

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**DINÂMICA E PROJEÇÃO DIAMÉTRICA EM
REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA
NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANGELO AUGUSTO EBLING

IRATI-PR

2012

ANGELO AUGUSTO EBLING

**DINÂMICA E PROJEÇÃO DIAMÉTRICA EM REMANESCENTE DE FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS**

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

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Orientador

Prof. Dr. Solon Jonas Longhi
Co-orientador

IRATI-PR
2012

Catálogo na Fonte
Biblioteca da UNICENTRO

- E16d EBLING, Ângelo Augusto.
Dinâmica e projeção diamétrica em remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS / Ângelo Augusto Ebling. – Irati, PR : UNICENTRO, 2012.
- 126f.
ISBN
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro - Oeste, PR. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Florestal.
Orientador: Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Coorientador: Prof. Dr. Solon Jonas Longhi
1. Engenharia Florestal – dissertação. 2. Araucária. 3. Fitossociologia. I. Watzlawick, Luciano Farinha. II. Longhi, Solon Jonas. III. Título.
- CDD 20ª: 634.9751



Universidade Estadual do Centro-Oeste

Reconhecida pelo Decreto Estadual nº 3.444, de 8 de agosto de 1997

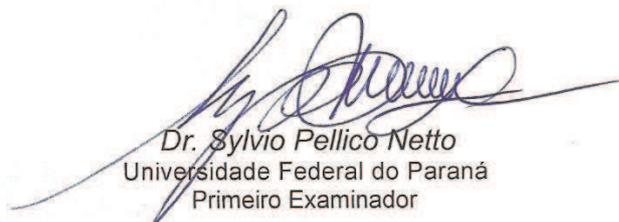
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PARECER

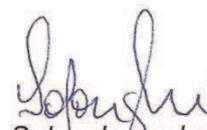
Defesa Nº 29

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, Câmpus de Irati, após arguir o mestrando **Ângelo Augusto Ebling** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "DINÂMICA E PROJEÇÃO DIAMÉTRICA EM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS", 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.

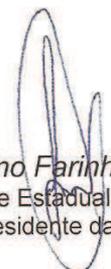
Irati-PR, 10 de fevereiro de 2012.



Dr. Sylvio Pellico Netto
Universidade Federal do Paraná
Primeiro Examinador



Dr. Solon Jonas Longhi
Universidade Federal de Santa Maria
Segundo Examinador



Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

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

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Centro-Oeste e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, que possibilitou a realização do curso de mestrado.

Ao professor Luciano Farinha Watzlawick, pela orientação, incentivo, confiança e amizade desenvolvidos durante a execução desse trabalho. Foi um privilégio conviver e ouvir seus ensinamentos entre as rodadas de chimarrão.

Ao meu co-orientador, o professor Solon Jonas Longhi, pelo incentivo à pesquisa desde a graduação e por disponibilizar os dados do Projeto Ecológico de Longa Duração.

Aos velhos amigos e colegas da UFSM e aos novos da UNICENTRO, pelo convívio, auxílio e momentos de descontração.

À todos que participaram do PELD ao longo dos dez anos de projeto.

Aos membros da comissão examinadora pela atenção e colaboração.

À minha família, por incentivar minha formação.

À Simone Filipini Abrão, pelo carinho e ajuda nas correções.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE APÊNDICES	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 REFERENCIAL TEÓRICO	2
1.2.1 Vegetação remanescente da Flona de São Francisco de Paula, RS	2
1.2.2 Manejo sustentado de floresta	3
1.2.3 Floresta Nacional do Município de São Francisco de Paula, RS	4
1.3 MATERIAIS E MÉTODOS	5
1.3.1 Localização da área de estudo	5
1.3.2 Processo de amostragem e coleta de dados	6
1.3.3 Dados Meteorológicos	7
REFERÊNCIAS	8
2 DINÂMICA DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS	11
RESUMO	11
ABSTRACT	12
2.1 INTRODUÇÃO	13
2.2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.2.1 Dinâmica florestal	14
2.2.2 Interações entre clima e vegetação	15

2.3 MATERIAL E MÉTODOS	15
2.3.1 Localização da área de estudo	15
2.3.2 Análise da dinâmica florestal	15
2.3.3 Levantamento da vegetação	16
2.3.4 Análise fitossociológica	16
2.3.5 Análise da estrutura horizontal e diversidade	16
2.3.6 Classificação dos grupos ecológicos	20
2.3.7 Dinâmica do recrutamento e mortalidade	21
2.3.8 Análise da estrutura vertical	22
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
2.4.1 Composição florística	23
2.4.2 Estrutura diamétrica	34
2.4.3 Estrutura horizontal	35
2.4.4 Análise da diversidade, dominância e homogeneidade	43
2.4.5 Análise da estrutura vertical da floresta	45
2.4.6 Análise dinâmica da mortalidade	47
2.4.7 Análise do recrutamento arbóreo	51
2.4.8 Interação entre mortalidade e ingresso	55
2.5 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS	60
3 DINÂMICA DO CRESCIMENTO EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS	66
RESUMO	66
ABSTRACT	67
3.1 INTRODUÇÃO	68
3.2 REFERENCIAL TEÓRICO	69
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	70

3.3.1 Localização da área de estudo	70
3.3.2 Dinâmica do crescimento	71
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.4.1 Incremento periódico anual	72
3.4.2 Incremento anual em área basal	76
3.5 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	81
4 ACURACIDADE E PROJEÇÃO DIAMÉTRICA EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS	84
RESUMO	84
ABSTRACT	85
4.1 INTRODUÇÃO	86
4.2 REFERENCIAL TEÓRICO	87
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	88
4.3.1 Localização da área de estudo	88
4.3.2 Sistema de amostragem e coleta de dados	89
4.3.3 Cálculos de projeção	89
4.3.3.1 Amplitudes temporais e de classe diamétrica	89
4.3.3.2 Matriz de Transição	90
4.3.3.3 Razão de Movimentação dos diâmetros	91
4.3.4 Avaliações das projeções	92
4.3.4.1 Teste de aderência Kolmogorov-Smirnov	92
4.3.4.2 Análise de Variância	93
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
4.5 CONCLUSÕES	100
REFERÊNCIAS	101

5 PROJEÇÃO DIAMÉTRICA DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS	103
RESUMO	103
ABSTRACT	104
5.1 INTRODUÇÃO	105
5.2 REFERENCIAL TEÓRICO	105
5.2.1 Projeção diamétrica	105
5.2.2 Floresta Ombrófila Mista	106
5.3 MATERIAL E MÉTODOS	107
5.3.1 Localização da área de estudo	107
5.3.2 Cálculos de Projeção diamétrica	107
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
5.4.1 Projeção diamétrica da floresta	109
5.4.2 Projeção diamétrica para a família Lauraceae	112
5.4.3 Projeção Diamétrica para a espécie <i>Araucaria angustifolia</i>	114
5.5 CONCLUSÕES	117
REFERÊNCIAS	118
APÊNDICES	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização do município de São Francisco de Paula, RS, com destaque da área da Floresta Nacional de São Francisco de Paula	5
Figura 2.	Esquema empregado para classificação da altura das espécies em estratos	23
Figura 3.	Frequência do número de indivíduos nos grupos ecológicos entre os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS	32
Figura 4.	Dominância absoluta (área basal) nos grupos ecológicos no ano de 2009 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	34
Figura 5.	Distribuição do número de indivíduos em classes diamétricas da comunidade arbórea nos anos de 2000 e 2009, na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS	35
Figura 6.	Relação entre Dominância Absoluta e Densidade Absoluta na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS, entre os anos de 2000 a 2009	41
Figura 7.	Valores referentes à área basal entre os anos de 2000 a 2009, considerando recrutamentos e mortalidade (Floresta), e desconsiderando recrutamentos e mortalidade (Sobreviventes) na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS ..	42
Figura 8.	Porcentagem do número de indivíduos mortos por espécie, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	47
Figura 9.	Porcentagem do número de indivíduos mortos por famílias botânicas, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	49
Figura 10.	Distribuição da frequência diamétrica para mortalidade, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	50
Figura 11.	Frequência da mortalidade por grupos ecológicos entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	51
Figura 12.	Porcentagem dos indivíduos recrutados por espécie, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	52
Figura 13.	Porcentagem do recrutamento por famílias botânicas entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS	54
Figura 14.	Frequência do recrutamento por grupos ecológicos entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	54

Figura 15. Balanço entre recrutamento e mortalidade entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	56
Figura 16. Relação entre recrutamento, mortalidade e precipitação, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS	57
Figura 17. Sistema empregado para a classificação em categorias de crescimento do Incremento Periódico em Diâmetro (IPD)	72
Figura 18. Incremento Periódico em área basal, entre os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	77
Figura 19. Valores referentes ao Incremento Corrente em área basal (a) e Precipitação pluviométrica (b), entre os pares de anos entre 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	79
Figura 20. Distribuição da frequência de indivíduos por hectare observada entre classes diamétricas no ano de 2009, e projeção de frequência para classes diamétricas no ano de 2021 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	111
Figura 21. Médias dos incrementos acumulados em diâmetro entre classes diamétricas e respectivos desvios padronizados para toda a Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS entre os anos de 2006 e 2009	111
Figura 22. Distribuição da frequência de indivíduos observada entre classes diamétricas no ano de 2009 e projeção de frequência para classes diamétricas no ano de 2021 para a família Lauraceae na Floresta Ombrófila Mista da Flona de Francisco de Paula, RS	113
Figura 23. Médias dos incrementos acumulados em diâmetro entre classes diamétricas e respectivos desvios padronizados para a família Lauraceae na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS entre os anos de 2006 e 2009	114
Figura 24. Distribuição da frequência de indivíduos por hectare observada entre classes diamétricas no ano de 2009, e projeção de frequência para classes diamétricas no ano de 2021 para a espécie <i>Araucaria angustifolia</i> na Flona de Francisco de Paula, RS	116
Figura 25. Distribuição da frequência de indivíduos por hectare observada entre classes diamétricas no ano de 2009, e projeção de frequência para classes diamétricas no ano de 2021 para a espécie <i>Araucaria angustifolia</i> na Flona de Francisco de Paula, RS	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características avaliadas para a classificação dos grupos ecológicos das espécies arbóreas	21
Tabela 2.	Composição florística e classificação das espécies do estrato arbóreo em grupos ecológicos da Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS	24
Tabela 3.	Análise da representatividade de famílias botânicas entre diferentes estudos desenvolvidos em Floresta Ombrófila Mista	28
Tabela 4.	Análise da riqueza e abundância das famílias e alterações do número de gêneros e espécies observadas durante os anos de 2000 a 2009, da Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS	29
Tabela 5.	Análise estrutural das cinco principais famílias botânicas entre os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	31
Tabela 6.	Estrutura horizontal referente ao ano de 2000 das espécies com maior Valor de Importância na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	36
Tabela 7.	Estrutura horizontal referente ao ano de 2009 das espécies com maior Valor de Importância na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	37
Tabela 8.	Médias e desvio padrão referentes aos valores anuais dos índices de diversidade Shannon, Dominância de Simpson e Equabilidade de Pielou, entre os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS	43
Tabela 9.	Valores de mortalidade anual entre os anos de 2001 e 2009 na Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS	47
Tabela 10.	Valores referentes à mortalidade total e relativa, por classes diamétricas, entre os períodos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	49
Tabela 11.	Valores de recrutamento anual entre os anos de 2001 e 2009 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	52
Tabela 12.	Valores de Incremento Periódico em Diâmetro (\overline{IPD}), agrupados por categorias de crescimento entre as espécies da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	73
Tabela 13.	Valores de Incremento Periódico em Diâmetro (\overline{IPD}), agrupados por categorias de crescimento entre as famílias botânicas da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	76

Tabela 14.	Área Basal descrita pelo estrato arbóreo da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	76
Tabela 15.	Incremento Corrente em Área Basal (ICG) descrita pelo estrato arbóreo entre os anos de 2000 a 2009 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	78
Tabela 16.	Frequência dos valores observados e projetados para os anos 2004, 2006 e 2008 empregando a Matriz de transição e Razão de Movimentação para amplitude de classe diamétrica de 5 cm para a Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	94
Tabela 17.	Frequência dos valores observados e projetados (ha) para os anos 2004, 2006 e 2008 empregando a Matriz de Transição e Razão de Movimentação para amplitude de classe diamétrica de 10 cm na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	96
Tabela 18.	Valores de distribuição diamétrica calculada e críticos para o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov entre os anos analisados	97
Tabela 19.	Análise de variância aplicada para médias diamétricas projetadas e observadas na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	98
Tabela 20.	Teste de médias aplicado para médias entre valores diamétricos observados e projetados na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS	99
Tabela 21.	Frequência do número de indivíduos da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS, entre classes diamétricas observadas para o ano de 2009 e projetados para os anos de 2013, 2017 e 2021	110
Tabela 22.	Frequência do número de indivíduos da família Lauraceae na Flona de São Francisco de Paula, RS, entre classes diamétricas observadas para o ano de 2009 e projetados para os anos de 2013, 2017 e 2021	112
Tabela 23.	Frequência do número de indivíduos da espécie <i>Araucaria angustifolia</i> entre classes diamétricas observadas para o ano de 2009, e projetados para os anos de 2013, 2017 e 2021 da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.....	115

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1.	Estrutura Horizontal da Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS, no ano de 2000	122
Apêndice 2.	Estrutura Horizontal da Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS, no ano de 2009	125

1 DINÂMICA E PROJEÇÃO DIAMÉTRICA EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS

RESUMO

O estudo dos processos dinâmicos que configuram as florestas naturais são essenciais para a compreensão do funcionamento das comunidades vegetais, direcionar planos de manejo sustentados, recuperar e restaurar áreas degradadas. O presente estudo tem como objetivo analisar os processos dinâmicos de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, no município de São Francisco de Paula, RS. Para isso, foram utilizados dados provenientes de inventário florestal contínuo com amostragem de repetição total em dez conglomerados permanentes de 100 x 100 m remedidos anualmente, entre os anos de 2000 a 2009. Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito maior ou igual a 9,5 cm ($DAP \geq 9,5$ cm) foram identificados e tiveram suas informações dendrométricas mensuradas, considerando os recrutamentos e a mortalidade para o mesmo período. Foram avaliados o comportamento estrutural da floresta e sua interação com os dados meteorológicos locais e realizada a projeção da estrutura diamétrica da floresta. Os resultados indicaram que a floresta não sofreu alterações profundas em sua estrutura no período avaliado. Observou-se elevada Densidade ($DA = 787$ ind/ha) e Dominância ($DoA = 46,13m^2/ha$), altos valores relacionados aos índices de diversidade de Shannon ($H' = 3,71$ nats/ind), Dominância de Simpson ($D = 0,96$) e Equabilidade de Pielou ($J' = 0,79$). As taxas referentes à mortalidade superaram as de recrutamento, sugerindo uma gradual redução dos indivíduos e com aumento de área transversal, justificando o amadurecimento do remanescente. A floresta apresentou um crescimento intermediário comparado à demais remanescentes ($\overline{IPD} = 0,126$ cm/ano). A espécie *Araucaria angustifolia* indicou ser a mais importante na floresta, com crescimento intermediário ($\overline{IPD} = 0,152$ cm/ano) e sua projeção diamétrica demonstra uma estrutura praticamente estagnada, com redução gradual de seus indivíduos ao longo do tempo. A espécie com maior potencial de crescimento foi a *Cinnamomum glaziovii* ($\overline{IPD} = 0,332$ cm/ano), e a projeção diamétrica da família Lauraceae indicou aumento de sua importância na floresta no decorrer do tempo. As taxas de crescimento, mortalidade e recrutamento apresentaram plasticidade ao longo do período amostrado, com simetria em relação aos dados de precipitação, em que as menores taxas de crescimento e maiores de mortalidade coincidiram com as de menor precipitação. De modo geral, as condições climáticas influenciaram no comportamento da floresta, porém, não impediram o seu avanço sucessional, o qual configura cada vez mais sua composição primária.

Palavras-chave: Estrutura Florestal, Fitossociologia, Floresta com Araucária.

1 DYNAMICS AND DIAMETRIC PROJECTION IN A MIXED OMBROPHILOUS FOREST FRAGMENT IN THE SÃO FRANCISCO DE PAULA NATIONAL FOREST, RS, BRAZIL

ABSTRACT

The studies of dynamic processes in natural forests are essential to understand the functioning of plant communities, to the elaboration of sustainable management plans, and to recover and restore degraded areas. The present study aims to analyze the dynamics of an Araucaria Forest fragment in São Francisco de Paula, RS. Data from continuous forest inventory was used, with permanent of one hundred plots, sampling organized in clusters of 100 x 100 m, measured annually from the year 2000 up to 2009. Individuals with diameter at breast height equal or greater than 9.5 cm ($DBH \geq 9.5$ cm) were identified and had their dendrometric information measured, considering the recruitment and mortality for the same period. Forest structure and its interaction with local meteorological data were evaluated and performed the projection of the diameter distribution of the forest. The results showed that the forest had not major changes in its structure during the evaluated period. It was found a high density ($DA = 787$ ind/ha) and Dominance ($DoA = 46.13$ m²/ha), high values related to the Shannon diversity index ($H' = 3.71$ nats/ind), Simpson dominance ($D = 0.96$) and Pielou evenness ($J' = 0.79$). Mortality rates exceeded recruitment, suggesting a gradual reduction of individuals and basal area increment, indicating the maturation of the forest fragment. The forest showed an intermediate growth compared to other fragments ($PDI = 0.126$ cm/year). *Araucaria angustifolia* was the most important species in the forest, with intermediate growth ($\overline{PDI} = 0.152$ cm/year) and its diametric projection demonstrates a stagnant structure, with gradual reduction of its individuals over time. The species with highest growth potential was the *Cinnamomum glaziovii* ($\overline{PDI} = 0.332$ cm/year), and the diameter projection of the Lauraceae family showed its increasing importance in the forest over time. Growth rates, recruitment and mortality showed plasticity over the sampled period, presenting correlation with the rainfall data, in which the lower growth rates and higher mortality coincided with less rainfall records. In general, the climatic conditions influenced the behavior of the forest, however, did not inhibited his advancement of succession, which increasingly sets its primary composition.

Keywords: Araucaria's Forest, Forest Structure, Phytosociology.

1 ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA

1.1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento humano sempre manteve estreita relação com as florestas e seus produtos. Historicamente, os antigos povos da Mesopotâmia e do Egito já praticavam o cultivo de árvores (BACKES e IRGANG, 2004), sendo que muitos países empregaram o capital oriundo dos recursos naturais para alavancar seu desenvolvimento. Hoje, muitos desses países são detentores de coberturas florestais expressivas, porque reconheceram, desde cedo, o valor e a importância dos recursos florestais, não só como fonte energética e de matéria-prima, mas principalmente, para a conservação e estabilidade dos demais recursos naturais renováveis (BRENA, 2004).

Ainda que considerada a relevância dos benefícios diretos e indiretos propiciados pela Floresta Ombrófila Mista, esses não foram tratados como recursos renováveis, levando a sua exaustão pela pressão exploratória. Nesse sentido, as estimativas otimistas são de que restem entre 1% a 2% desta tipologia florestal (KOCK e CORRÊA, 2002).

Em vista do potencial social, econômico e ecológico da Floresta Ombrófila Mista, somado aos princípios do manejo sustentado, vislumbra-se um processo capaz de assegurar os benefícios mútuos, tanto para o homem como para a floresta. No entanto, a implantação do manejo está condicionada a estudos técnicos capazes de descrever os processos dinâmicos florestais. O aproveitamento ordenado da floresta se torna possível somente no momento em que se conheçam suas características estruturais (HOSOKAWA et al., 1998), devendo considerar um conjunto de interações muito complexas pela multiplicidade dos fatores ambientais nela incluídos (MOSCOVICH, 2006). A aplicabilidade dos estudos florestais propicia o embasamento para a recuperação e restauração dos atributos biológicos e da produtividade primária da floresta, na qual, de acordo com Sanquetta (2008), a devastação na maioria dos fragmentos florestais inviabiliza sua exploração.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivos contribuir e alicerçar a literatura existente, bem como fornecer informações que possam direcionar projetos relacionados ao manejo sustentado, recuperação e restauração de ambientes degradados. Para isso, a presente dissertação foi dividida em cinco capítulos: No capítulo I estão descritos os aspectos gerais da pesquisa; O capítulo II retrata as alterações florísticas e estruturais do remanescente; O capítulo III avalia o crescimento diamétrico da floresta e seus componentes

arbóreos; No Capítulo IV foram avaliados os modelos de crescimento e suas configurações capazes de projetar a estrutura diamétrica de forma mais acurada. Por fim, o Capítulo V descreve e analisa a projeção diamétrica da floresta e seus componentes.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1 Vegetação remanescente da Flona de São Francisco de Paula, RS

A Mata Atlântica se distribui ao longo do litoral brasileiro, em uma faixa que se estende da Região Sul à Região Norte, sendo considerada um dos maiores repositórios de biodiversidade do planeta, mesmo diante dos impactos de diferentes ciclos de exploração e pressão antrópica, que devastaram e fragmentaram mais de 92% de sua extensão original (BACKES e IRGANG, 2004).

Inúmeros são os benefícios diretos e indiretos que a Mata Atlântica proporciona aos habitantes que vivem em seus domínios, tais como: conservação e manutenção de recursos hídricos; controle do clima; abrigo de uma rica biodiversidade e comunidades típicas; preservação de um inestimável patrimônio histórico; sequestro do carbono atmosférico; fornecimento de produtos madeireiros e de sub-produtos como sementes, óleos, especiarias, fitoterápicos, dentre outros (MARQUES, 2001; SFB, 2010; WATZLAWICK et al., 2011).

Considerando o avançado processo de devastação da Mata Atlântica, com fragmentos que estão inseridos na maioria das vezes em unidades de conservação ou em locais de difícil acesso (CARVALHO, 1982), sua preservação consiste em um grande desafio, exigindo severas medidas legislativas e fiscalizatórias, na qual o manejo racional desses fragmentos apresenta-se como uma alternativa conservacionista (SANQUETTA, 2008). Nesse sentido, a ciência florestal deve buscar o conhecimento do funcionamento do ecossistema para conservar e manejar racionalmente os recursos naturais (SCHNEIDER e FINGER, 2000).

Inserida na área de domínio da Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta com Araucária, tem sua ocorrência no Planalto Meridional brasileiro, com disjunções na Região Sudeste e nos países vizinhos, como o Paraguai e a Argentina (RODERJAN et al., 2002). A Floresta Ombrófila Mista ocupa uma área de 9.195,65 km² no Estado do Rio Grande do Sul (3,25% da superfície do Estado), considerando seus estágios iniciais, médios e avançados de sucessão (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Conforme IBGE (1992), a região fitogeográfica em questão recebe quatro caracterizações distintas de acordo com sua altitude, são elas: Aluvial (presente em terraços ao longo de flúvios); Submontana (presente entre 50 a 400 metros de altitude); Montana (entre 400 a 1.000 metros de altitude); Alto Montana (altitudes superiores a 1.000 metros).

A composição florística da Floresta Ombrófila Mista apresenta gêneros primitivos, como *Drymis*, *Araucaria* (australásios) e *Podocarpus* (afro-asiáticos), oriundos de climas frios e quentes, respectivamente. A família Araucariaceae que embora tenha indicado ampla dispersão, com fósseis descobertos no nordeste brasileiro, hoje é encontrada com maior frequência no Planalto Meridional e disjunções em refúgios situados nas Serras do Mar e da Mantiqueira (IBGE, 1992).

Seguindo o modelo da Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Mista sofreu um profundo processo exploratório. De acordo com Carvalho (1994), a área original ocupava aproximadamente 200.000 Km², 25 % desse total se concentrava no Rio Grande do Sul. Kock e Corrêa (2002) estimam que hoje, pelas análises mais otimistas, restem apenas 1% a 2% da vegetação original da Floresta Ombrófila Mista, evidenciando a devastação a que foi submetida. Corroborando com o exposto, na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, documentos históricos retratam que no advento da chegada dos portugueses, a região era coberta por vastas florestas, que se estendiam até o campo natural no planalto, formando matas de galeria ao longo dos rios e capões, onde predominavam as Araucárias. Os mesmos documentos descrevem a riqueza de espécies com potencial madeireiro e de grande resistência para atividades como agricultura (MILLER, 2003).

De modo geral, o estado de degradação das florestas naturais indica a urgência na manutenção e criação de unidades de conservação, que além de constituírem em refúgio para fauna e flora, desenvolvem grande importância nas ações regulatórias do meio ambiente (NEGRELLE e LEUCHTENBERGER, 2007), fornecendo valiosos subsídios para pesquisas multidisciplinares que servem de base para o correto manejo e conservação dos ecossistemas.

1.2.2 Manejo sustentado de floresta

O manejo dos recursos naturais constitui um dos grandes problemas da ciência florestal, por sua complexidade e dificuldade de interpretação quanto às múltiplas implicações do ecossistema (SCHNEIDER e FINGER, 2000). Porém, esses recursos devem ser estudados para possibilitar o conhecimento que viabilize a exploração de seus produtos, bens e ou

serviços, de forma planejada e racional, garantindo seu fluxo contínuo (AUSTREGÉSILO et al., 2004).

O manejo das florestas consiste na administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando mecanismos de sustentação do ecossistema (SFB, 2010). Contudo, as florestas naturais possuem baixa produtividade em quantidade e qualidade de produtos madeireiros quando comparada em um curto período de tempo com florestas homogêneas. Quanto a isso, deve-se buscar, por meio de intervenções silviculturais, o aumento da produtividade com a manutenção do equilíbrio do ecossistema (SCHNEIDER e FINGER, 2000). Nesse sentido, Scolforo (1998) enfatiza que o manejador deve delimitar suas decisões em informações biológicas, econômicas, sociais, ambientais e de mercado.

Sanquetta (2008) observa que, de maneira geral, os remanescentes florestais da Mata Atlântica necessitam passar por um processo de recuperação de sua produtividade primária antes de serem manejados para fins produtivos, sendo essenciais pesquisas relacionadas a três processos demográficos fundamentais, a saber: o recrutamento, o crescimento e a mortalidade.

1.2.3 Floresta Nacional e o município de São Francisco de Paula, RS

Criada em 1967, a partir da estrutura do extinto Instituto Nacional do Pinho, a Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS (Flona), constitui uma das três Flonas presentes no Estado do Rio Grande do Sul (São Francisco de Paula, Canela e Passo Fundo, conforme o Decreto Federal 62.018/67). O mesmo decreto as define como áreas com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e com o objetivo básico de desenvolver o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

As Flonas seguem o sistema de gestão descrito no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). De modo sucinto, o SNUC descreve duas unidades básicas de conservação: a primeira consiste nas Unidades de Proteção Integral, que engloba as Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre, sendo permitido nessas unidades apenas o uso indireto dos recursos naturais (aquele que não envolve consumo, coleta ou dano dos recursos naturais). A segunda consiste nas Unidades de Uso Sustentável, que abrange as Áreas de Proteção Ambiental, de Relevante Interesse Ecológico, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento

Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural e Florestas Nacionais, sendo permitida a coleta, o uso comercial ou não dos recursos naturais nessas unidades (Lei Federal 9.985/2000).

O município de São Francisco de Paula, no qual a Flona está inserida, foi fundado em 23 de dezembro de 1902 e possui uma população de 20.540 habitantes (IBGE, 2011). Localizado na Serra Gaúcha, serviu como rota dos tropeiros, que levavam o gado do sul até o centro do país. Na região habitavam os índios Caáguas que estendiam suas aldeias pelas Serras Geral e do Mar, sendo que, por volta do ano de 1.700, suas aldeias foram dizimadas pelos bandeirantes. Muitos dos índios foram submetidos à escravidão, e os sobreviventes foram levados às Missões jesuíticas, posteriormente sendo extintos (PMSFP, 2011).

1.3 MATERIAL E MÉTODOS

1.3.1 Localização da área de estudo

A Floresta Nacional de São Francisco de Paula está localizada entre as coordenadas 29°24' e 29°27' de latitude Sul e 50°22' e 50°25' de longitude Oeste, na mesorregião nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Microrregião de Vacaria (Figura 1).



Figura 1. Localização do município de São Francisco de Paula, RS, com destaque da área da Floresta Nacional de São Francisco de Paula.

O relevo é considerado ondulado a fortemente ondulado na parte norte da Flona, com cânions de até 100 metros de profundidade na parte sul, o que configura uma altitude média de 900 metros acima do nível do mar, variando esse valor para mais ou menos 300 metros, dependendo da localidade (IBAMA, 2000). Os solos que caracterizam a região são classificados como Cambissolo Húmico Alumínico, Chernossolo Argilúvico Férrico e Neossolo Litólico Eutrófico (EMBRAPA, 2006), derivados de rochas efusivas básicas e ácidas da Formação Serra Geral (KAUL, 1990).

A área da Flona abrange 1.606 ha, sendo que desses, 390 ha (24%) estão reflorestados com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que datam dos anos de 1940 a 1950, plantios de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm. que ocupam 229 ha (14%) e *Eucalyptus* sp., com 34 ha, entre outras espécies com fins comerciais, que totalizam uma cobertura de 600 ha. A área ocupada pela vegetação natural abrange mais de 900 ha, com trechos de campo nativo (estepe), banhados e Floresta com Araucária. Dentre as nove regiões fitogeográficas presentes no Estado do Rio Grande do Sul descritas por Leite e Klein (1990), a Floresta com Araucária é a vegetação mais predominante na Flona.

De acordo com a classificação global dos tipos climáticos desenvolvida por Köppen, o clima da região é do tipo Cfb, mesotérmico e superúmido, com verão brando e inverno frio (MORENO, 1961). A formação de geadas é frequente, com queda de neve nos meses mais frios (FERNANDES e BACKES, 1998). A proximidade do oceano Atlântico associada à grande altitude propiciam as precipitações mais elevadas do Estado do Rio Grande do Sul, com 2.252 mm, distribuída de forma regular por todo o ano (NIMER, 1990). Maluf (1999) descreve uma precipitação local pouco inferior, igual a 2.162 mm, igualmente com chuvas bem distribuídas por todo ano sem ocorrência de déficit hídrico.

Este mosaico de paisagens associadas à peculiaridade das condições climáticas e isenção de interferências antrópicas, asseguram a Flona de São Francisco de Paula uma excelente área para a realização de estudos de flora e fauna, reforçando a importância da conservação e manutenção desses locais.

1.3.2. Processo de amostragem e coleta de dados

Os dados empregados no estudo são provenientes de inventário Florestal contínuo com amostragem de repetição total, atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas da floresta por um determinado período de tempo (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997; SANQUETTA et al., 2009).

A Flona de São Francisco de Paula teve sua floresta natural monitorada pelo Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD), intitulado: “*Conservação e Manejo Sustentável de Ecossistemas Florestais – Bioma Floresta de Araucária e suas Transições*”, uma parceria que envolveu diferentes instituições de ensino e contou como entidade de fomento o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O projeto desenvolvido na Flona englobou uma área amostral constituída por 10 conglomerados com área de 1 ha (100 x 100m) cada, distribuídos em locais heterogêneos dentro da vegetação natural, levando em consideração fatores como a diferença entre sítios.

Instalados em 1999, os conglomerados foram remeidos anualmente entre os anos de 2000 a 2009, empregando um sistema de amostragem com repetição total. Cada conglomerado é formado por subunidades de 10 x 10 m, delimitados por canos plásticos que, por sua vez, facilitavam a localização e encaminhamento das remeições no campo.

Dessa forma, todos os indivíduos arbóreos inseridos na área amostral, cujo diâmetro a altura do peito fosse igual ou superior a 9,5 cm ($DAP \geq 9,5$) foram identificados a nível de espécie e tiveram suas características dendrométricas mensuradas, além de receberem identificação permanente e marcação da altura de coleta dos diâmetros.

1.3.3 Dados meteorológicos

Buscando complementar a análise dinâmica da floresta, foram avaliadas suas relações com as variações meteorológicas, com dados procedentes de estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada no município de Cambará do Sul, RS, na latitude 29°05' Sul e 50°13' de longitude Oeste, a uma altitude de 905 metros acima do nível do mar (Estação N° 83946). A estação realiza automaticamente as leituras relacionadas à precipitação, umidade relativa, temperatura e insolação, três vezes ao dia.

Empregando a análise de correlação entre os dados, foram testadas a interação entre recrutamento, mortalidade e crescimento diamétrico com as variáveis: precipitação, insolação, umidade relativa, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima. Os valores relativos aos dados meteorológicos foram agrupados mensalmente, entre os anos de 2000 a 2009, compondo a matriz de correlação.

REFERÊNCIAS

- AUSTREGÉSILO, S.L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.227-232, mar./abr. 2004.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Paisagens do Sul, 2004. 396p.
- BRENA, D. Proposição de um sistema de inventário florestal nacional para o Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.109-127, jan./mar. 2004.
- CARVALHO, J.O.P. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região dos tapajós no estado do Pará**. 1982. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640p.
- DECRETO FEDERAL 62018/67. Serviço Público Federal. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Portaria 561. **Decreto Federal 62018/67**. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/flonas/legislacao.php?id_arq=75>. Acesso em: 24 fev. 2011.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 296p.
- FERNANDES, A.V.; BACKES, A. Produtividade primária em floresta com *Araucaria Angustifolia* no Rio Grande do Sul. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v.51, n.1, p.63-78, 1998.
- HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B.; CUNHA, U.S. **Introdução ao manejo e economia florestal**. Curitiba: Editora da UFPR, 1998. 161p.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. **Floresta Nacional de São Francisco de Paula-RS**. Brasília: IBAMA, 2000. 6p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1).
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. São Francisco de Paula, RS. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 23 fev. 2011.
- KAUL, P.F.T. Geologia. In: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p.29-54.

KOCK, Z.; CORRÊA, M.C. **Araucária: a Floresta do Brasil meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002. 148p.

LEI Nº 9.985. Presidência da República. Subchefia para assuntos jurídicos: **Lei 9985**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 24 fev 2011.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 113-150.

MALUF, J.R.T. **Nova classificação climática do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: EMBRAPA: 1999 (EMBRAPA. Boletim Técnico, nº 8).

MARQUES, C.A. Importância econômica da família Lauraceae Lindl. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.195-206, jan./dez. 2001.

MILLER, E.T. **História de Taquara**. Taquara: A Autora, 2003. 755p.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

MOSCOVICH, F.A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. 2006. 135p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

NEGRELLE, R.R.B.; LEUCHTENBERGER, R. Composição e estrutura do componente arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v.31, p.68-78, 2007.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 151-187.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Os Autores, 1997. 316p.

PMSFP. Prefeitura Municipal de São Francisco de Paula. **História Municipal**. Disponível em: <<http://www.saofranciscodepaula.rs.gov.br/>>. Acesso em: 3 jan 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Santa Maria: SEMA, 2002. 706p.

RODERJAN, C.V. et al. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n.24, p.75-92, jan./jun. 2002.

SANQUETTA, C.R. **Experiências de Monitoramento no Bioma Mata Atlântica com o uso de parcelas permanentes**. Curitiba, o autor, 2008. 338p.

SANQUETTA, C.R. et al. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 2. ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2009. 316p.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas inequiâneas heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000. 195p.

SCOLFORO, J.R. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 443p.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo – 2010**: dados de 2005 – 2010. Brasília: SFB, 2010. 152p.

WATZLAWICK, L.F. et al. Variação nos teores de Carbono Orgânico em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.248-258, jul./set.2011.

2 DINÂMICA DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS

RESUMO

O entendimento dos processos dinâmicos que envolvem as florestas naturais é essencial para a compreensão do funcionamento das comunidades vegetais, bem como para direcionar os planos de manejo sustentado e subsidiar informações para a recuperação e restauração florestal. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar os processos dinâmicos de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no município de São Francisco de Paula, RS. Para isso, foram empregados no estudo uma rede de dez conglomerados permanentes de 100 x 100 m, remedidos anualmente por processo de inventário florestal contínuo, com repetição total por um período de dez anos. Todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito maior ou igual a 9,5 cm ($DAP \geq 9,5$ cm) foram devidamente identificados e mensurados. A análise da estrutura horizontal mostrou grande densidade de indivíduos e elevada dominância de área transversal. *Araucaria angustifolia* foi a espécie mais importante da floresta, mesmo que a redução de densidade tenha demonstrado sua substituição pelas espécies latifoliadas. A família Myrtaceae apresentou-se com maior importância entre as famílias e o grupo ecológico dominante foi o das espécies secundárias tardias. As taxas referentes a mortalidade superaram as de recrutamento, sugerindo uma gradual redução da densidade de indivíduos, embora tenha ocorrido aumento de área transversal, justificando o amadurecimento da floresta estudada. Os valores referentes à dinâmica de recrutamentos e mortalidade resultaram em simetria com os dados relacionados à precipitação, ocorrendo as maiores taxas de mortalidade no período de estiagem, tendência observada essencialmente no gênero *Sebastiania*, o qual é muito exigente quanto à disponibilidade hídrica. Já a espécie *Casearia decandra* apresentou elevada plasticidade no período analisado, evidenciando grande adaptação as condições ambientais, fato justificado por sua alta representatividade nos recrutamentos e, dessa forma, elevando sua importância na floresta. Foram descritos altos valores relacionados aos índices de diversidade de Shannon ($H' = 3,71$ nats/ind), Dominância de Simpson ($D = 0,96$) e Equabilidade de Pielou ($J' = 0,79$). De modo geral, a floresta não sofreu alterações profundas no período de dez anos, embora tenham sido observados períodos com baixa precipitação, que influenciaram o seu comportamento. No entanto, essas mudanças não impediram o seu avanço sucessional, o qual torna cada vez mais a floresta mais próxima de sua composição primária.

Palavras-chave: Estrutura Florestal, Fitossociologia, Floresta com Araucária.

