

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E  
CORRELAÇÃO AMBIENTAL NA FLORESTA  
NACIONAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Maria Raquel Kanieski**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2010**

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E  
CORRELAÇÃO AMBIENTAL NA FLORESTA NACIONAL DE  
SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS**

por

**Maria Raquel Kanieski**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de  
Concentração em Silvicultura, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**Orientador: Prof. Dr. Solon Jonas Longhi**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2010**

K16c

Kanieski, Maria Raquel, 1986-

Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS / Maria Raquel Kanieski. - 2010.  
99 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2010.

“Orientador: Prof. Dr. Solon Jonas Longhi”

1. Floresta 2. Floresta ombrófila mista 3. Fitossociologia  
4. Índices de dispersão 5. Análise da correção canônica I. Longhi, Solon Jonas II. Título

CDU: 630\*2

Ficha catalográfica elaborada por  
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E CORRELAÇÃO  
AMBIENTAL NA FLORESTA NACIONAL DE SÃO FRANCISCO DE  
PAULA, RS**

elaborada por  
**Maria Raquel Kanieski**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Solon Jonas Longhi, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Eleandro José Brun, Dr. (UTFPR)**

**Ivanor Müller, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 18 de janeiro de 2010.

*À minha família, José, Cassilda, João, Angélica e Helena, que sempre foram o meu  
alicerce em todos os momentos;*

*Ao meu noivo, Philipe, pelo amor, compreensão e força durante o trabalho;*

*Ao meu orientador Solon, que foi como um pai durante essa formação;*

*DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria, pela minha formação e possibilidade de realização do curso de Pós-graduação;

Aos meus pais, José e Cassilda Kanieski pelo apoio e amor incondicional em todos os passos da minha trajetória, por vocês serem os maiores incentivadores dos nossos estudos. Tenho certeza que todo esforço de vocês para chegarmos onde chegamos hoje não foi em vão. Obrigada por tudo;

Aos meus irmãos, João e Angélica, e a minha sobrinha Helena, que, mesmo longe sempre deram o maior apoio possível e sempre acreditaram no meu potencial. Obrigada, Mana, pela força e ajuda no momento de “aperto” e pela enorme criatividade nas soluções dos problemas. Vocês são parte de mim, amo-os demais;

Ao meu noivo Philippe Soares, pelo amor sem limite, pelas revisões e dicas em trabalhos e na dissertação, pela força nos momentos em que realmente precisei, e, mesmo longe, por estar sempre presente;

À Catarina e à Kelly, que viraram parte da família e hoje fazem parte da minha vida. Obrigado pela ajuda em casa e pela força em tudo, vocês são anjos que colocaram nas nossas vidas;

Aos meus grandes e verdadeiros amigos, cada um a sua maneira sempre me deram um grande apoio, principalmente nos duros momentos, levando tudo com grande compreensão, me ajudando a não deixar “a peteca cair”;

Ao meu Professor de Inglês e grande amigo Pyta, pelas correções no abstract, pela amizade, e por estar sempre disposto a ajudar;

Ao Professor, orientador e amigo Solon Jonas Longhi, pela orientação e dedicação indispensável no decorrer deste trabalho e durante todo o mestrado; muito obrigada pelo esforço, pela excelente contribuição por meio dos conhecimentos passados e por sempre estar presente quando eu realmente precisava. Obrigada por ter sido muito mais que um professor, por ter sido como um pai durante esses anos;

Aos colegas e amigos do Herbário, especialmente Ana Claudia, Cibele, Rafael, Floss e Régis, pelo apoio, pela parceria nas publicações, pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho, e pelas longas manhãs e tardes no laboratório, regadas a trabalho, pesquisa, conversas, risadas e chimarrão;

Ao Rafael Mazzardo e Marcelo Krug, pela ajuda na árdua tarefa de coleta de campo, vocês foram fundamentais neste trabalho;

Ao CNPQ e a CAPES, pela concessão de bolsa de estudos para a realização deste mestrado;

Ao Projeto de Longa Duração PELD-CNPQ, pela base de dados e estrutura para a execução desse trabalho, pela ajuda financeira nas idas a campo e na análise de dados;

Aos co-orientadores Rudiney Soares Pereira e Frederico Dimas Fleig, pelo apoio e assessoria técnica no decorrer desse trabalho. Professor Rudiney, obrigada também pela força em vários momentos e pelas indispensáveis cartas de recomendação;

Aos Professores Eleandro José Brun e Ivanor Müller, componentes da Comissão Examinadora, pela atenção dispensada na avaliação e as contribuições neste trabalho.

A todos vocês,

**Muito Obrigada por tudo!!!**

*“Acredita, porque sei, tu encontrarás alguma coisa  
muito maior nas florestas que em livros.  
Pedras e árvores te ensinarão aquilo que  
não poderás aprender dos mestres.”*

*(São Bernardo de Clairveaux)*

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E CORRELAÇÃO AMBIENTAL NA FLORESTA NACIONAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS**

AUTORA: MARIA RAQUEL KANIESKI

ORIENTADOR: SOLON JONAS LONGHI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de janeiro de 2010.

Populações e espécies estão desaparecendo devido às perturbações no ambiente por meio de atividades antrópicas. Diante do risco evidente de perda de biodiversidade, deve-se cada vez mais realizar ações de preservação, nas quais são necessárias ferramentas seguras capazes de medir a variação da diversidade no espaço e no tempo. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a estrutura e a diversidade no componente arbóreo e na regeneração natural em área de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. A amostragem da vegetação foi realizada por meio de 180 subunidades de 10m x 10m, onde foram inventariados todos os indivíduos arbóreos e da regeneração natural. Foram calculados os parâmetros de frequência e densidade, os índices de dispersão de MacGuinnes, Fracker e Brischle e Payandeh, e diferentes índices de diversidade alfa e beta. Os valores dos índices alfa foram correlacionados com variáveis ambientais pela Análise de Correspondência Canônica (CCA). Foram encontradas 102 espécies, distribuídas em 66 gêneros e 36 famílias. Os índices de dispersão revelaram diferentes padrões para o componente arbóreo e a regeneração natural. Os índices de Margalef, Shannon e os índices Beta obtiveram valores subestimados possivelmente influenciados pelo tamanho da unidade amostral. O índice de Menhinick representou a diversidade de forma bastante real mesmo em unidades amostrais pequenas. Os índices de Simpson e McIntosh denotaram baixa dominância e os índices de equidade demonstraram alta uniformidade nas espécies. A CCA mostrou que a diversidade está fortemente relacionada à declividade, pedregosidade e teores de areia grossa e argila no componente arbóreo, e a teores de argila, areia fina e silte na regeneração natural.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista; fitossociologia; índices de dispersão; índices alfa e beta; Análise de Correspondência Canônica.

## **ABSTRACT**

Master's Thesis  
Masters degree Forest Engineering Program  
Federal University of Santa Maria

### **FLORISTIC CHARACTERIZATION, DIVERSITY AND ENVIRONMENTAL CORRELATION IN THE NATIONAL FOREST OF SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS**

AUTHOR: MARIA RAQUEL KANIESKI

ADVISOR: SOLON JONAS LONGHI

Date and Place of Defense: Santa Maria, January 18<sup>th</sup>, 2010.

