,03	0,03	0	0	0,01	0,01
155	0,04	0,04	0,01	0,01	0,04	0,04	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>551,38</b>	<b>548,61</b>	<b>556,81</b>	<b>552,37</b>	<b>557,76</b>	<b>556,31</b>	<b>555,49</b>	<b>554,04</b>

Tabela 58 - Comparação dos valores estimados para os períodos de 3 anos e de 6 anos dentro de cada método de prognose.

Classe de DAP	Matriz de transição		Razão de movimentação	
	modelo 2 (3 anos) / modelo 2 (6 anos)	modelo 6 (3 anos) / modelo 6 (6 anos)	modelo 2 (3 anos) / modelo 2 (6 anos)	modelo 6 (3 anos) / modelo 6 (6 anos)
15	15,0651	16,3211	19,3883	22,2263
25	14,0440	15,3744	15,2426	18,2431
35	10,3815	11,7036	7,7358	10,7249
45	8,9243	10,2459	4,0414	7,0297
55	8,4941	9,8157	1,5560	4,5443
65	7,4777	8,7994	0,8913	3,8796
75	7,0596	8,3813	0,2458	2,7424
85	6,5474	7,8690	0,6104	2,3778
95	6,3491	7,6708	0,9950	1,9932
105	6,2825	7,6041	1,2980	1,6902
115	6,2691	7,5908	1,3545	1,6337
125	6,3441	7,6658	1,3604	1,6278
135	6,3791	7,7008	1,3218	1,6664
145	6,3791	7,7008	1,3368	1,6514
155	6,3791	7,7008	1,3214	1,6668
<b>Dcalc</b>	<b>0,0273</b>	<b>0,0297</b>	<b>0,0348</b>	<b>0,0402</b>

## 6. CONCLUSÕES

Neste estudo, em relação à composição florística e a dinâmica da floresta conclui-se que:

- ✓ O número de árvores diminuiu ao longo do período de monitoramento;
- ✓ Houve um acréscimo no número de espécies da floresta somente no último período de medição;
- ✓ A área basal média por hectare aumentou no período de monitoramento (28,7 m<sup>2</sup>/ha em 2002 e 30,1 m<sup>2</sup>/ha em 2008) indicando que a floresta ainda está evoluindo para atingir seu estoque completo;
- ✓ Nos seis anos de estudo, a mortalidade foi um pouco maior do que o ingresso quanto ao número de árvores, mas não afetou o crescimento líquido da área basal média por hectare.

Quanto à modelagem do incremento conclui-se que:

- ✓ Quando ocorre a estratificação dos dados há melhorias significativas em relação aos dados sem estratificação, principalmente com diminuição do erro padrão de estimativa.
- ✓ Os resultados dos ajustes para araucária foram melhores que os obtidos para as folhosas;
- ✓ Para a araucária, a modelagem para as árvores com melhores condições fitossanitárias (classe 3) apresentaram os maiores R<sup>2</sup> ajustados;
- ✓ Para as folhosas, na maioria das vezes, os ajustes dos dados sem estratificação tiveram melhores resultados;
- ✓ Os ajustes realizados para os dados médios por classe de diâmetro apresentam as melhores estatísticas, porém, por serem ajustados com dados médios, em alguns casos, não poderão expressar a realidade, gerando estimativas não muito confiáveis.

No que diz respeito à modelagem do ingresso e da mortalidade conclui-se:

- ✓ Tanto na modelagem do ingresso quanto da mortalidade, os ajustes tenderam a melhorar, principalmente na estatística do erro padrão da estimativa, com o aumento da área da parcela na montagem da matriz de dados do ajuste.

Em relação a prognose da estrutura diamétrica:

- ✓ As projeções para o ano de 2008 realizadas pelos dois métodos e utilizando para a estimativa do ingresso os dois modelos de melhor desempenho, foram estatisticamente iguais à estrutura diamétrica real, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov a 99% de probabilidade;



✓ Da mesma forma, os valores projetados para o ano de 2014 a partir de dados de ajuste com intervalos de 3 e 6 anos foram estatisticamente iguais a 99% de probabilidade segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov;

A projeção por matriz de transição deve ser utilizada com cautela na elaboração de planos de manejo, visto que apresenta estados absorventes (probabilidade de transição igual a zero), ou seja, neste estudo não promoveu a transição de árvores para as classes de DAP maiores que 135cm.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDER, D. **Growth modeling for mixed tropical forests.** Tropical Forestry Papers, Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, n. 30, 1995.

ALDER, D.; SYNNOTT, T.J. **Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest.** Tropical Forestry Papers, Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, n. 25, 1992.

ALEMDAG, I. S. **Evaluation of some competition indexes for the prediction of diameter increment in planted white spruce.** For. Mange. Inst. Inf. Rep. FMR-X-108. 39 p. 1978.

ARCE, J. E.; GOMES, F. dos S.; SANQUETTA, C. R.; CRUZ, E. C. **Utilização dos processos de difusão na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L.** Revista Cerne, Lavras, v. 4, n.1, p. 154-170, 1998.