2 DYNAMICS OF A MIXED OMBROPHILOUS FOREST FRAGMENT IN THE SÃO FRANCISCO DE PAULA NATIONAL FOREST, RS, BRAZIL

ABSTRACT

The study of dynamic processes concerning natural forests is essential to understand the functioning of plant communities, as well as to direct the sustainable management plans and give information to forest recovery and restoration. According to the above statement, this study aims to analyze the dynamics of an Araucaria Forest fragment São Francisco de Paula, RS. For this purpose, a sample of ten permanent clusters of 100 x 100 m was used, measured annually by continuous forest inventory process during ten years. All individuals with diameter at breast height greater than or equal to 9.5 cm ($DBH \geq 9.5$ cm) were properly identified and measured. The horizontal structure analysis showed a high density of individuals and high dominance expressed by the basal area. *Araucaria angustifolia* was the most important species in the forest, even after its density reduction, and increasing participation of broadleaf species. Myrtaceae was the family with the highest importance, and the dominant ecological group was of the late secondary species. Mortality rates exceeded recruitment, suggesting a gradual reduction in the individuals density, although there was an increase in basal area, indicating a maturation process of the studied forest. Figures concerning the dynamics of recruitment and mortality showed symmetry with the data related to the rainfall, since that the highest mortality rates happened in the dry season, a trend observed mainly in the genera *Sebastiania*, which is very selective about the water availability. *Casearia decandra* showed high plasticity in the analyzed period, indicating a great adaptability to environmental conditions, justified by its high representation in recruitment and, thus, increasing its importance in the forest along time. High values for the Shannon Diversity Index, Simpson's Dominance and Evenness were found ($H' = 3.71$ nats / ind, $D = 0.96$ and $J' = 0.79$, respectively). Generally, the forest has not presented profound changes in the ten years period, even though it had been observed periods with low rainfall, which influenced their behavior. However, these changes did not stop their advance in succession, approaching the forest gradually to its primary composition.

Keywords: Araucaria's Forest, Forest Structure, Phytosociology.

2.1 INTRODUÇÃO

Definido como a mais recente era geológica, o antropoceno teve início com a Revolução Industrial e, assim, denominado devido a capacidade antrópica em intervir no funcionamento do ambiente natural, alterando o funcionamento dos ecossistemas. Inerente aos fatos que descrevem nossa história, o homem sempre buscou o entendimento das leis que regem a natureza, sendo esse entendimento, hoje, fundamental para garantir a conservação e continuidade dos ecossistemas.

Um grande número de estudos buscam o conhecimento de toda complexidade do meio ambiente e suas relações com o homem. As ciências florestais, por sua vez, vêm ao encontro dessa necessidade, com pesquisas relacionadas às áreas de manejo do meio ambiente, conservação da diversidade, recuperação e restauração de ambientes degradados, subsidiando atividades silviculturais, mitigando o impacto das alterações climáticas, entre outras (LONGHI, 1997; WAZTLAWICK et al., 2011).

Estudos baseados na florística e estrutura florestal, relacionados à dinâmica florestal, permitem o entendimento de uma gama de processos envolvendo a autoecologia e sinecologia de uma comunidade vegetal. Moscovich (2006) corrobora afirmando que o manejo florestal sustentado só é cabível de aplicação, quando as informações referentes a plasticidade de cada espécie, como as características de crescimento, o recrutamento e a mortalidade, forem conhecidas. Logo, os estudos da dinâmica do crescimento adquirem grande importância, principalmente os fundamentados no incremento diamétrico e na área basal, por possibilitarem a elaboração de modelos capazes de realizar a predição da floresta ou espécies em específico (VANCLAY, 1994).

A Mata Atlântica, que originalmente ocupava uma área 13% do território Nacional e 37% do território do estado do Rio Grande do Sul, apresenta um complexo conjunto de ecossistemas, entre esses, a Floresta Ombrófila Mista assume especial representatividade no sul do Brasil, devido sua grande importância ecológica, socioeconômica e complexidade. Dessa forma, são essenciais pesquisas que englobem as características florísticas, estruturais, funcionais, fisionômicas e as relações ambientais (CORVELLO, 1983).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar as alterações referentes a composição florística, estrutural, diversidade, taxas de recrutamento e mortalidade da Floresta de Araucária, em São Francisco de Paula, RS, no decorrer de um período de 10 anos.

2.2 REVISÃO DE LITERATURA

2.2.1 Dinâmica florestal

A Dinâmica florestal estuda os processos na mudança da composição, estrutura e função das florestas, ao longo do tempo, empregando parâmetros fitossociológicos para tal finalidade (BARTH FILHO, 2002). Nesse sentido, o crescimento e o desenvolvimento que as florestas inequidâneas descrevem, considerando a sua composição, estrutura de regeneração e as relações ecológicas, são essenciais quando busca-se o aproveitamento racional das florestas (CARVALHO, 1982; SEITZ, 1994).

Logo, devido a grande importância e complexidade que a Floresta Ombrófila Mista apresenta para a região Sul do país, os estudos e os conhecimentos de suas características, como a florística, estrutura, funcionamento, fisionomia, dinâmica, distribuição e as relações ambientais das comunidades vegetais são indispensáveis para os estudos florestais (SANQUETTA e MATTEI, 2002).

Os aspectos que envolvem o uso da fitossociologia firmam a base para o desenvolvimento de estudos florestais capazes de descrever a importância de cada espécie e sua interação com a comunidade, determinando, com isso, as suas inter-relações (BRAUN-BLANQUET, 1979). Além disso, as características estruturais de estoque e da dinâmica, funções ecológicas e produtividade primária das florestas são de suma importância para definir estratégias para uso racional e proteção florestal (SANQUETTA et al., 2002; SAWCZUK, 2009).

Portanto, a fitossociologia envolve o estudo das inter-relações de espécies vegetais dentro de uma dada comunidade vegetal, nesse caso, arbórea. Tal estudo torna possível o reconhecimento e definição de comunidades vegetais no que se refere à origem, estrutura, classificação, dinâmica, história, distribuição e relações ambientais da comunidade ao conhecimento quantitativo da composição (MARANGON et al., 2007).

Diante do exposto, algumas ferramentas da fitossociologia empregadas para a análise florestal consistem na descrição florística, análise estrutural e variabilidade. A composição florística é o conjunto de espécies que compõe a floresta, determinando o número de espécies e gêneros, assim como a relação de espécies com seu respectivo nome vulgar, científico e família (SCHNEIDER e FINGER, 2000).

A diversidade, por sua vez, resulta da riqueza que indica o número de espécies diferentes, e da abundância, que descreve o número de indivíduos por espécie (MARTIN, 2004). Somado a isso, Longhi (1997) cita a importância das medidas de diversidade quanto sua aplicação na realização da supervisão ambiental e conservação da natureza.

Quanto à análise estrutural da floresta, a estrutura horizontal avalia o estoque em crescimento e indica a capacidade de regeneração florestal (SCOLFORO, 1993), além de parâmetros que relatam a distribuição espacial de todas as espécies que compõem uma comunidade (GALVÃO, 1994).

2.2.2 Interações entre clima e vegetação

O crescimento e desenvolvimento da vegetação estão intimamente ligados aos fatores climáticos, e a variação desses fatores, que podem favorecer ou não os indivíduos de acordo com o cenário recorrente (KEDDY, 1992; PILLAR, 1999).

As relações estabelecidas entre o clima e a vegetação obedecem a uma escala global, nas quais a influência entre a pluviosidade, temperatura e demais fatores, e a própria associação entre fatores bióticos e abióticos, determinam os padrões estruturais da vegetação (LEDRU, 1993). Nutto e Watzlawick (2002) complementam que as variáveis ambientais, essencialmente os elementos climáticos que influenciam o crescimento das árvores, podem ser observados pela análise do crescimento florestal.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Localização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional (Flona) de São Francisco de Paula, RS, cuja vegetação característica é a Floresta Ombrófila Mista, conforme descrito previamente no Capítulo I.

2.3.2 Análise da dinâmica florestal

A dinâmica florestal é avaliada por meio dos parâmetros fitossociológicos que descrevem os processos na mudança da composição florística, alterações estruturais, dinâmica

de crescimento e desenvolvimento. O conhecimento da composição da floresta, relações autoecológicas, sinecológicas e tendência futura das espécies são essenciais para seu aproveitamento racional (CARVALHO, 1982).

2.3.3 Levantamento da vegetação

Todas as árvores inseridas dentro dos conglomerados, com diâmetro à altura do peito maior ou igual a 9,5 cm ($DAP \geq 9,5$) foram identificadas. A identificação das espécies foi realizada *in loco*, e diante da eventual impossibilidade da identificação, foi realizada a coleta de material vegetativo para posterior consulta ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria, RS. As nomenclaturas adotadas seguem o padrão sugerido pelo Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009).

2.3.4 Análise fitossociológica

A análise da floresta e suas alterações foram avaliadas com base nos 10 conglomerados inventariados durante o período de 10 anos. Buscando simplificar o extenso banco de dados, os conglomerados foram unificados, considerando-se uma única parcela com todos os conglomerados, para cada ano.

As sub-parcelas de 100 m² que constituem cada um dos conglomerados foram mantidas devido sua importância na análise da frequência das espécies. Logo, o banco de dados empregado para análise foi constituído de um conglomerado unificado de área de 10 ha subdividido em 1.000 sub-parcelas de 100 m², avaliados anualmente a partir do ano de 2000 até o ano de 2009.

Os parâmetros fitossociológicos relacionados à estrutura horizontal e diversidade foram calculados empregando o software MATA NATIVA 2 (CIENITEC, 2006). A análise da alteração na composição florística foi realizada por meio da ocorrência ou ausência de cada espécie nas remediações, realizadas nos anos de 2000 a 2009. Foram avaliadas e quantificadas todas as espécies, gêneros e famílias inseridas no conglomerado de 10 ha para cada ano inventariado, sendo os dados manipulados em planilhas eletrônicas.

2.3.5 Análise da estrutura horizontal e diversidade

A estrutura horizontal avalia o estoque em crescimento e a participação de cada espécie na comunidade, sua distribuição espacial, assim como, sugere quais das espécies assumem maior importância na floresta e quais espécies podem ser consideradas raras. De acordo com Galvão (1994), os parâmetros quantitativos utilizados para expressá-la são: densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância.

a) Densidade Absoluta: trata-se do número de indivíduos de cada espécie por hectare na composição florística do povoamento;

b) Dominância Absoluta: a dominância expressa a proporção de tamanho, volume ou cobertura de cada espécie, em relação ao espaço ou volume da floresta. Embora definida originalmente como área de projeção da copa por espécie e unidade de área, utiliza-se a área basal obtida pelo diâmetro do tronco, por existir estreita correlação entre ambas e apresentar uma maior facilidade na obtenção desta informação (SCHNEIDER e FINGER, 2000).

c) Frequência Absoluta: indica proporção entre o número de unidades amostrais onde a espécie ocorre em relação ao número total de unidades amostrais. A dispersão média de cada componente vegetal descreve a regularidade da distribuição horizontal de cada espécie sobre a área. É uma medida expressa em porcentagem, que caracteriza a ocorrência de uma espécie em um número de parcelas dentro de uma associação vegetal (GALVÃO, 1994).

Valores Relativos de Densidade, Dominância e Frequência avaliam a ocorrência de cada espécie em relação aos valores absolutos de todas as espécies, definidos como:

a) Densidade Relativa: trata-se da participação de cada espécie, em porcentagem, em relação ao número total de árvores;

b) Dominância Relativa: corresponde respectivamente à soma das áreas transversais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie em relação percentual entre a área transversal total de todas as espécies;

c) A frequência relativa, de acordo com Schneider (2009), pode ser descrita pela porcentagem de ocorrência de uma espécie à frequência das demais presentes na floresta;

Com base nos valores relativos, são calculados os Valores de Cobertura e Importância, definidos como:

a) Valor de Cobertura: é a soma dos valores relativos de Densidade e Dominância das espécies amostradas. Revelam informações sobre a participação de cada espécie dentro da comunidade;

b) Valor de Importância: é a combinação, em uma única expressão, dos valores relativos de Densidade, Dominância e Frequência. O valor de Importância permite uma caracterização de cada espécie na floresta, indicando a participação quanto ao número de

indivíduos e área transversal, além disso, a distribuição desses em relação ao resto da comunidade.

Determinados autores costumam empregar o uso do Valor de Cobertura como principal estimador da estrutura Horizontal, por considerar que a Frequência Relativa possa gerar estimativas precipitadas em função de características autoecológicas de cada espécie, como por exemplo, a grande densidade de indivíduos de pequeno diâmetro de determinada espécie, que por vezes podem assumir maior Valor de Importância devido os atributos de Densidade e Frequência Relativos. No entanto, como resposta aos parâmetros relacionados à Estrutura Horizontal adotou-se para esse estudo o Valor de Importância como principal parâmetro, pois esse apresentou valores semelhantes ao Valor de Cobertura, além de facilitar a comparações com os demais estudos.

Empregando a análise da frequência de indivíduos entre classes diamétricas, utilizou-se uma amplitude de classe igual a 5 cm, por essa possibilitar uma melhor visualização da distribuição das classes, reduzindo a discrepância entre os valores de frequência de indivíduos entre as classes.

A análise da diversidade florística foi realizada por meio do cálculo dos índices de Shannon, Dominância de Simpson e Equabilidade de Pielou. O emprego desses índices se justifica por englobarem a riqueza e abundância (MAGURRAN, 1989). Schneider (2009) considera os índices de Shannon e Dominância de Simpson como essenciais para descrever a diversidade; além desses, a Equabilidade de Pielou também deve ser considerada (SOUZA, 1993).

Os índices foram calculados em toda área amostral para todos os anos, avaliando a flutuação dos valores referentes à diversidade em função das alterações dinâmicas da floresta.

a) Índice de Diversidade de Shannon: este índice considera que os indivíduos são amostrados ao acaso, a partir de uma população infinita de igual peso entre as espécies raras e abundantes (PIELOU, 1975). Esse índice assume valores que geralmente situam-se entre 1 e 3, podendo exceder os 4,0 e alcançar em torno de 4,5 em ambientes florestais tropicais (FELFILI e REZENDE, 2003). Por não apresentar distinção entre espécies raras e abundantes, esse índice se mostra de grande importância por expressar toda diversidade de espécies existentes na área.

O índice de Shannon é calculado pela expressão:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i)(\ln p_i)$$

$$p_i = \frac{ni}{N}$$

Onde:

H' = índice de Shannon para a comunidade vegetal; S = número de espécies na comunidade vegetal; p_i = abundância proporcional i -ésima espécie; ni = número de indivíduos da i -ésima espécie e N = número total de indivíduos da comunidade vegetal.

b) Dominância de Simpson: indica a probabilidade de que dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra pertencerem à mesma espécie (uniformidade) (ALBUQUERQUE, 2009). Em uma comunidade com maior diversidade ocorrerá uma menor dominância de Simpson, pois menor será a probabilidade do acaso selecionar espécies iguais. O valor estimado de Dominância de Simpson varia de 0 a 1, sendo que, para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior .

O Índice de Dominância Simpson é calculado pela expressão:

$$D = \sum p_i^2$$

Onde:

D = índice de Simpson para a comunidade vegetal; p_i = abundância proporcional da i -ésima espécie.

A dominância de Simpson é inversamente relacionada ao Índice de Shannon, devido a isso, normalmente transforma-se o valor de “D” em 1-D, em que sua forma transformada tem uma relação direta com a variação de “H”.

c) Equabilidade de Pielou: esse Índice mede a proporção da diversidade observada no Índice de Shannon pela máxima diversidade potencial. O valor do Índice assume valores no intervalo de 0 a 1. Quando a uniformidade alcança seu valor máximo, o índice assume valor igual a um e sugere que todas as espécies estão igualmente abundantes (POLLOCK, 1998).

O Índice de Equabilidade de Pielou é calculado pela expressão:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Onde:

J' = índice de Equabilidade de Pielou; H' = valor do Índice de Shannon; $\ln(S)$ = diversidade máxima e S = número de espécies amostradas, condicionado a $S \geq 2$.

2.3.6 Classificação dos grupos ecológicos

Com o objetivo de auxiliar a avaliação da maturidade da floresta, cada espécie teve um grupo ecológico associado, possibilitando relacionar a similaridade das espécies em função de seus grupos correspondentes, bem como ao predomínio de cada grupo. Budowski (1966) cita características diversas que permitem agrupar diferentes espécies em grupos ecológicos iguais. Porém, o autor descreve a tolerância ou não ao sombreamento como principal critério de formação dos grupos.

A bibliografia existente que retrata a classificação das espécies em grupos ecológicos seguindo os preceitos descritos por Budowski (1965), assume grande heterogeneidade, ocorrendo grande variação em uma mesma espécie e indicando a subjetividade quanto a essa classificação. Logo, buscando uma maior coerência nas análises, os grupos ecológicos definidos para cada espécie foram baseados em consultas bibliográficas. Caso verificada a ausência de dados bibliográficos, a classificação dos grupos era realizada “*in loco*”, de acordo com características relacionadas à tolerância ao sombreamento, crescimento e regeneração do sub-bosque, descritas por Budowski (1965) na Tabela 1. A bibliografia empregada consta nos estudos de Backes e Irgang (2002); Vaccaro (2002); Carvalho (2003), Carvalho (2006), Moscovich (2006), Rio Grande do Sul (2007); Carvalho (2008); Chami (2008); Stepka (2008) e Sawczuk (2009).

Devido às particularidades que a espécie *Araucaria angustifolia* apresenta no seu enquadramento, pois assume características tanto primárias como climáticas, ela foi excluída das análises entre grupos ecológicos. Soares (1979) explica que a Araucária não pode ser considerada pioneira nem climática, embora descreva um comportamento heliófito, dependendo da disponibilidade de luz para seu amplo crescimento, sendo tolerante a este durante primeiros anos de vida, assumindo um caráter ombrófilo.

Tabela 1. Características avaliadas para a classificação dos grupos ecológicos das espécies arbóreas. Adaptado de Budowski (1965).

	Regeneração	Crescimento	Tolerância ao sombreamento
Pioneira	Muito Baixa	Muito rápido	Muito intolerante
Secundária Inicial	Baixa	Muito rápido	Muito intolerante
Secundária Tardia	Baixa ou Alta, com elevada mortalidade na fase inicial	Lento a rápido	Tolerante no estágio inicial, após, intolerante
Clímax	Alta	Muito lento	Tolerante no estágio inicial, após, intolerante

Cada indivíduo foi relacionado de acordo com seu respectivo grupo ecológico, sendo também relacionados os recrutamentos e mortalidade. A avaliação da Dominância Absoluta de cada grupo foi realizada com base nos valores da estrutura horizontal. A partir disso, foi determinado o predomínio pelo número de indivíduos de cada grupo na floresta, assim como a área transversal que cada grupo ocupa na floresta.

2.3.7 Dinâmica do recrutamento e mortalidade

A avaliação do recrutamento foi realizada no momento em que novos indivíduos atingiram o diâmetro mínimo limite para a inclusão, ou seja, de 9,5 cm (DAP) na ocasião das remeidições anuais do inventário contínuo. Todos os indivíduos recrutados foram classificados de acordo com sua identidade botânica.

A taxa de recrutamento foi calculada pela expressão:

$$R\% = \frac{N}{Ns \cdot n} \cdot 100$$

Onde:

$R\%$ = taxa anual de recrutamento; N = número de árvores recrutadas no período; Ns = número de árvores vivas no período e n = intervalo entre as medições.

A mortalidade foi verificada para os indivíduos que foram mensurados na ocasião de um primeiro inventário, e que tiveram sua morte verificada em um segundo momento do inventário. As mortalidades são causadas por diferentes fatores, como: senilidade, competição, supressão, doenças, pragas, condições climáticas, injúrias da árvore entre outras

causas, isentas da atividade antrópica. A mortalidade de cada indivíduo foi confirmada pela ausência de folhagem, seguida de um pequeno talho no tronco da árvore, sendo que as árvores mortas apresentavam um lenho alterado e escurecido quando comparadas com árvores vivas.

A taxa de mortalidade foi calculada pela expressão:

$$M\% = \frac{M}{Ns \cdot n} \cdot 100$$

Onde:

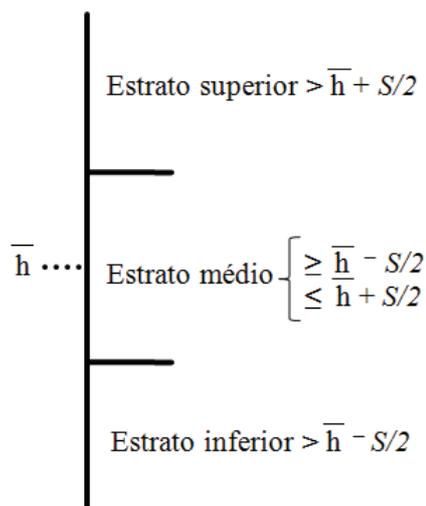
$M\%$ = taxa anual de mortalidade; M = número de árvores que morreram no período; Ns = número de árvores vivas no período e n = intervalo entre as medições.

Os indivíduos mortos foram agrupados em suas respectivas classes diamétricas, identificando a frequência da distribuição diamétrica por classes. Também foram realizadas análises quantitativas entre as famílias e grupos ecológicos, tanto para mortalidade quanto para recrutamento, analisando famílias botânicas, grupos ecológicos e a correlação desses com fatores meteorológicos.

2.3.8 Análise da estrutura vertical

A estratificação da floresta de acordo com as alturas totais do estrato arbóreo foi realizada com base na altura média de cada indivíduo e em seus respectivos anos inventariados. Essa metodologia foi adotada visando minimizar os erros de medição das alturas, imposta pela dificuldade de visualização da máxima altura das árvores, somada a declividade do terreno.

As alturas foram avaliadas anualmente empregando hipsômetro. Em posse desses valores, foram estimadas as médias aritméticas para cada espécie. A altura média da floresta (\bar{h}) foi obtida a partir da média de cada espécie, das quais se obteve o desvio padrão da altura média (Sh), empregado para definir os limites dos estratos, diferenciados como estrato inferior, estrato médio e estrato superior, correspondentes às menores alturas, alturas intermediárias e maiores alturas respectivamente, conforme exemplificado na Figura 2.



Onde: \bar{h} = altura média; S = desvio padrão.

Figura 2. Esquema empregado para classificação da altura das espécies em estratos.

O estrato inferior é composto pelas espécies que apresentam alturas inferiores a média subtraído de meio desvio padrão das alturas ($\bar{h} - S/2$). O estrato superior, por sua vez, é composto pelas espécies que apresentam alturas superiores a média somada a meio desvio padrão das alturas ($\bar{h} + S/2$). O estrato médio corresponde às espécies inseridas entre o intervalo dos estratos inferior e superior. A metodologia aplicada para avaliação da estrutura vertical consiste em uma adaptação da sugerida por Longhi (1980) e Souza e Leite (1993), para reconhecer a presença de estratos em florestas. Complementado a análise das alturas, além da estratificação da altura da floresta, foram observadas e avaliadas as alturas dos indivíduos mortos e recrutados

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 Composição florística

As espécies arbóreas encontradas na Floresta Nacional de São Francisco de Paula estão relacionadas na Tabela 2, na qual constam seus respectivos nomes científicos, nomes populares, famílias botânicas e classificação pelo grupo ecológico preferencial.

Ressalta-se a presença de 16 indivíduos que foram mensurados, porém não puderam ser identificados por apresentarem material biológico insuficiente. Para esses, adotou-se a metodologia proposta por Longhi (1980), agrupando-os como pertencentes a uma única espécie, denominada Não Identificadas (NI).

Tabela 2. Composição florística e classificação das espécies do estrato arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Nome Científico	Nome Popular	Família Botânica	Grupo Ecológico
<i>Acacia bonariensis</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Unha-de-gato	Fabaceae	Pi ^{5*}
<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	Goiaba-da-serra	Myrtaceae	Si ⁵
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Chal-chal	Sapindaceae	Si ¹
<i>Alsophila</i> sp.	Xaxim-de-espinho	Cyatheaceae	Cl ¹⁰
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	Ariticum	Annonaceae	Si ¹⁰
<i>Annona salicifolia</i> Ekman & R.E. Fr.	Ariticum	Annonaceae	St ¹
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntz	Araucária	Araucariaceae	Si ¹⁰
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	Guaçatunga-preta	Salicaceae	St ⁴
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guacatunga-branca	Salicaceae	St ⁴
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Murta	Myrtaceae	St ³
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana	Meliaceae	St ³
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	Guamirim	Myrtaceae	St ⁵
<i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg	Guabiroda-folha-miúda	Myrtaceae	St ¹⁰
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabiropa	Myrtaceae	St ³
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	Salicaceae	Si ⁴
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Cambroé	Salicaceae	Si ⁹
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Meliaceae	St ²
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Esporão-de-galo	Cannabaceae	P ⁸
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Coerana	Solanaceae	Pi ¹⁰
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	Canela	Lauraceae	St ¹⁰
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	Canela-crespa	Lauraceae	Cl ⁷
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Tarumã-de-espinho	Verbenaceae	Si ²
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	Congonha	Cardiopteridaceae	St ¹⁰
<i>Clethra uleana</i> Sleumer	Canela-de-vaca	Clethraceae	Si ¹⁰
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Quina	Rubiaceae	Si ⁷
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-fogo	Lauraceae	C ¹¹
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & C. Mart.	Canela-fogo	Lauraceae	St ³
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	Sapindaceae	St ³
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-bugio	Fabaceae	Si ¹⁰
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Sucará	Asteraceae	Pi ⁴
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	Sucará-piloso	Asteraceae	Pi ¹⁰
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim	Dicksoniaceae	Cl ⁴
<i>Duranta vestita</i> Cham.	Duranta	Verbenaceae	Pi ¹⁰

Continua...

Nome Científico	Nome Popular	Família Botânica	Grupo Ecológico
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira-do-mato	Myrtaceae	Cl ⁴
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	Guamirim	Myrtaceae	Cl ¹⁰
<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg	Guamirim	Myrtaceae	Cl ¹⁰
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	Guamirim	Myrtaceae	Cl ¹⁰
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Batinga-vermelha	Myrtaceae	St ⁴
<i>Gordonia acutifolia</i> (Wawra) H. Keng	Gordonia	Theaceae	Si ¹⁰
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Maria-faceira	Nyctaginaceae	St ⁷
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	St ²
<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	Canema	Monimiaceae	Cl ³
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna	Aquifoliaceae	St ¹⁰
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Caúna	Aquifoliaceae	St ¹⁰
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Caúna	Aquifoliaceae	St ¹⁰
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil	Erva-mate	Aquifoliaceae	St ⁹
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	Caúna	Aquifoliaceae	St ⁶
<i>Inga vera</i> Kunth	Ingá-banana	Fabaceae	Si ¹⁰
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaperê	Cunoniaceae	Si ²
<i>Laplacea acutifolia</i> (Wawra) Kobuski	Pau-de-santa-Rita	Theaceae	Pi ¹⁰
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Aroeira-brava	Anacardiaceae	Pi ⁴
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	Rabo-de-bugio	Fabaceae	Pi ¹
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Rabo-de-bugio	Fabaceae	Pi ¹⁰
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	Malvaceae	St ²
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela-do-brejo	Fabaceae	St ¹⁰
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Farinha-seca	Fabaceae	Si ⁹
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-pintado	Sapindaceae	St ³
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	Coração-de-bugre	Celastraceae	Cl ¹⁰
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	Pixirica	Melastomataceae	Si ¹⁰
<i>Myrceugenia foveolata</i> D. Legrand	Guamirim	Myrtaceae	St ¹⁰
<i>Myrceugenia cucullata</i> D. Legrand	Guamirim	Myrtaceae	Cl ⁴
<i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D. Legrand & Kausel	Guamirim	Myrtaceae	St ¹⁰
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kause	Guamirim-piloso	Myrtaceae	Cl ⁴
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg	Guamirim	Myrtaceae	Cl ¹⁰
<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D. Legrand & Kausel	Guamirim	Myrtaceae	St ¹⁰
<i>Myrcia bombycina</i> (O. Berg) Kiaersk.	Guamirim	Myrtaceae	Cl ¹⁰
<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg	Guamirim	Myrtaceae	Cl ⁴
<i>Myrcianthes gigantea</i> (Cambess.) O. Berg	Araçá-do-mato	Myrtaceae	St ⁴
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Guabiju	Myrtaceae	St ¹
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Camboim	Myrtaceae	Cl ⁴

Continua ...

Nome Científico	Nome Popular	Família Botânica	Grupo Ecológico
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	Camboim	Myrtaceae	Cl ⁴
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	Camboinzinho	Myrtaceae	Cl ⁴
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	Murtinho	Myrtaceae	St ⁴
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult	Capororoca	Primulaceae	Pi ⁸
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	Capororoca	Primulaceae	Pi ¹⁰
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	Capororoca	Primulaceae	Pi ¹⁰
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão	Primulaceae	Si ¹
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	Lauraceae	St ³
<i>Ocotea indecora</i> Schott ex Meissner	Canela	Lauraceae	St ⁹
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	Imbuia	Lauraceae	Cl ²
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	Lauraceae	St ⁹
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela-lajeana	Lauraceae	St ³
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	Tamanqueira	Araliaceae	Cl ¹⁰
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau-amargo	Picramniaceae	St ⁴
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Jaborandi	Rutaceae	Cl ⁵
<i>Piptocarpha notata</i> (Less.) Baker	Canela-podre	Asteraceae	Pi ¹⁰
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Pinheiro-bravo	Podocarpaceae	St ²
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-bravo	Rosaceae	Si ⁶
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Cangica	Rhamnaceae	Si ¹⁰
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Carvalho-brasileiro	Proteaceae	C ¹⁴
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Pau-leiteiro	Euphorbiaceae	Si ⁵
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Coronilha	Rhamnaceae	Si ⁵
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Branquilha-leiteiro	Euphorbiaceae	St ⁴
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilha	Euphorbiaceae	Si ²
<i>Sequiaria aculeata</i> Jacq.	Limoeiro-do-mato	Phytolaccaceae	Si ¹⁰
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Camboim	Myrtaceae	St ⁵
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Sapopema	Elaeocarpaceae	St ³
<i>Solanum pabstii</i> L.B. Sm. & Downs	Canema	Solanaceae	Pi ¹⁰
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Quineira	Solanaceae	Pi ¹⁰
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Peloteira	Solanaceae	Pi ¹
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Joá-manso	Solanaceae	Pi ⁴
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Anzol-de-lontra	Loganiaceae	Pi ¹
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Carne-de-vaca	Styracaceae	St ⁶
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	Arecaceae	Si ²
<i>Symplocos pentandra</i> Occhioni	Sete-sangrias	Symplocaceae	St ⁹
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	Sete-sangrias	Symplocaceae	St ⁹
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	Sete-sangrias	Symplocaceae	Si ²
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Jasmim-catavento	Apocynaceae	Si ¹⁰

Continua...

Nome Científico	Nome Popular	Família Botânica	Grupo Ecológico
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	Vassourão-branco	Asteraceae	Pi ⁶
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl	Gramimunha	Cunoniaceae	Si ¹⁰
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Espinho-judeu	Salicaceae	Si ¹
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	Sucará	Salicaceae	Si ⁴
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Mamica-de-cadela	Rutaceae	Si ¹⁰
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	Mamica-de-cadela	Rutaceae	Si ⁴
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	Mamica-de-cadela	Rutaceae	Si ¹⁰
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	Rutaceae	Si ³

*Pi - espécie pioneira; Si - secundária inicial; St - secundária tardia; Cl - climática; ¹Vaccaro(2002); ²Carvalho (2003); ³Carvalho (2006); ⁴Moscovich (2006); ⁵Rio Grande do Sul (2007); ⁶Carvalho (2008); ⁷Lorenzi (2009); ⁸Stepka (2008); ⁹Sawczuk (2009); ¹⁰classificação sugerida pelo autor.

Conforme os dados levantados pelo Inventário Florestal Contínuo do RS foram encontrados, em toda região da Floresta Ombrófila Mista, 246 espécies pertencentes a 58 famílias botânicas em estágio médio a avançado (RIO GRANDE DO SUL, 2002). No entanto, considerando o conjunto dos 10 anos amostrados na Floresta Ombrófila Mista, na Flona de São Francisco de Paula, foram encontradas 117 espécies arbóreas, 75 gêneros e 44 famílias botânicas, semelhante ao encontrado por Moscovich (2006), no município de Nova Prata, RS.

Neste sentido, existe grande similaridade entre a riqueza florística das florestas do município de Nova Prata e de São Francisco de Paula, justificado pela proximidade entre as duas áreas (aproximadamente 150 km), o que assegurou características semelhantes quanto à composição florística e riqueza entre ambas.

Comparando os resultados com os encontrados por Sawczuk (2009), na Flona de Irati, PR, verificou-se que mesmo apresentando composição florística bastante diferenciada, houve grande semelhança entre as riquezas florísticas. Atribui-se a essa semelhança, as características ecológicas encontradas entre as Flonas, as quais estão relacionadas ao clima, altitude, tipo de solo e, principalmente, à configuração fitogeográfica e isolamento desses locais das intervenções antrópicas.

Relacionando o presente estudo a outros realizados na Floresta Ombrófila Mista, que seguem metodologia semelhante, a Floresta de São Francisco de Paula mostrou-se mais rica. Corroborando com o exposto, Herrera et al. (2009) determinaram 71 espécies, 54 gêneros e 33 famílias botânicas, na reserva florestal da EMBRAPA/EPAGRI em Caçador, SC. Outro estudo descreveu 69 espécies, distribuídas em 44 gêneros e incluídos em 29 famílias (DURIGAN, 1999). Já Pizzato (1999) observou 66 espécies, 46 gêneros e 30 famílias

botânicas. Ressalvando que os dois últimos estudos foram realizados em São João do Triunfo, PR, apresentam a *Araucaria angustifolia* como a espécie mais importante.

Como observado neste estudo, assim como nos demais consultados, a família Myrtaceae apresentou maior riqueza, com 10 gêneros e 25 espécies (Tabela 3). Klein (1984) descreveu a ocorrência de 53 espécies dessa família para região fitogeográfica da Floresta com Araucária no estado do Rio Grande do Sul, indicando adaptabilidade dessas ao meio em questão. Além disso, na floresta com Araucária, as Myrtaceae desempenham grande valor de importância no sub-bosque da floresta, descrevendo um grande número de espécies e densidade (KLEIN, 1984), fato também observado em Floresta Estacional Decidual e Semidecidual (LONGHI et al., 2001; KILCA, 2002).

Tabela 3. Análise da representatividade de famílias botânicas entre diferentes estudos desenvolvidos na Floresta Ombrófila Mista.

Presente estudo		Moscovich (2006)		Herrera et al. (2009)		Sawczuk (2009)	
Família	Espécies	Família	Espécies	Família	Espécies	Família	Espécies
Myrtaceae	22	Myrtaceae	23	Myrtaceae	14	Myrtaceae	17
Lauraceae	9	Lauraceae	8	Fabaceae	5	Lauraceae	13
Fabaceae	8	Aquifoliaceae	6	Lauraceae	5	Salicaceae	8
Salicaceae	6	Euphorbiaceae	5	Asteraceae	4	Sapindaceae	5
Solanaceae	6	Sapindaceae	5	Salicaceae	4	Rubiaceae	5
Aquifoliaceae	5	Salicaceae	5	Aquifoliaceae	3	Asteraceae	4
Total (%)	50		45		49		45

A família Lauraceae foi a segunda mais característica da floresta, corroborando com os demais trabalhos, na qual foram encontradas entre 5 e 13 espécies. As famílias Fabaceae e Salicaceae mostraram-se como a terceira e quarta mais representativas, sendo que estas posições não se confirmam nos demais trabalhos pesquisados, o que indica uma maior especificidade das famílias quanto ao local de incidência.

Por meio da análise florística, considerando gêneros e famílias botânicas (Tabela 4) observa-se o predomínio de 11 famílias. Considerando somente a família Myrtaceae (10 gêneros e 25 espécies), essa corresponde a 22% do número de espécies e 25% do número total de indivíduos da floresta. As famílias Lauraceae (4 gêneros e 9 espécies), Salicaceae (3 gêneros e 6 espécies), Asteraceae (3 gêneros e 4 espécies), Sapindaceae (3 gêneros e 3 espécies), Solanaceae (2 gêneros e 7 espécies), Rutaceae (2 gêneros e 5 espécies), Symplocaceae e Euphorbiaceae (2 gêneros e 3 espécies cada), representam juntas com Myrtaceae 60,3% do total de espécies da floresta e 62,3% do total de indivíduos.

Tabela 4. Análise da riqueza e abundância das famílias e alterações do número de gêneros e espécies observadas durante os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Família	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E
Anacardiaceae	1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Annonaceae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Apocynaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aquifoliaceae	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
Araliaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Araucariaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arecaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asteraceae	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bignoniaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cannabaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cardiopteridaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Celastraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Clethraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cunoniaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cyatheaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dicksoniaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Euphorbiaceae	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Fabaceae	6	9	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8
Lauraceae	4	9	4	9	4	9	4	9	4	9	4	9	4	9	4	9	4	9	4	9
Loganiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Malvaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Melastomataceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Meliaceae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Monimiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Myrtaceae	10	25	10	25	10	25	10	24	10	23	10	22	10	22	10	22	10	22	10	22
Nyctaginaceae	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phytolaccaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Picramniaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Podocarpaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Primulaceae	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
Proteaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rhamnaceae	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rosaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rubiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rutaceae	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5
Salicaceae	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6
Sapindaceae	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Solanaceae	2	7	2	7	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6

Continua...

Continuação...

Famílias	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		
	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	G	E	
Styracaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Symplocaceae	1	3	1	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Theaceae	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Verbenaceae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

*G: corresponde ao número de gêneros; E: número de espécies.

As famílias Annonaceae, Meliaceae, Theaceae e Verbenaceae apresentaram cada uma 2 gêneros e 2 espécies. Aquifoliaceae, que apresenta grande importância nos índices fitossociológicos da floresta, foi representada por apenas um gênero, no entanto, abrangendo 5 espécies. Seguindo o exemplo, a família Primulaceae, característica de formações pioneiras, também apresentou um gênero e 5 espécies. As demais famílias botânicas apresentaram apenas uma espécie representante, demonstrando menor riqueza na área, porém, não necessariamente indicando menor abundância, como pode ser observado na família Araucariaceae, em que a espécie *Araucaria angustifolia* apresentou maior abundância na floresta, representando 12,1% do número total de indivíduos.