Populations and species are disappearing due to disturbances in the environment caused by human activities. Given the obvious risk of loss of diversity, it is increasingly necessary to take actions concerning preservation, in which safety features are necessary for measuring the variation of diversity in space and time. The aim of this study was to evaluate the structure and diversity in the arboreal component and natural regeneration in an area of Araucaria forest in the National Forest of São Francisco de Paula, RS. The vegetation sampling was performed by analyzing 180 subunits of 10m x 10m, where all the arboreal individuals and natural regeneration were inventoried. The parameters of frequency and density, dispersion indexes of MacGuinnes, Fracker and Brischle and Payandeh, and different alpha and beta indexes of diversity were calculated. The values of alpha indices were correlated with environmental variables by Canonical Correspondence Analysis (CCA). It was found 102 species, distributed in 66 genera and 36 families. The dispersion indexes showed different patterns for the arboreal component and natural regeneration. The Margalef, Shannon, and the Beta indexes were underestimated, possibly influenced by the size of sample unit. Index Menhinick represented the diversity in a very real form, even in small sampling units. The indexes of Simpson and McIntosh denote low dominance and the equity indexes showed high uniformity in species. The CCA showed that diversity is strongly related to declivity, stoniness and contents of sand and clay, in the arboreal component, and contents of clay, fine sand and silt, in natural regeneration.

Keywords: Mixed Rainy Forest; phytosociology; dispersion indexes; alpha and beta indexes; Canonical Correspondence Analysis.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Densidade e frequência das espécies do componente arbóreo na área amostrada da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	57
TABELA 2 – Densidade e frequência das espécies da regeneração natural na área amostrada da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	59
TABELA 3 – Índices de dispersão das espécies do componente arbóreo na área amostrada na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	64
TABELA 4 – Índices de dispersão das espécies da regeneração natural na área amostrada na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	66
TABELA 5 - Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre o valor dos índices de diversidade e as variáveis ambientais nas unidades amostrais para o componente arbóreo na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	84
TABELA 6 - Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre o valor dos índices de diversidade e as variáveis ambientais nas unidades amostrais para a regeneração natural na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	84
TABELA 7 – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica no componente arbóreo na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	85
TABELA 8 – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica na regeneração natural na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	86

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul .....	33
FIGURA 2 – Solos ocorrentes na FLONA de São Francisco de Paula, RS (Adaptado de GIASSON, 2009) .....	35
FIGURA 3 – Vista do Mirante no Perau do Macaco Branco na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	36
FIGURA 4 – Mata de Araucária na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	36
FIGURA 5 – Distribuição das parcelas do PELD/CNPQ na FLONA de São Francisco de Paula, RS .....	38
FIGURA 6 - Desenho esquemático das subparcelas em cada unidade amostral utilizada neste estudo na FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil .....	39
FIGURA 7 – Coleta de solo na FLONA de São Francisco de Paula, RS, por meio de trado holandês. 2008 .....	40
FIGURA 8 – Perfil do solo obtido por meio de tradagem na FLONA de São Francisco de Paula, RS, 2008 .....	41
FIGURA 9 – Triângulo guia para o agrupamento das classes de textura do solo (EMBRAPA, 1999) .....	42
FIGURA 10 – Índices de riqueza específica do componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	69
FIGURA 11 – Índices de riqueza específica da regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	70
FIGURA 12 – Índices de dominância do componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	73

FIGURA 13 – Índices de dominância da regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	74
FIGURA 14 – Índice de Shannon-Wiener para a regeneração natural e o componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	76
FIGURA 15 – Índices de equidade para o componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	79
FIGURA 16 – Índices de equidade para a regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 .....	80
FIGURA 17 – Diagrama de ordenação das unidades amostrais nos eixos 3 e 2, produzido pela Análise de Correspondência Canônica no componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 ...	87
FIGURA 18 – Diagrama de ordenação das unidades amostrais nos eixos 2 e 1 produzido pela Análise de Correspondência Canônica na regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008 ...	88

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1 Objetivo</b> .....	16
1.1.1 Objetivos específicos .....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
<b>2.1 Floresta Ombrófila Mista</b> .....	18
<b>2.2 Caracterização florística</b> .....	19
2.2.1 Densidade .....	22
2.2.2 Frequência .....	22
<b>2.3 Índices de dispersão</b> .....	23
<b>2.4 Avaliação da biodiversidade</b> .....	24
2.4.1 Índices de diversidade .....	26
<b>2.5 Análise multivariada</b> .....	30
2.5.1 Análise de Correspondência Canônica .....	31
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
<b>3.1 Caracterização da área de estudo</b> .....	33
<b>3.2 Amostragem</b> .....	37
<b>3.3 Coleta de dados</b> .....	39
3.3.1 Vegetação .....	39
3.3.2 Declividade do terreno .....	40
3.3.3 Características físicas do solo .....	40
<b>3.4 Caracterização florística</b> .....	42
3.4.1 Densidade .....	43
3.4.2 Frequência .....	43

<b>3.5 Índices de dispersão</b> .....	44
3.5.1 Índice de MacGuinnes .....	44
3.5.2 Índice de Fracker e Brischle .....	45
3.5.3 Índice de Payandeh .....	45
<b>3.6 Índices de biodiversidade</b> .....	45
3.6.1 Índices Alfa .....	46
3.6.1.1 Índice de Margalef .....	46
3.6.1.2 Índice de Menhinick .....	46
3.6.1.3 Índice de Simpson .....	47
3.6.1.4 Índice de Mcintosh .....	47
3.6.1.5 Índice de Shannon-Wiener .....	47
3.6.1.6 Índice de Pielou .....	48
3.6.1.7 Índice de Hill .....	48
3.6.1.8 Índice de Alatalo .....	49
3.6.2 Índices Beta .....	49
3.6.2.1 Índice de Similaridade de Jaccard .....	49
3.6.2.2 Coeficiente de Similaridade de Sorensen .....	50
<b>3.7 Análise de Correspondência Canônica</b> .....	50
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	52
<b>4.1 Caracterização florística</b> .....	52
4.1.1 Densidade .....	54
4.1.2 Frequência .....	55
<b>4.2 Índices de dispersão</b> .....	60
4.2.1 Índice de MacGuinnes (IGA) .....	60
4.2.2 Índice de Fracker e Brischle (Ki) .....	62
4.2.3 Índice de Payandeh (Pi) .....	63
<b>4.3 Índices de biodiversidade</b> .....	67
4.3.1 Índices Alfa .....	67
4.3.1.1 Riqueza específica .....	67
4.3.1.2 Dominância .....	71
4.3.1.3 Informação .....	75
4.3.1.4 Equidade .....	77
4.3.2 Índices Beta .....	81

<b>4.4 Análise de Correspondência Canônica .....</b>	<b>82</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cobertura florestal nativa no Brasil sofre um processo de destruição contínua, seja por meio da retirada de madeira, de queimadas, da expansão de fronteiras agrícolas, entre outros fatores, o que caracteriza extremo descaso com os recursos naturais ainda existentes.