ARCE, J. E.; PIZATTO, W.; SANQUETTA, C. R.; WENDLING, J. L. G.; MAESTRI, R. **Utilização das matrizes de transição na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L.** Revista Floresta, Curitiba, v. 27, n.1/2, p. 83-98, 2001.

AUSTREGÉSILO, S. L., FERREIRA, R. L. C., SILVA, J. A. A., SOUZA, A. L., MEUNIER, I. M. J., SANTOS, E. S: **Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.227-232, 2004.

AZEVEDO, C. P., SOUZA, A. L., JESUS, R. M. **Predição do ingresso total de um povoamento.** Revista Árvore, v.19, n.1 p.50-64, 1995 (a).

AZEVEDO, C. P., SOUZA, A. L., JESUS, R. M. **Um modelo de matriz de transição para prognose do crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de mata atlântica.** Revista Árvore, v.19, n.2 p.187-199, 1995 (b).

BARTH FILHO, N. F. **Delineamentos de um sistema de monitoramento de crescimento e produção em campo para florestas naturais: aplicação na floresta com araucária.** Curitiba, 2002. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.

BERNARDO, E. M. **Processos Markovianos de decisão.** Lisboa: Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências Tecnológicas, 2000.

BOLDRINI, J. L., COSTA, S. I. R., RIBEIRO, V. L. S. F. F., WETZER, H. G. **Álgebra linear.** São Paulo, Haper & Row Brasil, 1978. 805p.

BUONGIORNO, J.; MICHIE, B. R. **A matrix model of uneven-aged forest management.** Forest Science, Washington, v. 26, n. 4, p. 609-625, Dec. 1980

CARVALHO, J. O. P. de. **Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal.** In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: Contribuições do Projeto EMBRAPA, 1999, Belém, Anais... Belém: EMBRAPA, 1999, p. 174-179.

CARVALHO, P, E, R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira /** Paulo Ernani Ramalho Carvalho; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. – Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p. : il. Color (35p. com 140 fotografias), 4 mapas.

CUNHA, U. S., MACHADO, S. A., FIGUEIREDO FILHO, A., SANQUETTA, C. R.: **Predição da estrutura diamétrica de espécies comerciais de terra firme da Amazônia por meio de matriz de transição.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 109-122. 2002.

DAVIDSON, C. B., HAFLEY, W. L., FREDERICK, D. J., MENGEL, D. L. **Predition of total stand ingrowth in southeastern mixed species bottomland hardwoods.** In: BLENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE, 5, New Orleans, 1989. Proceedings... New Orleans, Southern Forest Experimental Station, 1989. p. 436-9.

DAVIS, L. S., JOHNSON, K. N. **Forest management.** New York: McGraw-Hill, 1986. 790p.

DISPERATI, A. A., OLIVEIRA FILHO, P. C. **Copas de Araucária observadas em fotografias aéreas 70 mm colorido normal em escala muito grande (1:1000).** In: Anais do VII Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal / Orgs. Attilio Antonio Disperati, João Roberto dos Santos. Curitiba, PR, de 17 a 19 de outubro de 2006. -- Curitiba, PR : FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2006.

DURIGAN, M. E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR.** Curitiba, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

EK, A. R. **Nonlinear models for stand table projection in northern hardwood.** Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.4, p. 23-7, 1974.

FERREIRA, R. L. C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG.** Viçosa, 208f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. 1997.

FIGUEIREDO FILHO, A.; SERPE, E. L.; PLODOWSKI, G.; SANTOS, D. F.; STEPKA, T. F.; BECKER, M. **Crescimento sazonal em diâmetro de 16 espécies de uma Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Irati, Paraná, Brazil.** In: 2o. Congresso Latinoamericano IUFRO, 2006, La Serena, Chile. Bosques: La creciente importancia de sus funciones ambientales, sociales y económicas. La Serena, Chile: IUFRO-INFOR, 2006. v.1.

FREITAS, J. V.; HIGUCHI, N. **Projeções da distribuição diamétrica de uma floresta tropical úmida de terra firme pela cadeia de Markov.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO E I CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 7., 1993, Curitiba. **Anais..** Curitiba: S.B.S./ S.B.E.F., 1993. v. 2, p. 545-548.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. **Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati - PR.** Floresta, v. 19, n. 1 e 2, p.30-49, 1989.

GOMES, J. F. **Classificação e crescimento de grupos ecológicos na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS.** Santa Maria, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** São Paulo: MAKRON *Books*,2000.846p.

HIGUCHI, N. **O uso da cadeia de Markov para projetar a distribuição de frequência (diâmetro e mortalidade) em uma Floresta Tropical Úmida de Terra Firme.** In: ENCONTRO SOBRE SILVICULTURA E MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA, 1987, Manaus, **Anais...** Manaus: INPA/IBDF, 1987, p. 118.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration.** 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1982.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1, Rio de Janeiro, 1992.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Eschborn : GTZ, 1990.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. **Vegetação.** In: Geografia do Brasil : Região Sul. v. 2 . Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest Inventory.** München: BVL Verlagsgesellschaft, v.2, 1973.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil. Curitiba, 1980.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** Curitiba: José Olympio, 1968.