O gênero *Myrceugenia* foi o mais representativo em termos de florística, abrangendo 7 espécies. Os gêneros *Eugenia*, *Ilex*, *Myrsine* e *Solanum* foram representados por 5 espécies cada: *Ocotea* e *Zanthoxylum*, 4 espécies; *Lonchocarpus*, *Myrciaria* e *Symplocos*, 3 espécies; *Annona*, *Banara*, *Campomanesia*, *Casearia*, *Cestrum*, *Cinnamomum*, *Cryptocarya*, *Dasyphyllum*, *Inga*, *Machaerium*, *Myrcia*, *Myrcianthes*, *Sebastiania* e *Xylosma* com 2 espécies cada. Os demais gêneros apresentaram uma única espécie.

No período compreendido entre o primeiro e último inventário, ocorreram poucas alterações relacionadas à riqueza florística da floresta (Tabela 4). Pequenas flutuações com relação à abundância foram observadas somente para espécies, gêneros e famílias, que indicavam baixa representatividade no local, essencialmente no grupo ecológico das secundárias iniciais ou pioneiras.

Diante do exposto, na família Asteraceae, a única espécie do gênero *Piptocarpha* morreu no ano 2001 (*Piptocarpha notata*); o mesmo se observou para a família Solanaceae, em que o único indivíduo da espécie *Solanum pseudocapsicum* morreu em 2002. Já a família Rhamnaceae, o único indivíduo da espécie *Rhamnus sphaerosperma* morreu em 2004. *Symplocos pentandra* (Symplocaceae), que contava com dois indivíduos no primeiro inventário, foi verificada uma morte da espécie em 2002 e, a outra, no ano de 2004, suprimindo a ocorrência desta espécie no local. O mesmo foi observado para a espécie

Gordonia acutifolia (Theaceae), morta em 2004. A família Nyctaginaceae, cuja única espécie representante era *Guapira opposita*, morta em 2003, acabou por excluir a representatividade da família na floresta. Destas espécies, quatro delas são pioneiras e secundárias iniciais, e duas são secundárias tardias, fato normal na dinâmica da floresta, que por falta de luz, há maior mortalidade dos grupos ecológicos iniciais.

De acordo com os dados referentes às cinco famílias com maior Valor de Importância, entre os anos de 2000 a 2009 (Tabela 5), observa-se que Myrtaceae manteve o maior valor de importância entre as famílias, que mesmo apresentando dominância relativa amplamente inferior a da família Araucariaceae, apresentou alta Densidade Relativa.

Tabela 5. Análise estrutural das cinco principais famílias botânicas entre os anos de 2000 a 2009, da Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS.

Família	DR		FR		DoR		VI (%)	
	2000	2009	2000	2009	2000	2009	2000	2009
Myrtaceae	26,1*	25,2	27,4	26,5	16,2	15,8	23,2	22,5
Araucariaceae	12,6	12,3	8,0	8,0	33,4	35,9	18,0	18,8
Lauraceae	11,0	11,5	12,2	12,7	14,3	14,3	12,4	12,8
Aquifoliaceae	10,3	10,9	10,3	10,6	10,4	10,6	10,3	10,7
Euphorbiaceae	10,5	9,7	9,0	8,8	6,5	5,76	8,7	8,1

*DR: Densidade Relativa; FR: Frequência Relativa; Dor: Dominância Relativa; VI: Valor de Importância (0-100%).

A dinâmica observada entre as famílias botânicas não proporcionou alterações na ordem de importância das famílias, porém, demonstrou a supressão dos indivíduos da família Myrtaceae, ocorrendo uma redução na densidade relativa desses, entre os anos de 2000 a 2009; o mesmo foi observado para as famílias Araucariaceae e Euphorbiaceae. Já as famílias Lauraceae e Aquifoliaceae apresentaram aumento relativo de seus indivíduos na floresta. Quanto a Dominância Relativa, as Myrtaceae apresentaram reduções em seus valores, perdendo área transversal na floresta. Todavia, a Araucariaceae, mesmo reduzindo sua representatividade em densidade de indivíduos, aumentou em área transversal, verificando uma substituição quantitativa (número de indivíduos) por qualitativa (área transversal). Observou-se também, que a família Aquifoliaceae manteve o crescimento para os parâmetros da estrutura horizontal e, a Euphorbiaceae, o declínio desses mesmos parâmetros.

O presente estudo difere dos demais com reação a dinâmica do recrutamento de espécies, não sendo verificado o recrutamento de novas espécies que sobreviveram na floresta ao longo do período inventariado. A exemplo disso observou-se o caso da *Miconia cinerascens* (Melastomataceae), espécie tipicamente pioneira recrutada no ano de 2007 e

suprimida no ano de 2008. Além dessa, ocorreu à supressão de 10 espécies no mesmo período, indicando redução da riqueza ao longo do tempo. Em contrapartida, Sawczuk (2009) observou o recrutamento de 5 novas espécies em um período de 6 anos; Durigan (1999) observou o recrutamento de 1 nova espécie em um período de 3 anos no Paraná, bem como Schaaf (2001), empregando um limite diamétrico de inclusão igual a 20 cm, observou o recrutamento de 6 novas espécies em um período de 21 anos; Moscovich (2006) encontrou 8 novas espécies em 9 anos, na Floresta Ombrófila Mista de Nova Prata, a qual sofreu diferentes níveis de intervenção antrópica nesse período.

A partir dos resultados, foi possível inferir que a amostragem dos 10 conglomerados da floresta iniciados no ano de 2000, possibilitou abranger ampla representatividade de seus processos de transformação, como abertura de clareiras e a própria dinâmica da floresta, contemplando a avaliação de sua heterogeneidade. Pode-se verificar também, que a floresta está adquirindo cada vez mais características de sua composição primária, avançando de fase ou “*seres*”. Nesse sentido, pode observar que os processos dinâmicos se manifestam pela extinção e imigração local de populações, bem como, por flutuações na abundância relativa dentro da comunidade (MOSCOVICH, 2006). Logo, as pequenas variações entre valores de mortalidade e recrutamento representam a proximidade com o estado de equilíbrio (LONGHI et al., 2008), sendo que essas transformações correspondem às fases sucessionais florestais, nas quais o crescimento das árvores e a conseqüente redução da incidência de luz nos estratos inferiores, propiciam a supressão dos indivíduos menos capazes de competir (GUAPYASSÚ, 1994; CARVALHO, 1997).

Avaliando a dinâmica quanto à porcentagem de indivíduos em seus respectivos grupos ecológicos, observam-se pequenas alterações na frequência, como aumento de 1% das espécies pioneiras e secundárias iniciais, a redução de 2% das espécies secundárias tardias e redução de 1% das climáticas (Figura 3).

De modo geral, a floresta se caracterizou pela presença do grupo ecológico secundário tardio, apresentando média de indivíduos, entre os anos de 2000 a 2009, igual a 51% do total da floresta (Figura 3). O grupo das espécies secundárias iniciais e climáticas apresentaram médias de 22% e 20,5%, respectivamente. O grupo das pioneiras apresentou média de 6,5% do total. Portanto, houve o predomínio de espécies com características ombrófilas, tendência que deve acompanhar o processo de seneiscência da floresta até atingir a “*sere*” clímax, onde a presença de espécies de estágios iniciais ficará limitada a dinâmica da abertura de clareiras. Hartshorn (1978) corrobora afirmando que, para florestas tropicais, as clareiras são

fundamentais, visto que cerca de 75% das espécies arbóreas são dependentes delas para alcançar sua maturidade reprodutiva.

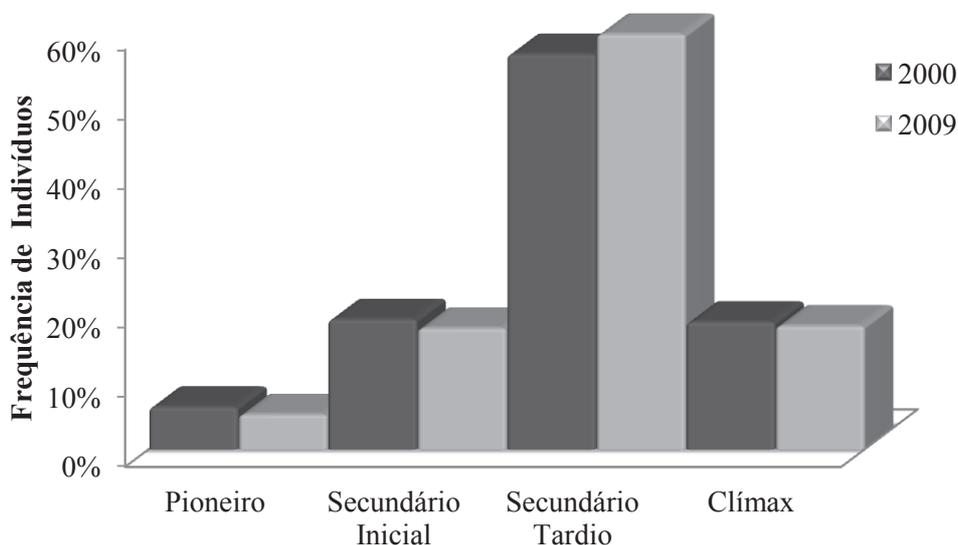


Figura 3. Frequência do número de indivíduos nos grupos ecológicos entre os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS.

As espécies com maior densidade dentro de cada grupo foram: *Podocarpus lambertii*, com 16% do total da densidade do grupo das pioneiras; *Casearia decandra*, totalizando 29,7% no grupo das secundárias iniciais; *Ilex brevicuspis*, com 12,8% do grupo das secundárias tardias e *Cryptocarya aschersoniana*, com 19,2% no grupo das climáticas.

A análise percentual da Dominância Absoluta dos grupos ecológicos indicou que a área transversal de cada grupo manteve a tendência quanto à percentagem do número total de indivíduos por grupo, em que as secundárias tardias mantiveram valores amplamente superiores aos demais grupos, correspondendo no ano de 2000 a 56,8% do total entre os grupos, ampliando esse valor para 59,7% no ano de 2009 (Figura 4). O aumento em área basal não foi observado nos demais grupos, pois as espécies pioneiras apresentaram redução de 1,1% (6,1% em 2000 e 5,0% em 2009). As secundárias iniciais apresentaram redução de 1,3% (18,7% em 2000 e 17,5% em 2009).

O grupo das climáticas, por sua vez, apresentou reduções de 0,6%, contrariando de certa forma o avanço sucessional da floresta, quando era esperado seu aumento no decorrer do período. Essa redução, embora pequena, pode estar relacionada à menor precipitação durante o período analisado, desfavorecendo o crescimento desse grupo. Por outro lado, no mesmo

período, as secundárias tardias apresentaram maior adaptabilidade às condições, devido seu incremento em área transversal positivo.

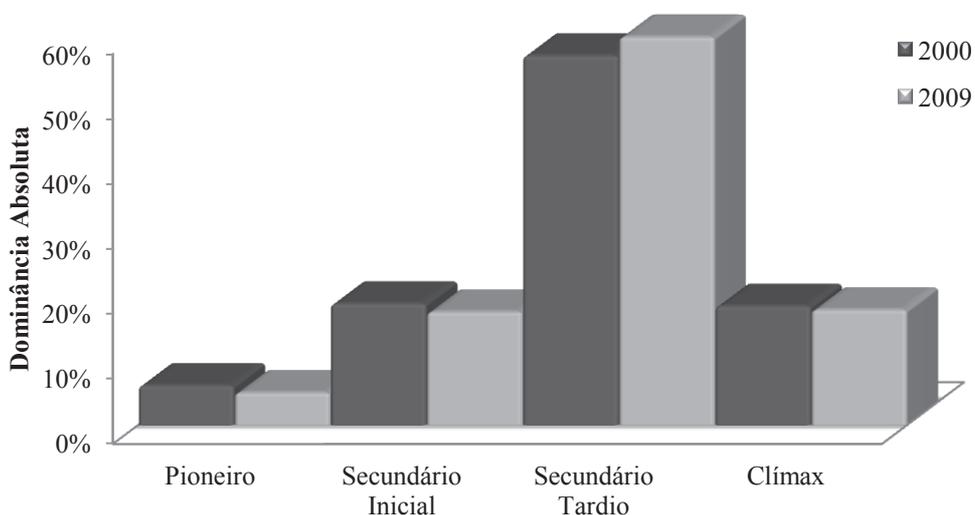


Figura 4. Dominância absoluta (área basal) nos grupos ecológicos no ano de 2009 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

2.4.2 Estrutura diamétrica

A avaliação da distribuição diamétrica da floresta se caracteriza pelo número de árvores por área em um dado intervalo de classe de diâmetro (PIRES O'BRIEN e O'BRIEN, 1995), permitindo inferir sobre o passado e futuro da floresta (SCOLFORO et al., 1998). Dessa forma, a distribuição diamétrica dos indivíduos foi realizada com amplitude de classe de 5 cm, possibilitando uma melhor visualização das distribuições pela redução da frequência encontrada nas menores classes diamétricas (Figura 5). Foram descritas 21 classes de diâmetro, sendo a última classe ($\geq 109,5$), uma classe aberta.

Observa-se que a distribuição diamétrica seguiu uma redução da frequência de indivíduos à medida que ocorre o aumento diamétrico da floresta, com maior número de indivíduos nas menores classes, mantendo a estrutura típica de florestas naturais balanceadas não alteradas ("J" invertido) descrito por Meyer et al. (1961). Para Longhi (1980), esse comportamento consiste na garantia da continuidade da comunidade florestal por sua capacidade autoregenerativa.

Os maiores diâmetros encontrados na floresta corresponderam, geralmente, às espécies *Araucaria angustifolia* e *Blepharocalyx salicifolius*, além das espécies componentes das famílias Lauraceae e Aquifoliaceae.

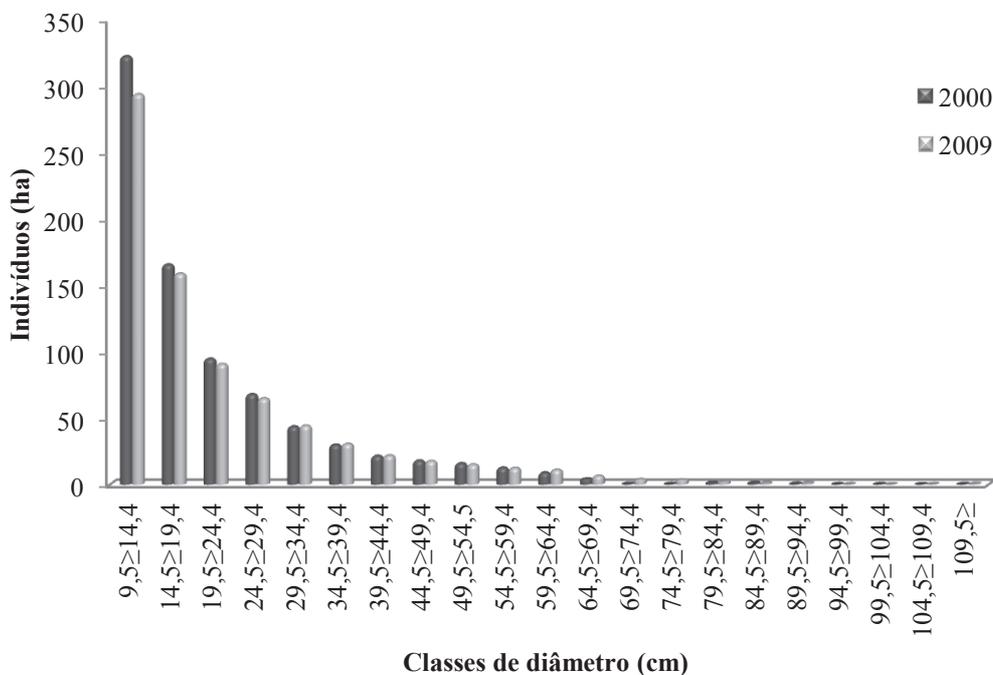


Figura 5. Distribuição do número de indivíduos em classes diamétricas da comunidade arbórea nos anos de 2000 e 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

2.4.3 Estrutura horizontal

A estrutura horizontal permite uma análise detalhada dos processos dinâmicos da floresta, por atribuir valores de importância entre as espécies, bem como os demais parâmetros que constituem uma valiosa fonte de informações para estabelecer comparações entre os anos analisados.

Os valores referentes à estrutura horizontal dos anos de 2000 e 2009 estão descritos nas Tabelas 6 e 7, respectivamente. De modo a reduzir o banco de informações, foram descritas nas tabelas apenas as espécies com Densidade Relativa superior a 1%, ordenadas de modo decrescente com base no Valor de Importância. A análise completa da estrutura horizontal pode ser visualizada nos Apêndices 1 e 2.

Tabela 6. Estrutura horizontal referente ao ano de 2000 das espécies com maior Valor de Importância na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Araucaria angustifolia</i>	103,42*	12,63	44,06	7,96	14,12	33,40	23,01	18,00
<i>Ilex brevicuspis</i>	45,57	5,57	27,57	4,98	3,19	7,55	6,56	6,03
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	43,36	5,30	30,38	5,49	2,95	6,99	6,14	5,92
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	28,17	3,44	17,00	3,07	2,14	5,06	4,25	3,86
<i>Sebastiania commersoniana</i>	34,11	4,17	16,00	2,89	1,78	4,21	4,19	3,76
<i>Casearia decandra</i>	35,21	4,30	28,47	5,14	0,49	1,17	2,73	3,54
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	39,74	4,85	25,35	4,58	0,49	1,17	3,01	3,53
<i>Ilex paraguariensis</i>	31,99	3,91	24,04	4,34	0,87	2,06	2,98	3,44
<i>Siphoneugena reitzii</i>	27,57	3,37	15,29	2,76	0,89	2,12	2,74	2,75
<i>Ocotea pulchella</i>	18,91	2,31	16,00	2,89	1,23	2,90	2,61	2,70
<i>Eugenia psidiiflora</i>	25,96	3,17	16,50	2,98	0,47	1,11	2,14	2,42
<i>Nectandra megapotamica</i>	17,91	2,19	14,69	2,65	0,98	2,33	2,26	2,39
<i>Eugenia uruguayensis</i>	20,62	2,52	14,49	2,62	0,57	1,35	1,94	2,16
<i>Myrceugenia cucullata</i>	18,61	2,27	14,08	2,54	0,31	0,74	1,50	1,85
<i>Lamanonia ternata</i>	13,08	1,60	10,66	1,93	0,82	1,94	1,77	1,82
<i>Podocarpus lambertii</i>	13,78	1,68	9,26	1,67	0,83	1,96	1,82	1,77
<i>Dicksonia sellowiana</i>	15,69	1,92	8,95	1,62	0,68	1,60	1,76	1,71
<i>Ocotea puberula</i>	11,67	1,43	8,35	1,51	0,84	1,99	1,71	1,64
<i>Campomanesia rhombea</i>	14,19	1,73	10,76	1,95	0,37	0,87	1,30	1,52
<i>Matayba elaeagnoides</i>	13,48	1,65	9,56	1,73	0,50	1,18	1,41	1,52
<i>Sapium glandulosum</i>	11,87	1,45	8,65	1,56	0,47	1,10	1,27	1,37
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	12,37	1,51	8,75	1,58	0,34	0,81	1,16	1,30
<i>Roupala montana</i>	10,16	1,24	8,05	1,45	0,34	0,80	1,02	1,17
<i>Luehea divaricata</i>	11,67	1,43	5,84	1,05	0,42	1,00	1,21	1,16
Subtotal 1	648,69	79,26	415,29	75,02	38,33	90,71	84,93	81,65
Subtotal 2	184,92	22,52	149,32	27,04	5,06	11,95	17,28	20,46
Total	818,81	100	553,42	100	42,27	100	100	100

*DA: Densidade Absoluta (ind/ha); DR: Densidade Relativa (%); FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa (%); DoA: Dominância Absoluta (m²/ha); DoR: Dominância Relativa (%); VC: Valor de cobertura (0-100%); VI: Valor de Importância (0-100%).

Os valores referentes à estrutura horizontal do ano de 2009 estão descrito na Tabela 7, onde constam as espécies com Densidade Relativa a 1%, ordenadas de forma decrescente do Valor de Importância.

Tabela 7. Estrutura horizontal referente ao ano de 2009 das espécies com maior Valor de Importância na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Araucaria angustifolia</i>	96,68*	12,27	44,02	8,23	16,81	35,95	24,11	18,82
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	41,31	5,24	29,35	5,49	3,57	7,62	6,43	6,12
<i>Ilex brevicuspis</i>	44,32	5,63	26,93	5,04	3,53	7,55	6,59	6,07
<i>Casearia decandra</i>	46,63	5,92	32,86	6,15	0,65	1,38	3,65	4,48
<i>Ilex paraguariensis</i>	35,68	4,53	24,92	4,66	1,08	2,30	3,41	3,83
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	26,94	3,42	16,48	3,08	2,23	4,77	4,09	3,76
<i>Sebastiania commersoniana</i>	32,06	4,07	15,18	2,84	1,85	3,94	4,01	3,62
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	34,77	4,41	24,12	4,51	0,41	0,88	2,65	3,27
<i>Nectandra megapotamica</i>	19,70	2,50	16,58	3,10	1,17	2,51	2,50	2,70
<i>Ocotea pulchella</i>	18,09	2,30	15,48	2,89	1,35	2,89	2,59	2,69
<i>Siphoneugena reitzii</i>	25,73	3,27	14,37	2,69	0,95	2,03	2,65	2,66
<i>Eugenia psidiiflora</i>	24,52	3,11	15,68	2,93	0,47	0,99	2,05	2,35
<i>Eugenia uruguayensis</i>	20,40	2,59	14,47	2,71	0,59	1,26	1,92	2,18
<i>Lamanonia ternata</i>	13,37	1,70	10,75	2,01	0,94	2,00	1,85	1,90
<i>Dicksonia sellowiana</i>	15,98	2,03	9,75	1,82	0,75	1,61	1,82	1,82
<i>Podocarpus lambertii</i>	13,17	1,67	9,05	1,69	0,88	1,88	1,78	1,75
<i>Matayba elaeagnoides</i>	15,08	1,91	10,15	1,90	0,50	1,08	1,50	1,63
<i>Myrceugenia cucullata</i>	15,48	1,96	11,66	2,18	0,23	0,50	1,23	1,55
<i>Ocotea puberula</i>	9,75	1,24	7,44	1,39	0,95	2,02	1,63	1,55
<i>Campomanesia rhombea</i>	13,97	1,77	10,45	1,95	0,36	0,77	1,27	1,50
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	10,96	1,39	7,74	1,45	0,61	1,30	1,34	1,38
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	12,16	1,54	8,44	1,58	0,37	0,79	1,17	1,31
<i>Luehea divaricata</i>	11,96	1,52	6,13	1,15	0,47	1,00	1,26	1,22
<i>Sapium glandulosum</i>	9,85	1,25	7,64	1,43	0,44	0,94	1,10	1,21
<i>Roupala montana</i>	9,75	1,24	7,54	1,41	0,32	0,67	0,96	1,11
<i>Prunus myrtifolia</i>	8,24	1,05	7,44	1,39	0,29	0,62	0,84	1,02
Subtotal 1	626,53	79,53	404,62	75,67	41,74	89,25	84,40	81,50
Subtotal 2	161,43	20,46	129,98	24,37	5,02	10,78	15,68	18,50
Total	787,94	100	534,67	100	46,76	100	100	100

*DA: Densidade Absoluta (ind/ha); DR: Densidade Relativa (%); FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa(%); DoA: Dominância Absoluta (m²/ha); DoR: Dominância Relativa (%); VC: Valor de cobertura (0-100%); VI: Valor de Importância (0-100%).

A Floresta com Araucária de São Francisco de Paula apresentou uma grande densidade de indivíduos arbóreos (818,81 ind/ha no ano de 2000 e 787,94 ind/ha no ano de 2009), indicando que a floresta é bastante densa. Observou-se ainda, uma redução relativa do número de indivíduos por hectare de 3,8%, entre os anos de 2000 a 2009, podendo ser interpretado como uma redução de 30,9 indivíduos arbóreos por hectare entre os anos indicados. Comportamento semelhante foi observado por Sawczuk (2009), na Flona de Irati,

onde a análise da densidade da floresta identificou gradual redução relativa de 2,4% no período de 6 anos (580,7 ind/ha em 2002 para 567,1 ind/ha em 2008).

Com relação ao número de espécies que apresentaram valor de densidade inferior a 1 ind/ha e, por esse motivo, consideradas raras no ambiente (KAGEYAMA e GANDARA, 1994), foram descritas 49 espécies raras no ano de 2000 e para o ano de 2009, esse número baixou para 48 espécies. Nesse sentido, ressaltam-se duas importantes considerações: a primeira refere-se à classificação das espécies raras, as quais, em sua maioria, são classificadas como pioneiras ou secundárias iniciais, representadas por gêneros como *Solanum*, *Myrsine*, *Clethra*, *Zanthoxylum*, *Citharexylum*, entre outros, que se caracterizam por serem espécies oportunistas exigentes de luz, permanecendo presentes no banco de sementes do solo e sub-bosque, entre a transição do ambiente heliófilo em ombrófilo, encerrando o ciclo de vida dessas espécies. A segunda consideração diz respeito à região de ocorrência de espécies que, em alguns casos, determina sua menor abundância em locais que não apresentam condições ótimas para seu desenvolvimento. A exemplo disso, toma-se a espécie *Handroanthus heptaphyllus* que, como sugerido por Sobral et al. (2006), tem sua ocorrência na depressão central do estado do Rio Grande do Sul e na floresta do Alto Uruguai, conferindo sua baixa abundância na Flona de São Francisco de Paula.

A *Araucaria angustifolia* manteve o maior Valor de Importância em todos os anos amostrados (média de 19,75%, com pequeno desvio padrão de 0,27%), sendo que o valor deste índice sempre se manteve superior a três vezes ao segundo maior Valor de Importância, representado por *Blepharocalyx salicifolius*, alternando com *Ilex brevicuspis*. A Araucária também manteve a Dominância Absoluta Relativa acima de 30% em todos os anos amostrados. Apesar da redução de 6,5% do número de indivíduos (103,4 ind/ha em 2000, para 96,7 ind/ha em 2009), a Dominância Absoluta da espécie apresentou aumento de 15% no mesmo período (14,12 m²/ha, para 16,81m²/ha), demonstrando que o seu incremento em diâmetro na área não se deve ao recrutamento de novos indivíduos da espécie e, sim, ao crescimento daqueles já estabelecidos no local. No entanto, para a espécie *Casearia decandra*, o aumento de sua Dominância e Valor de Importância ocorreu devido ao grande número de recrutamentos.

Logo, as características observadas para *Araucaria angustifolia* corroboram com o estudo de Soares (1979), no qual o autor afirma que a espécie vem sendo naturalmente substituída pelo avanço das espécies latifoliadas. O mesmo autor cita ainda, que em todo continente americano a associação entre coníferas e folhosas, as folhosas representam as espécies clímax.

De modo geral, as espécies sofreram poucas alterações em seus Valores de Importância nos dez anos estudados, sendo que a *Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Casearia decandra*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Ilex brevicuspis*, *Ilex paraguariensis*, *Ocotea pulchella*, *Sebastiania brasiliensis*, *Sebastiania commersoniana* e *Siphoneugena reitzii*, mantiveram Valores de Importância anuais que somados correspondem a no mínimo 50% do valor encontrado para toda a floresta, consideradas por esse motivo como as mais importantes da área. Além dessas, destacam-se na área, as espécies *Nectandra megapotamica*, *Eugenia psidiiflora*, *Eugenia uruguayensis*, *Lamanonia ternata*, *Dicksonia sellowiana*, *Podocarpus lambertii*, *Matayba elaeagnoides*, *Myrceugenia cucullata*, *Ocotea puberula*, *Campomanesia rhombea*, *Cinnamomum glaziovii*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Luehea divaricata*, *Sapium glandulosum*, *Roupala montana*, *Prunus myrtilifolia* e *Vernonianthura discolor*.

A proximidade dos Valores de Importância atribuída a cada espécie propiciou alterações no ordenamento de algumas espécies, entre os anos analisados. No entanto, a *Casearia decandra* foi a espécie que apresentou maior plasticidade na estrutura horizontal da floresta, pois no ano de 2000, apresentava o sexto maior Valor de Importância (3,54%), já para o ano de 2007, apresentava o quarto maior Valor de Importância, mantendo essa posição até o ano de 2009 (4,48%). Dessa forma, atribui-se a esse comportamento a maior valoração dessa espécie em relação às demais, devido seu incremento em área basal de 0,49m²/ha (ano de 2000) para 0,65 m²/ha (2009) e, principalmente, a sua Densidade Absoluta, que passou de 35,21 ind/ha (2000) para 46,63 ind/ha (2009). Ressalva-se ainda, a importância da *C. decandra* com relação as suas Frequências (relativa e absoluta), apresentando valores inferiores somente a *Araucaria angustifolia*.

Portanto, conclui-se que fatores externos inerentes ao próprio processo dinâmico da floresta, oportunizaram melhores condições de desenvolvimento dessa espécie. Por outro lado, as espécies do gênero *Sebastiania*, por exemplo, perderam representatividade na floresta, onde a relativização dos parâmetros favoreceu o aumento da importância para *C. decandra*.

Ilex paraguariensis também apresentou elevada plasticidade na floresta, passando de oitavo maior Valor de Importância em 2000 (3,44%), para quinto Valor de Importância em 2009 (3,83%), valoração que pode ser atribuída ao incremento em área basal, que passou de 0,87 m²/ha (ano de 2000) para 1,08 m²/ha (2009), somado a esse, o acréscimo de densidade, que aumentou de 31,99 ind/ha (ano de 2000) para 35,68 ind/ha (2009). Outra espécie que

seguiu a mesma tendência foi a *Nectandra megapotamica*, que passou do 12º maior Valor de Importância (2,39% em 2000), para o nono maior Valor de importância, em 2009 (2,7%).

Espécies como *Sebastiania brasiliensis* e *Sebastiania commersoniana* apresentaram desvalorização de sua importância no período estudado, cedendo sua “representatividade” na floresta para espécies emergentes. Embora tenha apresentado estabilidade em seus Valores de Importância, entre 2000 e 2004, a partir de 2005 ocorreu gradativa perda de Densidade, Dominância e Frequência para as duas espécies, onde a *S. brasiliensis* passou do sétimo maior Valor de Importância em 2000, para o oitavo em 2009. A espécie *S. commersoniana*, por sua vez, no ano de 2000 apresentava o quinto maior Valor de Importância, em 2009 decresceu 2 posições, com redução de 12,5% em sua Densidade Absoluta. Embora a migração de uma ou duas classes no ordenamento dos Valores de Importância de uma determinada espécie aparente ser insignificante na análise da estrutura horizontal, para espécies com elevada representatividade na floresta, indicam alterações significativas em sua estrutura.

Schaaf (2001) analisando a dinâmica de Floresta com Araucária no sul do Paraná, em um período de 21 anos, observou a Dominância de sete espécies no primeiro momento, que correspondiam a 80,4% da Densidade Absoluta e 84,1% da área basal da floresta, em um segundo momento, essas mesmas espécies responderam por 79% da Densidade Absoluta e 86,1% da área basal da floresta. Já a Floresta de São Francisco de Paula, o valor de 80% do total da Dominância é encontrado por 17 espécies, indicando distribuição de área transversal em maior número de espécies.

Schaaf et al. (2006) e Sawczuk (2009) que encontraram um aumento da Dominância Absoluta de 21,3% em 21 anos e 5,1% em seis anos, respectivamente. A vegetação da Flona de São Francisco de Paula indicou um aumento desse mesmo parâmetro de 9,6% em 10 anos, permitindo uma analogia sumária, de crescimento em área basal na ordem de aproximadamente um ponto percentual ao ano.

Analisando graficamente a relação entre Dominância Absoluta e Densidade Absoluta (Figura 6), verificou-se uma relação inversamente proporcional até o ano de 2005, ponto que atinge o menor número de indivíduos na floresta e que o crescimento em área transversal permaneceu estagnado. No ano seguinte (2006), observou-se um comportamento diretamente proporcional, ou seja, houve um aumento na Densidade de indivíduos e também em Dominância. No ano de 2007, ocorreu um considerável aumento na Densidade, porém os valores relativos à Dominância permanecem praticamente inalterados. No ano de 2008, observou-se novamente a relação de proporcionalidade inversa entre os parâmetros, com

redução da Densidade e aumento da Dominância, mantendo estável a Densidade e indicando aumento na Dominância para o ano de 2009.

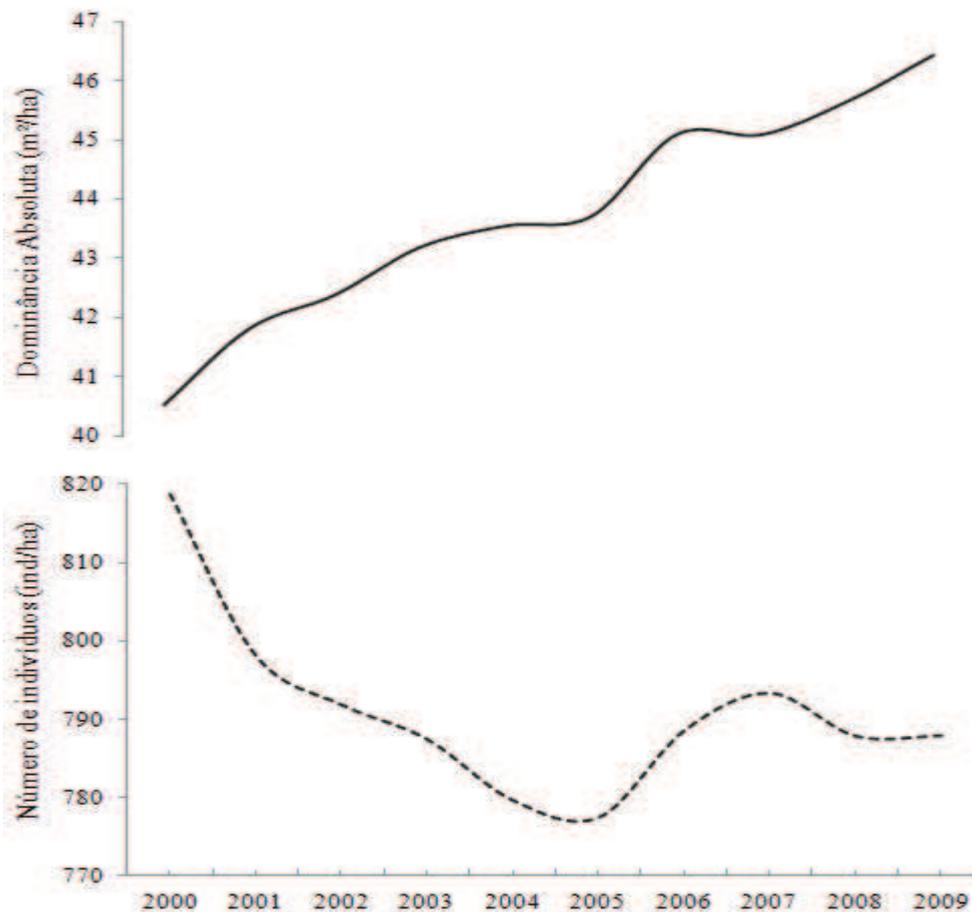


Figura 6. Relação entre Dominância Absoluta e Densidade Absoluta na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS, entre os anos de 2000 a 2009.

Embora o período de análise tenha ocorrido em uma amplitude temporal de apenas 10 anos, esse período foi suficiente para observar as variações anuais da floresta, permitindo realizar algumas inferências, dentre elas destacam-se: a capacidade de autoregulação de área basal da floresta, induzida pelos valores relacionados à mortalidade, recrutamento e condições externas. A exemplo disso, pela análise da curva de Densidade observa-se o aumento das taxas de mortalidade entre os anos de 2004/05, acompanhado de um aumento dos recrutamentos nos anos de 2005/06, em que espécies como *Casearia decandra*, que permaneceram no sub-bosque encontraram condições favoráveis ao seu desenvolvimento, justificando o aumento do Valor de Importância dessa espécie.

Um importante aspecto que deve ser considerado está relacionado à riqueza e abundância das espécies que compõe a floresta, garantindo que essas disponham de um diversificado estoque no sub-bosque, de modo a atender as especificidades de cada ocasião encontrada no ambiente florestal.

A análise das árvores mortas pela estrutura horizontal indica que a Densidade Relativa média entre os anos amostrados foi de 1,64%. Os anos que apresentaram maior Densidade Relativa de indivíduos mortos foram 2006 (2,56%) e 2001 (2,36%). As menores Densidades Relativas de árvores mortas foram atribuídas aos anos de 2007 (0,99%) e 2005 (1,09%). A área transversal média incrementada anualmente pelas árvores mortas foi de 0,39 m²/ha.

Para um melhor entendimento do crescimento diamétrico da floresta, foram consideradas duas situações para o cálculo do incremento em área basal: a primeira refere-se aonde está inserido todo estrato arbóreo, considerando todos os indivíduos amostrados, juntamente com recrutamentos e mortalidade. Em uma segunda situação, foram desconsiderados os recrutamentos e as mortalidades durante o período analisado, ou seja, foram considerados apenas os ganhos em incremento de área basal dos indivíduos presentes na ocasião do primeiro e último inventário. A primeira condição foi denominada de “Floresta” e a segunda de “Sobreviventes”, e suas analogias possibilitam um melhor entendimento da dinâmica do crescimento e suas relações com recrutamentos e mortalidades (Figura 7).