Das áreas florestais remanescentes, a maioria está concentrada na forma de Unidades de Conservação e, muitas vezes, pulverizada em pequenos fragmentos, geralmente dispersos no interior dos estados brasileiros. Essa fragmentação causa a instabilidade das populações, comunidades e ecossistemas, acarretando a perda de biodiversidade (CAIRNS, 1988).

No Brasil, a área original de Floresta Ombrófila Mista era de aproximadamente 200.000km<sup>2</sup>. Hoje, estima-se que seus remanescentes, nos estágios primários ou mesmo avançados, não perfazem mais de 0,7% da área original (BRASIL, 2002), o que a coloca entre as tipologias mais ameaçadas atualmente. Existem poucos estudos sobre este tipo florestal, o qual é constituído de diversas comunidades. Esses estudos se tornam cada vez mais importantes para subsidiar o estabelecimento de planos de conservação que sejam eficientes para esses ecossistemas.

Qualquer estratégia de proteção ao meio ambiente deve assegurar a manutenção da biodiversidade. O conjunto dos seres vivos que habita um país constitui um patrimônio insubstituível, porque cada espécie, bem como cada população, abriga na sua composição genética a informação de milhões de anos de adaptações evolutivas. No entanto, para que se possam exercer planos de manejo e proteção das reservas naturais, são necessárias ferramentas confiáveis capazes de medir a sua variação no espaço e no tempo.

A necessidade de se buscar formas de quantificar a biodiversidade se dá principalmente pela forma subjetiva de como esta geralmente é feita, o que acarreta dificuldades na comparação da biodiversidade em diferentes áreas.

Avaliar a biodiversidade de um ecossistema pelo seu componente florestal parte do pressuposto de que o componente arbóreo é o que sustenta um ecossistema florestal (COUTO, 2005).

A quantificação da diversidade por meio da regeneração natural permite uma completa caracterização da floresta como um ecossistema, e não só pelo seu componente arbóreo; possibilita uma avaliação aproximada das intervenções efetuadas nos povoamentos, bem como da sua intensidade, e fornece uma visão aproximada do volume da biomassa existente na floresta, cuja presença pode ser bastante relevante no que diz respeito à prevenção de incêndios, potencial energético e caracterização da biodiversidade.

O presente trabalho integra o conjunto de estudos e pesquisas previstas no Projeto Ecológico de Longa Duração – PELD/CNPQ – “Conservação e Manejo Sustentável de Ecossistemas Florestais – Bioma Araucária e suas Transições”, em andamento nas Unidades Experimentais de Pesquisa: Floresta Nacional de São Francisco de Paula e Fazenda Tupi, Nova Prata, RS.

Diante do exposto, a importância deste trabalho se dá principalmente pelo fato de fornecer subsídios, a partir da análise da estrutura e diversidade da vegetação, para a manutenção e conservação da biodiversidade na FLONA de São Francisco de Paula.

## **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é avaliar a estrutura e a biodiversidade no componente arbóreo e na regeneração natural em área de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, por meio de diferentes parâmetros fitossociológicos e índices de diversidade, a fim de encontrar aquelas variáveis que melhor representem a situação atual da diversidade no ambiente de estudo.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos incluem:

- avaliar a composição florística e a estrutura da vegetação por meio de alguns parâmetros fitossociológicos;
- testar diferentes índices de dispersão da vegetação, com o intuito de verificar qual índice melhor representa a distribuição das espécies ao longo da área de estudo;

- testar diferentes índices de biodiversidade alfa e beta, visando encontrar aqueles que melhor representem a diversidade do ecossistema em questão;
- correlacionar os valores encontrados nos índices de diversidade alfa com parâmetros ambientais, visando explicar os resultados obtidos nos índices por meio de Análise de Correspondência Canônica.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Floresta Ombrófila Mista

O Brasil abriga enorme diversidade florística dentro da sua vasta extensão territorial, abrangendo diferentes biomas e regiões fitoecológicas, sendo a Floresta Ombrófila Mista (FOM) definida como uma dessas regiões, de acordo com a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992).

A FOM apresenta ocorrência preferencial nos estados do Sul do Brasil, sendo inconfundível fisionomicamente devido à presença da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, como típica e caracterizadora desse bioma, e também elementos dos gêneros *Drymis* e *Podocarpus*, ocorrendo em associações diversificadas com espécies das famílias *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Aquifoliaceae*, *Anacardiaceae*, *Salicaceae*, *Euphorbiaceae*, *Sapindaceae*, entre outras. A também chamada Mata de Araucária tem sido considerada um dos mais notáveis biomas em termos de valor ecológico, por abrigar espécies típicas e atributos biológicos únicos em todo o planeta. Igualmente, por apresentar uma exuberância de recursos madeireiros e não-madeireiros, teve grande influência no desenvolvimento do Sul do Brasil a partir do início do século passado, gerando progresso e riqueza nessa região (KLEIN, 1960).

Essa formação florestal é resultante da interpenetração de floras de origem austral-andina e floras de origem tropical afro-brasileira, e apresenta quatro formações distintas: aluvial, em terraços antigos ao longo dos flúvios; submontana, de 50 até mais ou menos 400m de altitude; montana, de 400 até mais ou menos 1000m de altitude; e altomontana, situada a mais de 1000m de altitude (VELOSO et al., 1991; IBGE, 1992). As floras tropicais com as quais apresenta relações florísticas são a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional da Bacia Paraná-Uruguaí. A Floresta Ombrófila Mista ocorre intercaladamente com áreas savânicas e estépicas, originando um sistema em mosaico que caracteriza grande parte da paisagem da região Sul do país (KLEIN, 1960).

Em toda a parte onde a FOM estabelece contato com a savana, numerosos exemplares de araucária dispersam-se por esta. Nas regiões onde o fogo ou outros fatores não impedem seu avanço, surgem agrupamentos da espécie, demonstrando seu potencial de dispersão. O fogo, seja espontâneo ou provocado pelo homem,

pode ter contribuído para definir tanto a localização como os limites, e pode ter servido de barreira para a expansão dos sistemas florestais, particularmente da Floresta Ombrófila Mista, pois plântulas e indivíduos juvenis da araucária são muito sensíveis a queimadas (KLEIN, 1960; PILLAR e QUADROS, 1997).

Na Floresta Ombrófila Mista, a *Araucaria angustifolia* forma uma cobertura muito característica, por vezes contínua, dando a impressão de tratar-se de uma formação uniestratificada. No entanto, sob a cobertura das copas das araucárias, encontram-se outras espécies de árvores, arbustos, ervas, epífitos e lianas, que variam em abundância e porte, dependendo do local e do estágio de desenvolvimento da comunidade (KLEIN, 1960).