MACHADO, S. A.; BARTOSZEK, A. C. P. S.; OLIVEIRA, E. B. de. **Estudo da estrutura diamétrica para a *Araucaria angustifolia* em florestas naturais na região sul do Brasil.** Floresta, Curitiba, v. 26, n. 1/2, p. 59-70, dez. 1998.

MAZZA, C. A. da S., MAZZA, M. C. M., SANTOS, J. E., **SIG aplicado à caracterização ambiental de uma unidade de conservação Floresta Nacional de Irati, Paraná.** In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2251-2258.

MENDONÇA, A. C. A., **Caracterização e simulação dos processos dinâmicos de uma área de floresta tropical de terra firme utilizando matrizes de transição.** Curitiba, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. Santa Maria, 2006.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

OLIVER, C. D.; LARSON, B. C. **Forest stand dynamics.** Update edition. New York : John Wiley & Sons, 1996.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A.; **Inventário Florestal.** Curitiba: Editorado pelos autores, 1997.

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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal.** San José, C.R.: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1997.

PULZ, F. A. **Estudo da dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semidecídua montana na região de Lavras - MG.** Lavras, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras.

PULZ, F. A., SCOLFORO, J. R. S, OLIVEIRA, A. D., MELLO, J. M., OLIVEIRA FILHO, A. T. **Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiiânea com a matriz de transição.** Cerne, v.5, n.1 p.1-14, 1999.

RODE, R. **Avaliação Florística e Estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista e de uma Vegetação Arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos.** Curitiba, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. **As unidades fitogeográficas do estado do Paraná.** Ciência & Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.

RODRIGUES, R. R. **Análise estrutural de formações florestais ripárias.** In: Simpósio sobre matas ciliares, 1., Anais... Campinas. Fundação Cargil, 1989. p. 99-119.

ROSSI, L. M. B. **Processo de Difusão para Simulação da Dinâmica de Floresta Natural.** Curitiba, 2007. 168 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.

RIBEIRO, S. B. **Classificação e ordenação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS.** Santa Maria, 2004. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

SANQUETTA, C. R, BRENA D. A., ÂNGELO, H., MENDES, J. B. **Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte.** Ciência Florestal, v.6, n.1, p.65-78, 1996.

SANQUETTA, C. R.. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal.** Curitiba, FUPEF. 1996. 49 p. (Série Didática, n. 08).

SANQUETTA, C. R. **Perspectivas da recuperação e do manejo sustentável das florestas de araucária.** Data de publicação, 10 de agosto de 2005. <http://www.comciencia.br/reportagens/2005/08/09.shtml>, acessado dia 13 de julho de 2007.

SANQUETTA, C. R., DALLA CORTE, A. P., EISFELD, R. L.. **Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil.** Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol. 5, no 1, Jan/Jun 2003.

SANQUETTA, C. R, CUNHA, U. S., WATZLAWICK, L. F, CAMPOS, M. L. B. **Projeção da distribuição diamétrica de fragmentos de florestas semidecíduas com matriz de transição.** Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol. 3, n.1, Jan/Jun 2001.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná.** Curitiba, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SCOLFORO, J. R. S., PULZ, F. A., MELLO, J. M. de. **Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural.** In: Manejo Florestal (J.R.S. SCOLFORO, org). UFLA/FAEPE, 1998, Lavras, p. 189-246.

SCOLFORO, J. R. S., PULZ, F. A., MELLO, J. M. de., OLIVEIRA FILHO, A. T. **Modelo de produção para floresta nativa como base para o manejo sustentado.** Cerne, v.2, n.1, 1996.

SCHUMACHER, M. V; HOPPE, J. M; **A Floresta e os Animais.** Série ecologia AFUBRA. Volume 5. Porto Alegre, 2001. 120 p.

SILVA, J. N. M. **The behavior of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** 1989. 302 f. Thesis (Ph.D.) – Oxford University, Oxford, 1989.

SPATHELF, P., DURLO, M. A. **Transition matrix for modeling the dynamics of a subtropical seminatural forest in southern Brazil.** Forest Ecology and Management, v.151.n.1-3. P. 139-149, 2001.

TERESCZUCH, S. M., MAC DONAGH, P. M., OLIVEIRA, A. J., RIVERO, L. E., BULFE, N. M. L. **Predicción de la estructura diamétrica de especies comerciales de un bosque subtropical por medio de matrices de transición.** Revista Floresta, Curitiba PR, v.37. n.1. jan/abril. 2007.p 71-82.

USHER, M. B. **A Matrix approach to the management of renewable resources, with special reference to selection forests.** Journal of Applied Ecology, Oxford, v. 3, p. 355-367, 1966.

VANCLAY, J. K. **A growth model for north Queensland rainforests.** *For. Ecol. Manage.* 27:245–271. 1989.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests.** Wallingford: CAB International, 1994. 312p.

VELOSO, H. P.; GÓES FILHO, L. **Fitogeografia Brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical.** In: PROJETO RADAM BRASIL, 1982, Salvador. (Bol. Técnico. Série vegetação, 1.