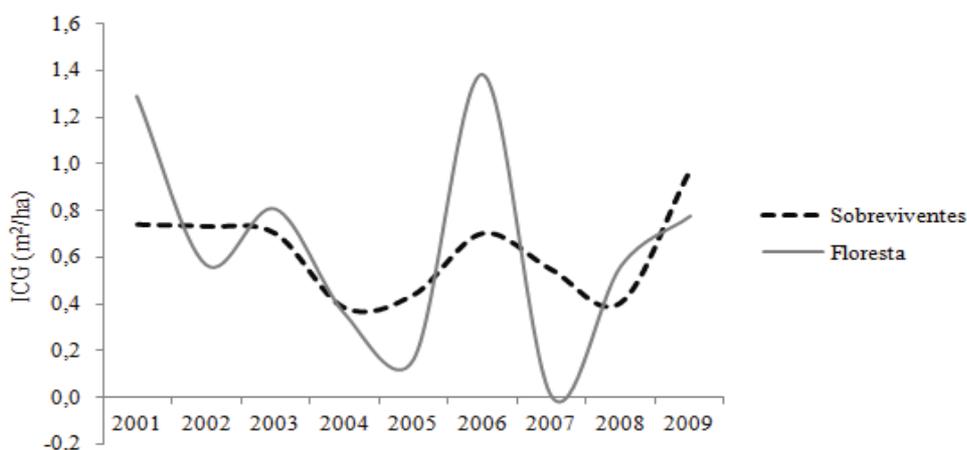


Figura 7. Valores referentes à área basal entre os anos de 2000 a 2009, considerando recrutamentos e mortalidade (Floresta), e desconsiderando recrutamentos e mortalidade (Sobreviventes) na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Com relação aos indivíduos “Sobreviventes”, o incremento em área basal média das árvores foi de $0,62 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, 5% menor quando comparada com a média estimada da “Floresta” ($0,66 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$). Observou-se ainda, que o menor valor de incremento foi encontrado para os anos de 2003/04 ($0,38 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$) e o maior incremento ocorreu entre os anos de 2008/09 ($0,98 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$). Em contrapartida, analisando os indivíduos da “Floresta”, o maior incremento de área basal foi encontrado para os anos de 2005/06, relativo a $1,38 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$. Nos anos seguintes (2006/07), logo após os anos de menor precipitação, o incremento apresentou valor negativo, evidenciando perda de área basal. Nesse sentido, apesar de ambos os grupos terem indicado anos diferenciados para os valores de máximos e mínimos incrementos em área basal, verificou-se simetria entre os aumentos e reduções de área basal (Figura 7), sugerindo relação de similaridade entre incremento e recrutamento; da mesma forma o menor crescimento da floresta indica maior perda em área basal devido à mortalidade.

2.4.4 Análise da diversidade, dominância e homogeneidade

A diversidade florística pode ser definida por dois conceitos, riqueza e abundância. A riqueza retrata o número de espécies presentes na comunidade estudada e, a abundância, refere-se ao número de indivíduos que compõe cada espécie. O entendimento desses conceitos é fundamental para a correta análise dos índices empregados nesse estudo, os quais são descritos a seguir: Índice de diversidade Shannon (H'), Índice de Dominância Simpson (D) e Índice de Equabilidade de Pielou (J'). Dentro de uma gama de diferentes índices capazes de descrever a diversidade alfa, Schneider (2009) considera os Índices de Shannon (H') e Simpson (D) como os mais usuais. Além desses, Souza (1993) cita o Índice de Equabilidade de Pielou (J') como essencial em estudos da flora.

Os resultados calculados anualmente para os índices de diversidade constam na Tabela 8, onde podem ser observados os valores médios para os 10 anos amostrados da floresta.

Tabela 8. Médias e desvio padrão referentes aos valores anuais dos índices de diversidade Shannon, Dominância de Simpson e Equabilidade de Pielou, entre os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

	Shannon (H') [*]	Simpson (C)	Pielou (J)
Média	3,71	0,96	0,79
Desvio padrão	0,010	0,004	0

^{*} H' : Índice de Diversidade de Shannon (nats/ind); C: Índice de Dominância de Simpson; J: Equabilidade de Pielou.

A análise dos índices referentes à diversidade da floresta indicou alterações muito tênues entre os anos. As pequenas flutuações de valores encontradas ao longo do tempo podem ser atribuídas ao diversificado estoque de árvores nos estratos inferiores da floresta, mantendo os valores referentes à diversidade praticamente constantes, apesar das variações inerentes ao amadurecimento da floresta e as influências externas, como as variações atribuídas ao ambiente.

Devido à pequena variação dos valores de cada índice entre os anos, as análises da diversidade da floresta foram baseadas na estimativa da média de todos os anos, gerando um único valor, empregado para realizar as avaliações.

A riqueza florística da área proporcionou elevados valores para a diversidade dos índices empregados e evidenciam a importância das unidades de conservação como refúgio da diversidade, corroborando com Carvalho (1982), o qual afirma a importância dessas unidades como fontes valiosas de subsídios para pesquisas.

Comparada com a análise da estrutura horizontal, os índices de diversidade não apresentaram eficiência na descrição das alterações dinâmicas da floresta, indicando que para remanescentes bem conservados, como a Flona de São Francisco de Paula, análises anuais não são necessárias, bastando apenas análises pontuais.

O Índice de Shannon (H') encontrado para a floresta de São Francisco de Paula manteve a média de 3,71 nats/ind, demonstrando alta diversidade florística. Nesse caso, o valor encontrado situa-se acima da média para a mesma região fitoecológica no Estado, cujo valor médio encontrado é de 2,58 nats/ind (RIO GRANDE DO SUL, 2002). Nos demais trabalhos desenvolvidos, na mesma região, observa-se que os valores se mantêm próximos aos valores supracitados, embora a floresta da Flona de São Francisco de Paula tenha apresentado maior diversidade. Moscovich (2006) descreveu valor de H' igual a 3,40 nats/ind, em Nova Prata, RS. A diversidade descrita por Herrera et al. (2009) foi igual à de 3,59 nats/ind, em Caçador, SC. Sawczuk (2009), observou uma média de 3,56 nats/ind, em Irati, PR. O mesmo autor, descreve que a diversidade florística manteve um pequeno aumento uniforme com o passar do tempo, sendo que o mesmo comportamento não foi observado em São Francisco de Paula.

Os valores referentes à Dominância de Simpson (C) sofreram pequenas variações ao longo do período analisado, devido à pequena flutuação do número de indivíduos entre as espécies que apresentam maior abundância. A probabilidade de escolha aleatória de dois indivíduos de pertençam à mesma espécie foi igual a 4% ($C=0,96$), evidenciando alta

diversidade. Schaaf et al. (2006) observaram uma redução no valor de Dominância de Simpson analisando 21 anos de uma Floresta com Araucária (0,79 em 1979 para 0,74 em 2000), atribuindo ao aumento da abundância da espécie *Araucaria angustifolia* em relação ao restante da floresta. Sawczuk (2009), na Flona de Irati, Watzlawick et al., (2005), na floresta de Araucária em General Carneiro, PR, descreveram valores iguais aos observados neste estudo ($C=0,96$).

O índice de Equabilidade de Pielou manteve valores constantes para todo período amostrado, indicando intermediária distribuição dos indivíduos entre as espécies ($J' = 0,79$). Durigan (1999) descreveu um valor de J' para Floresta Ombrófila Mista igual a 0,83, em São João do Triunfo, PR. Sawczuk (2009) encontrou J' igual a 0,75, em Irati, PR. Comparando os resultados, observa-se que em São Francisco de Paula, apesar do Índice de Shannon ter apresentado valores superiores aos trabalhos de Durigan, o valor referente à Equabilidade de Pielou apresentou-se inferior, sugerindo a predominância de um maior número de espécies.

2.4.5 Análise da estrutura vertical da floresta

Por meio da análise das alturas de cada indivíduo, somada as observações de campo, não se configurou um estrato contínuo. Logo, no estrato superior da floresta houve o predomínio de indivíduos de *Araucaria angustifolia* e *Blepharocalyx salicifolius*, além da presença das famílias Lauracea e Aquifoliacea. No entanto, quando observados a média das alturas entre cada espécie, verificou-se que aquelas que apresentaram elevada densidade, como as anteriormente citadas, tenderam a não compor o estrato dominante. Isso pode ser atribuído a regeneração dessas espécies, em que o grande número de indivíduos nos estratos inferiores reduziu a altura média.

A altura média da floresta foi de 15,6 m, com um desvio padrão de 2,3 m. Do mesmo modo, Dalla Côte et al. (2007) avaliando a estrutura vertical de uma Floresta Ombrófila Mista no Paraná observaram uma altura média para espécies folhosas entre 13 e 18 m, valores próximos ao presente estudo.

A estratificação das alturas definiu que no estrato inferior da floresta estão inseridas as espécies que apresentaram altura inferior a 14,4 m, o que corresponde a 21,2% do total das espécies. Entre essas, destacam-se como mais importantes a *Ocotea pulchella* (9° VI com altura média de 14,1 m) e *Lamanonia ternata* (14° VI e altura de 14,3 m).

O estrato médio da floresta corresponde às espécies que apresentaram alturas entre o intervalo de 14,4 m a 16,8 m, representando 62,2% das espécies. Nesse estrato, estão inseridas

as espécies com maior importância da floresta, como por exemplo, a *Araucaria angustifolia* (1° VI e altura de 14,6 m) e a *Blepharocalyx salicifolius* (2° VI e altura de 15,3 m). Dalla Corte et al. (2007) descreveram que a *Araucaria angustifolia* manteve representatividade em todos estratos avaliados, com maior número de indivíduos no estrato inferior.

O estrato superior, por sua vez, correspondeu às alturas superiores a 16,8 m e 16,2% das espécies. Embora as espécies representantes desse estrato indiquem alturas superiores, as mesmas apresentaram menores valores de importância quando comparado aos demais estratos, devido, essencialmente, à baixa densidade de indivíduos. As espécies com maior Valor de Importância desse estrato foram *Calypttranthes concina* (32° VI e altura de 17 m) e *Annona rugulosa* (39° VI e altura de 17 m).

A estratificação das alturas dos indivíduos mortos apresentou uma configuração diferenciada da encontrada para a floresta, mantendo uma altura média 11,4 m e desvio padrão de 3,6 m. Em relação aos estratos, 6,5% dos indivíduos mortos correspondem ao estrato superior, 12,2% ao estrato médio e 81,3% ao estrato inferior.

O aspecto arquitetônico que configura cada estrato se deve a diferentes espécies e estágios de desenvolvimento da floresta (SANQUETTA, 1995), sendo que o processo de dinâmica da floresta influencia as características de sombreamento, alterando as características de cada estrato ao longo do tempo (DALLA CÔRTE et al., 2007).

A mortalidade ocorreu principalmente nos estratos inferiores, os quais apresentam um grande número de árvores que tem como hábito o subdossel da floresta, somado também, a mortalidade de espécies heliófitas, que durante seu ciclo de vida não atingiram o dossel, porém integravam o estoque de árvores enquanto vivas.

Nos recrutamentos, foi observada uma altura média de 10 m e desvio padrão de 3 m. A média indicou que os recrutamentos ocorrem principalmente no estrato inferior, mesmo quando somado o desvio padrão das alturas. Tendo em vista a estreita relação entre altura e diâmetro, o predomínio dos recrutamentos no estrato inferior pode ser facilmente explicado.

Em relação ao número de indivíduos encontrados em cada estrato da floresta, a distribuição ocorreu de forma semelhante ao número de espécies, onde o estrato médio representou a maioria dos indivíduos (62,2 % do total). O estrato inferior, por sua vez, representou 21,1 % do total de indivíduos da floresta. No estrato superior estão inseridos o menor número de indivíduos, que correspondem a 16,2 % do total.

2.4.6 Análise dinâmica da mortalidade

A viabilidade para aplicação do manejo racional de florestas depende do conhecimento e respeito da capacidade regenerativa e produtividade, relacionado com valores de recrutamento, crescimento e mortalidade (SANQUETTA et al., 2003).

Os valores referentes à mortalidade em cada ano inventariado estão descritos na Tabela 9, onde foram considerados mortos os indivíduos que apresentavam ausência de atividade fisiológica e/ou tombados.

Tabela 9. Valores de mortalidade anual, entre os anos de 2001 e 2009, na Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS.

Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Indivíduos (ha)	17,1	14	10,7	12	7,8	19,4	7,2	12,1	9,2	109,5
Taxa de mortalidade (%)	2,4	1,9	1,5	1,7	1,1	2,6	1,0	1,7	1,2	

A análise da mortalidade indicou um valor total de 109,5 indivíduos/ha, entre os anos de 2001 a 2009, apresentando uma média de 12,1 ind/ano/ha, com elevado desvio padrão entre os anos ($S = 4,1$). Dessa forma, na Tabela 9, verificou-se que os valores referentes à mortalidade demonstraram uma tendência a redução, como observado entre os anos de 2001 a 2005, com leve aumento no ano de 2004. Porém, no ano de 2006, observa-se um abrupto aumento da mortalidade atingindo seu maior valor (19,4 indivíduos), que interrompe a tendência de redução. No ano seguinte (2007), é observada a menor taxa de mortalidade (7,2 indivíduos) representando uma redução de aproximadamente 2,7 vezes o número de indivíduos, entre 2006 e 2007. Após 2007, houve aumento da mortalidade, sendo que o valor descrito em 2008 se igualou ao valor médio de mortalidade. No ano de 2009, ocorreu uma nova redução.

A análise da mortalidade por espécies, onde foram considerados todos os indivíduos mortos entre o período amostrado, consta na Figura 8.

A mortalidade foi representada por 95 espécies, sendo as espécies mais representativas com relação ao número total de indivíduos mortos: *Sebastiania brasiliensis* (12,5%), *Araucaria angustifolia* (6,9%), *Myrceugenia cucullata* (4,8%), *Casearia decandra* (4,2%), *Cryptocarya aschersoniana* (2,9%), *Sebastiania commersoniana* (2,9%), *Blepharocalyx salicifolius* (2,8%) e demais espécies (*Outras*), as quais somam juntas 62,9%.

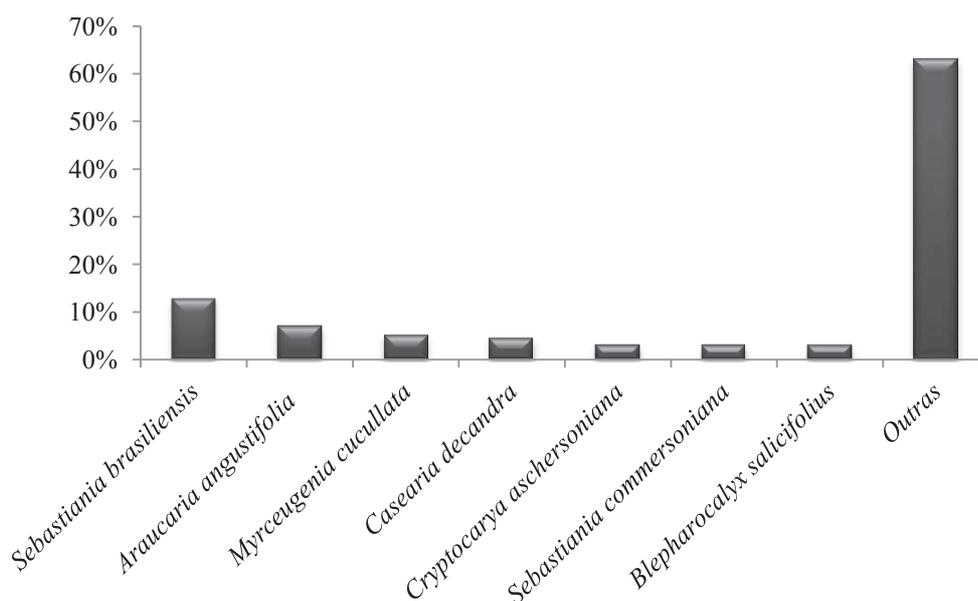


Figura 8. Porcentagem do número de indivíduos mortos por espécie, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Por meio de uma analogia entre as espécies que representam maior mortalidade, observa-se uma estreita relação entre esses valores e os aspectos ecológicos de cada uma. O gênero *Sebastiania*, responsável por 15,4% de toda mortalidade, aparentemente sofreu forte influência com relação ao déficit hídrico observado no período. Corroborando com Carvalho (2003), o qual afirma que esse gênero é muito comum em orlas dos sub-bosques, em solos úmidos e nas matas baixas de beira de rio e riachos, onde o solo se encontra temporariamente alagado e com lençol freático superficial.

A espécie *Araucaria angustifolia*, por sua vez, apresenta o segundo maior valor relativo à mortalidade, o que pode ser atribuído a sua elevada densidade de indivíduos na área, acentuada a sua condição de “vanguarda” no estabelecimento da floresta, onde gradualmente cede seu espaço para espécies latifoliadas. Algumas particularidades podem ser descritas pela análise dos diâmetros (DAP) dessa espécie, como por exemplo, a mortalidade quase que em sua totalidade ocorreu em indivíduos com pequenos diâmetros, observando-se uma redução diamétrica no ano que antecedia a mortalidade fisiológica.

Com relação à mortalidade entre as famílias botânicas (Figura 9), verificou-se que Myrtaceae apresentou maior mortalidade (26,2% do total), o que pode ser justificado devido à grande abundância de indivíduos e, também, por apresentar grande número de indivíduos em classes diamétricas inferiores. Euphorbiaceae apresentou 17,4% da mortalidade, devido à

representatividade do gênero *Sebastiania*. Já a família Lauraceae apresentou a terceira maior mortalidade (7,67%), por conta da mortalidade da espécie *Cryptocarya aschersoniana*, somada a outras nove espécies pertencentes à família no local. Araucariaceae, com apenas uma espécie, representou 6,8% da mortalidade. As demais famílias representaram juntas 41,9% do total.

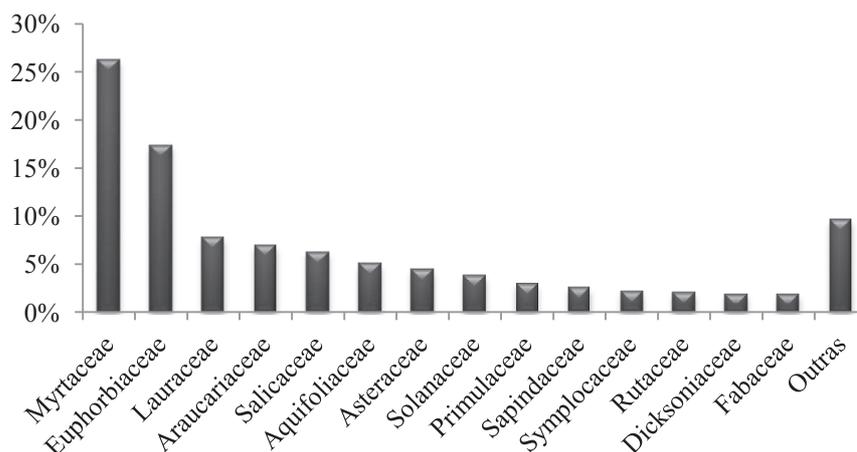


Figura 9. Porcentagem do número de indivíduos mortos por famílias botânicas, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

A análise da mortalidade por classes diamétricas indicou uma maior frequência de mortalidade nas classes inferiores, observando-se na primeira classe 51,2% do valor total (Tabela 10). Verificou-se ainda, conforme a Tabela 10, a redução gradual da mortalidade à medida que os indivíduos aumentavam em diâmetro.

Tabela 10. Valores referentes à mortalidade total e relativa, por classes diamétricas, entre os períodos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Classes diamétricas	9,5 - 14,4	14,5 - 19,4	19,5 - 24,4	24,5 - 29,4	29,5 - 34,4	34,5 - 39,4	39,5 - 44,4	44,5 - 49,4	49,5 - 54,4	54,5 - 59,4	≥59,5
N	561	238	126	55	30	30	24	8	12	4	7
N %	51,2	21,7	11,5	5,0	2,7	2,7	2,2	0,7	1,1	0,4	0,6

*Classes diamétricas correspondentes a amplitude de classe de 5 cm; N: número total de indivíduos mortos no período; N %: porcentagem de indivíduos mortos no período.

O padrão exponencial negativo (“J” invertido) pode ser observado na Figura 10, em que a maior mortalidade se concentra nas classes com maior frequência de árvores. Desse

modo, esse padrão de distribuição indica capacidade autoregenerativa das florestas naturais, onde o mesmo princípio pode ser aplicado para a distribuição da mortalidade, cuja maior mortalidade ocorre nas classes com maior frequência de indivíduos (LONGHI, 1997). Outra observação refere-se a isenção de corte seletivo de árvores com maiores diâmetros na floresta, o que ocasionaria um aumento da frequência de mortalidade em classes diamétricas superiores, sendo facilmente percebido na análise gráfica.

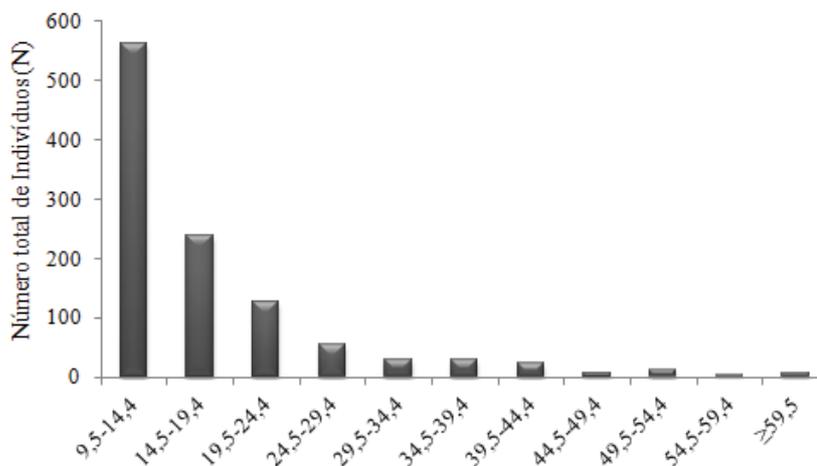


Figura 10. Distribuição da frequência diamétrica para mortalidade, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

A mortalidade em classes diamétricas superiores na floresta pode ser atribuída a tempestades, incidência de raios, ventos que ocasionam quebra ou tombamento, debilidade devido ao ataque de pragas, assim como, a própria seneiscência potencializada por diversos fatores. Além disso, o próprio avanço sucessional da floresta proporciona a redução gradativamente do número de indivíduos. Por outro lado, a mortalidade em classes inferiores, além dos fatores supracitados, pode ser atribuída à competição por luminosidade e nutrientes e, até mesmo, às características ecológicas das espécies, que apresentam um curto ciclo de vida, como as espécies pioneiras.

Com relação aos grupos ecológicos, as observações indicaram maior representatividade para as espécies que compõe o grupo das secundárias tardias iniciais (41%), seguido pelo grupo das secundárias iniciais (24%), climáticas (23%) e pioneiras (11%) (Figura11).

A distribuição da mortalidade nos grupos ecológicos apresentou uma distribuição semelhante a dos grupos observados na composição florística. A maior mortalidade se manteve no grupo das secundárias tardias, sendo composto por maior número de indivíduos.

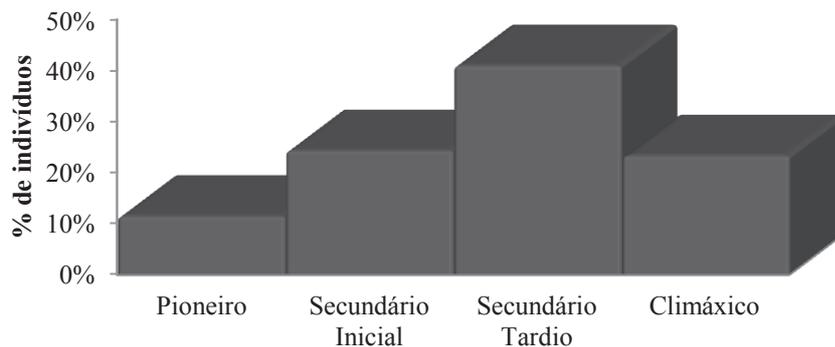


Figura 11. Frequência da mortalidade por grupos ecológicos entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

O grupo das secundárias tardias foi representado principalmente pela espécie *Sebastiania brasiliensis*, responsável por 33% dos indivíduos do grupo. A espécie com maior representatividade no grupo das secundárias iniciais foi a *Casearia Decandra*, representando 19% do total de indivíduos. A mortalidade no grupo das climáticas foi representado em sua maior parte pela espécie *Cryptocarya aschersoniana* (14% do total). As pioneiras, por sua vez, foram representadas essencialmente pela espécie *Dasyphyllum spinescens* (27% do total), sendo os representantes desse grupo caracterizados por um rápido ciclo de vida, condicionando sua presença na floresta no advento da abertura de clareiras, o que limita seu número de indivíduos.

A análise do recrutamento se faz necessária, de modo a complementar a análise da mortalidade, recomendando se há tendência quanto à supressão ou substituição de algum grupo ou espécie em específico, ou uma substituição desses por outros do mesmo grupo. Já a mortalidade entre as secundárias iniciais foi intensa, o que pode ser justificado pela alta incidência de indivíduos desse grupo na floresta, somado ao seu curto ciclo de vida.

2.4.7 Análise do recrutamento arbóreo

O recrutamento das árvores para o estrato arbóreo ocorreu no momento em que o diâmetro mínimo de inclusão de 9,5 cm fosse atingido. Foram recrutadas 889 árvores, entre os anos de 2001 a 2009, distribuídas em 77 diferentes espécies e pertencentes a 33 famílias botânicas (Tabela 11).

Tabela 11. Valores de recrutamento anual entre os anos de 2001 e 2009 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Indivíduos (ha)	2,4	10,6	6,7	4,9	6,3	32,3	12,1	7,8	5,8	88,9
Taxa de recrutamento (%)	0,3	1,5	0,9	0,7	0,9	4,3	1,7	1,1	0,8	

Os dados inventariados permitiram estimar a média do número de indivíduos recrutados anualmente em 9,9 ind/ano, com elevado desvio padrão, estimado em 8,9. Ambos os valores apresentaram-se inferiores aos encontrados para a mortalidade. A irregularidade quanto ao número de recrutamentos pode ser observada quando analisados os valores referentes aos anos de 2001 e 2006, correspondendo a 2,4 e 32,3 ind/ha, respectivamente (diferença de 13,5 vezes). Essa mesma irregularidade não permite descrever uma tendência no aumento ou redução dos recrutamentos, sugerindo um padrão aleatório. Algumas das espécies recrutadas como *Casearia decandra*, *Sebastiania brasiliensis*, *Myrceugenia cucullata* que apresentaram alta mortalidade, também demonstraram elevados valores de recrutamento, evidenciando um balanço dessas quanto a sua densidade na floresta.

O maior recrutamento ocorreu para a espécie *Casearia decandra* (21,7% do total), seguido da *Sebastiania brasiliensis* (12,5%), *Ilex paraguariensis* (7%), *Matayba elaeagnoides* (4,8%), *Cinnamomum glaziovii* (3,8%), *Nectandra megapotamica* (3,3%) e *Myrceugenia cucullata* (2,9%). As demais espécies somaram juntas 44 % (Figura 12).

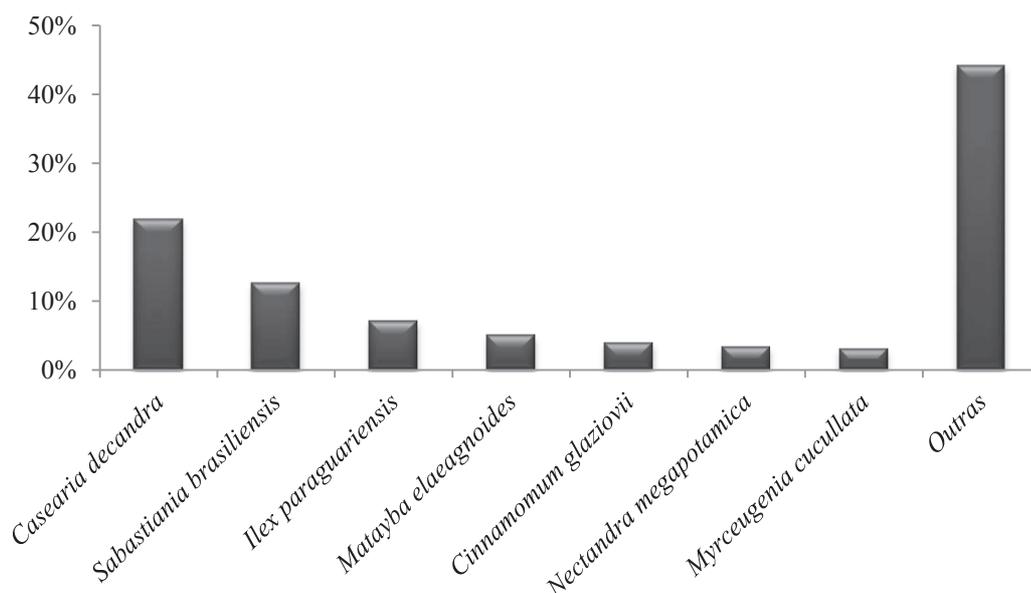


Figura 12. Porcentagem dos indivíduos recrutados por espécie, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

A espécie *Araucaria angustifolia*, responsável por 6,9% de toda mortalidade, apresentou valores de recrutamento igual a 1%, evidenciando a redução da Densidade dessa espécie e, como relatado por Narvaes et al. (2005), a baixa regeneração natural dessa espécie é observada pelos parâmetros fitossociológicos.

Observou-se grande variação entre o número de indivíduos recrutados de uma mesma espécie entre os anos avaliados. Como exemplo, cita-se a espécie *Casearia decandra*, que no ano de 2006, apresentou um recrutamento 3 vezes superior à média da espécie. Do mesmo modo, a *Sebastiania brasiliensis* apresentou recrutamento 3,7 vezes acima da média, *Myrceugenia cucullata* 3,6 vezes, *Ilex paraguariensis* 3,5 vezes e *Matayba elaeagnoides* 2 vezes.

Sebastiania brasiliensis foi responsável pelo maior valor relativo de mortalidade, apresentou ainda, grande representatividade nos recrutamentos e, por conseguinte, grande plasticidade. No entanto, o contrário foi observado para *Casearia decandra*, que embora tenha apresentado alta mortalidade, o número de indivíduos recrutados foi 2,4 vezes superior a mortalidade, indicando amplo aumento de sua Densidade.

De maneira geral, as espécies que apresentaram as maiores taxas de recrutamento também apresentaram aumento de seu Valor de Importância na estrutura horizontal da floresta, com exceção da espécie *Sebastiania brasiliensis*.

A distribuição dos recrutamentos entre as famílias (Figura 13) mostra uma maior representatividade da família Salicaceae (23,2%), devido essencialmente ao elevado número de recrutamentos da espécie *Casearia decandra*. O mesmo pode ser atribuído a família Euphorbiaceae (13,7%) com relação à espécie *Sebastiania brasiliensis*. Embora a família Myrtaceae só tenha uma espécie com elevado número de recrutamento (*Myrceugenia cucullata*), o grande número de outras espécies que constituem essa família conferiu a ela o segundo maior número de recrutamentos, com 17,2 % do total, corroborando em parte com o observado na análise florística. Cabe destacar as demais famílias, tais como: Lauraceae, que representou 10,4%, Aquifoliaceae (8,9%), Sapindaceae (6,7%), Primulaceae (3%), Annonaceae (1,6%), Cunoniaceae (1,6%), Rosaceae (1,6%), Rutaceae (1,4%), Fabaceae (1,2%) e Solanaceae (1%). As demais famílias somaram juntas 8,5 %.

Os valores percentuais totais entre os grupos ecológicos (Figura 14) demonstraram maior representatividade entre as espécies secundárias tardias (42%), seguidas pelas secundárias iniciais (35%), climáticas (18%) e pioneiras (4%).

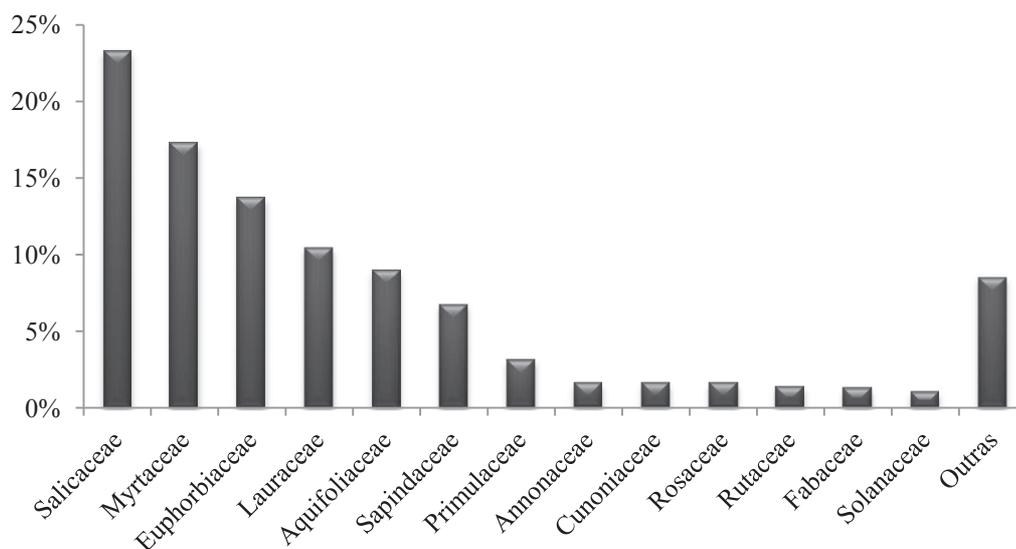


Figura 13. Porcentagem do recrutamento por famílias botânicas entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista São Francisco de Paula, RS.

Da mesma forma como observado na composição florística e na mortalidade, o grupo das secundárias tardias apresentaram maior representatividade na floresta. No entanto, o grupo das secundárias iniciais aproximou seus valores de recrutamento em relação a esse. Nesse caso, esse fato é justificado por meio das condições climáticas encontradas pela floresta no período analisado, em que a baixa precipitação propiciou um aumento relativo das espécies secundárias iniciais e, portanto, não apresentando elevada especificidade quanto ao seu crescimento em relação às secundárias tardias e climáticas.

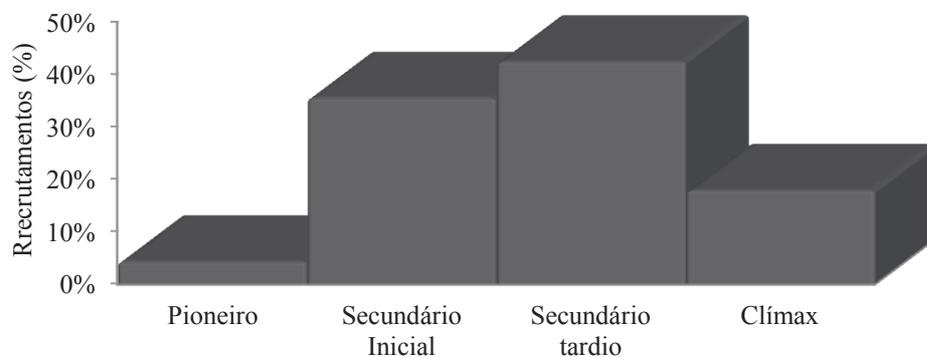


Figura 14. Frequência do recrutamento por grupos ecológicos entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

As espécies recrutadas mais representativas de cada grupo foram *Sebastiania brasiliensis*, representando 30% do total de indivíduos secundários tardios, *Casearia decandra* (62% do total de indivíduos secundários tardios), *Myrceugenia cucullata* (17% do total entre o grupo climático) e *Solanum sanctae-catharinae*, representando 16% dos indivíduos pioneiros.

Ainda que a análise do total de indivíduos recrutados e mortos indique um avanço sucessional, o número de indivíduos recrutados por grupos ecológicos contraria, em parte, essa lógica, visto que era esperado um maior número de recrutamentos de indivíduos clímax, fato que não foi observado. Atribui-se a isso, as condições ambientais referentes ao período inventariado que favoreceram o maior recrutamento de espécies secundárias e, também, aos baixos valores referentes à precipitação; dessa forma, a abundância das espécies segue um gradiente na disponibilidade de recursos ambientais, apresentando variações de sua abundância em função da variação desses gradientes (WHITTAKER, 1972).

Portanto, o monitoramento contínuo da floresta, com maior amplitude temporal se faz necessário para consolidar essas observações, possibilitando um melhor entendimento da dinâmica e suas interações com outros fatores.

2.4.8 Interação entre mortalidade e ingresso

Considerando a interação entre mortalidade e recrutamento, observam-se flutuações anuais entre esses valores, que resulta em alterações quanto ao balanço de entrada e saída de indivíduos arbóreos na floresta, onde determinados anos ocorre maior número de recrutamentos e outros ocorre maior número de mortalidade. Desse modo, no balanço entre os anos avaliados, houve maior mortalidade que recrutamento (1095 e 889, respectivamente), correspondendo a uma redução de 206 indivíduos no total (20,6 ind/ha). As variações anuais entre mortalidade e recrutamento podem ser observadas na Figura 15.

Por meio da análise gráfica, observa-se que durante o período de 2000/01 ocorreu maior redução do número de indivíduos na floresta. O balanço mostrou-se negativo entre os períodos de 2001/05 e 2008/09. Variações entre os balanços negativos podem ser observados entre todos os períodos, indicando maior ou menor mortalidade.

A entrada de novos indivíduos na floresta por meio de recrutamento foi observada entre os anos de 2005/07, sendo que em 2006 ocorreu o máximo valor de recrutamento.