Desde o início da colonização, a FOM – assim como todos os demais sistemas florestais do estado do Rio Grande do Sul – foi exaustivamente explorada, sem que houvesse qualquer preocupação com a sua preservação ou com a sustentabilidade dos processos extrativistas (HUECK, 1972). Em consequência, a Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul encontra-se altamente devastada e no princípio do seu desaparecimento. O intenso desmatamento reduziu a extensa área que era coberta por essa formação fitoecológica a fragmentos esparsos, os quais geralmente encontram-se alterados e, por consequência, empobrecidos em sua composição florística original.

Os raros e diminutos remanescentes ainda existentes, muitos deles profundamente alterados, são encontrados em locais de difícil acesso, em áreas particulares ou nas poucas Unidades de Conservação existentes. Apesar disso, devem ser considerados como valiosos recursos naturais renováveis, passíveis de utilização tanto pelas presentes como pelas futuras gerações.

## **2.2 Caracterização florística**

O conhecimento da vegetação é necessário para inúmeras atividades de investigação e desenvolvimento, por sua importância no sistema ecológico, captadora e transformadora da energia solar, porta de entrada da energia e da matéria na cadeia trófica, armazenadora de energia, provedora de refúgio para a fauna, agente antierosivo do solo, regulador do clima local, redutor da contaminação atmosférica e do ruído, fonte de matéria prima para o homem, fonte de bem-estar

espiritual e cultural por seu valor estético, recreativo e educativo (MATTEUCCI e COLMA, 1982).

A vegetação, por ser o componente do ecossistema, é usada com frequência para delimitar unidades ecológicas mais homogêneas. Nesse sentido, os estudos da vegetação concentram-se na classificação dos tipos fitossociológicos. Para tanto, utiliza-se a vegetação para identificar e definir os limites dos sistemas ecológicos ou de zonas uniformes de uma região. Serve assim para o planejamento de atividades produtivas, para determinação de unidades ecológicas de interesse particular e para tomada de decisão sobre o uso dos resultados das pesquisas, a toda unidade homogênea e a todas as zonas características similares (LONGHI, 1997).

Avaliar um ecossistema pelo seu componente florestal parte do pressuposto de que o componente arbóreo é o que sustenta um ecossistema florestal, sendo então base importante para o habitat de comunidades de animais e também de outras espécies vegetais. Dessa forma, a caracterização expressa através das espécies arbóreas pode representar de forma bastante aproximada as características como um todo no local (COUTO, 2005).

Analisar a regeneração natural de uma área florestal permite uma investigação efetiva para diagnosticar o estado de conservação do fragmento e a resposta ao manejo e, além disso, seus processos regenerativos são importantes para o sucesso de seu manejo, o qual necessita de informações básicas em qualquer nível de investigação (DANIEL e JANKAUSKIS, 1989; AMADOR e VIANA, 2000).

Para descrever as características da comunidade vegetal, é habitual utilizar parâmetros fitossociológicos que hierarquizam as espécies segundo sua importância na estruturação da comunidade. Segundo Grombone et al. (1990), estudos fitossociológicos são de máxima importância para a caracterização do papel exercido por cada espécie dentro da fitocenose, e também contribuem de forma decisiva para a indicação dos estágios sucessionais e para melhor avaliação da influência de fatores de clima, solo e ação antrópica nas comunidades vegetais.

De acordo com Felfili e Rezende (2003), fitossociologia é o estudo de métodos de reconhecimento e definição de comunidades vegetais no que se refere à origem, estrutura, classificação e relações com o meio. Segundo os autores, a partir da aplicação de um método fitossociológico, pode-se fazer uma avaliação momentânea da estrutura da vegetação.

Inúmeros são os trabalhos que estudam a caracterização florística em áreas de Floresta Ombrófila Mista, sendo citados posteriormente alguns dos mais recentes. Cordeiro e Rodrigues (2007) caracterizaram a estrutura fitossociológica de um remanescente de FOM em Guarapuava, PR, por meio da análise da densidade, frequência, dominância, valor de importância e valor de cobertura. A estrutura horizontal da floresta foi caracterizada por cinco espécies: *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Casearia decandra*, *Capsicodendron dinisii* e *Allophylus edulis*, que juntas somaram 64,85% do total do valor de importância, 74,36% do valor de cobertura e 87,63% da dominância.

Sonego et al. (2007) descreveram a estrutura na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, por meio dos parâmetros de frequência, densidade, dominância e valor de importância, encontrando a *Araucaria angustifolia* como a espécie de maior densidade, frequência, dominância e valor de importância.

Schaaf et al. (2006) estudaram as alterações florístico-estruturais ocorridas em uma FOM na Estação Experimental da UFPR, em São João do Triunfo, PR. Os parâmetros utilizados para descrever a estrutura foram a densidade, frequência, dominância, valor de cobertura e valor de importância. A análise dos parâmetros fitossociológicos mostrou que a *Araucaria angustifolia* se consolida como a espécie mais característica e importante da comunidade estudada.

No município de General Carneiro, PR, Watzlawick et al. (2005) analisaram a estrutura florística de FOM por meio das variáveis densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância. A análise da estrutura horizontal da floresta possibilitou constatar que as cinco espécies com maior valor de importância foram: *Ocotea porosa* (12,95%), *Araucaria angustifolia* (12,45%), *Ilex paraguariensis* (5,80%), *Myrsine ferruginea* (4,39%) e *Styrax leprosus* (4,38%).

Em um remanescente de FOM no município de Pinhais, PR, Seger et al. (2005) analisaram a fitossociologia do local por meio dos parâmetros de densidade, dominância, frequência e valor de importância em áreas com dois diferentes tipos de solo. As espécies de maior valor de importância encontradas no Cambissolo Húmico foram *Araucaria angustifolia* (50,94), *Podocarpus lambertii* (46,42) e *Myrcia multiflora* (27,76), enquanto que para o Gleissolo Háplico, *Myrsine umbellata* (71,51) e *Sebastiania commersoniana* (32,52).

### 2.2.1 Densidade

A densidade expressa o número de indivíduos por unidade de área. A densidade relativa de uma espécie é a proporção entre a densidade absoluta da espécie e a densidade total da comunidade (MATTEUCI e COLMA, 1982; DURIGAN, 2003).

De acordo com Durigan (2003), determinar a densidade de uma espécie pode ser difícil em alguns casos, como espécies lenhosas que rebrotam a partir de raízes, formando “indivíduos clonais”. Neste caso, a autora estabelece como critério que, se a conexão entre indivíduos não é visível acima do solo, consideram-se indivíduos distintos.

### 2.2.2 Frequência

A frequência é a relação entre o número de parcelas em que determinada espécie ocorre. Indica a dispersão média de cada espécie e é expressa em percentagem. É dada pela probabilidade de se encontrar uma espécie em uma unidade de amostragem, e o seu valor indica o número de vezes que a espécie ocorre, em um dado número de amostras. Assim, maiores valores de frequência indicam que a espécie está bem distribuída horizontalmente ao longo da vegetação amostrado (MATTEUCCI e COLMA, 1982; FELFILI e REZENDE, 2003).

De acordo com Matteucci e Colma (1982), a frequência depende do tamanho da unidade amostral e do número de indivíduos. Quanto maior o tamanho da unidade amostral, bem como o número de indivíduos, maior será a frequência. Segundo os mesmos autores, o padrão espacial das espécies também afeta a estimativa da frequência, por exemplo, considerando o mesmo número de indivíduos, com o mesmo tamanho e número de unidades amostrais, as espécies com distribuição regular apresentam uma frequência maior que as espécies com padrão agregado. Nessas condições, quanto mais agregado é o padrão, menor é o resultado da frequência.

## 2.3 Índices de dispersão

Os padrões espaciais de uma espécie podem ser estudados em escala macro (biogeográfica), meso (comunidades) ou micro, que considera a distribuição espacial dos indivíduos dentro de uma comunidade. Dentro de uma escala micro, o padrão espacial dos indivíduos de uma população segue três tipos básicos: aleatório ou ao acaso, uniforme ou regular e agregado (HAY e BIZERRIL, 2000).

Legendre e Fortin (1989) afirmaram que os padrões espaciais são um ponto crucial em várias teorias ecológicas, pois muitas ideias partem do princípio de que indivíduos próximos no espaço e no tempo estão mais sujeitos a serem influenciados pelos mesmos processos locais.

O estudo de padrões de distribuição espacial é hoje uma das ferramentas mais utilizadas para entender o comportamento de diversos fenômenos (ANJOS et al., 1998). Segundo Barros e Machado (1984), o conhecimento do padrão espacial das espécies pode fornecer informações sobre a ecologia, subsidiar a definição de estratégias de manejo e conservação, auxiliar em processos de amostragem e esclarecer a estrutura espacial de uma espécie.

Diversos índices de dispersão vêm sendo utilizados para análise de vegetação. Dentre estes pode-se citar McGuinnes, Fracker e Brischle e Payandeh.

O Índice de McGuinnes é dado pela relação densidade observada/densidade esperada. Quando o índice estiver entre 1 e 2, denota uma tendência ao agrupamento; maior que 2, indica que a espécie apresenta um padrão de distribuição agregado; quando for igual a 1, que a espécie tem padrão de distribuição aleatório; e quando o valor é menor que 1, é uma indicação de que a espécie tem uma distribuição uniforme (BARROS e MACHADO, 1984).

De acordo com Barros e Machado (1984), o Índice de Fracker e Brischle é baseado no mesmo princípio de McGuinnes, e relaciona as densidades observadas e esperadas. Para esse índice, um valor menor que 0,15 indica uma distribuição aleatória dos indivíduos; um valor entre 0,15 e 1 indica tendência ao agrupamento; e valor maior que 1 indica um padrão de distribuição agregado.

Obtém-se o grau de agregação da espécie pelo Índice de Payandeh por meio da relação entre a variância do número de árvores por parcela, e a média do número de árvores. Quando o valor for igual a 1, a distribuição é aleatória; quando for menor

que 1, a distribuição é uniforme; e, quando for maior que 1, é tida como agregada (PAYANDEH, 1970).

Seger et al. (2005) analisaram a dispersão dos indivíduos em um remanescente de FOM no município de Pinhais, PR, por meio do Índice de Dispersão de McGuinnes. Nenhuma das espécies registradas em Cambissolo Húmico apresentou distribuição espacial agregada, oito espécies apresentaram tendência ao agrupamento, 11 tiveram ocorrência aleatória e as demais, distribuição uniforme. No Gleissolo Háplico, três espécies apresentaram agregação de indivíduos; sete apresentaram tendência ao agrupamento, enquanto que as restantes apresentaram distribuição uniforme.

Nascimento et al. (2001) estudaram o padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de FOM no município de Nova Prata, RS. Para a estimativa da distribuição espacial, os autores utilizaram o Índice de Dispersão de Payandeh. Por esse índice, 46,67% das espécies foram classificadas como agregadas, 35,55% como aleatórias e 17,78% como com tendência ao agrupamento.

Em Floresta Ecotonal na Região Norte do Mato Grosso, Ubialli et al. (2009) estudaram o padrão de distribuição dos indivíduos na área de estudo por meio dos índices de McGuinnes e Fracker e Brischle. O padrão preponderante de distribuição das espécies foi o aleatório nas parcelas de 400m<sup>2</sup> e agregado nas de 10.000m<sup>2</sup>.

## **2.4 Avaliação da biodiversidade**

A biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza e fonte de imenso potencial de uso econômico. Ela é base das atividades agrícolas, pecuárias, pesqueiras e florestais, e também a base para a estratégica indústria da biotecnologia. As funções ecológicas desempenhadas pela diversidade biológica são ainda pouco compreendidas, muito embora se considere que ela seja responsável pelos processos naturais e produtos fornecidos pelos ecossistemas e espécies que sustentam outras formas de vida e modificam a biosfera, tornando-a apropriada e segura para a vida (SALAS et al., 2005).

Diversidade biológica ou biodiversidade são expressões que se referem à variedade da vida no planeta, ou à propriedade dos sistemas vivos de serem

distintos. Engloba as plantas, os animais, os micro-organismos, os ecossistemas e os processos ecológicos em uma unidade funcional (DIAS e CORADIN, 1999).

Segundo Ricklefs (1990), a diversidade é considerada como uma indicação do bem-estar do ecossistema. Ela indica diretamente a necessidade de proteção de determinado local, ou seja, quanto maior o valor de biodiversidade, maior o valor o ecossistema em questão.

Por se tratar de uma estrutura extremamente complexa, a biodiversidade se torna um problema para a avaliação, fazendo com que haja a necessidade de procurar variáveis simplificadas para a sua determinação (NOSS, 1999). Algumas delas – como a composição, tipo de regeneração, naturalidade, espécies introduzidas, presença de árvores mortas e o padrão da paisagem – foram definidos segundo a 4ª Conferência Ministerial sobre a Proteção de Florestas, em Viena, 2002. Sobretudo a biodiversidade é importante, já que representa o estado de conservação dos ecossistemas, nomeadamente os florestais, onde pode ajudar a avaliar a sustentabilidade com que os recursos são geridos (SALAS et al., 2005).

Noss (1999) afirma que é necessário especificar as questões que o monitoramento da biodiversidade pretende responder e validar as relações entre os indicadores e os componentes dela e o que eles representam. O mesmo autor sugere alguns passos para a implementação de um programa de monitoramento da biodiversidade: determinar os objetivos principais e secundários das variáveis a serem avaliadas; recolher e integrar os dados existentes, estabelecer as condições base; identificar zonas de alto risco; formular questões para serem respondidas pelo monitoramento; selecionar indicadores; identificar áreas de controle e tratamentos, definir e implementar um esquema de amostragem; validar as relações entre os indicadores e os objetivos secundários e, ainda, analisar tendências e recomendar ações de gestão.