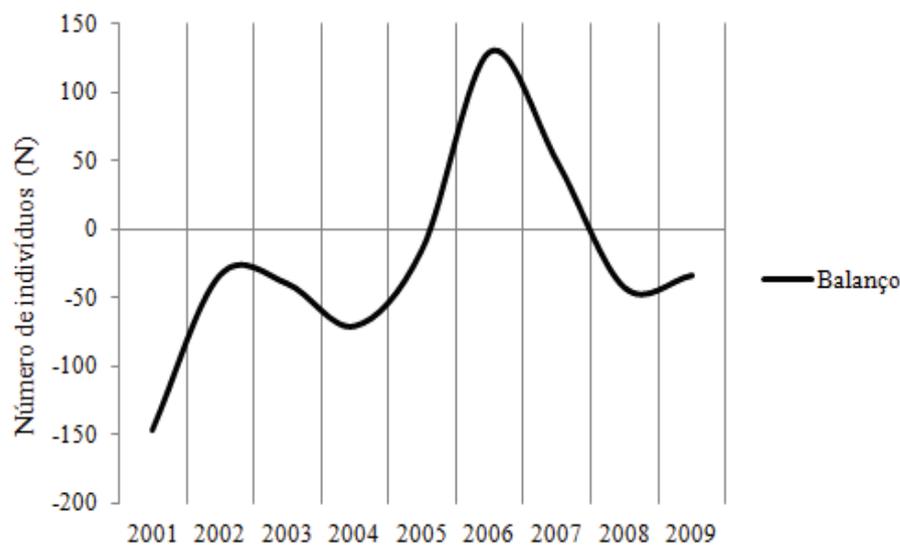


Figura 15. Balanço entre recrutamento e mortalidade, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

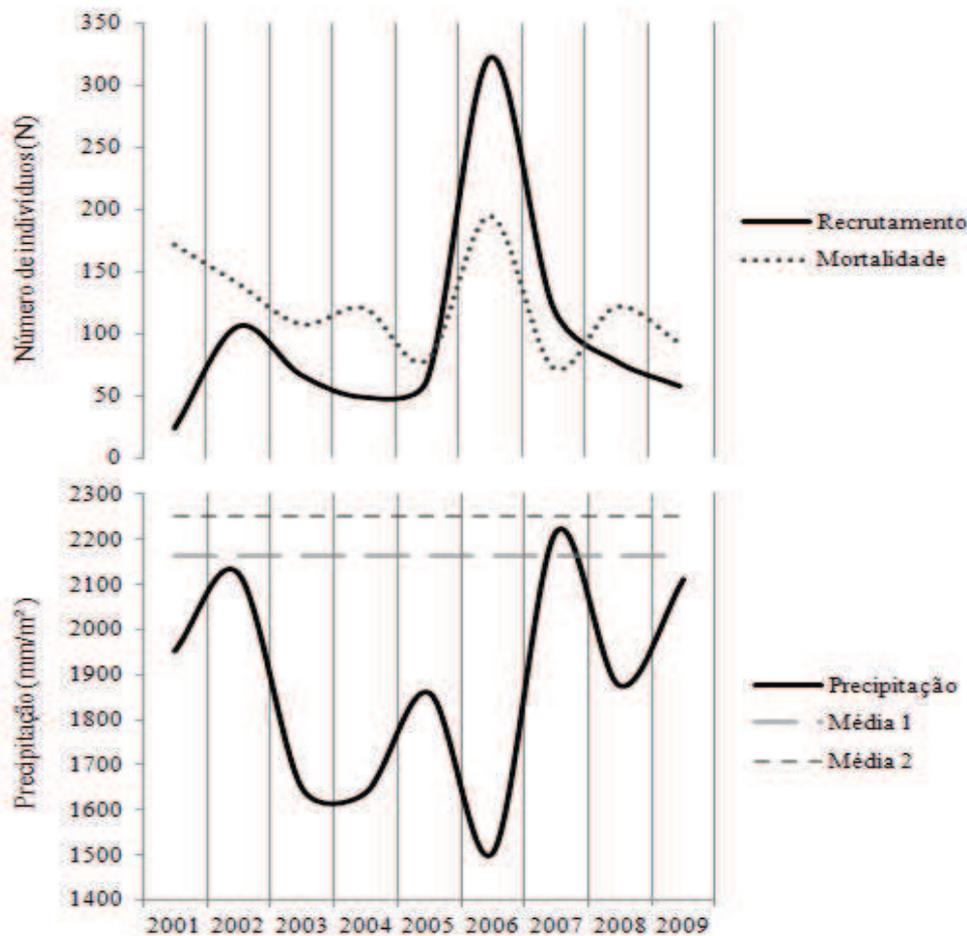
Logo, os acréscimos ou reduções do número de indivíduos não conferiram um caráter linear (Figura 15). Verificou-se ainda, a importância da análise dinâmica da floresta com menores amplitudes temporais nas quais, por exemplo, baseado nos dados referentes aos anos de 2002/06, erroneamente seria observada uma tendência de aumento da Densidade da floresta. Por outro lado, a análise somente dos anos de 2002/04 indicaria uma tendência quanto à redução do número de indivíduos da floresta. Essas observações corroboram com Rolim et al., (1999), os quais afirmam a importância das avaliações dinâmicas serem realizadas com base em inventários com pequenas amplitudes temporais.

Algumas considerações devem ser contempladas na tentativa de explicar as oscilações entre recrutamentos e mortalidade totais, dentre elas, estão as características a cerca da morfologia dos solos, não apresentando alterações consideráveis no período de análise, da mesma maneira com que a floresta se apresentou isenta da interferência antrópica, somada às características de redução quanto a Densidade de indivíduos, devido ao avanço sucessional da floresta, justificando a redução da Densidade total do número de indivíduos para todo o período. No entanto, as oscilações anuais de recrutamento e mortalidade podem ser explicadas quando tomado como referência a interferência de fatores externos, como as condições climáticas, fundamentalmente os níveis de precipitação.

Apesar de toda variabilidade entre recrutamentos e mortalidade, estudos demonstram que a estrutura da floresta madura segue um padrão, mantendo sua Densidade, área basal e número de espécies flutuando em torno de um número médio, ao longo do tempo (ROLIM et

al, 1999). Os mesmo autores afirmam que distúrbios devido a prolongados períodos de seca estão amplamente distribuídos na região da floresta tropical.

Nesse sentido, essa interação entre dinâmica florestal e clima pode ser melhor observada por meio da Figura 16, que retrata os valores de mortalidade, recrutamento e precipitação para o mesmo período.



Onde: Precipitação – precipitação pluvial anual observada (mm/m²); Média 1- Precipitação pluvial anual observada por Maluf (1999); Média 2 - Precipitação pluvial anual observada por Nimer (1990).

Figura 16. Relação entre recrutamento, mortalidade e precipitação, entre os anos de 2001 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS.

A precipitação anual no período indicou valores abaixo dos considerados normais por Maluf (1999) e Nimer (1990), a exceção de 2007, onde a precipitação total anual apresentou-se acima da média descrita por Maluf (1999). Os menores valores de precipitação podem ser observados no ano de 2006 (1504 mm/m²) e entre os anos de 2003 (1649 mm/m²) e 2004 (1637 mm/m²).

A proporcionalidade, ou seja, a simetria inversa estabelecida entre a precipitação e mortalidade demonstrou que os períodos de maior déficit hídrico foram acompanhados por maior mortalidade (Figura 16). A mesma simetria não foi observada por todo o período referente aos recrutamentos. Embora esses apresentem semelhanças entre 2001 a 2005, o ano subsequente que apresenta menor precipitação, foi observado o maior recrutamento do período, não sendo possível observar simetria desde então.

A possível explicação para essas observações contraditórias sobre o recrutamento e precipitação podem ser atribuídas à questão do crescimento diamétrico dos vegetais e a desuniformidade da distribuição pluviométrica anual. A menor precipitação acumulada entre os anos de 2003 e 2004 resultou na redução das atividades fisiológicas dos vegetais, gerando um estado de estagnação do crescimento florestal. Logo, esse período desfavorável para o crescimento foi ligeiramente interrompido pelo aumento da precipitação em 2005, fazendo com que ocorresse um rápido crescimento ocasionando um grande recrutamento entre 2005 e 2006.

A distribuição pluviométrica anual é outra variável que apresenta grande importância. Quando consideradas as precipitações hídricas anuais, o regime de chuvas não ocorreu de maneira uniforme entre os meses de cada ano. Como exemplo disso, a pluviosidade de outubro de 2005 apresentou valor igual a 278 mm, já para o mesmo mês no ano de 2006, esse valor foi de 52 mm. O período referente ao final do segundo semestre de 2005, no qual houve a retomada do período chuvoso, descreveu valores pluviométricos próximos aos considerados normais, o que pode ter favorecido a retomada do crescimento diamétrico da floresta após o período de seca, anteriormente constatado, favorecendo o recrutamento dos indivíduos observados no ano de 2006.

O Coeficiente de Correlação de Pearson indicou alto valor entre mortalidade e recrutamento (0,77, para $P < 0,05$), corroborando com o observado por Rolim et al. (1999). No entanto não foram estabelecidas correlações entre a dinâmica de recrutamento e mortalidade com as variáveis climáticas, o que pode ser atribuído a pequena quantidade de variáveis empregadas para as análises anuais de recrutamento e mortalidade constituintes da matriz de dados, sendo incapaz de absorver as interações entre as variáveis.

2.5 CONCLUSÕES

Por meio da análise dinâmica da floresta, conclui-se que a mesma apresentou pequenas alterações a cerca de sua composição florística ao longo do período de 10 anos. Observou-se elevada diversidade florística, com intermediária homogeneidade.

Apresentaram maior plasticidade nos processos de dinâmica florestal as espécies: *Illex paraguariensis*, *Sebastiania brasiliensis* e *Sebastiania commersoniana*, além de *Casearia decandra*, as quais descreveram um grande número de recrutamentos e mortalidade, com considerável aumento de sua importância.

Embora a *Araucaria angustifolia* seja a espécie mais importante da floresta, observou-se redução de sua Densidade, indicando sua substituição por espécies latifoliadas.

Dentre as famílias botânicas avaliadas, Myrtaceae apresentou ser a de maior importância, devido essencialmente seu grande número de indivíduos.

A floresta mostra predomínio de espécies secundárias tardias, com tendência de se manter em maior número nos próximos anos, devido ao superior número de recrutamentos deste grupo.

Embora os valores relacionados a recrutamento e mortalidade apresentem flutuações ao longo do período analisado, verifica-se maior mortalidade, corroborando com a redução de densidade encontrada para a floresta. Os valores relacionados à mortalidade e recrutamento também mostraram grande simetria de sua flutuação de acordo com os valores de precipitação pluviométrica.

Diferentemente do observado para a densidade, ocorreu o aumento de área transversal, caracterizando o avanço sucessional da floresta, que assume cada vez mais as características de sua configuração primária.

Neste sentido, o monitoramento contínuo da floresta, com maior amplitude temporal se faz necessário para consolidar essas observações, possibilitando um melhor entendimento da dinâmica florestal e suas interações com o meio.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.M. **Florística, estrutura e aspectos físicos da Floresta Ombrófila Mista em sistema Faxinal no município de Rebouças, Paraná**. 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, PR.

APG III. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.161, p.105-121, 2009.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul: guia de identificação e reconhecimento ecológico**. Porto Alegre: Pallotti, 2002. 325p.

BARTH FILHO, N. **Monitoramento do crescimento e da produção em Floresta Ombrófila Mista com uso de parcelas permanentes**. 2002. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia: Bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: Blume, 1979. 820p.

BUDOWSKI, G.N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucesión processes. **Turrialba**, Costa Rica, v.15, n.2, p.40-52, 1965.

BUDOWSKI, G.N. Los bosques de los tropicos humedos de America. **Turrialba**, Costa Rica, v.16, n.3, p.278-285, 1966.

CARVALHO, J.O.P. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região dos tapajós no estado do Pará**. 1982. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

CARVALHO, J.O.P. **Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.43-55 (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 34).

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 1. Brasília: Embrapa Floresta, 2003. 1039p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 2 Brasília: Embrapa Floresta, 2006. 627p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 3. Brasília: Embrapa Floresta, 2008. 593p.

CHAMI, L.B. **Vegetação e mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes da floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS**. 2008. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

CIENTEC. Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda. **Software Mata nativa 2:** Sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG: 2006. Copyright© 2001-2006 Cientec.

CORVELLO, W.B.V. **Utilização de mudas da regeneração natural em reflorestamento com espécies nativas.** 1983. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

DALLA CÔRTE, A.P.; CANALEZ, G. de G.; SANQUETTA, C.R. Caracterização da estrutura vertical e do dossel de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Ambiência**, Guarapuava, v.3, n.1, p.13-25, jan./abr. 2007.

DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR.**, 1999. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia.** Brasília: UNB, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p.

GALVÃO, F.A. **Vegetação natural do estado do Paraná** - Métodos de levantamento fitossociológico. In: IPARDES. Publicação do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Curitiba: IPARDES, 1994, p. 25-37.

GUAPYASSÚ, M.S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, Morretes – Paraná.** 1994. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

HARTSHORN, G.S. Tree falls and tropical forest dynamics. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMAN, M.H. Eds. **Tropical trees as living systems.** New York: Cambridge University Press, 1978. p. 617-638.

HERRERA, H. A. R. et al. Análise Florística e Fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI, Caçador, SC – Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v.39, n.3, p.485-500, ago./set. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1).

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o manejo e a conservação. **Aciesp**, São Paulo, v.2, p.1-9. 1994.

KEDDY, P.A. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, Sweden, v.3, p.157- 164, 1992.

KILCA, R.V. **Alguns aspectos florísticos e estruturais de uma floresta de galeria no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.** 2002. 74 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

KLEIN, R.M. Importância sociológica das mirtáceas nas florestas rio-grandenses. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 24. 1984. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 1990.

LEDRU, M.P. Late quaternary environmental and climate changes in Central Brazil. **Quaternary Research**, Amsterdam, v.39, p.90-98, 1993.

LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil.** 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

LONGHI, S.J. **Agrupamento e análise fitossociológica em comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo - RS.** 1997. 198 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

LONGHI, S.J.; ARAUJO, M.M.; BRENA, D.A. Estudo de Dinâmica de Floresta Ombrófila Mista realizados em parcelas permanentes pela UFSM. In: SANQUETTA, C.R. Ed. **Experiências de Monitoramento do Bioma Mata Atlântica com o uso de parcelas permanentes.** Curitiba: C.R. Sanquetta, 2008. p. 281-319.

LONGHI, S. J. et al. Padrões de distribuição espacial de espécies florestais em fragmento de mata ciliar, São Pedro do Sul, RS, Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7. 2000, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** v.1. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 384p.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurements.** New Jersey: Princeton University Press, 1989. 179p.

MALUF, J.R.T. **Nova classificação climática do Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: EMBRAPA, 1999 (EMBRAPA. Boletim Técnico, n° 8).

MARANGON, L.C. et al. Estrutura Fitossociológica e Classificação Sucessional do Componente Arbóreo de um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, no Município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.13, n.2, p.208-221, abr./jun. 2007.

MARTIN, G.J. **Ethnobotany: a methods manual.** Conservation series. Unite Kingdom: Earthscan, 2004. 268p.

MEYER, H.A.; RECKNAGEL, A.B.; STEVENSON, D.D. **Forest management.** New York: The Ronald Press Company, 1961. 282p.

MOSCOVICH, F.A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS.** 2006. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

NARVAES, I.S.; BRENA, D.A.; LONGHI, S.J. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.4, p.331-342, jan./mar. 2005.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 151-187.

NUTTO, L.; WATZLAWICK, L.F. Relações entre fatores climáticos e incremento em diâmetro de *Zanthoxylum rhoifolia* Lam. e *Zanthoxylum hyemales* St. Hil. na região de Santa Maria, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.45, p.41-55, jul./dez. 2002.

PIELOU, E.C. **Ecological Diversity**. New York: John Wiley, 1975.165p.

PILLAR, V.D. On the identification of optimal plant functional types. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.10, p. 631-640, 1999.

PIRES O'BRIEN, M.J; O'BRIEN, C.M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAPA, 1995. 400p.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998**. 1999. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

POLLOCK, M.M. Biodiversity. In: BILBY, R.E.; NAIMAN, R.J. **Ecology and Management of streams and rivers in the Pacific Northwest Coastal Ecoregion**. New York: Springer-Verlag, 1998. p. 430-452.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Diretrizes ambientais para a restauração de matas ciliares**. Porto Alegre: SEMA, 2007. 33p.

ROLIM, S.G.; COUTO, H.T.Z do; JESUS, R.M de. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.55, p.49-69, jun. 1999.

SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.1, n.5, p.55-68, jan./mar. 1995.

SANQUETTA, C.R.; DALLA CORTE, A.P.; EISFELD, R. de 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**, Guarapuava, v.5, n.1, p.101-112, jan./jun. 2003.

SANQUETTA et al. Estrutura vertical de um fragmento de floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. **Floresta**, v.32, n.2, p.267-276, jan./mar. 2002.

SANQUETTA, C.R.; MATTEI, E. Manejo racional da floresta de araucária. **Revista Meio Ambiente de Santa Catarina**, Florianópolis, v.2, p.1-58, 2002.

SAWCZUK, A.L. **Alteração na florística e estrutura horizontal de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Irati, Estado do Paraná**. 2009. 164 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, PR.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período de 1979 - 2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná**. 2001. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SCHAAF, L.B. et al. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta Ombrófila Mista no período entre 1979 e 2000. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.283-295, jan./mar. 2006.

SCHNEIDER, P.R **Manejo Florestal: Planejamento da Produção Florestal**. Santa Maria: o Autor, 2009. 613p.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas inequiduais heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000. 195p.

SCOLFORO, J. R. **Inventário Florestal**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 228p.

SCOLFORO, J. R. et al. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e análise estrutural. In: SCOLFORO, J. R. **Manejo Florestal**. Lavras: FAEPE, 1998. p. 189-246.

SEITZ, R.S. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2. 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Santa Maria: SEMA/UFSM, 2002. 706p.

SOARES, R.V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. **Floresta**, Curitiba, v.10, n.2, p.11-18, jul./dez. 1979.

SOBRAL, M. et al. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos: RIMA/Novo Ambiente, 2006. 350p.

SOUZA, A.L. et al. Dinâmica de crescimento em diâmetro de uma floresta primária sem interferência: uma análise pelo tempo de passagem entre classes diamétricas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.2, p.129-145, abr./jun. 1993.

SOUZA, A.L.; LEITE, H.G. **Regulação da produção em florestas inequiduais**. Viçosa: UFV, 1993. 147p.

STEPKA, T.F. **Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por meio de Matriz de Transição e Razão de Movimentação**. 2008. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, PR.

VACCARO, S. **Crescimento de uma floresta estacional decidual, em três estágios sucessionais, no município de Santa Tereza, RS, Brasil**. 2002. 157 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

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

WATZLAWICK, L.F. et al. Variação nos teores de Carbono Orgânico em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.248-258, jul./set.2011.

WATZLAWICK, L. F. et al. Caracterização da Composição Florística e Estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, no Município de General Carneiro - PR. **Ambiência**, Guarapuava, v.1, n.2, p.229-237, jul./dez. 2005.

WHITTAKER, R.H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, Viena, v. 21, p. 213-251, may. 1972.

3 DINÂMICA DO CRESCIMENTO EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS

RESUMO

As avaliações com base no crescimento da floresta constituem valiosas referências para o direcionamento de planos voltados para o manejo sustentado, recuperação e restauração de áreas degradadas, além de ser um indicativo do processo sucessional que configura a floresta. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o crescimento das espécies, famílias botânicas e todo o estrato arbóreo de um remanescente de floresta Ombrófila Mista, na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Para isso, foram avaliados o crescimento de 66 espécies e famílias botânicas por meio dos cálculos do Incremento Periódico em Diâmetro (IPD) e Incremento Corrente em Área Basal (ICG), baseados nas medições diamétricas ($DAP \geq 9,5$ cm), em um período de dez anos, em dez conglomerados de 100 x 100 m, sendo os valores confrontados com dados relacionados à precipitação pluviométrica local. A floresta apresentou \overline{IPD} igual a 0,126 cm, onde a espécie *Cinnamomum glaziovii* apresentou elevado potencial de crescimento quando comparada as demais espécies ($\overline{IPD} = 0,332$ cm). De modo geral, as espécies de maior importância da floresta apresentaram crescimento intermediário, como por exemplo, a *Araucaria angustifolia* (0,152 cm), *Blepharocalyx salicifolius* (0,131) e *Ilex brevicuspis* (0,184). Entre as famílias botânicas, a Cunoniaceae foi a que evidenciou maior \overline{IPD} (igual a 0,233 cm). Já a família Myrtaceae revelou ser a mais importante da floresta, mesmo apresentando baixo \overline{IPD} (0,066 cm). A floresta apresentou elevada área transversal ($G = 46,13\text{m}^2/\text{ha}$), sendo observadas pequenas flutuações na intensidade do crescimento ao longo do período, verificados por meio da análise do ICG, o qual evidenciou média igual a 0,62 $\text{m}^2/\text{ha}/\text{ano}$. Embora a floresta tenha apresentado elevada área transversal, o ICG revelou crescimento intermediário. As flutuações de crescimento foram atribuídas à disponibilidade hídrica das árvores, visto que as variáveis apresentaram simetria. Logo, a floresta apresentou plasticidade no seu crescimento, indicando sua dependência quanto à disponibilidade de recursos externos, como a precipitação.

Palavras-chave: Diâmetro, Floresta com Araucária, Incremento.

3 GROWTH DYNAMICS IN MIXED OMBROPHILOUS FOREST FRAGMENT IN THE SÃO FRANCISCO DE PAULA NATIONAL FOREST, RS, BRAZIL

ABSTRACT

Evaluations based on forest growth are valuable references for plans which aim is the sustainable management, recuperation and restoration of degraded areas, and gives the indication about the sucessional process taking place in the forest. According to that, the purpose of this study was to evaluate the growth of species, and the growth of botanical families in the São Francisco de Paula, RS National Forest. Growth of 66 species and related botanical families were evaluated, calculating the Periodic Diameter Increment (PDI) and Current Basal Area Increment (CGI), based on diameter at breast height ($DBH \geq 9.5$ cm) in a ten years period, adopting samples from ten clusters of 100 x 100 m. Resulting values from the increments were related to the local precipitation data. The forest showed PDI equal to 0.126 cm/year. *Cinnamomum glaziovii* presented the highest growth among the species (PDI = 0.332 cm). Generally, the most important species of the forest showed intermediate growth, for example, *Araucaria angustifolia* (0.152 cm), *Blepharocalyx salicifolius* (0,131 cm) and *Ilex brevicuspis* (0.184 cm). Concerning the botanical families, Cunoniaceae was the one that showed the highest IPD (0.233 cm). Myrtaceae, the most important family in the forest, presented low PID (0.066 cm). The whole forest showed high basal area ($G = 46.13$ m²/ha) and small fluctuations were observed in the growth intensity over the period, according to the results of the CGI, which showed an average increment of 0.62 m²/year. Although the forest has shown high basal area, the CGI demonstrated an intermediate growth. Fluctuations in growth were attributed to the water availability, since these variables showed symmetry. The forest showed plasticity in their growth, indicating its dependence on the availability of external resources, such as precipitation.

Keywords: Diameter, Araucaria's Forest, Increment.

3.1 INTRODUÇÃO

Na busca por recursos naturais, mas sem o devido controle da capacidade produtiva da floresta, o homem tem exercido indiscriminadamente atividades como: exploração madeireira, desmatamentos, queimadas, substituição das florestas por pastagens, dentre outras. Desse modo, todas essas atividades justificam a degradação a que a Floresta Ombrófila Mista foi submetida, com drástica redução de sua cobertura original. Assim, historicamente, todas as florestas brasileiras sofreram um profundo processo exploratório, em maior ou menor escala, o que explica o empobrecimento dos recursos florestais.

Nesse sentido, o desaparecimento das florestas tropicais proporciona uma perda irreparável da riqueza genética, mesmo antes que ela seja convenientemente conhecida (LAMPRECHT, 1990). No entanto, o conhecimento da base florestal é imprescindível para sustentar o desenvolvimento social e econômico de uma nação, demandando cuidados que assegurem sua continuidade (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Logo, uma das formas de conservar a Floresta Ombrófila Mista é promover o seu manejo sustentável (SCHAAF et al., 2005) e, por conseguinte, são necessários estudos capazes de subsidiar informações consistentes para esse fim. Além disso, torna-se importante atribuir um papel mais nobre às florestas nativas, enriquecendo sua composição de espécies, padrão genético e agregando valor econômico à elas (VACCARO, 2002).

Da mesma maneira como se verifica a carência de estudos que retratem o crescimento de florestas naturais, nota-se a necessidade de estabelecer relações entre o clima e a vegetação, possibilitando um entendimento mais profundo do funcionamento dos ecossistemas. Para Ledru (1993), as relações entre clima e vegetação obedecem a uma escala global, onde a influência entre pluviosidade, temperatura e demais fatores, e a própria associação entre fatores bióticos e abióticos, determinam os padrões estruturais da vegetação.

A complexidade encontrada nos escassos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, atribuídas a sua riqueza de espécies e as interações entre as comunidades, constituem numa importante fonte para pesquisas ligadas às ciências florestais. Entretanto, cabe ao gestor buscar o entendimento dessas interações, bem como, descrever o comportamento das árvores que compõem a floresta. Portanto, torna-se fundamental subsidiar informações suficientes para a manutenção da biodiversidade e para a exploração planejada dos recursos florestais (AUSTREGÉSILO et al., 2004).

Diante do exposto, este estudo tem por objetivo avaliar o crescimento da Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS, relacionando e classificando os incrementos das espécies e famílias, assim como sua interação com os fatores climáticos, definindo com isso as espécies com maior potencial para serem empregadas em projetos de recuperação, restauração florestal e planos de manejo sustentado.

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Floresta Ombrófila Mista é considerada uma das principais formações fitogeográficas do bioma Mata Atlântica e, mesmo assim, existe carência de informações sobre a dinâmica do crescimento de suas espécies (MATTOS et al., 2010), sendo essas últimas, essenciais para o direcionamento e emprego de manejo sustentado das florestas (SANQUETTA, 1999; DAVIS e JOHNSON, 1987). Segundo Mize et al. (1997), deve-se considerar também a importância do ritmo de crescimento das espécies, devido sua aplicabilidade técnica em projetos de recuperação e restauração florestal, em que as espécies de rápido crescimento poderiam representar uma solução mais eficiente para a recuperação de áreas. Desse modo, os estudos de crescimento e produção além de básicos para o manejo racional, norteiam o planejamento da produção florestal e a tomada de decisões no plano econômico e silvicultural (GAUTO et al., 1996).

O estudo da dinâmica implica no conhecimento estrutural da floresta e de seu crescimento, consistindo no incremento de uma espécie ou de toda a floresta em um determinado período de tempo (VANCLAY, 1994), nesse caso, a análise do crescimento da floresta normalmente é avaliada por meio do incremento diamétrico ou em área basal (MOSCOVICH, 2006).

Além dos impedimentos legais, que muitas vezes dificultam os estudos e o emprego do manejo da Floresta Ombrófila Mista, a própria demanda de tempo e recursos relacionados à dinâmica, constitui por si só uma dificuldade (MEDEIROS et al., 2005). Soma-se a isso, a alta complexidade, heterogeneidade e lentidão dos ecossistemas (SCHAFF et al., 2005). Carvalho (1997) ressalva que a heterogeneidade dos ecossistemas consiste nas variações existentes entre o crescimento de uma mesma espécie, e entre indivíduos de uma forma geral, devido à sua presença em diferentes alturas do dossel, fatores genéticos e maturidade.

Vaccaro (2002) define como crescimento das árvores, a alongação e aumento da espessura das raízes, troncos e galhos, provocando mudanças no tamanho e forma das árvores, atribuído ao meristema primário e secundário.

Nesse sentido, entre os fatores que interferem no crescimento de florestas naturais, consideram-se os componentes físicos: climáticos, edáficos, topográficos, etc, e os componentes biológicos: animais e plantas (MOSCOVICH, 2006); a disponibilidade de luz, concentração de CO₂, temperatura, água e nutrientes, além de fatores inerentes a predisposição genética e a competição (SCHNEIDER, 1993). Para Oliver e Larson (1996), o crescimento ocorre até o limite em que um dos fatores essenciais se torne limitado, reafirmando a interferência de fatores como a disponibilidade de luz, água, nutrientes, temperatura, oxigênio e CO₂. Dessa forma, o crescimento e desenvolvimento da vegetação podem ser interpretados como uma resposta à variação desses fatores, que favorecem ou não os indivíduos de acordo com o cenário recorrente (KEDDY, 1992; PILLAR, 1999).

Nutto e Watzlawick (2002) afirmam que as variáveis ambientais, principalmente os elementos climáticos, influenciam o crescimento das árvores. Huggett (1995) corrobora esclarecendo que a disponibilidade de água e demais energias disponíveis são os principais fatores responsáveis por caracterizar e controlar as florestas tropicais, limitando o número em comunidades florestais.

Entre as medidas usualmente empregadas para mensurar o crescimento das florestas naturais, destacam-se o Incremento Corrente Anual (ICA) e o Incremento Periódico Anual (IPA). Assim, Vaccaro (2002) definiu de forma simplista o ICA como sendo a diferença entre os valores da variável, medidos no início e final do ano de crescimento e o IPA, como a diferença entre os valores da variável, medidos no início e no final do período considerado, dividido pelo número de anos do período.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 Localização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional (Flona) de São Francisco de Paula, RS, cuja vegetação característica é a Floresta Ombrófila Mista, conforme descrito previamente no Capítulo I.

3.3.2 Dinâmica do crescimento

O crescimento da floresta foi analisado por meio do comportamento do incremento em área transversal da floresta durante o período estudado. Para isso, foram descritos o Incremento Periódico em Diâmetro (IPD) e Incremento Corrente em Área Basal (ICG).

A base de cálculos foi composta pelos valores de Diâmetro a Altura do Peito (DAP), primeiramente empregando os cálculos referentes ao IPD para todos os indivíduos.

O IPD foi calculado pela expressão:

$$IPD = \frac{DAP_{(2)} - DAP_{(1)}}{n}$$

Onde:

IPD = incremento periódico em diâmetro;

$DAP_{(1)}$ = diâmetro na primeira ocasião de medição e $DAP_{(2)}$ diâmetro na última ocasião de remedição;

n = período de tempo compreendido entre $DAP_{(1)}$ e $DAP_{(2)}$.

Os valores de IPD foram calculados somente para o período em que as árvores se apresentavam vivas e, quando recrutadas, foram considerados os anos apenas após o período de recrutamento, respeitando a periodicidade de crescimento de cada indivíduo. Outra restrição imposta foi o limite de no mínimo 10 indivíduos por espécie para compor os cálculos, buscando uma maior representatividade dos valores.

A primeira avaliação do crescimento consistiu na estimativa do IPD para cada indivíduo. A partir disso, foi calculado o IPD médio por espécies e o Desvio Padrão (S) entre suas médias. Foram criadas três categorias de crescimento: Baixo, Médio e Alto. As espécies que apresentavam IPD inferior a um desvio padrão descontado da média eram classificadas na categoria de Baixo Crescimento. Já as espécies que apresentavam IPD superior a um desvio padrão acrescido na média foram classificadas na categoria de Alto Crescimento. Por fim, as espécies que apresentavam IPD no intervalo entre a média e adição ou subtração de desvio padrão foram classificadas como de Médio Crescimento (Figura 17).

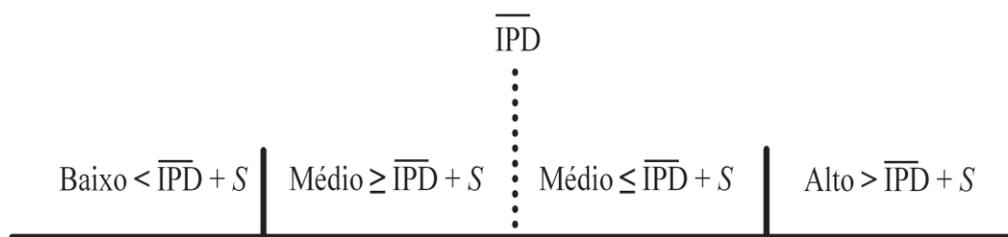


Figura 17. Sistema empregado para a classificação em categorias de crescimento do Incremento Periódico em Diâmetro (IPD).

O crescimento corrente da floresta foi analisado empregando o cálculo da Área Basal anual (G/ano), descrevendo o crescimento de todas as espécies quanto à área transversal. De modo a complementar a análise de crescimento, foi empregado o cálculo do Incremento Corrente em Área Basal, entre os anos de 2000 a 2009, cujos valores associados com os dados meteorológicos referentes ao mesmo período foram avaliados por meio da correlação entre esses valendo-se do Coeficiente de Correlação de Pearson e da análise gráfica.

O ICG foi calculado pela expressão:

$$ICG = G_{(2)} - G_{(1)}$$

Onde:

ICG = incremento corrente em área basal; $G_{(1)}$ = área basal calculada na primeira ocasião e $G_{(2)}$ = área basal calculada na segunda ocasião.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Incremento periódico anual

O crescimento das árvores representa um dos fenômenos mais importantes da floresta, podendo ser expresso por meio da análise do incremento diamétrico de cada espécie e de toda comunidade (SCOLFORO et al., 1998). Os incrementos são definidos por seus valores correntes e periódicos, sendo essenciais para o planejamento das atividades florestais (SCHNEIDER, 1993).

A grande diversidade de florestas heterogêneas propicia valores de crescimento diferenciados entre as espécies e dentro de uma mesma espécie. Buscando identificar o comportamento de cada uma, foram calculados os Incrementos Periódicos em Diâmetro (IPD) de cada espécie, avaliando seu comportamento com o restante da floresta, empregando para

isso, a análise estatística. Dessa forma, foi possível agrupar cada espécie em categorias de crescimento, como descrito na Tabela 12.

Tabela 12. Valores de Incremento Periódico em Diâmetro (\overline{IPD}), agrupados por categorias de crescimento entre as espécies da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Espécie	\overline{IPD}	Espécie	\overline{IPD}	Espécie	\overline{IPD}
Baixo crescimento					
<i>Acca sellowiana</i>	0,007	<i>Symplocos uniflora</i>	0,014	<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	0,018
<i>Myrcianthes gigantea</i>	0,027	<i>Dasyphyllum spinescens</i>	0,035	<i>Campomanesia rhombea</i>	0,037
<i>Myrcia oligantha</i>	0,050	<i>Eugenia uruguayensis</i>	0,052		
Médio Crescimento					
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	0,058	<i>Eugenia involucrata</i>	0,063	<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	0,064
<i>Lonchocarpus campestris</i>	0,065	<i>Myrceugenia miersiana</i>	0,065	<i>Myrceugenia cucullata</i>	0,067
<i>Roupala montana</i>	0,068	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,070	<i>Xylosma tweedianum</i>	0,070
<i>Machaerium paraguariense</i>	0,074	<i>Calyptranthes concinna</i>	0,075	<i>Eugenia psidiiflora</i>	0,075
<i>Siphoneugena reitzii</i>	0,078	<i>Scutia buxifolia</i>	0,078	<i>Annona rugulosa</i>	0,079
<i>Myrciaria floribunda</i>	0,081	<i>Myrcianthes pungens</i>	0,083	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,087
<i>Citronella gongonha</i>	0,097	<i>Sapium glandulosum</i>	0,098	<i>Podocarpus lambertii</i>	0,098
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,102	<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,111	<i>Myrsine umbellata</i>	0,112
<i>Luehea divaricata</i>	0,114	<i>Maytenus evonymoides</i>	0,118	<i>Myrsine coriacea</i>	0,121
<i>Ilex dumosa</i>	0,121	<i>Eugenia subterminalis</i>	0,123	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,131
<i>Inga vera</i>	0,133	<i>Casearia decandra</i>	0,136	<i>Casearia obliqua</i>	0,143
<i>Dasyphyllum tomentosum</i>	0,147	<i>Myrsine sp.</i>	0,150	<i>Araucaria angustifolia</i>	0,152
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	0,160	<i>Ilex microdonta</i>	0,162	<i>Ocotea porosa</i>	0,163
<i>Cryptocarya moschata</i>	0,167	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,167	<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	0,168
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,175	<i>Ocotea pulchella</i>	0,182	<i>Ilex brevicuspis</i>	0,184
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	0,196	<i>Allophylus edulis</i>	0,196	<i>Cupania vernalis</i>	0,197
Alto Crescimento					
<i>Prunus myrtifolia</i>	0,207	<i>Ilex paraguariensis</i>	0,209	<i>Laplacea acutifolia</i>	0,215
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,225	<i>Lonchocarpus nitidus</i>	0,231	<i>Lamanonia ternata</i>	0,233
<i>Ocotea puberula</i>	0,256	<i>Vernonanthura discolor</i>	0,265	<i>Nectandra megapotamica</i>	0,289
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	0,322				

O Incremento Periódico em Diâmetro médio (\overline{IPD}) encontrado para a floresta foi de 0,126 cm/ano, com um desvio padrão entre as espécies de 0,071 cm/ano. Logo, os limites estabelecidos para classificação foram considerados Baixo, para IPD inferiores a 0,055 cm/ano; Alto, para valores superiores a 0,197 cm/ano e, classificados como Médio, para valores inseridos entre este intervalo.

Oito espécies foram classificadas com Baixo \overline{IPD} (12,1% do total), em que *Acca sellowiana* apresentou o menor valor (0,007cm). A média entre os incrementos dessas

espécies foi de 0,030 cm/ano, correspondendo a apenas 23% do valor encontrado para a floresta. O grupo das secundárias iniciais foi o mais representativo para a categoria, com 4 indivíduos (50%). *Dasyphyllum spinescens* que apresenta características de pioneira foi incluída na categoria de baixo incremento, o que de certa forma contraria a lógica do crescimento de espécies pioneiras, porém, como a amostragem foi realizada para mais de 10 indivíduos, pode-se considerar esse crescimento como uma característica atribuída à espécie, que reforça as peculiaridades encontradas quanto à classificação de grupos ecológicos.

As espécies classificadas com Médio $\overline{\text{IPD}}$, representaram 48% das espécies amostras e 72,7% do total de indivíduos. Encontram-se inseridas nessa categoria, a maioria das espécies com elevado Valor de Importância para a Floresta, tais como a *Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Ilex brevicuspis* e *Casearia decandra*. O $\overline{\text{IPD}}$ descrito por essas espécies é próximo ao valor encontrado para toda a floresta, sendo igual a 0,151 cm/ano.