A diversidade biológica é um tema central da teoria ecológica e tem sido objeto de amplo debate. Atualmente se tem desenvolvido uma grande quantidade de parâmetros para a medição da biodiversidade como um indicador do estado dos sistemas ecológicos, com aplicabilidade prática para fins de conservação, manejo e monitoramento ambiental (MAGURRAN, 1988).

A biodiversidade pode ser expressa em quatro níveis: diversidade de genes, de espécies, de povoamento e de ecossistemas. Ela pode ser apreciada pelo número (riqueza) de diferentes categorias biológicas e pela abundância relativa

(equitabilidade) dessas categorias; e também pela variabilidade no nível local (alfa diversidade), pela complementaridade biológica entre habitats (beta diversidade) e variabilidade entre paisagens (gama diversidade) (WHITTAKER, 1972). Ela inclui, portanto, a totalidade dos recursos vivos, ou biológicos, e dos recursos genéticos, e seus componentes.

A diversidade encontrada dentro das espécies é base fundamental da biodiversidade em níveis superiores. A variação genética determina a forma como uma espécie interage com o seu ambiente e com outras espécies. Segundo Moreno (2001), a diversidade genética de uma espécie é fruto de sua história evolutiva e não pode ser modificada.

#### 2.4.1 Índices de diversidade

Os índices florísticos são as ferramentas primárias para avaliação dos dados, além de descreverem o quão diverso um ambiente pode ser em comparação a outro. Através da fitossociologia, pode ser avaliado o grau de desenvolvimento e a interação das espécies com o ambiente, as diferenças locais que ocorrem na vegetação, como resposta a variações do relevo, do solo e ainda do microclima da região. Um ambiente mais favorável a uma espécie fornece condições de dominância sobre outras e, em função das exigências ambientais, contribui para a diversidade (RODE, 2008).

A grande maioria dos métodos propostos para quantificar a biodiversidade de espécies refere-se à diversidade dentro das comunidades, ou seja, a alfa. Dentro desta, existem métodos baseados na quantificação do número de espécies presentes (riqueza específica) e aqueles baseados na estrutura da comunidade, ou seja, na distribuição proporcional do valor de importância de cada espécie. Estes ainda podem se basear na informação, na dominância ou na equidade da comunidade (MORENO, 2001).

As medidas de riqueza de espécies proporcionam uma expressão compreensível e instantânea da diversidade (MAGURRAN, 1988). Dentro dos índices de riqueza de espécies, pode-se citar os índices de Margalef e Menhinick. Estes índices fazem uma relação entre o número de espécies e o número de indivíduos, sendo que, quanto maior a área da unidade amostral, maior será o número de espécies inseridas e, conseqüentemente, maior será o valor do índice

(LUDWIG e REYNOLDS, 1988; MAGURRAN, 1988; MORENO, 2001). Segundo Magurran (1988), uma das grandes vantagens dos índices de Margalef e Menhinick é a facilidade dos cálculos destes, sendo utilizados com êxito em diversos trabalhos científicos.

Os índices mais usados são aqueles baseados na teoria da informação. Esses índices baseiam-se na lógica de que a diversidade, ou informação, em um sistema natural, pode ser medida de um modo semelhante à informação contida em um código ou mensagem (MAGURRAN, 1988). Shannon e Wiener obtiveram a função que se conhece como índice de Shannon-Wiener. Em muitos trabalhos encontra-se uma denominação errada deste como “Shannon-Weaver”, como em Cordeiro e Rodrigues (2007) e Narvaes et al. (2005). Este índice considera que os indivíduos são amostrados ao acaso a partir de uma população “indefinidamente grande” (PIELOU, 1975; LUDWIG e REYNOLDS, 1988; MAGURRAN, 1988). Segundo Magurran (1988), esse índice assume que todas as espécies estão representadas na unidade amostral. O índice de Shannon assume valor de zero quando há apenas uma espécie, e o logaritmo do número de espécies, quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos. Segundo Felfili e Rezende (2003), os valores de Shannon geralmente situam-se entre 1,3 e 3,5, podendo exceder 4,0 e alcançar em torno de 4,5 em ambientes florestais tropicais. As autoras ainda afirmam que esse índice atribui maior valor às espécies raras e é um dos melhores índices para ser usado em comparações, caso não haja interesse em separar abundância de raridade.

Os índices baseados na dominância são parâmetros inversos aos conceitos de uniformidade ou equidade da comunidade. Estes índices levam em conta a representatividade das espécies com maior valor de importância, sem avaliar a contribuição das demais espécies (MORENO, 2001). Dentre estes, podem-se citar os índices de Simpson e McIntosh. O índice de Simpson mostra a probabilidade de que dois indivíduos extraídos ao acaso de uma dada comunidade sejam de espécies diferentes. Este índice é fortemente influenciado pelas espécies mais abundantes da unidade amostral enquanto é menos sensível à riqueza de espécies (LUDWIG e REYNOLDS, 1988; MAGURRAN, 1988). O índice de McIntosh, segundo Magurran (1988), não é em si um índice de dominância, porém, pode ser calculado como uma medida de diversidade ou de dominância que seja independente do número total de indivíduos.

Os índices de equidade ou uniformidade mostram de que forma o número de indivíduos está distribuído entre as espécies, denotando menor ou maior uniformidade na composição das parcelas. Dentre estes, pode-se citar o índice de Pielou, de Hill e Alatalo. O índice de Pielou é o mais comumente utilizado dentro da categoria equidade, e mede a proporção da diversidade observada com relação à máxima diversidade esperada. O valor deste índice varia de 0 a 1, sendo que, quando atingir o valor 1, significa que todas as espécies são igualmente abundantes (LUDWIG e REYNOLDS, 1988; MORENO, 2001).

O índice de Hill é pouco utilizado para vegetação, com maior uso em estudos faunísticos. Este índice se refere à distribuição da abundância das espécies, ou seja, a maneira pela qual a abundância está distribuída entre as espécies de uma comunidade. Quando todas as espécies em uma amostra são igualmente abundantes, o índice de equidade deve assumir o valor máximo, e decresce, tendendo a zero, à medida que as abundâncias relativas das espécies divergem dessa igualdade. Ele tem como parâmetros os índices de Simpson e Shannon. Segundo Moreno (2001), o índice de Hill pode causar alguns mal-entendidos em alguns casos particulares: alcança valores altos quando a equidade é alta ou quando uma espécie domina a comunidade.

O índice de Alatalo é conhecido como índice de Hill modificado. Este índice vai se aproximar de zero quanto menor for a igualdade na composição das espécies nas diferentes parcelas (LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Segundo Moreno (2001), este índice não é recomendado porque, ao ser utilizado em comparações, tende a supervalorizar a equidade, tendo uma relação não linear com esta.

A diversidade beta ou entre habitats representa o grau de mudança de espécies, bem como a mudança biótica por meio de gradientes ambientais (WHITTAKER, 1972). Ela está baseada em proporções ou diferenças, que podem ser quantificadas com base em índices ou coeficientes de similaridade, de dissimilaridade ou de distância entre as parcelas, a partir de dados qualitativos ou quantitativos, assim como pelos índices de diversidade beta propriamente ditos.

Segundo Magurran (1988), o sistema mais fácil para medir a diversidade beta entre pares de localidades é mediante o uso dos coeficientes de similaridade. Os mais utilizados são os índices de Jaccard e Sorensen. Esses índices estão desenhados para serem iguais a 1 em casos de similaridade completa (quando as duas séries de espécies são idênticas), e igual a zero se as parcelas são

dissimilares e não têm espécies em comum. Uma das grandes vantagens nessas medidas é a sua simplicidade. Porém, isso também pode ser uma desvantagem, já que os coeficientes não consideram a abundância de espécies. Todas as espécies possuem um peso igual na equação, independente de serem abundantes ou raras (MAGURRAN, 1988).

A diversidade gama pode ser definida como a riqueza nas espécies de determinado grupo de habitats, que resulta como consequência da diversidade alfa e da beta. Porém, são raros os trabalhos estudados nesse âmbito (WHITTAKER, 1972).

Alguns trabalhos têm sido realizados com a finalidade de se avaliar a biodiversidade em Floresta Ombrófila Mista, porém, grande parte dos trabalhos restringe-se a um pequeno número de índices de biodiversidade. Silvestre (2009) comparou a diversidade em três fragmentos de FOM no estado do Paraná, por meio do índice de Shannon. A similaridade foi analisada pelos índices de Jaccard e Sorensen.

Rode (2008), na Floresta Nacional do Irati, PR, analisou a diversidade da área de FOM por meio dos índices de Simpson, Shannon e Pielou, e avaliou a similaridade na composição das parcelas por meio do índice similaridade de Jaccard.

Cordeiro e Rodrigues (2007), em um remanescente de FOM em Guarapuava, PR; e Sonogo et al. (2007), na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, analisaram a diversidade por meio dos Índices de Shannon e Pielou.

Schaaf et al. (2006) estudaram as alterações florístico-estruturais ocorridas em uma FOM na Estação Experimental da UFPR, em São João do Triunfo, PR. A diversidade de espécies foi determinada mediante o quociente de mistura de Jentsch, Índice de Margalef, Índice de Odum, Índice de Menhinick, Índice de Mcintosh e Índice de Simpson.

No município de General Carneiro, PR, Watzlawick et al. (2005) avaliaram a diversidade em área de FOM por meio do Índice de Shannon e Índice de Simpson.

Em um remanescente de FOM no município de Pinhais, PR, Seger et al. (2005) utilizaram o Índices de Shannon e Jaccard para análise da diversidade alfa e beta, respectivamente.

Saueressig et al. (2005) comparou a similaridade na composição florística entre uma área de Floresta Ombrófila Mista e uma área de regeneração natural de

um reflorestamento adulto de *Araucaria angustifolia*, ambas na Floresta Nacional de Irati, PR, por meio dos índices de biodiversidade de Margalef, de Menhinik, de Mcintosh, de Shannon e de Simpson.

## 2.5 Análise Multivariada

Análise Multivariada refere-se a todos os métodos estatísticos que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre cada indivíduo ou objeto de investigação. Qualquer análise simultânea de mais de duas variáveis pode ser considerada análise multivariada (HAIR Jr. et al., 2005).

Segundo Ferreira (1996), os modelos multivariados possuem, em geral, um propósito, através do qual o pesquisador pode testar ou inferir a respeito de uma hipótese sobre um determinado fenômeno. No entanto, a sua utilização adequada depende do bom conhecimento das técnicas e das suas limitações.

De acordo com Hair Jr. et al. (2005), a dificuldade de definir análise multivariada é que o termo “multivariada” não é usado de maneira consistente na literatura. Para ser considerada verdadeiramente como multivariada, todas as variáveis devem ser aleatórias e inter-relacionadas, de maneira que seus diferentes efeitos não podem ser significativamente interpretados de forma separada.

Scheeren et al. (2000) afirmam que o propósito da análise multivariada é tratar os dados como um todo, sumarizando-os e revelando sua estrutura. Em contraste, métodos estatísticos tradicionais tratam somente uma das diversas variáveis a cada tempo e não têm efeito para analisar tais agrupamentos de dados.

Os usos de métodos multivariados têm sido aplicados em diferentes áreas, como: psicologia, ciências sociais, biologia, educação, geologia, química, física, engenharia, ergonomia, entre outras. A aplicação dessas técnicas em grande escala somente é possível graças ao avanço da tecnologia computacional e ao grande número de aplicativos computacionais estatísticos com módulos de análise multivariada implementados (MINGOTI, 2005).

A estatística multivariada se divide basicamente em dois grupos: o primeiro é constituído pelas técnicas exploratórias de sintetização (ou simplificação) da estrutura de variabilidade dos dados, e o segundo, constituído pelas técnicas de inferência estatística. Fazem parte do primeiro grupo métodos como a análise de componentes principais, análise fatorial, análise de correlações canônicas, análise

de agrupamento, análise discriminante e análise de correspondência. Esses métodos têm um apelo prático muito interessante, pois, em geral, independem do conhecimento da forma matemática da distribuição de probabilidades geradora dos parâmetros. No segundo grupo, encontram-se os métodos de estimação de parâmetros, testes de hipóteses, análise de variância, de covariância e de regressão (MINGOTI, 2005).

### 2.5.1 Análise de Correspondência Canônica

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) é centrada na identificação e quantificação da associação entre dois grupos de variáveis. Esse método realiza uma análise direta de gradientes, pressupondo respostas unimodais, baseadas na média ponderada dos dados, sintetizando, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis (TER BRAAK, 1995).

De acordo com Hair Jr. et al. (2005), a análise de correspondência canônica é um modelo estatístico multivariado que facilita o estudo de inter-relações entre conjuntos de múltiplas variáveis dependentes e múltiplas variáveis independentes.

Esse método é largamente utilizado em estudos florísticos por possibilitar, de forma relativamente simples, a correlação entre espécies com fatores ambientais, podendo fornecer subsídios para explicar a ocorrência de espécies de acordo com as características do meio.

Narvaes (2004) utilizou, em área de FOM, Análise de Correspondência Canônica para avaliar a magnitude dos fatores ambientais responsáveis pela formação de grupos ecológicos e estabelecimento de espécies. A ordenação das unidades amostrais e das espécies provou que existe um nítido gradiente topográfico influenciando a formação de microhabitats, e o conseqüente estabelecimento de algumas espécies com demandas ecofisiológicas adaptadas a tais ambientes, sendo que o gradiente topográfico, juntamente com a declividade, é responsável pela alteração do grau de umidade, evidenciando a importância desses fatores ecológicos na formação de microhabitats.

Na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Gomes (2005), determinou os fatores ecológicos limitantes para a ocorrência das espécies indicadoras dentro de grupos determinados pela análise de cluster por meio de Análise Canônica. A

análise mostrou quais os fatores ecológicos são determinantes para a formação dos grupos ecológicos, juntamente com suas espécies preferenciais e indicadoras, provando ser uma técnica importante na análise da correlação das variáveis ambientais com as espécies.