Na categoria de Médio crescimento, o grupo ecológico mais representativo foi o das espécies secundárias iniciais, apresentando 22 espécies (45,8%), seguido pelas climáticas com 12 espécies (25%), secundárias tardias (8 espécies, representando 16,7%) e, por fim, as pioneiras com 6 espécies, correspondente a 12,5%.

As espécies inseridas na categoria de Alto $\overline{\text{IPD}}$ representaram 15,1% do total, sendo que a espécie *Cinnamomum glaziovii* apresentou o maior crescimento em diâmetro em toda a floresta. O $\overline{\text{IPD}}$ estimado para essas espécies é de 0,25, praticamente o dobro da média encontrada para a floresta. Entre as espécies com elevado Valor de Importância nessa categoria, destacam-se a *Ilex paraguariensis* e a *Nectandra megapotamica*. Com relação aos grupos ecológicos, as secundária tardias representaram 50% do total, com 5 espécies, pioneiras 30% (3 espécies) e secundárias iniciais 20% (2 espécies). Não foram observadas espécies climáticas nessa categoria de crescimento, o que corrobora com suas características de crescimento inferior quanto aos demais grupos.

Relacionando os valores de incremento da Floresta de São Francisco de Paula (0,126 cm/ano) com o encontrado por Stepka (2008), na Floresta Ombrófila Mista em Irati, PR, verificou-se que, além das semelhanças na riqueza florística e estrutural, houve similaridade quanto o crescimento da floresta ($\overline{\text{IPD}}$ iguais 0,234 cm/ano). Outros estudos relatam resultados semelhantes, como o de Pizzato (1999), que encontrou valor de $\overline{\text{IPD}}$ igual a 0,18 cm/ano, em São João do Triunfo, PR e Moscovich (2006), com $\overline{\text{IPD}}$ de 0,175 cm/ano, na Floresta Ombrófila Mista de Nova Prata, RS.

Embora os valores de $\overline{\text{IPD}}$ sejam semelhantes aos estudos supracitados, o descrito para a floresta de São Francisco de Paula indica crescimento inferior, corroborando com Barth Filho (2002), o qual observou valor de 0,127 cm/ano, na Floresta Ombrófila Mista de General Carneiro, PR. O crescimento inferior comparado aos demais estudos, sugere uma maior maturidade da floresta.

A análise do incremento diamétrico permitiu inferir sobre o estado sucessional da floresta pela comparação com outros estudos. Também, possibilitou identificar as espécies com potencial para o manejo, além daquelas tradicionalmente empregadas. Nesse caso, ressaltam-se os exemplos de *Cinnamomum glaziovii* e *Nectandra megapotamica*, que apresentaram Alto crescimento em relação às demais espécies da floresta, agregando potencial madeireiro e de subprodutos, devido ao caráter oleaginoso.

Estudos que definam a aplicação de tratamentos silviculturais, melhoramento genético e potencialidades de cada espécie, são necessários para viabilizar o aproveitamento racional de toda riqueza que a floresta dispõe.

Com relação ao crescimento das famílias botânicas, 25 delas foram analisadas (Tabela 13). Desse modo, foram classificadas com Baixo crescimento as famílias com crescimento inferior a 0,077 cm/ano. Na categoria de Alto crescimento, foram classificadas as famílias com incremento superior a 0,189 cm/ano e, o crescimento intermediário, abrangeu os incrementos entre o Baixo e o Alto crescimento.

Foram observadas 3 famílias com Baixo crescimento (12% da floresta), apresentando um $\overline{\text{IPD}}$ de 0,050 cm/ano. A Symplocaceae foi a família com menor crescimento e a Myrtaceae, que de acordo com a análise estrutural, indicou ser a família mais importante da floresta, mas também apresentou Baixo Crescimento (75% das espécies dessa categoria).

O crescimento intermediário apresentou o maior número de famílias da floresta (68% da floresta) e um $\overline{\text{IPD}}$ igual a 0,123 cm/ano. Entre as famílias mais importantes dessa categoria, destacam-se a Araucariaceae e a Aquifoliaceae.

Na categoria de Alto crescimento foram observadas 5 espécies (20% da floresta) e um $\overline{\text{IPD}}$ igual a 0,217 cm/ano, ou seja, quatro vezes superior a categoria de Baixo crescimento. Entre as famílias da categoria, Lauraceae foi a de maior importância, representando o segundo maior crescimento da floresta.

Tabela 13. Valores de Incremento Periódico em Diâmetro ($\overline{\text{IPD}}$), agrupados por categorias de crescimento entre as famílias botânicas da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Família	$\overline{\text{IPD}}$	Família	$\overline{\text{IPD}}$	Família	$\overline{\text{IPD}}$
Baixo crescimento					
Symplocaceae	0,014	Myrtaceae	0,066	Proteaceae	0,068
Médio Crescimento					
Rhamnaceae	0,078	Annonaceae	0,079	Euphorbiaceae	0,093
Cardiopteridaceae	0,097	Podocarpaceae	0,098	Salicaceae	0,102
Anacardiaceae	0,102	Malvaceae	0,114	Celastraceae	0,118
Fabaceae	0,126	Primulaceae	0,128	Rutaceae	0,142
Asteraceae	0,149	Araucariaceae	0,152	Solanaceae	0,168
Aquifoliaceae	0,169	Dicksoniaceae	0,175		
Alto Crescimento					
Sapindaceae	0,206	Rosaceae	0,207	Theaceae	0,215
Lauraceae	0,221	Cunoniaceae	0,233		

3.4.2 Incremento anual em área basal

O crescimento das árvores está associado a fatores que correlacionam condições ambientais e tempo, em que o crescimento expressa sua maior capacidade quando suas taxas assumem altos valores em intervalos de tempo reduzidos (ENCINAS et al., 2005). O incremento em área basal é uma medida que compreende a área transversal dos indivíduos.

Os resultados na Tabela 14 demonstraram que a área basal calculada para os indivíduos integrantes do estrato arbóreo, entre os anos amostrados, foi de 43,33 m²/ha, com flutuações que descreveram um desvio padrão na ordem de 1,78 m²/ha.

Tabela 14. Área Basal descrita pelo estrato arbóreo da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Média
G(m ² /ha)	40,52*	41,26	41,99	42,69	43,08	43,51	44,21	44,76	45,17	46,13	43,33

*G: área basal em m²/ha.

Stepka (2008), em estudo na Floresta de Irati, PR, descreveu uma área basal de 30,15 m²/ha. Em outro estudo, Moscovich (2006) encontrou área basal igual a 33,76 m²/ha, na Floresta Ombrófila Mista de Nova Prata, RS. Comparados ao presente estudo, os valores apresentaram-se respectivamente 55% e 34% inferiores. Dessa forma, atribui-se a maior

dominância dos indivíduos na floresta de São Francisco de Paula, principalmente a espécie *Araucaria angustifolia*, quando comparada aos demais estudos.

O aumento da área basal foi acompanhado da redução da Abundância do número de indivíduos, evidenciando o avanço sucessional da floresta. Observou-se ainda, que o incremento manteve o crescimento próximo a Linear, com pequenas flutuações que demonstraram a capacidade de autoregulação da floresta (Figura 18). Autores como Crow (1980) e Manokaram e Kochummen (1987), que estudaram o comportamento de florestas tropicais após intervenções externas, com períodos de seca e tempestades, observaram o mesmo comportamento, em que flutuações no crescimento eram compensadas em períodos posteriores, na busca do equilíbrio no crescimento da floresta.

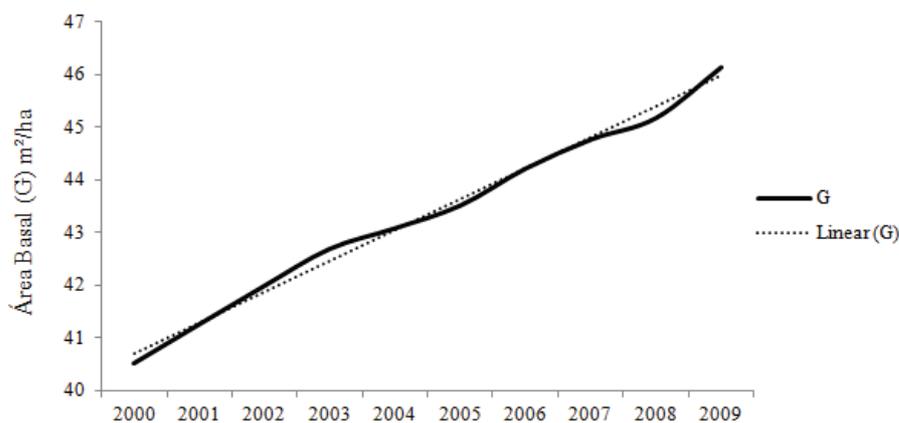


Figura 18. Incremento Periódico em área basal, entre os anos de 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Entre os anos de 2002/04 ocorreu um crescimento em área basal superior ao normal encontrado no período amostrado, verificado pelo afastamento da linha de crescimento em relação à Linear. O mesmo comportamento foi verificado para o ano de 2009. Em contrapartida, o oposto foi observado nos anos de 2000, 2005 e 2008, nos quais o crescimento em área basal apresentou valores inferiores a Linear.

As flutuações relativas à área basal podem ser melhor visualizadas quando observados os valores correspondentes ao incremento corrente, que analisa o crescimento entre os pares de anos observados (Tabela 15).

Tabela 15. Incremento Corrente em Área Basal (ICG) descrita pelo estrato arbóreo entre os anos de 2000 a 2009 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Ano	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	Média
ICG	0,74*	0,73	0,7	0,39	0,43	0,7	0,55	0,41	0,96	0,62

*ICG é dado por (m²/ha).

O valor médio de ICG foi igual a 0,62 m²/ha, com elevadas variações entre os incrementos anuais, que representaram um desvio padrão de 0,18 m²/ha. Stepka (2008) observou valores do ICG, na Floresta de Irati, que variaram de 0,05 m²/ha/ano até 0,40 m²/ha/ano. De modo geral, o ICG do presente estudo apresentou valores intermediários e superiores aos demais estudos consultados. Por exemplo, Schaaf (2001) observou ICG de 0,42 m²/ha/ano, Moscovich (2006), em Nova Prata, RS, observou um ICG de 0,37 m²/ha/ano. Durigan (1999), em São João do Triunfo, PR, encontrou um ICG de 0,7 m²/ha/ano, superior ao presente estudo.

Buscando relacionar o incremento com fatores que não estejam diretamente relacionados com o amadurecimento da floresta, os valores foram analisados com os dados relativos à precipitação média anual, como descrito na Figura 19. A partir disso, foi verificada simetria entre os pares de anos, embora as respostas relativas ao incremento, por vezes, surjam nos pares de anos sucessivos. Ou seja, a resposta do crescimento diamétrico da floresta ocorreu no período sucessivo ao valor referente do aumento da precipitação.

A redução da precipitação pluviométrica entre os anos de 2003/04 resultou na redução do incremento para o mesmo período, descrevendo o menor ICG (Figura 19). Por outro lado, o aumento da precipitação entre 2004/05 proporcionou um aumento do crescimento diamétrico entre 2005/06. O aumento da precipitação observado a partir dos anos de 2005/06, se aproximando dos valores considerados normais para a região nos anos 2007/08, favoreceu um crescimento elevado para a floresta, como pode ser observado nos anos de 2007/08, que em 2008/09 foram descritos os maiores ICG para o período. As respostas do crescimento da floresta no período cerca do da baixa precipitação, logo são percebidas pela redução do incremento. No entanto, o aumento de precipitação propicia um maior crescimento que se manifesta no ano posterior.

Devido a floresta não apresentar interferências antrópicas, da mesma maneira que as condições relacionadas às características do solo devem apresentar mudanças pouco significativas durante o período analisado, assume-se uma estreita relação entre precipitação e

crescimento. Nesse sentido, Worbes (1995) estudando uma floresta venezuelana, relatou um maior crescimento no período de chuvas e, decréscimo no período de seca, podendo chegar inclusive à dormência das espécies florestais.

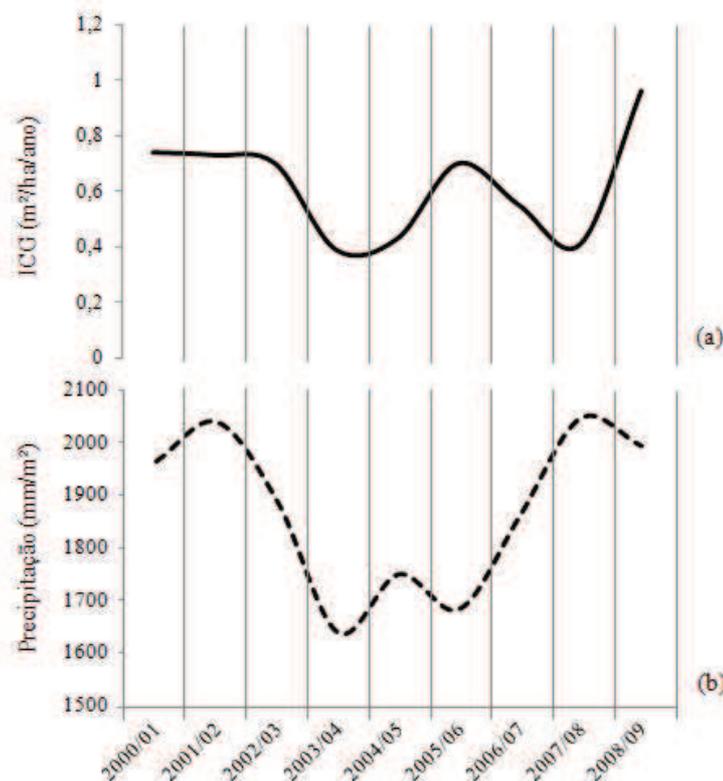


Figura 19. Valores referentes ao Incremento Corrente em área basal (a) e Precipitação pluviométrica (b), entre os pares de anos entre 2000 a 2009, na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Zanon e Finger (2010) descreveram que muitas espécies florestais apresentam crescimento intermitente, em resposta às condições ambientais que, frequentemente, afetam os processos fisiológicos das árvores, refletindo sobre o crescimento. Os mesmos autores justificam que o excesso ou insuficiência de água no solo causam um decréscimo na taxa fotossintética, ocasionando a redução do crescimento.

A análise de correlação de Pearson não indicou interação entre o crescimento e os fatores ambientais no presente estudo. Esse fato pode ser justificado devido ao emprego de valores anuais obtidos por inventário florestal, entre os anos de 2000 a 2009, insuficiente para estabelecer correlação entre crescimento e fatores climáticos, embora a análise gráfica torne clara a relação entre a precipitação e o crescimento. Por outro lado, Lojan (1965) empregou

valores quinzenais nas análises de crescimento e variáveis climáticas, absorvendo de modo mais eficiente essas relações.

Outro aspecto relevante refere-se à situação de seca durante o período de análise, em que sucessivos anos de baixa precipitação foram observados em uma floresta que normalmente dispõe de grande abundância desse recurso, considerando que o crescimento provavelmente mostre valores mais homogêneos em condições de precipitação regulares.

3.5 CONCLUSÕES

O crescimento diamétrico da Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, RS, no período de 2000 a 2009, apresentou-se contínuo, cuja característica de autoregulação da floresta garantiu que esse crescimento se mantivesse próximo a Linear de crescimento.

A análise do IPD identificou a espécie *Cinnamomum glaziovii* como sendo a de maior potencial de crescimento. Com relação as famílias, destacaram-se Lauraceae e Cunoniaceae. As espécies de maior importância na floresta apresentaram um crescimento intermediário, por outro lado, a família de maior importância na floresta (Myrtaceae) apresentou baixo crescimento.

Pode-se afirmar, que as respostas do crescimento da floresta apresentaram grande interação com os valores de precipitação, em que a redução na precipitação foi acompanhada de redução de crescimento, sendo o contrário também observado. As respostas do crescimento foram verificadas no mesmo ano, ou ano posterior ao valor da precipitação.

REFERÊNCIAS

- AUSTREGÉSILO, S.L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.227-232, mar./abr. 2004.
- BARTH FILHO N. **Monitoramento do crescimento e da produção em Floresta Ombrófila Mista com uso de parcelas permanentes**. 2002. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- CARVALHO, J.O.P. **Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997, p.43-55 (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 34).
- CROW, T.R. A rainforest chronicle: a 30 year Record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. **Biotropica**, Lawrence, v.12, p.47-55, 1980.
- DAVIS, L.; JOHNSON, K.N. **Forest management**. 3. ed. New York: McGraw Hill, 1987. 790p.
- DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR**. 1999. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- ENCINAS, J.I.; SILVA, G.F.; PINTO, J.R.R. **Idade e Crescimento das Árvores**. Brasília: UnB/Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 40p. (Comunicações Técnicas Florestais, v.7, n.1).
- GAUTO, O.A. et al. Crecimiento de La masa Del bosque nativo em La Reserva Forestal Guarani (Misiones). **Yvyrareta**, Misiones, v.7, n.7, p.5-10, 1996.
- HUGGETT, R. J. **Geocology: An evolutionary approach**. London: Routledge, 1995. 320p.
- KEDDY, P.A. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, Sweden, v.3, p.157-164. 1992.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas, possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.
- LEDRU, M.P. Late quaternary environmental and climate changes in Central Brazil. **Quaternary Research**, Amsterdam, v.39, p.90-98, 1993.
- LOJAN, K. Aspectos Del crecimiento diamétrico quincenal Del algunos arboles tropicales. **Turrialba**, Costa Rica, v.15, n.3, p. 221-237, jul.-set. 1965.
- MANOKARAM, N.; KOCHUMMEN, K.M. Recruitment, growth and mortality of tree species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malasia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.3, p.315-330, 1987.

MATTOS, P.P. et al. Aceleração do crescimento em diâmetro de espécies da floresta Ombrófila Mista nos últimos 90 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, n.64, p.319-326, 2010.

MEDEIROS, J.D. de; SAVI, M.; BRITO, B.F.A. de. Seleção de áreas para a criação de unidade de conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, Florianópolis, v.18, n.2, p.33-50, 2005.

MIZE, C.; ERGUERA, R.C.; MASTILLO, P.N. Crecimiento de ocho especies forestales em selvas secundarias de Campeche, México. **Revista Forestal Centroamericana**, Costa Rica, v.6, n.19, p. 26-3, 1997.

MOSCOVICH, F.A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. 2006. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

NUTTO, L.; WATZLAWICK, L.F. Relações entre fatores climáticos e incremento em diâmetro de *Zanthoxylum rhoifolia* Lam. e *Zanthoxylum hyemales* St. Hil. na região de Santa Maria, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.45, p.41-55, jul./dez. 2002.

OLIVER, C.D.; LARSON, B.C. **Forest stand dynamics**. New York: John Willey & Sons, 1996. 520p.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Os Autores, 1997. 316p.

PILLAR, V.D. On the identification of optimal plant functional types. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.10, p.631-640, 1999.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998**. 1999. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SANQUETTA, C.R. Arausis: Sistema de simulação para manejo sustentável de floresta de Araucária. **Floresta**, Curitiba, v.29, n.2, p.115-121, abr./jun. 1999.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período de 1979 - 2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná**. 2001. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SCHAAF, L.B. et al. Incremento Diamétrico e em Área Basal no período de 1979-2000 de espécies arbóreas de uma Floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v.5, n.2, p.271-290, abr./jun. 2005.

SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1993. 348p.

SCOLFORO, J.R. et al. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e análise estrutural. In: SCOLFORO, J.R. (Ed.) **Manejo Florestal**. Lavras: FAEPE, 1998. p. 189-246.

STEPKA, T.F. **Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por meio de Matriz de Transição e Razão de Movimentação**. 2008. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, PR.

VACCARO, S. **Crescimento de uma floresta estacional decidual, em três estágios sucessionais, no município de Santa Tereza, RS, Brasil**. 2002. 157 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

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

WORBES, M.; JUNK, W.J. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Leiden, v.16, n.4, p.337-351, 1995.

ZANON, M.L.B.; FINGER, C.A. Relação de variáveis meteorológicas com crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.3, p.467-476, jul./set. 2010.

4 ACURACIDADE E PROJEÇÃO DIAMÉTRICA EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a acuracidade das projeções diamétricas em Floresta Ombrófila Mista, empregando os modelos da Matriz de Transição e Razão de Movimentação, aplicados em três amplitudes temporais (2, 3 e 4 anos), sendo empregados duas amplitudes de classes diamétricas (5 e 10 cm). Os dados utilizados no estudo são oriundos de dez parcelas permanentes de 100 x 100 m instaladas na Floresta Nacional de São Francisco de Paula – RS. A eficiência das projeções foi verificada com base nos valores observados, adotando-se os testes de Kolgomorov Smirnov e a Análise de variância. Embora tenham sido influenciadas pelas Propriedades Markovianas, as projeções realizadas mostraram eficiência para descrever a estrutura futura da floresta, sendo que o modelo da Razão de Movimentação gerou projeções mais eficientes se comparada às descritas pela Matriz de transição. A amplitude temporal de 4 anos associada à amplitude de classe diamétrica de 5 cm apresentou o resultado mais acurado do estudo, superestimando em 1,7% o número total de indivíduos da floresta.

Palavras-chave: Matriz de Transição, Razão de Movimentação, Prognose, Floresta com Araucária.

4 ACCURACY AND DIAMETER PROJECTION IN MIXED OMBROPHILOUS FOREST FRAGMENT IN THE SÃO FRANCISCO DE PAULA NATIONAL FOREST, RS, BRAZIL

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the accuracy of diameter projections for an Araucaria Forest, using the Transition Matrix and Movement Ratio models, applied in three temporal intervals (2, 3 and 4 years), and two diameter classes intervals (5 and 10 cm). Data used in the study were obtained from ten permanent plots of 100 x 100 m located in the São Francisco de Paula National Forest, RS. Efficiency of projections was verified based on observed values, adopting the Kolmogorov-Smirnov tests and analysis of variance. Although the results have been influenced by the Markovian properties, the projections indicated efficiency describing the future diameter structure of the forest. The Movement Ratio model generated more efficient projections compared to those described by the Transition Matrix. The temporal intervals of four years associated with the diameter class intervals of 5 cm, demonstrated to be the most accurate configuration, overestimating by 1.7% the total number of individuals in the forest.

Keywords: Araucaria's Forest, Transition Matrix, Movement ratio, Prognosis.

4.1 INTRODUÇÃO

A heterogeneidade encontrada em florestas naturais, composta por diferentes idades e espécies, além das associações formadas entre essas, dificulta o emprego de modelos capazes de projetar suas estruturas ao longo do tempo. Avery e Burkhart (1994) definem que os modelos de crescimento e produção florestal, independentes de sua complexidade estrutural, tem o propósito de apresentar estimativas para um ponto específico do tempo, em que os modelos de distribuição diamétrica baseados em funções probabilísticas de distribuição são os mais empregados.

O estudo da acuracidade de projeções e sua aplicação são justificadas na aplicação do regime florestal sustentando, fornecendo subsídios para regulação do ciclo de corte, sistematizar e organizar a economicidade da prática do manejo, indicar a aplicação de tratamentos silviculturais, gerar estimativas relacionando biomassa e fixação de Carbono, bem como indicar aspectos relacionados à ecologia da floresta.

Poucos estudos foram aplicados visando a melhoria de estimativas quanto ao refinamento dos modelos de projeção diamétrica, o que por vezes acarreta na generalização das estimativas e práticas de manejo. Como exemplo, o refinamento dos modelos empregando a avaliação de amplitudes diamétricas mais adequadas, funções de frequência do tipo Weibull e projeções individuais por espécie (SANQUETTA et al., 1995; PULZ et al., 1999).

Nesse sentido, a grande importância que a Floresta Ombrófila Mista representa para toda Região Sul do Brasil denota a necessidade de aprofundar o conhecimento de sua estrutura e funcionalidade, enriquecendo e alicerçando a literatura existente.

Algumas limitações encontradas no emprego destes modelos são referentes ao período de projeção, que aceita somente valores múltiplos do período empregado, e a dependência das projeções ao momento que a floresta apresenta durante a coleta de dados do inventário, dependência essa definida como Propriedade Markoviana.

Com base no exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a acuracidade das projeções da distribuição diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista, empregando os modelos da Matriz de Transição e Razão de Movimentação, aplicados em diferentes amplitudes de classes diamétricas e temporal.

4.2 REFERENCIAL TEÓRICO

O bioma Mata Atlântica é constituído por um complexo conjunto de ecossistemas que originalmente se estendiam ao longo da costa atlântica de nosso país, ocupando áreas Argentinas e Paraguaianas, além de 17 estados brasileiros (IBGE, 1992). Apesar de toda devastação a que foi submetido, o bioma ainda abriga cerca de 20 mil espécies de plantas vasculares, das quais 6 mil são endêmicas, possuindo uma rica fauna associada (SANQUETTA et al., 2008).

Inserida na área de domínio da Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta com Araucária, representa cerca de 170 mil km² cobrindo 3,25% da superfície do estado do Rio Grande do Sul, e 18,64% da área total coberta com florestas naturais desse Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2002; CAPOBIANCO, 2002). Consiste em um ecossistema regional complexo e variável, com a característica única de abrigar a conífera mais expressiva da vegetação brasileira (NARVAES et al., 2005).

Seguindo o modelo dos demais sistemas florestais brasileiros, a Floresta Ombrófila Mista sofreu um profundo processo exploratório (HUECK, 1972), em que seu corte desordenado, resultou na redução gradual de indivíduos como *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. e *Ocotea porosa* (Nees) Barroso, entre outros, por não ter sido acompanhado de um manejo capaz de assegurar sua conservação (WATZLAWICK et al., 2008).

Ferramentas como os modelos de crescimento para florestas naturais ou sob o regime de manejo, independentes de sua complexidade estrutural, possibilitam definir o tempo que uma ou mais espécies demandam até atingir determinada dimensão (AVERY e BURKHART, 1994). Estes modelos de produção foram desenvolvidos com base em plantios de florestas temperadas, sendo normalmente baseados em variáveis como o índice de sítio e idade (CLUTTER et al., 1983; HIGUCHI, 1987).

A impossibilidade quanto à aplicação dos modelos tradicionais de crescimento em florestas naturais (ROCHA, 2001), implica no emprego de metodologias baseadas em funções probabilísticas, entre as quais pode-se citar o emprego dos modelos da Matriz de Transição e Razão de Movimentação (AUSTREGÉSILO et al., 2004).

Estes modelos aplicados em florestas naturais ou sob o regime de manejo, indicam as alterações estruturais, como frequência de árvores por classe de diâmetro, taxas de mortalidade e recrutamento, tempo que uma ou mais espécies custam até atingir determinada

dimensão; estabelecem relações hipsométricas e ciclo do corte, economicidade da prática de manejo, racionalização das técnicas de exploração; verificam a eficiência e direcionam a aplicação de tratamentos silviculturais, bem como indicam se a floresta funciona como sumidouro ou fonte de dióxido e carbono além de um rol de critérios que auxiliam quanto a tomada de decisão (TEIXEIRA et al., 2007; PULZ et al., 1999; SCOLFORO et al., 1998).

O modelo da Razão de Movimentação dos diâmetros é baseado na teoria de projeção das tabelas de povoamento aplicado às florestas naturais, em que o emprego do incremento diamétrico médio é o mais usual. Neste modelo assume-se que as árvores estão distribuídas uniformemente no interior das classes, e que cada árvore cresce a uma taxa média (STEPKA, 2008; SCOLFORO et al., 1998).

A Matriz de Transição, também denominada de Cadeia de Markov ou Matriz de Usher (VANCLAY, 1994), foi aplicada na área florestal por Usher em 1966, que avaliou um povoamento de *Pinus sylvestris* na Escócia. A matriz de transição é apropriada para análise de muitos problemas biológicos, principalmente em estudos relacionados com a dinâmica da floresta (ENRIGHT e OGDEN, 1979). Pode ser considerada um processo estocástico, assumindo que uma árvore possui uma determinada probabilidade de permanecer ou migrar para outras classes diamétricas, dependendo apenas de seu estado atual (HORN, 1975).

Algumas limitações são inerentes aos modelos Razão de Movimentação de Matriz de Transição, entre elas a limitação a projeções de períodos múltiplos do empregado no modelo; outro aspecto negativo é a construção dos modelos baseados no estado que a floresta se apresenta na ocasião do período inventariado, considerando que este estado seja constante para as projeções futuras. Define-se isso como “Propriedade Markoviana” (SCOLFORO et al., 1998).

Embora projeções diamétricas para longos períodos de tempo possa gerar erros devido as Propriedades Markovianas, Monserud (1974 apud Vanclay, 1994), considera que o emprego dos modelos geram estimativas compatíveis com a realidade para curtos períodos de tempo entre 5 e 25 anos.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Localização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional (Flona) de São Francisco de Paula, RS, cuja vegetação característica é a Floresta Ombrófila Mista, conforme descrito previamente no Capítulo I.

4.3.2 Sistema de amostragem e coleta de dados

Os dados empregados no estudo são provenientes de Inventário Florestal Contínuo realizado entre os anos de 2000 a 2009 em 10 conglomerados com área de 1 ha (100x100m) cada, sendo mensurados todos os indivíduos cujo diâmetro a altura do peito fosse igual ou superior a 9,5 cm ($DAP \geq 9,5$), conforme descrito previamente no Capítulo I.

4.3.3 Cálculos de projeção

4.3.3.1 Amplitudes temporais e de classe diamétrica

Os dados coletados são provenientes do Projeto Ecológico de Longa Duração intitulado “*Conservação e Manejo Sustentável de Ecossistemas Florestais – Bioma Floresta de Araucária e suas Transições*”. O projeto dispõe de uma rede de 10 parcelas permanentes, com área de 100 m x 100 m (1 ha) cada, remeidas anualmente entre o período de 2000 a 2009.

Os modelos de projeção em questão foram desenvolvidos utilizando a estrutura original da floresta, considerando as árvores cujo $DAP \geq 9,5$ cm. Também foram registrados os recrutamentos e mortalidade nos mesmos períodos.

Os dados coletados foram agrupados em três amplitudes de amostragem temporal, de acordo com os anos inventariados, a primeira com 2 anos (dados referentes entre os anos de 2000/2002), a segunda com 3 anos (2000/2003), e a terceira com 4 anos (2000/2004), realizando projeções para os anos de 2004, 2006 e 2008, respectivamente.

A influência da amplitude das classes diamétricas foi testada por meio do emprego de duas classes diamétricas comumente empregadas, uma com 5 cm de amplitude e outra com 10 cm. Logo, os modelos da Matriz de Transição e a Razão de Movimentação foram projetados empregando três amplitudes temporais e duas amplitudes de classe diamétrica cada.

4.3.3.2 Matriz de Transição

A matriz de transição foi construída com base na enumeração da migração ou permanência dos indivíduos em suas respectivas classes diamétricas, assim como o número de recrutamentos e mortalidades dentro de cada classe. A probabilidade de transição de cada período de projeção foi obtida por meio da matriz de probabilidade “G” (PULZ et al., 1999).

A matriz de Transição é calculada a partir da expressão:

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

Onde:

i_n = classes de diamétricas;

Considera-se que a_i , b_i e c_i são compostos somente por árvores vivas, calculados a partir de expressão:

$$a_1 = \frac{\text{Número de árvores vivas que permanecer na } I - \text{ésima classe diamétrica no período de tempo } (\Delta t = t_2 - t_1)}{\text{Número de árvores existentes na } I - \text{ésima classe diamétrica no tempo } t}$$

$$b_1 = \frac{\text{Número de árvores vivas que migraram da } I - \text{ésima classe diamétrica para a } I - \text{ésima classe diamétrica } + 1 \text{ no período de tempo } (\Delta t = t_2 - t_1)}{\text{Número de árvores existentes na } I - \text{ésima classe diamétrica no tempo } t}$$

$$c_1 = \frac{\text{Número de árvores vivas que migraram da } I - \text{ésima classe diamétrica para a } I - \text{ésima classe diamétrica } + 2 \text{ no período de tempo } (\Delta t = t_2 - t_1)}{\text{Número de árvores existentes na } I - \text{ésima classe diamétrica no tempo } t}$$

Calcula-se a probabilidade da ocorrência de mortalidade por meio da expressão:

$$m_1 = \frac{\text{Número de árvores mortas na } I - \text{ésima classe diamétrica no intervalo de tempo } (\Delta t = t_2 - t_1)}{\text{Número de árvores existentes na } I - \text{ésima classe diamétrica no tempo } (\Delta t = t_2 - t_1)}$$

Logo, as projeções são calculadas pela expressão:

$$Y_{t+\Delta t} = G \cdot Y_{it} + I_{it}$$

Onde:

$Y_{t+\Delta t}$ = número de árvores projetadas;
 G = probabilidade de transição por classe diamétrica;
 Y_{it} = frequência da classe de diâmetro;
 I_{it} = recrutamento.

A forma matricial da expressão anterior, com a mortalidade incluída é denominada de Matriz de Transição, sendo expressa da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} Y_{1t+\Delta t} \\ Y_{2t+\Delta t} \\ Y_{3t+\Delta t} \\ Y_{4t+\Delta t} \\ \vdots \\ Y_{nt+\Delta t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & c_n & b_n & a_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ Y_{3t} \\ Y_{4t} \\ \vdots \\ Y_{nt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_{1t} \\ I_{2t} \\ I_{3t} \\ I_{4t} \\ \vdots \\ I_{nt} \end{bmatrix}$$

Quando observada a ausência de indivíduos em uma dada classe diamétrica (frequência igual a zero), ocorre o estado absorvente, denominado por Scolforo et al. (1998) como a probabilidade zero de transição diamétrica. O estado absorvente impede o avanço das árvores para classes diamétricas superiores comprometendo o significado científico e didático impedindo que o estado de equilíbrio seja detectado (PULZ et al., 1999).

4.3.3.3 Razão de Movimentação dos diâmetros

O método da razão de movimentação pode ser empregado mesmo quando a distribuição das árvores não é conhecida dentro da classe diamétrica, pois assume uniformidade dentro desta. As projeções empregando o modelo da Razão de Movimentação são realizadas através da quantificação do incremento periódico médio em diâmetro, por classe de diâmetro, adicionando-se a isso os recrutamentos e descontando a mortalidade. A proporção de árvores que avança para classes diamétricas subsequentes é definido como Razão de Movimentação.

A realização deste método é definida pelas seguintes etapas: relacionar o número de árvores por hectare e por classe de diâmetro; quantificar o incremento periódico médio em diâmetro em cada classe; efetuar o cálculo da Razão de Movimentação; relacionar o número de recrutamentos e de mortalidade em função de suas respectivas classes diamétricas; descontar as árvores mortas, e adicionar os recrutamentos (SCOLFORO et al., 1998).

Logo, a Razão de Movimentação é definida pela proporção de árvores que avançam entre as classes diamétricas em função do incremento diamétrico

A Razão de movimentação é calculada a partir da expressão:

$$rm = \frac{\overline{IPD}_i}{\Delta D} \times 100$$

Onde:

rm = razão de movimento;

\overline{IPD}_i = incremento periódico do DAP na i-ésima árvore;

ΔD = amplitude da classe de diâmetro

Os valores correspondentes a razão de movimentação indicam a porcentagem do total de árvores que migram para a próxima classe diamétrica. Já o seu valor decrescido de 100 indica a porcentagem do número total de indivíduos que permanecem na classe diamétrica.

O incremento periódico médio para cada classe diamétrica é descrito pela expressão:

$$\overline{IPD}_j = \sum_{i,j=1}^{n,N} \frac{(DAP_{2ij} - DAP_{1ij})}{N_j}$$

Onde:

\overline{IPD}_j = incremento periódico médio em diâmetro na j-ésima classe diamétrica;

DAP_{1ij} = DAP da i-ésima árvore, na j-ésima classe de diâmetro na primeira ocasião;

DAP_{2ij} = DAP da i-ésima árvore, na j-ésima classe de diâmetro na última ocasião;

N_j = número de árvores na j-ésima classe de diâmetro.

4.3.4 Avaliações das projeções

4.3.4.1 Teste de aderência Kolmogorov-Smirnov

A acuracidade das projeções foi avaliada pelo teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (K-S) que testa as distribuições cumulativas sugerindo se as amostras procedem de populações iguais ou diferentes. O teste considera as seguintes hipóteses: H_0 : a distribuição calculada assemelha-se com a observada; H_1 : a distribuição calculada não se assemelha com a observada.

O teste K-S é aplicado nos valores de máxima divergência (D_n) entre distribuições, sendo que menores valores de D_n indicam melhores ajustes. O valor de máxima divergência (D_n) é definido pela expressão:

$$D_n = \sup_x |F(x) - F_n(x)|$$

Onde:

D_n = ponto de máxima divergência;

$F(x)$ = função de distribuição acumulada assumida pelos valores observados;

$F_n(x)$ = função de distribuição projetada para os dados.

O valor da distribuição (D_{calc}) é calculado a partir da expressão:

$$D_{calc} = \frac{D_n}{N}$$

Onde:

D_{calc} = valor da distribuição;

D_n = ponto de máxima divergência;

N = número total de indivíduos observados.

Logo, os valores de D_{calc} serão confrontados com o valor crítico (D_{crit}) obtido na tabela K-S para N indivíduos, bilateral para $\alpha = 95\%$ de probabilidade de confiança. A hipótese H_0 fica então condicionada: Se D_{calc} for $\leq D_{crit}$, então aceita-se H_0 .

Como o teste K-S avalia a maior diferença entre valores projetados e observados, acaba limitando-se nas primeiras classes diamétrica que apresentam maior frequência e, devido a isso, a análise de variância (ANOVA) mostra-se uma ferramenta importante por complementar a avaliação das projeções.

4.3.4.2 Análise de Variância

Considerando os valores observados e projetados como um grupo homogêneo, o delineamento empregado foi de blocos casualizados, em que cada classe diamétrica representa um tratamento e valores observados e projetados (Matriz de Transição e Razão de Movimentação) representam um grupo homogêneo (bloco). A ANOVA descrita dentro dos blocos indica significância ou não entre os valores observados e projetados, descrevendo as hipóteses: H_0 : os resultados observados e projetados não apresentam diferenças significativas; H_1 : os resultados observados e projetados apresentam diferenças significativas.

Para as projeções que rejeitam a hipótese de nulidade H_0 , foi aplicado o teste de comparação de médias Tukey dentro dos blocos, considerando os valores observados como uma amostra testemunha.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as projeções da distribuição diamétrica seguiram a mesma estrutura da floresta, com maior número de indivíduos nas menores classes, mantendo a estrutura típica de florestas naturais balanceadas não alteradas (“J” invertido) descrito por Meyer et al. (1961). Nas projeções realizadas para amplitude de classe diamétrica de 5 cm, foram descritas 18 classes de frequência, sendo que a última classe pode ser considerada classe aberta, que abrange indivíduos cujo $DAP > 94,5$ cm, evitando, com isso, estados absorventes (Tabela 16).

Como observado na Tabela 16, para amplitude de classe de 5 cm, o método da Razão de Movimentação apresentou valores crescentes quanto ao número total de indivíduos, sendo que na projeção realizada para o ano de 2008 foi a que apresentou maior proximidade com os valores observados (variação de 1,7% entre valores observados e projetados). Por outro lado, as projeções pela Matriz de Transição apresentaram um decréscimo quanto ao número de indivíduos, em que, ao contrário do que foi observado na Razão de Movimentação, a maior amplitude temporal resultou em estimativas com maior distância dos valores observados (26,8% de variação). Sanquetta et al. (1995), empregando a Matriz de Transição em floresta no Japão, encontrou variações entre 1% a 5% (empregando amplitude temporal de 3 anos), considerando as projeções suficientes para sustentar planos de manejo com eficiência. Pulz et al. (1999) empregando os mesmos modelos deste trabalho, descreveu como eficiente a

estimativa para o número total de árvores (empregando amplitude de classe de 5 cm) em remanescente de Floresta Semidecídua Montana.

Tabela 16. Frequência dos valores observados e projetados (ha) para os anos 2004, 2006 e 2008 empregando a Matriz de Transição e Razão de Movimentação para amplitude de classe diamétrica de 5 cm para a Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Amplitude de Classe diamétrica de 5 cm									
Classes diamétricas	2004			2006			2008		
	Obs	MaTr	RaMo	Obs	MaTr	RaMo	Obs	MaTr	RaMo
9,5≥14,4	305	298	288	320	288	294	320	276	288
14,5≥19,4	156	123	143	155	114	155	157	107	140
19,5≥24,4	91	73	82	90	64	85	91	58	84
24,5≥29,4	67	52	59	66	47	64	65	45	76
29,5≥34,4	43	34	38	43	29	39	44	24	64
34,5≥39,4	29	23	26	31	21	27	31	18	45
39,5≥44,4	22	17	19	21	14	20	22	14	29
44,5≥49,4	17	14	16	18	12	18	17	11	20
49,5≥54,5	16	12	13	15	10	14	15	10	18
54,5≥59,4	12	9	10	12	9	12	13	7	14
59,5≥64,4	10	7	8	10	6	8	11	6	13
64,5≥69,4	5	5	6	7	5	6	7	4	8
69,5≥74,4	6	4	4	4	3	4	4	3	7
74,5≥79,4	3	3	3	4	2	4	4	2	5
79,5≥84,4	2	1	1	2	1	1	2	1	4
84,5≥89,4	2	1	1	2	1	2	2	1	2
89,5≥94,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
≥ 94,5	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Σ	788	675	719	802	626	753	804	589	818

Onde: Obs - valores observados para a floresta; MaTr - valores projetados pelo modelo Matriz de Transição; RaMo – Valores projetados pelo modelo Razão de Movimentação.

Já para amplitude de classe diamétrica de 10 cm, a distribuição das frequências diamétricas ocorreu em 12 classes, tornando mais generalista os processos dinâmicos dentro de cada uma dessas, implicando na menor possibilidade de estados absorventes (Tabela 17).

Considerando a amplitude de classe de 10 cm (Tabela 17), percebe-se que as projeções geram estimativas menos precisas se comparadas a amplitude de 5 cm. A Razão de Movimentação manteve melhores estimativas que a Matriz de Transição, exceto para a projeção de 2006, em que ela apresentou variação de 12% entre o valor observado e projetado e a Razão de Movimentação apresentou 14,2%. A melhor projeção para amplitude de classe

de 10 cm ocorreu para o ano de 2004 (variação de 2,5% empregando a Razão de Movimentação), sendo a pior projeção descrita pela Matriz de Transição no ano de 2008 (variação de 23%). A distribuição diamétrica entre classes para amplitude de classe de 10 cm, apresentou menor acuracidade quando comparada com a amplitude de 5 cm, sendo isso melhor visualizado por meio da análise gráfica, que também revela melhores projeções entre classes diamétricas pelo modelo da Razão de Movimentação

Tabela 17. Frequência dos valores observados e projetados (ha) para os anos 2004, 2006 e 2008 empregando a Matriz de Transição e Razão de Movimentação para amplitude de classe diamétrica de 10 cm na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Amplitude de Classe diamétrica de 10 cm									
Classes diamétricas	2004			2006			2008		
	Obs	MaTr	RaMo	Obs	MaTr	RaMo	Obs	MaTr	RaMo
9,5≥19,4	462,0	400,1	443,2	475,1	445,1	426,5	476,5	391,0	399,8
19,5≥29,4	157,4	123,4	158,9	156,0	127,8	99,8	155,0	111,0	157,2
29,6≥39,5	73,6	58,2	71,5	73,8	59,1	66,2	74,7	50,9	69,2
39,5≥49,4	38,1	30,5	39,7	38,9	29,9	40,0	39,0	26,0	38,2
49,5≥59,4	27,6	22,0	26,6	27,8	21,0	26,7	27,5	19,7	25,9
59,5≥69,4	16,1	12,9	15,4	16,9	12,7	15,8	17,7	12,1	14,9
69,6≥79,5	7,8	6,6	8,1	7,9	6,3	8,2	8,1	5,2	7,6
79,5≥89,4	3,4	2,3	3,3	3,7	2,0	3,2	3,5	2,0	3,3
89,6≥99,5	1,1	1,4	0,9	1,2	1,5	0,9	1,4	0,8	0,9
99,5≥109,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4
109,5≥119,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
≥119,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
Σ	788	658	769	802	706	688	804	620	718

Onde: Obs - valores observados para a floresta; MaTr - valores projetados pelo modelo Matriz de Transição; RaMo – Valores projetados pelo modelo Razão de Movimentação.

Para ambas as amplitudes de classe diamétrica, observou-se que a maioria das árvores apresenta maior probabilidade de permanecer na mesma classe diamétrica, especialmente aquelas que apresentam maiores diâmetros. Acentua-se a isso, a amplitude temporal empregada, pois menores amplitudes temporais implicam em menor probabilidade de migração de classe, devido o menor tempo incrementado.

O teste K-S indicou que a distribuição diamétrica projetada pelos dois métodos é similar a distribuição observada em todas as projeções testadas (amplitudes temporal e de classe diamétrica), conforme a Tabela 18.

Tabela 18. Valores de distribuição diamétrica calculada e críticos para o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov entre os anos analisados.

	Projeção 2004		Projeção 2006		Projeção 2008	
	MaTr	RaMo	MaTr	RaMo	MaTr	RaMo
D _{calc} (classe 10 cm)	2,7x10 ⁻⁶	1,2 x 10 ⁻⁶	4,7 x 10 ⁻⁶	3,4 x 10 ⁻⁶	4,8 x 10 ⁻⁶	4,4x 10 ⁻⁶
D _{calc} (classe 5 cm)	6,8 x 10 ⁻⁶	1,7 x 10 ⁻⁶	7,5 x 10 ⁻⁶	1,1 x 10 ⁻⁶	8,9 x 10 ⁻⁶	10 x 10 ⁻⁶
D _{crit} (95%)	0,015322	0,015322	0,015185	0,015185	0,015164	0,015164

Onde: MaTr – Matriz de Transição; RaMo- Razão de Movimentação; D_{calc} –valores calculados para a distribuição diamétrica D_{crit} – valores críticos para tabela KS.

O teste ainda indica que embora a Matriz de Transição tenha apresentado aderência de seus resultados, a Razão de Movimentação apresentou maior proximidade com os valores observados.

A análise de variância descreveu diferenças significativas entre blocos (valores observados e calculados), para todos os anos projetados para amplitude de classe de 5 cm, e para o ano de 2004 na amplitude de classe de 10 cm. Já para os anos de 2006 e 2008 (amplitude de 10 cm), a ANOVA não apresentou diferenças significativas, indicando maior homogeneidade entre os valores calculados e observados (Tabela 19). No entanto, a maior frequência de indivíduos nessa classe de 10 cm implica em maiores valores relativos ao erro amostral (resíduos) e, conseqüentemente, maior proximidade estatística entre os modelos e valores observados. Isso também explica a razão pela qual a amplitude de classe de 5 cm, mesmo rejeitando a hipótese de nulidade, apresentou estimativas totais mais próximas dos valores reais da floresta.

Por meio da análise do teste de médias Tukey (Tabela 20) as projeções resultantes da Matriz de Transição apresentaram diferenças estatísticas quando comparadas com os valores observados na amplitude diamétrica de 5 cm para todas as amplitudes temporais, e ainda, na amplitude diamétrica de 10 cm para o ano de 2004 (Tabela 20); observa-se que para esses mesmos anos, a Matriz de Transição manteve médias inferiores quando comparadas com a Razão de Movimentação, subestimando os valores projetados.

A Razão de Movimentação apresentou semelhança estatística para amplitude de classe de 5 cm nos anos de 2006 e 2008 e, para o ano de 2004, na amplitude de 10 cm, sendo observada diferença significativa somente para projeção de 2004 na amplitude de classe de 5 cm. Repetindo o que havia sido observado no teste de aderência, a Razão de Movimentação indicou ser a metodologia que assume melhor desempenho nas estimativas, inclusive

apresentando melhores resultados quando realizadas projeções com maiores amplitude temporais para base de cálculos.

Tabela 19. Análise de variância aplicada para médias diamétricas projetadas e observadas na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

	GL		SQ		QM		F calculado	
	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
Projeção (2004)								
Bloco	2	2	35900,8	81531,1	17950,4	40765,5	8,3 ^{**}	4,0 [*]
Tratamento	17	11	27594755,7	51668148,8	1623221,8	4697104,4	755,3 ^{**}	465,9 ^{**}
Resíduo	34	22	73065,3	221806,0	2148,9	10082,1		
Total	53	35	27703721,8	51971485,9				
Projeção (2006)								
Bloco	2	2	91265,9	62684,6	45632,9	31342,3	9,6 ^{**}	2,9 ^{ns}
Tratamento	17	11	28150419,0	53946477,3	1655907,0	4904225,2	346,8 ^{**}	455,3 ^{**}
Resíduo	34	22	162334,8	236984,5	4774,5	10772,0		
Total	53	35	28404020,7	54246146,5				
Projeção (2008)								
Bloco	2	2	183970,1	142637,5	91985,1	71318,8	10,5 ^{**}	3,2 ^{ns}
Tratamento	17	11	26567502,1	48651144,9	1562794,2	4422831,4	179,3 ^{**}	201,6 ^{**}
Resíduo	34	22	296292,5	482662,6	8714,5	21939,2		
Total	53	35	27047764,8	49276445,1				

Onde: GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F calculado = Valor de F calculado; Tratamentos = classes diamétricas; Blocos = valores observados e projetados pela Razão de Movimentação e Matriz de Transição;

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{*} significativo ao nível de 5% de probabilidade;

^{ns} não significativo.

A Razão de Movimentação apresentou semelhança estatística para amplitude de classe de 5 cm nos anos de 2006 e 2008 e, para o ano de 2004, na amplitude de 10 cm, sendo observada diferença significativa somente para projeção de 2004 na amplitude de classe de 5 cm. Repetindo o que havia sido observado no teste de aderência, a Razão de Movimentação indicou ser a metodologia que assume melhor desempenho nas estimativas, inclusive apresentando melhores resultados quando realizadas projeções com maiores amplitude temporais para base de cálculos.

Observa-se que as projeções resultantes da Matriz de Transição apresentaram diferenças estatísticas quando comparadas com os valores observados na amplitude diamétrica de 5 cm para todas as amplitudes temporais e, ainda, na amplitude diamétrica de 10 cm para o ano de 2004.

Tabela 20. Teste de médias aplicado para médias entre valores diamétricos observados e projetados na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Análise de médias			
Amplitude de classe diamétrica 5 cm			
	2004	2006	2008
Observados	a*	a	a
Matriz de Transição	b	b	b
Razão de Movimentação	b	a	a
Amplitude de classe diamétrica 10 cm			
	2004	2006	2008
Observados	a		
Matriz de Transição	b	ns	ns
Razão de Movimentação	a b		

Onde: *médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade de confiança; ns. Não significativo a 99% de probabilidade de confiança.

A Razão de Movimentação, apresentou semelhança estatística para amplitude de classe de 5 cm nos anos de 2006 e 2008 e para o ano de 2004 na amplitude de 10 cm. A Razão de Movimentação somente indicou ineficiência para projeção de 2004 na amplitude de classe de 5 cm. Repetindo o que havia sido observado no teste de aderência, a Razão de Movimentação indicou ser a metodologia que assume melhor desempenho nas estimativas, inclusive apresentando melhores resultados quando realizadas projeções com maiores amplitude temporais para base de cálculos.

Embora a análise de variância para amplitude de classe de 10 cm nas projeções para 2006 e 2008 não tenha apresentado diferenças significativas entre blocos, a maior frequência de indivíduos nessa classe implica em maiores valores relativos ao Erro Experimental, indicando valores superiores à amplitude de classe de 5 cm no Quadrado Médio do Erro Experimental observado na ANOVA. Isso também explica a razão pela qual a amplitude de classe de 5 cm, mesmo rejeitando a hipótese de nulidade, apresentou estimativas totais mais próximas dos valores reais da floresta.

As taxas de incremento nas classes diamétricas são capazes de gerar estimativas mais próximas dos valores observados da floresta, quando comparada às funções probabilísticas de Markov, contrariando Teixeira et al. (2007), que descrevem a Matriz de Transição como o modelo que melhor se ajusta para a predição na Floresta Amazônica. Já Austregésilo et al. (2004), analisando a projeção pelo modelo da Razão de Movimentação, Wahlenberg e Matriz de Transição em floresta secundária com amplitude diamétrica de 5 cm, verificaram eficiência nas estimativas quanto ao número médio de árvores, sendo que nenhum dos modelos mostrou

eficiência na estimativa da distribuição diamétrica em classes. Menon et al. (2010), descreveu que a Matriz de Transição mostrou de maneira clara e simples os processos dinâmicos da Floresta Ombrófila Mista, empregando amplitude de classe igual a 10 cm e amplitude temporal de 3 anos.

Estes diferentes estudos indicam as peculiaridades de cada modelo, denotando como a eficiência das projeções é limitada aos fatores relacionados a configuração de dados empregados, a vegetação em estudo, somado a isso as Propriedades Markovianas. Justifica-se, portanto, a irregularidade nas projeções relacionada com a amplitude temporal empregada, pois amplitudes de tempo menores não apresentaram necessariamente as melhores projeções, em que a maior amplitude temporal testada apresentou melhor estimativa.

O número total de indivíduos da floresta é descrito com maior acuracidade pela amplitude de 5 cm, sendo que esta também foi capaz de descrever de maneira mais eficiente a distribuição diamétrica entre classes. No entanto, as projeções feitas pelas duas amplitudes foram menos eficientes para as classes diamétricas inferiores, sendo estas mais fortemente influenciadas pelos recrutamentos e mortalidade potencializadas pela maior frequência de árvores.

4.5 CONCLUSÕES

A acuracidade das estimativas está intimamente ligada às formas de emprego do modelo e suas configurações. O teste Kolmogorov-Smirnov apresentou aderência para as duas metodologias empregadas. A análise de variância indicou a metodologia da Razão de Movimentação empregando amplitude de classe diamétrica de 5 cm e amplitude temporal de 4 anos, gerou melhores estimativas totais e também para frequências de classes diamétricas.

As maiores distâncias entre valores observados e projetados foram encontrados nas classes diamétricas inferiores, onde são encontradas as maiores frequências de indivíduos e os processos de dinâmica florestal são mais intensos. Soma-se a isso, as propriedades Markovianas, que podem interferir nas projeções potencializando os erros de estimativas.

REFERENCIAS

- AUSTREGÉSILO, S.L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.227-232, mar./abr. 2004.
- AVERY, T.E.; BURKHART, H.E. **Forest management**. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 1994. 432p.
- CAPOBIANCO, J.P.R. Mata Atlântica: conceito, abrangência e área original. In: SCHAFFER, W. B.; PROCHNOW, M. (Eds). **A Mata Atlântica e você**. Brasília: Apremavi, 2002. p. 111-124.
- CLUTTER, J.L. et al. **Timber Management: A Quantitative Approach**. New York: John Wiley and sons, 1983. 333p.
- ENRIGHT, N.; OGDEN, J. Applications of Transition Matrix Models in Forest Dynamics: Araucaria in Papua New Guinea and Nothofagus in New Zealand. **Journal of Ecology**, London, v.4, p.3-23, jan./dez. 1979.
- HIGUCHI, N. **Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon**. 1987. 129 p. Thesis (Doctor of Philosophy's Thesis) - Michigan State University, Detroit, Michigan.
- HORN, H.S. Markovian Properties of Forest succession. In: CODY, M.; DIAMOND, J. (Eds.). **Ecology and Evolution of Communities**. Cambridge: Harvard University Press, 1975. p. 196-211.
- HUECK, K. **A floresta da América do Sul**. São Paulo: Polígono, 1972. 466 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1).
- MENON, M.U; FIGUEIREDO FILHO, A.; WATZLAWICK, L.F. Matriz de transição para predição de distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista na FLONA de Irati (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v.6, n.2, p.271-280, jun./set. 2010.
- MEYER, H.A.; RECKNAGEL. A.B.; STEVENSON, D.D. **Forest management**. New York: The Ronald Press Company, 1961. 282p.
- NARVAES, I.S.; BRENA, D.A.; LONGHI, S.J. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.4, p.331-342, jan./mar. 2005.
- PULZ, F.A. et al. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta ineqüânea com a matriz de transição. **Cerne**, Lavras, v.5, n.1, p.01-14, jun./dez. 1999.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Santa Maria: SEMA, 2002. 706p.

ROCHA, R.M. **Taxa de recrutamento e mortalidade da floresta de terra-firme da bacia do rio Cuieiras na região de Manaus - AM**. 2001. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, AM.

SANQUETTA, C.R. **Experiências de Monitoramento no Bioma Mata Atlântica com o uso de parcelas permanentes**. Curitiba: O autor, 2008. 338p.

SANQUETTA, C.R. et al. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz Markoviana de potência. **Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1-2, p. 23-26, jan./dez. 1995.

SCOLFORO, J. R. et al. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e análise estrutural. In: SCOLFORO, J. R. (Ed.). **Manejo Florestal**. Lavras: FAEPE, 1998. p. 189-246.

STEPKA, T.F. **Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por meio de Matriz de Transição e Razão de Movimentação**. 2008. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, PR.

TEIXEIRA, L.M. et al. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus - AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazônica**, Manaus, v.37, n.3, p 377-384, jul./set. 2007.

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

WATZLAWICK, L.F. et al. Projeto Sistema Faxinal: implantação de um sistema de parcelas permanentes. In: SANQUETTA, C. R. (Ed.). **Experiências de Monitoramento no Bioma Mata Atlântica com uso de Parcelas permanentes**. Curitiba: Funpar, 2008. p. 177-210.

5 PROJEÇÃO DIAMÉTRICA DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS

RESUMO

A projeção do crescimento diamétrico de florestas naturais ou de alguns de seus indivíduos em específico, consiste em uma ferramenta essencial para o desenvolvimento e planejamento do manejo florestal sustentado, além de possibilitar uma análise do desenvolvimento estrutural das árvores. O presente estudo tem como objetivo estimar a projeção diamétrica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS, realizando projeções diamétricas para todos os indivíduos da floresta, para a família Lauraceae e para a espécie *Araucaria angustifolia*. Para isso, foram empregados no estudo uma rede de dez conglomerados permanentes de 100 x 100 m, remedidos anualmente por processo de inventário florestal contínuo, empregando para a base de cálculos os dados referentes as medições anuais no intervalo entre os anos de 2006 a 2009. Todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito maior ou igual a 9,5 cm ($DAP \geq 9,5$ cm) foram devidamente identificados e mensurados, realizando projeções para os anos de 2013, 2017 e 2021 empregando a razão de movimentação dos diâmetros como modelo de crescimento. As projeções indicaram que tanto a floresta como um todo, assim como a espécie *Araucaria angustifolia* apresentam a tendência de redução da densidade de indivíduos, atribuído a maior mortalidade do que recrutamento. Por outro lado a família Lauraceae apresenta a tendência do aumento de sua densidade, indicando valorização quanto a sua importância na floresta. A família também apresentou maior crescimento diamétrico acumulado ($IA = 0,714$ cm), quando comparada com o crescimento de toda floresta ($IA = 0,701$ cm), e com *Araucaria angustifolia* ($IA = 0,667$ cm). De uma maneira geral as projeções indicaram migração para as classes superiores de diâmetro e redução no número total de indivíduos da floresta, o que pode ser interpretado como o amadurecimento da mesma.

Palavras-chave: Família Lauraceae, Floresta com Araucária, Prognose.

5 DIAMETRIC PROJECTION OF A MIXED OMBROPHILOUS FOREST FRAGMENT IN THE SÃO FRANCISCO DE PAULA NATIONAL FOREST, RS, BRAZIL

ABSTRACT

The projection of the diametric growth of natural forest as a whole, or the projection of some of its individuals in particular, consists on an essential practice for the developing and planning sustainable forest management, and providing an analysis of the structural development of the trees. The present study aims to project the diameter distribution of an Araucaria Forest fragment in the São Francisco de Paula, RS, National Forest performing the projections for all individuals of the forest, to the family Lauraceae and to the *Araucaria angustifolia* species. For this purpose, it was adopted a sample from ten permanent clusters of 100 x 100 m, measured annually on a continuous forest inventory, using for the calculations data from the years of 2006 up to 2009. Individuals with diameter at breast height equal or greater than 9.5 cm ($DBH \geq 9.5$ cm) were identified and measured, and projections were made for the years 2013, 2017 and 2021, using the Movement Ratio model. Projections indicated that both the forest as a whole, as well as the species *Araucaria angustifolia* have a tendency to reduce the individuals density, attributed to higher mortality than recruitment. On the other hand, the family Lauraceae showed the tendency of increasing density, indicating a growing importance of the family in the forest. Lauraceae also presented a high annual accumulate increment (AI = 0.714 cm) compared with the growth of the entire forest (AI = 0.701 cm), and *Araucaria angustifolia* (AI = 0.667 cm). In general, projections indicated migration of the individuals to upper diameter classes, whereas the total number of individuals decreased, which can be interpreted as an ongoing maturation process of the forest.

Keywords: Araucaria's Forest, Lauraceae Family, Prognosis.

5.1 INTRODUÇÃO

As informações referentes ao crescimento florestal atendem um rol de atividades relacionadas ao manejo sustentado de florestas, porém poucos são os estudos relacionados a tais informações devido a dificuldade na obtenção de dados onde a idade das árvores é de difícil obtenção (STEPKA, 2008). Scolforo (1998) salienta que são poucas as informações disponíveis sobre o crescimento arbóreo, seja em áreas intactas, áreas exploradas ou ainda, em áreas sujeitas a regime de manejo. Portanto, a viabilização de estudos ligados ao crescimento são essenciais para propiciar a exploração racional dos recursos naturais, bens e serviços com adequada manutenção da diversidade. A carência de um planejamento embasado em critérios científicos para realização do manejo pode levar a falta de compatibilidade entre objetivos esperados com os resultados encontrados pelo manejador (AUSTREGÉSILO et al., 2004), além de comprometer a disponibilidade futura dos recursos e equilíbrio da biodiversidade.

Considerando o mencionado, a região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista, embora tenha sofrido um profundo processo exploratório, desempenha grande importância social, ecológica e econômica no estado do Rio Grande do Sul. Inúmeras são as espécies com potencial exploratório nas comunidades dessa região, com destaque para a espécie *Araucaria angustifolia*, e as espécies da família Lauraceae, que comumente formam associações.

Portanto, o presente estudo tem o objetivo de realizar a projeção diamétrica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS, avaliando o comportamento do crescimento entre as classes diamétricas empregando o modelo de crescimento Razão de Movimentação dos diâmetros, aplicado para toda a floresta, e de forma seletiva para a família Lauraceae e para a espécie *Araucaria angustifolia*. Tais projeções podem ser realizadas baseadas em informações de inventário florestal contínuo, e além de fornecerem subsídios para o manejo sustentado de florestas, permitem uma avaliação da estrutura florestal.

5.2 REFERENCIAL TEÓRICO

5.2.1 Projeção diamétrica

O crescimento florestal e o comportamento da estrutura diamétrica são informações essenciais para o manejador sustentado de florestas (VASCONCELOS et al., 2009). Os modelos clássicos de crescimento normalmente são baseados em variáveis como o índice de sítio e idade das árvores (CLUTTER et al., 1983). Isso acaba por dificultar estimativas de crescimento em florestas naturais, que muitas vezes não dispõe dessas informações em função de sua grande heterogeneidade (ROCHA, 2001; TEIXEIRA et al., 2007). Como alternativa para projetar o crescimento de florestas naturais Enright e Ogden (1979) citam o uso de dados dendrométricos, envolvendo o diâmetro das árvores.

De modo generalista, os modelos de crescimento visam projetar estimativas da estrutura florestal em um ponto específico do tempo AVERY e BURKHART (1994 apud AUSTRAGÉSILO et al., 2004). De acordo com Monserud (1974 apud Vanclay, 1994), as projeções são eficientes nas estimativas em períodos curtos de tempo, entre 5 e 25 anos compondo uma valiosa ferramenta para o planejamento florestal, uma vez que podem ser definidos o ciclo de corte em toda floresta ou em determinadas espécies (PULZ et al., 1999; SANQUETTA et al., 1996)

Entre as dificuldades encontradas em projetar o crescimento de florestas heterogêneas inequidâneas uma consiste na dependência dos modelos em utilizarem dados provenientes de inventários florestais contínuos com parcelas permanentes, em que as árvores são remedidas ao longo do tempo, fornecendo valores precisos sobre os processos dinâmicos (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). Vasconcelos et al. (2009) salientam a dificuldade encontrada na obtenção desses dados, atribuindo isso ao reduzido número de parcelas permanentes existentes.

5.2.2 Floresta Ombrófila Mista

Inserida no bioma Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Mista é definida pela coexistência de floras temperadas e tropicais, sendo sua área de dispersão delimitada pela ocorrência da espécie *Araucaria angustifolia* (LEITE E KLEIN, 1990), configurando uma vegetação típica de planalto, onde as altitudes se mantêm entre 500 e 1.000 metros, eventualmente ocorrendo em manchas esparsas em altitudes inferiores (RAMBO, 2005); Reitz et al. (1983), citam que a Floresta Ombrófila Mista tem como característica apresentar um denso sub-bosque, composto sobretudo pelas famílias Lauraceae, Myrtaceae, Aquifoliaceae, Sapindaceae, Winteraceae e Podocarpaceae.

A espécie *Araucaria angustifolia*, considerada por Narvaes et al., (2005) como a conífera mais expressiva da vegetação, foi severamente explorada, desconsiderando a preocupação de sua continuidade na floresta (WATZLAWICK et al., 2008). Lorenzi (2008) cita o potencial dessa espécie para fins madeireiros, indústrias de celulose, com fins paisagísticos além de fornecer sementes (pinhão) muito apreciadas por seu valor nutritivo.

A família Lauraceae se destaca quanto as demais famílias botânicas pela sua importância ecológica e econômica. Algumas espécies dessa família apresentam grande importância para a produção de diversos produtos, para fins medicinais, culinários, madeireiro, com destaque para a produção de óleos com elevado valor econômico agregado (MARQUES, 2001).

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

5.3.1 Localização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional (Flona) de São Francisco de Paula, RS, cuja vegetação característica é a Floresta Ombrófila Mista, conforme descrito previamente no Capítulo I.

5.3.2 Cálculos de Projeção diamétrica

Os cálculos de projeção diamétrica foram aplicados de em três diferentes situações. A primeira projeção foi realizada para todos indivíduos arbóreos da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula. A segunda e terceira projeções foram realizadas de forma seletiva, uma aplicada a família Lauraceae e outra aplicada a espécie *Araucaria angustifolia*. A escolha dessas projeções aplicadas pontualmente se justificam por permitir uma análise da comunidade florestal e avaliar o comportamento de cada projeção dentro do contexto apresentado pelo processo dinâmico.

A escolha da família Lauraceae para os cálculos de projeção se deve ao potencial ecológico e exploratório que a família apresenta. Somado a isso, o crescimento em área transversal das Lauráceas indicou ser o segundo maior da floresta, e terceiro maior valor de importância entre as famílias encontradas na floresta. Com critérios seletivos semelhantes, a

escolha da projeção de *Araucaria angustifolia* é justificada por sua elevada importância na floresta e seu elevado potencial exploratório.

Os cálculos foram aplicados seguindo a mesma metodologia para as três projeções realizadas (toda floresta, Lauráceas e *Araucaria angustifolia*). O modelo de projeção empregado consiste na Razão de Movimentação dos diâmetros, empregando os dados obtidos no inventário florestal contínuo da floresta, avaliado entre os anos de 2006 a 2009, em dez conglomerados permanentes, onde todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito maior ou igual que 9,5 cm ($DAP \geq 9,5$ cm) foram mensurados e posteriormente agrupados em suas respectivas classes diamétricas (amplitude de classe diamétrica igual a 5 cm). Também foram registrados os recrutamentos e mortalidade para os mesmos períodos. Como as projeções geradas são dependentes dos valores múltiplos do período amostrado, o primeiro ano projetado foi 2013, seguida de mais duas projeções para o ano de 2017 e 2021.

SCOLFORO et al. (1998) define a razão de movimentação como a proporção de árvores que migram para a classes diamétricas superiores em função de seu incremento diamétrico, em que para isso, são necessários definir o incremento periódico em diâmetro de cada classe, calcular a razão de movimentação e somar ou subtrair os recrutamentos e mortalidade por classes.

A razão de movimentação é calculada a partir da expressão:

$$rm = \frac{\overline{IPD}_i}{\Delta D} \times 100$$

Onde:

rm = razão de movimentação;

\overline{IPD}_i = incremento periódico do DAP no i-ésimo indivíduo;

ΔD = amplitude da classe de diâmetro;

Sendo o \overline{IPD} obtido por meio da expressão:

$$\overline{IPD}_j = \sum_{i,j=1}^{n,N} \frac{(DAP_{2ij} - DAP_{1ij})}{N_j}$$

Onde:

\overline{IPD}_j = incremento periódico médio em diâmetro na j-ésima classe diamétrica;

DAP_{1ij} = DAP da i-ésima árvore, na j-ésima classe de diâmetro na primeira ocasião;

DAP_{2ij} = DAP da i-ésima árvore, na j-ésima classe de diâmetro na última ocasião;

N_j = número de árvores na J-ésima classe de diâmetro.

Com base nos dados observados e projetados, foi realizada uma análise do comportamento das projeções realizadas, constituindo de uma análise gráfica da distribuição diamétrica entre o ano observado (2009) e o último ano projetado (2021).

As taxas de crescimento foram avaliadas por meio do incremento acumulado em diâmetro (IAD) entre os anos de 2006 a 2009, dentro de cada classe diamétrica, cálculo do desvio padrão, avaliando o comportamento dos incrementos entre as classes. A análise do crescimento foi aplicada para as três projeções empregadas (toda floresta, Lauráceas e *Araucaria angustifolia*).

A estrutura horizontal foi descrita embasada nos dados inventariados no ano de 2009, visando contextualizar sumariamente as características da floresta nas projeções realizadas.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.4.1 Projeção diamétrica da floresta

Com base nos dados inventariados, a Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS, apresentou no ano de 2009 elevada riqueza florística (114 espécies), densidade ($DA = 788 \text{ ind/ha}$) e dominância ($DoA = 46,8 \text{ m}^2/\text{ha}$). Os diâmetros das árvores foram classificados em 18 classes, sendo que a última consiste em uma classe aberta com os maiores diâmetros da floresta, evitando, com isso, estados adsorventes nos cálculos e projeção.

Comparando os valores observados e projetados, observa-se uma pequena redução quanto ao número total de indivíduos (redução de 4,3 ind/ha entre 2009 a 2021) (Tabela 21). No entanto, a menor classe diamétrica (classe nº 1) apresentou aumento considerável de indivíduos (aumento de 19 ind/ha entre 2009 e 2021), aumento esse atribuído aos recrutamentos que ocorrem exclusivamente nessa classe.

De modo geral a análise da Tabela 21 indica que a maioria das classes apresentou leve aumento no número de indivíduos, que pode ser atribuído a migração de classes inferiores. No entanto, a projeção das classes nº 2, 3,4, 6 e 9 apresentaram redução, que pode ser atribuída a migração para classes superiores e a mortalidade. Como citado por Higuchi (1987), não há uma relação definida entre mortalidade e classes de diâmetro, pois as árvores apresentam igual probabilidade de morrerem independentes da classe que ocupam.

Tabela 21. Frequência do número de indivíduos da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS, entre classes diamétricas observadas para o ano de 2009 e projetados para os anos de 2013, 2017 e 2021.

Número da classe	Classes diamétricas (cm)	Observado		Projeções	
		2009	2013	2017	2021
1	9,5-14,4	242,9	249,6	256,0	261,9
2	14,5-19,4	149,3	143,1	137,8	133,3
3	19,5-24,4	86,9	84,8	82,5	79,9
4	24,5-29,4	65,2	63,6	61,9	60,2
5	29,5-34,4	41,1	41,7	42,0	42,1
6	34,5-39,4	30,1	29,7	29,5	29,3
7	39,5-44,4	21,1	21,5	21,7	21,9
8	44,5-49,4	16,5	16,9	17,2	17,6
9	49,5-54,4	15,6	15,4	15,2	15,1
10	54,5-59,4	12,3	12,4	12,5	12,5
11	59,5-64,4	10,2	10,3	10,4	10,5
12	64,5-69,4	6,2	6,5	6,8	7,0
13	69,5-74,4	4,4	4,4	4,4	4,4
14	74,5-79,4	3,7	4,0	4,2	4,4
15	79,5-84,4	2,0	2,2	2,4	2,6
16	84,5-89,4	1,7	1,7	1,7	1,8
17	89,5-94,4	0,9	1,1	1,3	1,4
18	94,5 \geq	1,1	1,2	1,0	1,2
Total (ind/ha)		711,2	709,9	708,2	706,9

Observou-se que as projeções da distribuição diamétrica seguiram a mesma estrutura observada da floresta para o ano de 2009 com pequenas alterações em sua estrutura diamétrica, configurando o padrão típico de florestas naturais balanceadas não alteradas (modelo “J” invertido ou exponencial negativo) descrito por Meyer et al. (1961) (Figura 20). Nesse sentido, as pequenas alterações estruturais podem ser atribuídas ao avanço sucessional, inferindo um equilíbrio já no tempo presente, evidenciado pelas projeções.

Considerando o incremento acumulado em diâmetro médio para todas as classes entre os anos de 2006 a 2009, o $\overline{\text{IAD}}$ foi igual a 0,701 cm. A análise do IAD entre as classes diamétricas (Figura 21) indicou que na floresta o aumento do crescimento ocorre a medida que ocorre o avanço das classes diamétricas, onde classes diamétricas inferiores apresentaram crescimento inferior quando comparadas as classes superiores.

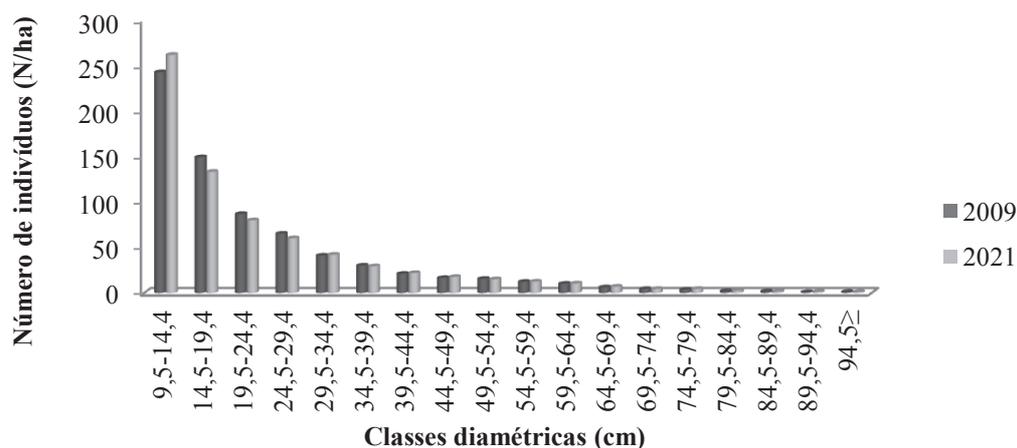


Figura 20. Distribuição da frequência de indivíduos por hectare observada entre classes diamétricas no ano de 2009, e projeção de frequência para classes diamétricas no ano de 2021 na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

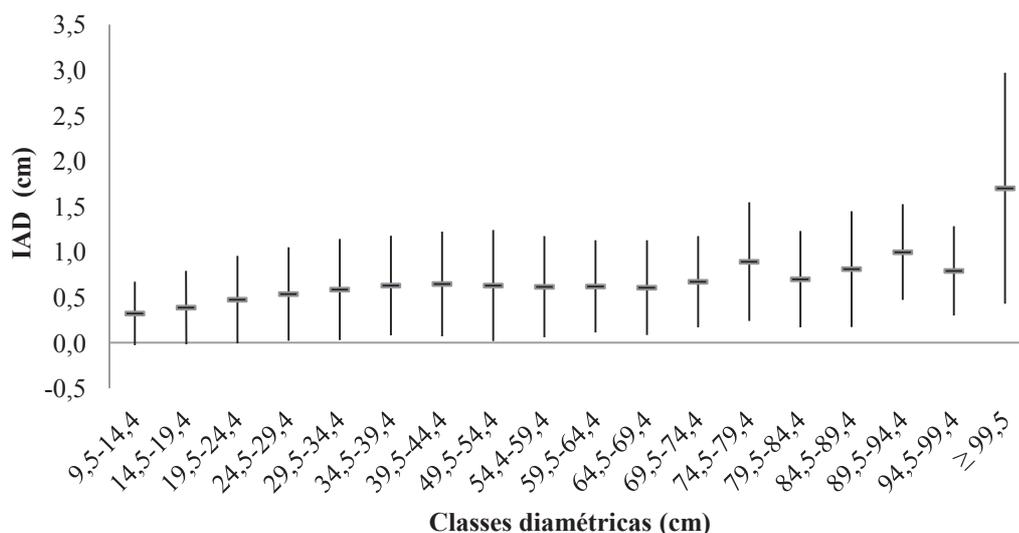


Figura 21. Médias dos incrementos acumulados em diâmetro entre classes diamétricas e respectivos desvios padronizados para toda a Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS entre os anos de 2006 e 2009.

O desvio padrão não indicou diferenças elevadas entre as classes (Figura 21), embora ocorra grande variação entre o número de indivíduos entre essas. O desvio padrão e média do crescimento indicaram maiores valores na maior classe diamétrica analisada ($\geq 99,5$ cm), justificados por ser uma classe aberta.

5.4.2 Projeção diamétrica para a família Lauraceae

Considerando as famílias encontradas na floresta, Lauraceae apresentou o terceiro maior valor de importância (VI = 12,8%), sendo Myrtaceae a família de maior importância (VI = 22,5%) e Araucariaceae a segunda maior importância (VI = 18,8%). A família Lauraceae é representada por nove espécies, são elas: *Cinnamomum amoenum*; *Cinnamomum glaziovii*; *Cryptocarya aschersoniana*; *Cryptocarya moschata*; *Nectandra megapotamica*; *Ocotea indecora*; *Ocotea porosa*; *Ocotea puberula* e *Ocotea pulchella*.

Ao contrário do que foi observado na projeção para toda a floresta, a projeção das Lauráceas apresentou aumento no número total de indivíduos, onde no ano de 2009 haviam 81,3 ind/ha, e no ano de 2021 o valor projetado foi de 87,9 ind/ha (aumento de 6,6 ind/ha) (Tabela 22). Pode-se inferir que o aumento da representatividade dessa família na floresta indica sua condição de adaptabilidade ao meio, com tendência a aumento de sua importância a medida que os processos dinâmicos da floresta avançam.

Tabela 22. Frequência do número de indivíduos da família Lauraceae na Flona de São Francisco de Paula, RS, entre classes diamétricas observadas para o ano de 2009 e projetados para os anos de 2013, 2017 e 2021.

Número da classe	Classes diamétricas (cm)	Observado		Projeções	
		2009	2013	2017	2021
1	9,5-14,4	13,4	15,6	17,5	19,2
2	14,5-19,4	14,4	13,8	13,6	13,7
3	19,5-24,4	10,6	10,4	10,1	9,9
4	24,5-29,4	11,3	10,9	10,6	10,2
5	29,5-34,4	8,5	8,8	9,0	9,0
6	34,5-39,4	5,3	5,8	6,3	6,7
7	39,5-44,4	6,5	6,4	6,5	6,6
8	44,5-49,4	3,7	3,9	4,0	4,2
9	49,5-54,4	2,9	3,0	3,2	3,3
10	54,5-59,4	2,1	2,1	2,1	2,1
11	59,5-64,4	1,3	1,2	1,1	1,1
12	64,5-69,4	0,4	0,6	0,7	0,8
13	69,5-74,4	0,6	0,6	0,6	0,6
14	74,5-79,4	0,3	0,4	0,4	0,5
Total (ind/ha)		81,3	83,5	85,7	87,9

A maioria das classes diamétricas seguiu a tendência de aumento a exceção das classes nº 2, 3, 4 e 11 que apresentaram pequena redução atribuída essencialmente a superioridade da mortalidade comparada a migração de classes inferiores.

A distribuição diamétrica da família abrangeu 14 classes diamétricas, onde a menor classe diamétrica (classe nº1) foi a que apresentou maior aumento de indivíduos (aumento de 5,2 ind/ha entre os anos de 2009 a 2021), como observado na Figura 22.

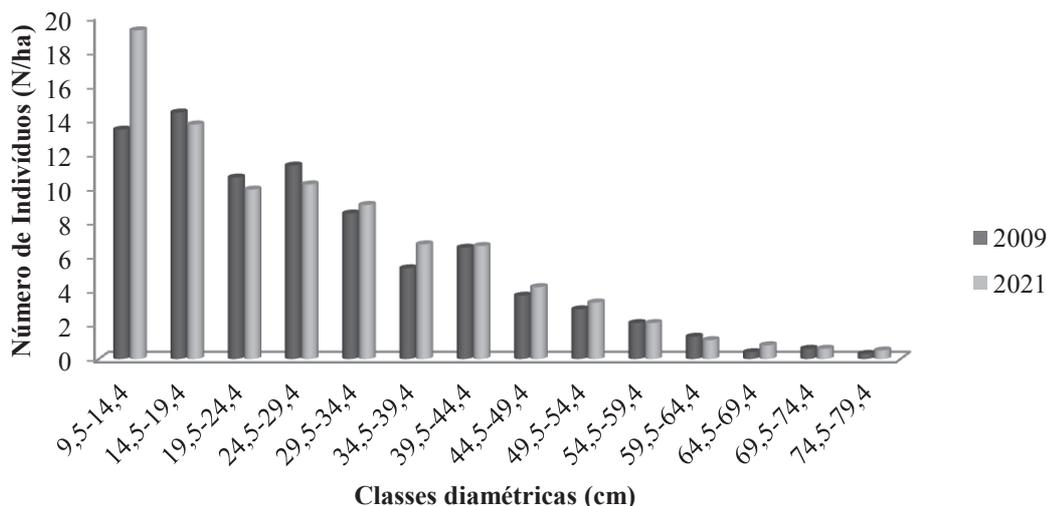


Figura 22. Distribuição da frequência de indivíduos observada entre classes diamétricas no ano de 2009 e projeção de frequência para classes diamétricas no ano de 2021 para a família Lauraceae na Floresta Ombrófila Mista da Flona de Francisco de Paula, RS.

Embora a estrutura da família tenha mantido o modelo exponencial negativo, o crescimento em diâmetro não seguiu a tendência de aumento com o avanço diamétrico (Figura 23), indicando um crescimento aleatório entre as classes, justificando em parte a superioridade do crescimento da família no período ($\overline{IAD} = 0,715$ cm/ano).

A análise do desvio padrão dentro das classes diamétricas (Figura 23) manteve valores semelhantes entre essas, sendo os maiores desvios observados na classe 64,5-69,4 e 74,5-79,4 justificado pelo pequeno número de indivíduos nessa classe. Por outro lado, a classe diamétrica de 14,5-19,4 indicou elevado desvio padrão comparado as demais classes, o que pode ser atribuído a própria variação dos diâmetros entre os indivíduos dessa classe.

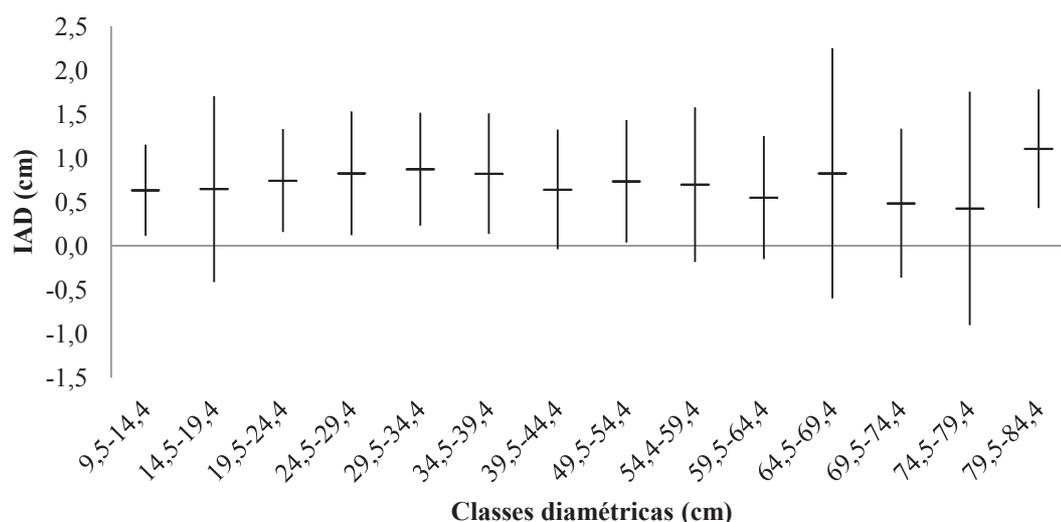


Figura 23. Médias dos incrementos acumulados em diâmetro entre classes diamétricas e respectivos desvios padronizados para a família Lauraceae na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS entre os anos de 2006 e 2009.

5.4.3 Projeção Diamétrica para a espécie *Araucaria angustifolia*

A análise estrutural da floresta indicou a espécie *Araucaria angustifolia* como a de maior importância da área, representando 18,82% do valor de importância. A mesma espécie apresentou área transversal (DoA) igual a 16,8 m²/ha, correspondendo a aproximadamente 36% de toda área transversal da floresta e elevada densidade (DA = 97 ind/ha), corroborando com Leite e Klein (1990) que destacam a importância dessa espécie na região fitogeográfica do presente estudo.

A análise da Tabela 23 indica pequenas alterações na floresta no período de 12 anos projetados, com condições quase estáticas entre o ano de 2009 e 2021. A influência da mortalidade e movimentação dos diâmetros para classes superiores pode ser observada essencialmente na classe diamétrica nº 2. As classes superiores descrevem um aumento do número de indivíduos projetados para 2021, provenientes da migração desses de classes inferiores para as classes subsequentes.

Tabela 23. Frequência do número de indivíduos da espécie *Araucaria angustifolia* entre classes diamétricas observadas para o ano de 2009, e projetados para os anos de 2013, 2017 e 2021 da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS.

Número da classe	Classes diamétricas (cm)	Observado		Projeções	
		2009	2013	2017	2021
1	9,5-14,4	10,3	10,4	10,6	10,7
2	14,5-19,4	11,8	11,3	10,9	10,5
3	19,5-24,4	7,9	7,8	7,7	7,6
4	24,5-29,4	9,0	9,0	8,9	8,9
5	29,5-34,4	7,2	7,2	7,2	7,2
6	34,5-39,4	6,0	5,9	5,8	5,7
7	39,5-44,4	5,6	5,6	5,5	5,5
8	44,5-49,4	6,0	5,9	5,8	5,8
9	49,5-54,4	8,1	8,0	7,9	7,8
10	54,5-59,4	6,7	6,7	6,7	6,7
11	59,5-64,4	6,1	6,1	6,2	6,2
12	64,5-69,4	4,6	4,7	4,7	4,8
13	69,5-74,4	3,0	3,0	3,0	3,1
14	74,5-79,4	2,9	2,9	3,0	3,0
15	79,5-84,4	1,7	1,7	1,7	1,8
16	84,5-89,4	1,2	1,2	1,2	1,2
17	89,5-94,4	1,0	1,0	1,0	1,0
18	≥ 94,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Total (ind/ha)		99,8	99,3	98,7	98,2

Mesmo observado o recrutamento de novos indivíduos, o número total desses tende a diminuir, onde para o ano de 2009, foram observados 99,8 ind/ha, para o ano de 2013 esse valor reduz para 99,3 ind/ha, 98,7 ind/ha no ano e 2017 e finalmente chegando 98,2 ind/ha no ano de 2021, mostrando redução de 1,6 ind/ ha à medida que a floresta avança no tempo.

Os recrutamentos podem ser observados nas projeções da primeira classe diamétrica (Figura 24), onde há um sensível acréscimo do número de indivíduos por hectare que não pode ser justificado pela movimentação de classes inferiores.

As projeções da distribuição diamétrica seguiram a mesma estrutura observada da espécie no ano de 2009, embora *Araucaria angustifolia* não tenha configurado o padrão estrutural típico de florestas naturais balanceadas não alteradas, isso pode ser atribuído as características autoecológicas da espécie, que conferem uma distribuição bimodal dos diâmetros.

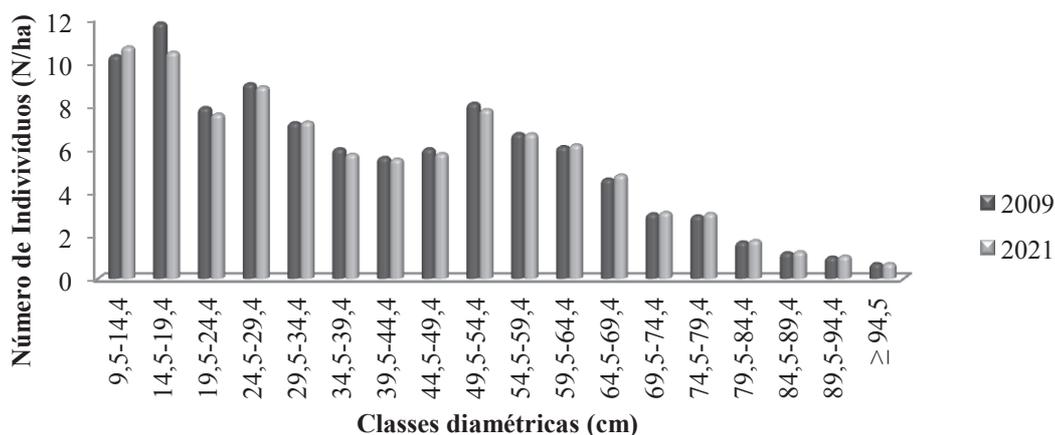


Figura 24. Distribuição da frequência de indivíduos por hectare observada entre classes diamétricas no ano de 2009, e projeção de frequência para classes diamétricas no ano de 2021 para a espécie *Araucaria angustifolia* na Flona de Francisco de Paula, RS.

Quando analisado o $\overline{\text{IAD}}$ das classes diamétricas, tem-se o seu aumento gradual a medida que se avança para classes diamétricas superiores (Figura 25). Essa análise indica que maiores taxas de crescimento são obtidas pelos indivíduos com maiores diâmetros. Os menores valores de desvio padrão são observados para as classes diamétricas inferiores que concentram maior número de indivíduos. O maior desvio padrão se encontra na última classe diamétrica em função dessa ser uma classe aberta.

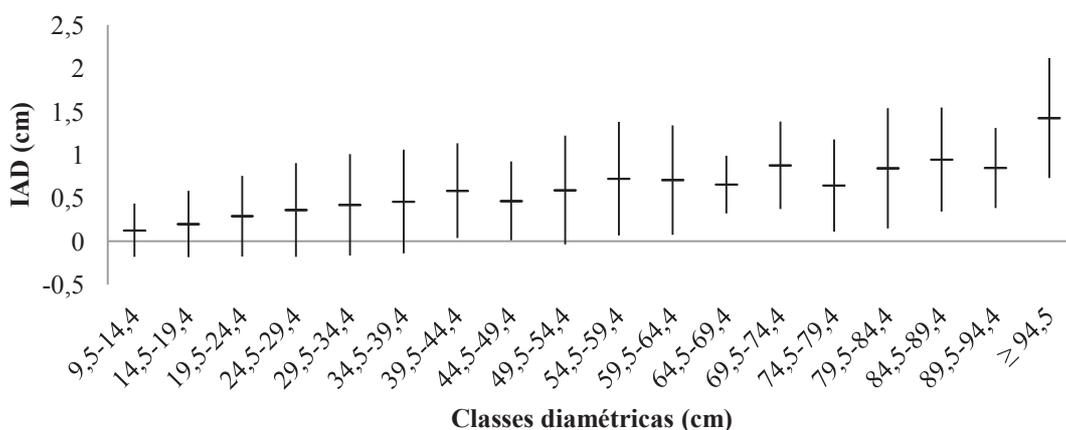


Figura 25. Médias dos incrementos periódicos em diâmetro entre classes diamétricas e respectivos desvios padronizados na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS entre os anos de 2006 e 2009.

As observações do presente estudo vêm a encontro do proposto por Soares (1979), onde o autor explica que *Araucaria angustifolia* vêm sendo naturalmente substituída pelo avanço de espécies latifoliadas. O baixo crescimento diamétrico seguido de uma estagnação quanto aos recrutamentos, infere uma redução lenta e gradual da importância dessa espécie. Corroborando com isso, autores como Maack (1948) e Rambo (2005), apresentam que o modelo sucessional na região da Floresta Ombrófila Mista descreve uma ocupação temporal no sentido: Campo, Floresta com Araucária, seguido por Floresta Latifoliada.

5.5 CONCLUSÕES

Por meio das projeções diamétricas empregadas na Floresta Ombrófila Mista, é possível inferir que a estrutura da floresta apresenta a tendência de redução quanto ao número total de indivíduos, com um leve aumento de densidade nas classes superiores de diâmetro, conferindo um amadurecimento da floresta. Observou-se uma tendência de maior crescimento diamétrico nos indivíduos que apresentam maior diâmetro.

A projeção diamétrica da família Lauraceae se diferenciou da estrutura de toda floresta por apresentar acréscimo quanto ao número total de indivíduos, atribuído a um maior recrutamento que mortalidade. O crescimento diamétrico da família também mostrou valores superiores ao encontrado para toda a floresta, indicando que as espécies da família Lauraceae devem aumentar sua importância na floresta com o decorrer do tempo.

A espécie *Araucaria angustifolia* não irá apresentar alterações intensas ao longo do tempo, mantendo sua estrutura futura semelhante a presente, com gradual redução de sua densidade. Seguindo o modelo observado da floresta, a espécie apresentou maior crescimento em diâmetro nas classes diamétricas superiores. De modo geral a dinâmica apresentada pela espécie reflete o próprio desenvolvimento da floresta, que substitui gradualmente as coníferas por espécies latifoliadas.

REFERÊNCIAS

- AUSTREGÉSILO, S.L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.227-232, mar./abr. 2004.
- CLUTTER, J.L. et al. **Timber Management: A Quantitative Approach**. New York : John Wiley and sons, 1983. 333p.
- ENRIGHT, N.; OGDEN, J. Applications of Transition Matrix Models in Forest Dynamics: Araucaria in Papua New Guinea and Nothofagus in New Zealand. **Journal of Ecology**, London, v.4, p.3-23, jan./dez. 1979.
- HIGUCHI, N. **Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon**. 1987. 129 p. Thesis (Doctor of Philosophy's Thesis) - Michigan State University, Detroit, Michigan.
- LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 113-150.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. v.1. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 384p.
- MAACK, R. **Notas Preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná**. Curitiba: 1948. (Arquivos de Biologia e Tecnologia, n.8).
- MARQUES, C.A. Importância econômica da família Lauraceae Lindl. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.195-206, jan./dez 2001.
- MEYER, H.A.; RECKNAGEL, A.B.; STEVENSON, D.D. **Forest management**. New York: The Ronald Press Company, 1961. 282p.
- NARVAES, I.S.; BRENA, D.A.; LONGHI, S.J. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.4, p.331-342, jan./mar. 2005.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Os Autores, 1997. 316p.
- PULZ, F.A. et al. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiana com a matriz de transição. **Cerne**, Lavras, v.5, n.1, p.01-14, jun./dez. 1999.
- RAMBO, S.J.B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3 ed. São Leopoldo: UNISINOS, 2005. 486p.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34-35, p.1-525, 1983.

ROCHA, R.M. **Taxa de recrutamento e mortalidade da floresta de terra-firme da bacia do rio Cuieiras na região de Manaus - AM.** 2001. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, AM.

SANQUETTA, C.R. et al. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.65-78, jan./mar. 1996.

SCOLFORO, J. R. et al. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e análise estrutural. In: SCOLFORO, J. R. (Ed.). **Manejo Florestal**. Lavras: FAEPE, 1998. p. 189-246.

SOARES, R.V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. **Floresta**, Curitiba, v.10, n.2, p.11-18, jul./dez. 1979.

STEPKA, T.F. **Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por meio de Matriz de Transição e Razão de Movimentação.** 2008. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, PR.

TEIXEIRA, L.M. et al. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus - AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazonica**, Manaus, v.37, n.3, p 377-384, jul./set. 2007.

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

VASCONCELOS, S.S.; HIGUCHI, N.; OLIVEIRA, M.V.N. Projeção da distribuição diamétrica de uma floresta explorada seletivamente na Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, Manaus, v.39, n.1, p.71-80, jan./mar. 2009.

WATZLAWICK, L.F. et al. Projeto Sistema Faxinal: implantação de um sistema de parcelas permanentes. In: SANQUETTA, C. R. (Ed.). **Experiências de Monitoramento no Bioma Mata Atlântica com uso de Parcelas permanentes.** Curitiba: Funpar, 2008. p. 177-210.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Estrutura Horizontal Calculada para o ano de 2000 na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Onde: DA - Densidade Absoluta (ind/ha); DR - Densidade Relativa; FA - Frequência Absoluta (%); Frequência Relativa (%); Doa - Dominância Absoluta (m²/ha); VC - Valor de Cobertura (%); VI – Valor de Importância (%).

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Araucaria angustifolia</i>	103,4	12,6	44,1	8,0	14,1	33,4	23,0	18,0
<i>Ilex brevicuspis</i>	45,6	5,6	27,6	5,0	3,2	7,6	6,6	6,0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	43,4	5,3	30,4	5,5	3,0	7,0	6,1	5,9
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	28,2	3,4	17,0	3,1	2,1	5,1	4,3	3,9
<i>Sebastiania commersoniana</i>	34,1	4,2	16,0	2,9	1,8	4,2	4,2	3,8
<i>Casearia decandra</i>	35,2	4,3	28,5	5,1	0,5	1,2	2,7	3,5
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	39,7	4,9	25,4	4,6	0,5	1,2	3,0	3,5
<i>Ilex paraguariensis</i>	32,0	3,9	24,0	4,3	0,9	2,1	3,0	3,4
<i>Siphoneugena reitzii</i>	27,6	3,4	15,3	2,8	0,9	2,1	2,7	2,8
<i>Ocotea pulchella</i>	18,9	2,3	16,0	2,9	1,2	2,9	2,6	2,7
<i>Eugenia psidiiflora</i>	26,0	3,2	16,5	3,0	0,5	1,1	2,1	2,4
<i>Nectandra megapotamica</i>	17,9	2,2	14,7	2,7	1,0	2,3	2,3	2,4
<i>Eugenia uruguayensis</i>	20,6	2,5	14,5	2,6	0,6	1,4	1,9	2,2
<i>Myrceugenia cucullata</i>	18,6	2,3	14,1	2,5	0,3	0,7	1,5	1,9
<i>Lamanonia ternata</i>	13,1	1,6	10,7	1,9	0,8	1,9	1,8	1,8
<i>Podocarpus lambertii</i>	13,8	1,7	9,3	1,7	0,8	2,0	1,8	1,8
<i>Dicksonia sellowiana</i>	15,7	1,9	9,0	1,6	0,7	1,6	1,8	1,7
<i>Ocotea puberula</i>	11,7	1,4	8,4	1,5	0,8	2,0	1,7	1,6
<i>Campomanesia rhombea</i>	14,2	1,7	10,8	2,0	0,4	0,9	1,3	1,5
<i>Matayba elaeagnoides</i>	13,5	1,7	9,6	1,7	0,5	1,2	1,4	1,5
<i>Sapium glandulosum</i>	11,9	1,5	8,7	1,6	0,5	1,1	1,3	1,4
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	12,4	1,5	8,8	1,6	0,3	0,8	1,2	1,3
<i>Roupala montana</i>	10,2	1,2	8,1	1,5	0,3	0,8	1,0	1,2
<i>Luehea divaricata</i>	11,7	1,4	5,8	1,1	0,4	1,0	1,2	1,2
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	7,8	1,0	6,0	1,1	0,5	1,3	1,1	1,1
<i>Vernonanthura discolor</i>	6,9	0,9	5,2	1,0	0,6	1,4	1,1	1,1
<i>Prunus myrtifolia</i>	8,2	1,0	7,4	1,4	0,3	0,7	0,9	1,0
<i>Myrsine umbellata</i>	7,9	1,0	6,8	1,2	0,2	0,5	0,8	0,9
<i>Eugenia involucrata</i>	8,2	1,0	6,8	1,2	0,2	0,5	0,7	0,9
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	7,4	0,9	5,7	1,0	0,2	0,6	0,8	0,8
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	7,0	0,9	6,5	1,2	0,1	0,3	0,6	0,8
<i>Inga vera</i>	7,6	0,9	5,0	0,9	0,2	0,4	0,7	0,7
<i>Myrciaria floribunda</i>	6,6	0,8	5,6	1,0	0,2	0,4	0,6	0,7
<i>Myrcia oligantha</i>	6,6	0,8	5,2	1,0	0,1	0,2	0,5	0,7
<i>Calypttranthes concinna</i>	6,5	0,8	5,1	0,9	0,1	0,2	0,5	0,6
<i>Myrceugenia miersiana</i>	6,3	0,8	4,7	0,9	0,1	0,2	0,5	0,6
<i>Citronella gongonha</i>	4,7	0,6	4,1	0,8	0,2	0,5	0,5	0,6
<i>Lonchocarpus campestris</i>	7,3	0,9	2,3	0,4	0,2	0,5	0,7	0,6
Continua...								

Continuação do APÊNDICE 1

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Scutia buxifolia</i>	5,4	0,7	3,5	0,6	0,2	0,4	0,5	0,6
<i>Ilex microdonta</i>	3,9	0,5	3,3	0,6	0,2	0,6	0,5	0,6
<i>Lithraea brasiliensis</i>	3,6	0,4	3,2	0,6	0,2	0,5	0,5	0,5
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	4,6	0,6	4,1	0,8	0,1	0,2	0,4	0,5
<i>Maytenus evonymoides</i>	4,8	0,6	3,8	0,7	0,1	0,2	0,4	0,5
<i>Myrcianthes gigantea</i>	4,1	0,5	3,4	0,6	0,1	0,3	0,4	0,5
<i>Annona rugulosa</i>	4,1	0,5	4,0	0,7	0,0	0,1	0,3	0,5
<i>Ocotea indecora</i>	3,5	0,4	2,6	0,5	0,2	0,5	0,4	0,5
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	3,9	0,5	3,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	3,7	0,5	3,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>Cupania vernalis</i>	3,3	0,4	3,2	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>Dasyphyllum tomentosum</i>	1,6	0,2	1,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3
<i>Casearia obliqua</i>	2,7	0,3	2,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,3
<i>Ilex dumosa</i>	2,4	0,3	1,9	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3
<i>Laplacea acutifolia</i>	2,5	0,3	1,4	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3
<i>Acca sellowiana</i>	2,9	0,4	1,8	0,3	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>Xylosma tweedianum</i>	1,8	0,2	1,6	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3
<i>Symplocos uniflora</i>	2,0	0,3	1,7	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	2,3	0,3	2,0	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	2,6	0,3	1,7	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Weinmania paulliniifolia</i>	1,0	0,1	1,0	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2
<i>Machaerium paraguariense</i>	2,2	0,3	1,4	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Myrsine sp.</i>	2,0	0,3	1,6	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Eugenia subterminalis</i>	2,0	0,3	1,5	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
NI	1,6	0,2	1,5	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Myrsine coriacea</i>	1,4	0,2	1,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
<i>Allophylus edulis</i>	1,5	0,2	1,4	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Cryptocarya moschata</i>	1,1	0,1	0,8	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	1,4	0,2	1,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Symplocos tetrandra</i>	0,9	0,1	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Picramnia parvifolia</i>	1,0	0,1	1,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Myrciaria delicatula</i>	0,9	0,1	0,9	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Banara parviflora</i>	1,0	0,1	1,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Solanum sp.</i>	1,0	0,1	0,9	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Solanum pseudoquina</i>	1,1	0,1	0,9	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Myrcianthes pungens</i>	1,0	0,1	0,8	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Solanum pabstii</i>	0,8	0,1	0,8	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Hennecartia omphalandra</i>	0,8	0,1	0,7	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Cinnamomum amoenum</i>	0,7	0,1	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Annona salicifolia</i>	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Celtis iguanaea</i>	0,7	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Inga sp.</i>	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Myrsine lorentziana</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Continua...								

Continuação do APÊNDICE 1

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Oreopanax fulvum</i>	0,5	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,5	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Cedrela fissilis</i>	0,5	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Duranta vestita</i>	0,5	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Styrax leprosus</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
<i>Myrsine laetevirens</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Banara tomentosa</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lonchocarpus sp.</i>	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>Myrceugenia oxysepala</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ilex theezans</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>SeQUIERIA aculeata</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Strychnos brasiliensis</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Alsophila sp.</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ocotea porosa</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>Symplocos pentandra</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Zanthoxylum kleinii</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Acacia bonariensis</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bignonia heptaphylla</i>	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Machaerium stipitatum</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrcia bombycina</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Piptocarpha notata</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cestrum sp.</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Guapira opposita</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrceugenia foveolata</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrciaria tenella</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Podocarpus lambertii</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Clethra uleana</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eugenia pluriflora</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dalbergia frutescens</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gordonia acutifolia</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cestrum intermedium</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cabralea canjerana</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coutarea hexandra</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	818,8	100,0	553,4	100,0	42,3	100,0	100,0	100,0

APÊNDICE 2: Estrutura Horizontal Calculada para o ano de 2009 na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Onde: DA- Densidade Absoluta (ind/ha); DR - Densidade Relativa; FA - Frequência Absoluta (%); Frequência Relativa (%); Doa - Dominância Absoluta (m²/ha); VC - Valor de Cobertura (%); VI – Valor de Importância (%).

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Araucaria angustifolia</i>	96,7	12,3	44,0	8,2	16,8	36,0	24,1	18,8
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	41,3	5,2	29,4	5,5	3,6	7,6	6,4	6,1
<i>Ilex brevicauspis</i>	44,3	5,6	26,9	5,0	3,5	7,6	6,6	6,1
<i>Casearia decandra</i>	46,6	5,9	32,9	6,2	0,6	1,4	3,7	4,5
<i>Ilex paraguariensis</i>	35,7	4,5	24,9	4,7	1,1	2,3	3,4	3,8
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	26,9	3,4	16,5	3,1	2,2	4,8	4,1	3,8
<i>Sebastiania commersoniana</i>	32,1	4,1	15,2	2,8	1,8	3,9	4,0	3,6
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	34,8	4,4	24,1	4,5	0,4	0,9	2,7	3,3
<i>Nectandra megapotamica</i>	19,7	2,5	16,6	3,1	1,2	2,5	2,5	2,7
<i>Ocotea pulchella</i>	18,1	2,3	15,5	2,9	1,4	2,9	2,6	2,7
<i>Siphoneugena reitzii</i>	25,7	3,3	14,4	2,7	1,0	2,0	2,7	2,7
<i>Eugenia psidiiflora</i>	24,5	3,1	15,7	2,9	0,5	1,0	2,1	2,4
<i>Eugenia uruguayensis</i>	20,4	2,6	14,5	2,7	0,6	1,3	1,9	2,2
<i>Lamanonia ternata</i>	13,4	1,7	10,8	2,0	0,9	2,0	1,9	1,9
<i>Dicksonia sellowiana</i>	16,0	2,0	9,8	1,8	0,8	1,6	1,8	1,8
<i>Podocarpus lambertii</i>	13,2	1,7	9,1	1,7	0,9	1,9	1,8	1,8
<i>Matayba elaeagnoides</i>	15,1	1,9	10,2	1,9	0,5	1,1	1,5	1,6
<i>Myrceugenia cucullata</i>	15,5	2,0	11,7	2,2	0,2	0,5	1,2	1,6
<i>Ocotea puberula</i>	9,7	1,2	7,4	1,4	0,9	2,0	1,6	1,6
<i>Campomanesia rhombea</i>	14,0	1,8	10,5	2,0	0,4	0,8	1,3	1,5
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	11,0	1,4	7,7	1,5	0,6	1,3	1,3	1,4
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	12,2	1,5	8,4	1,6	0,4	0,8	1,2	1,3
<i>Luehea divaricata</i>	12,0	1,5	6,1	1,2	0,5	1,0	1,3	1,2
<i>Sapium glandulosum</i>	9,8	1,3	7,6	1,4	0,4	0,9	1,1	1,2
<i>Roupala montana</i>	9,7	1,2	7,5	1,4	0,3	0,7	1,0	1,1
<i>Prunus myrtifolia</i>	8,2	1,1	7,4	1,4	0,3	0,6	0,8	1,0
<i>Vernonanthura discolor</i>	6,2	0,8	4,8	0,9	0,6	1,3	1,1	1,0
<i>Eugenia involucrata</i>	8,5	1,1	7,1	1,3	0,2	0,4	0,8	1,0
<i>Myrsine umbellata</i>	7,2	0,9	5,8	1,1	0,2	0,4	0,7	0,8
<i>Myrciaria floribunda</i>	6,5	0,8	5,6	1,1	0,1	0,3	0,6	0,7
<i>Inga vera</i>	7,0	0,9	4,8	0,9	0,2	0,4	0,6	0,7
<i>Calyptanthes concinna</i>	6,9	0,9	5,4	1,0	0,1	0,2	0,6	0,7
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	5,6	0,7	5,3	1,0	0,1	0,2	0,5	0,6
<i>Citronella gongonha</i>	4,7	0,6	4,1	0,8	0,2	0,4	0,5	0,6
<i>Lonchocarpus campestris</i>	7,2	0,9	2,4	0,5	0,2	0,4	0,7	0,6
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	4,8	0,6	4,1	0,8	0,2	0,4	0,5	0,6
<i>Scutia buxifolia</i>	5,4	0,7	3,5	0,7	0,2	0,4	0,6	0,6
<i>Ilex microdonta</i>	3,8	0,5	3,2	0,6	0,3	0,6	0,5	0,6
Continua...								

Continuação do APÊNDICE 2

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Annona rugulosa</i>	4,7	0,6	4,6	0,9	0,1	0,1	0,4	0,5
<i>Myrcia oligantha</i>	5,2	0,7	4,1	0,8	0,1	0,1	0,4	0,5
<i>Maytenus evonymoides</i>	4,8	0,6	4,0	0,8	0,1	0,2	0,4	0,5
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	4,6	0,6	4,0	0,8	0,1	0,2	0,4	0,5
<i>Ocotea indecora</i>	3,5	0,5	2,6	0,5	0,3	0,6	0,5	0,5
<i>Cupania vernalis</i>	4,0	0,5	3,8	0,7	0,1	0,2	0,4	0,5
<i>Myrceugenia miersiana</i>	4,2	0,5	3,5	0,7	0,1	0,1	0,3	0,4
<i>Lithraea brasiliensis</i>	2,7	0,3	2,5	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4
<i>Myrcianthes gigantea</i>	3,0	0,4	2,6	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2,9	0,4	2,7	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3
<i>Casearia obliqua</i>	3,3	0,4	2,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,3
<i>Laplacea acutifolia</i>	2,6	0,3	1,5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3
<i>Eugenia subterminalis</i>	2,7	0,3	2,0	0,4	0,1	0,1	0,2	0,3
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	2,7	0,3	2,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	2,2	0,3	2,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,3
<i>Weinmania paulliniifolia</i>	0,9	0,1	0,9	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3
<i>Ilex dumosa</i>	1,9	0,2	1,4	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
<i>Machaerium paraguariense</i>	2,2	0,3	1,4	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Myrsine sp.</i>	2,1	0,3	1,6	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	2,0	0,3	1,5	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Myrsine coriacea</i>	1,5	0,2	1,4	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Dasyphyllum tomentosum</i>	1,0	0,1	0,9	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
<i>Xylosma tweedianum</i>	1,4	0,2	1,3	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	1,4	0,2	1,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Cryptocarya moschata</i>	1,1	0,1	0,8	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
<i>Allophylus edulis</i>	1,2	0,2	1,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Myrcianthes pungens</i>	1,0	0,1	0,8	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Banara parviflora</i>	0,9	0,1	0,9	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Hennecartia omphalandra</i>	1,0	0,1	0,9	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Picramnia parvifolia</i>	0,9	0,1	0,9	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Myrciaria delicatula</i>	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Solanum pseudoquina</i>	0,8	0,1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Symplocos uniflora</i>	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Cedrela fissilis</i>	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Inga sp.</i>	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Cinnamomum amoenum</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Annona salicifolia</i>	0,5	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Celtis iguanaea</i>	0,6	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Styrax leprosus</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Acca sellowiana</i>	0,7	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Duranta vestita</i>	0,5	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Solanum pabstii</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Banara tomentosa</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Continua...								

Continuação do APÊNDICE2

Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Lonchocarpus sp.</i>	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Alsophila sp.</i>	0,4	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrsine laetevirens</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Solanum sp.</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrceugenia oxysepala</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oreopanax fulvum</i>	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Strychnos brasiliensis</i>	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ocotea porosa</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NI	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Clethra uleana</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seguiera aculeata</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Zanthoxylum kleinii</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Symplocos tetrandra</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Acacia bonariensis</i>	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gordonia acutifolia</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Miconia cinerascens</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cestrum intermedium</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cabrlea canjerana</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sloanea monosperma</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Podocarpus lambertii</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eugenia pluriflora</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dalbergia frutescens</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrceugenia subterminales</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ilex theezans</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Maytenus aquifolia</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coutarea hexandra</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	787,9	100,0	534,7	100,0	46,8	100,0	100,0	100,0