Também na Flona de São Francisco de Paula, Ribeiro (2004) utilizou CCA para avaliar a relação dos fatores ambientais responsáveis pela formação de grupos ecológicos, encontrando como fatores ecológicos relevantes para o desenvolvimento das espécies a umidade do solo, inclinação do terreno, profundidade do solo, cor do solo, quantidade de pedra e densidade do sub-bosque.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

A Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula, administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), constitui-se numa Unidade de Conservação de Uso Sustentável, caracterizando-se como uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas. O objetivo deste tipo de Unidade de Conservação (UC) é compatibilizar a conservação da natureza com o uso múltiplo sustentável dos seus recursos naturais e estimular a pesquisa científica.

A FLONA está localizada no nordeste do Rio Grande do Sul, na região dos Campos de Cima da Serra, na cidade de São Francisco de Paula, na Serra Gaúcha (Figura 1). Possui uma área total de 1.606,69ha, dos quais 901,9ha são ocupados por florestas nativas (Floresta Ombrófila Mista e Densa), e mais de 600ha por florestas plantadas (*Pinus* sp., *Araucaria angustifolia* e *Eucalyptus* sp.), e o restante por outras áreas como, campos, lagos, infra-estrutura entre outros.

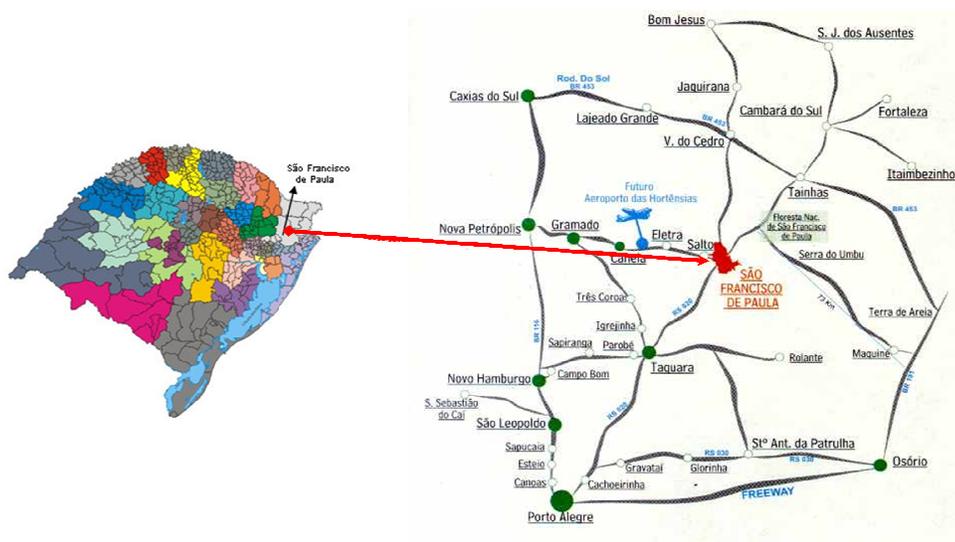


Figura 1 – Localização da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul

O entorno legal da FLONA possui uma área de 51.904,7ha. Ali se encontram também as Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Riozinho, ao Sul, e a da Rota do Sol, ao Norte, que inclui a Estação Ecológica Estadual (EEE) de Aratinga (DOBROVOLSKI et al., 2006).

Segundo o relato de funcionários da FLONA, a área atual que abrange a unidade era ocupada, na época da chegada dos europeus, por grupos indígenas do tronco Gê. Posteriormente, esta fez parte de uma sesmaria, que tinha como principal atividade a pecuária. A parte sul da área também foi colonizada por portugueses, alemães e italianos que desenvolviam uma agricultura de subsistência.

A FLONA foi criada com o nome de Estação Florestal de Morrinhos, com a principal finalidade de realizar o plantio da *Araucaria angustifolia*, com a tentativa de restabelecer as áreas prioritariamente ocupadas por Floresta Ombrófila Mista e que haviam sido desmatadas desde a época de colonização (SALOMÃO, 1997). A sua área inicial era de 885ha. Sob a portaria 561 do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) de 25 de outubro de 1968, passou a denominar-se Floresta Nacional de São Francisco de Paula (SILVEIRA, 2006).

A exploração dos recursos florestais na FLONA tem como prioridade a utilização dos recursos madeiráveis, principalmente *Pinus* sp., e também recursos não-madeiráveis, como a coleta do pinhão. A unidade também conta com o uso turístico, educacional e de pesquisa (SILVEIRA, 2006).

A região é uma das mais úmidas do estado, com pluviosidade superior a 2.000mm e com temperatura média anual de aproximadamente 14,5° C. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo “Cfb”, mesotérmico médio (MORENO, 1961). A umidade relativa média é de 83,9%. O verão é caracterizado por temperaturas amenas e o inverno por constante e intenso frio, no qual a média de temperatura é próxima de 0° C. As geadas são frequentes no semestre mais frio, podendo nevar nos invernos mais rigorosos. Devido à altitude e proximidade da encosta, a região é atingida por fortes nevoeiros (IBDF, 1983).

Os solos encontrados na FLONA (Figura 2) são dos tipos Cambissolo Húmico Alumínico, Chernossolo Argilúvico Férrico e Neossolo Litólico Eutrófico (EMBRAPA, 1999). Os Cambissolos são solos argilosos, profundos, moderadamente drenados, fortemente ácidos e pobres em nutrientes. Estes são ideais para o cultivo de pastagens naturais, espécies frutíferas e também de florestas. Os Chernossolos são solos escuros, com alta fertilidade e altos teores de matéria orgânica. Ocorrem em

terrenos ondulados, sendo susceptíveis à erosão. São usados para fruticultura, silvicultura e, em terrenos mais planos, para cultivos anuais. Os Neossolos são solos novos, pouco desenvolvidos. Ocorrem em relevo fortemente ondulado e montanhoso. São solos ricos em nutrientes, e ideais para cultivo de espécies frutíferas e florestas (GIASSON, 2009).



Figura 2 – Solos ocorrentes na FLONA de São Francisco de Paula, RS (Adaptado de GIASSON, 2009). (A: Cambissolo Húmico Alumínico, B: Chernossolo Argilúvico Férrico, C: Neossolo Litólico Eutrófico)

Segundo Ribeiro et al. (2007), a área da FLONA é marcada por relevo ondulado a fortemente ondulado na parte norte, com altitude de 930m e acidentado na parte sul, formando cânions com mais de 100m de profundidade, como podem ser visualizados no Arroio Lajeado e Usina e nos peraus do Macaco Branco (Figura 3).

A vegetação florestal predominante pertence à Floresta Ombrófila Mista, Mata de Araucária ou Floresta de Pinheiro-brasileiro (Figura 4). Além da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que imprime um caráter fisionômico nessa vegetação, é comum encontrar outras espécies arbóreas características desse tipo fitogeográfico, como o *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs (branquilho), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (pinheiro-bravo), dentre outras. Possui a peculiaridade de situar-se entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Ombrófila Densa, possuindo então espécies endêmicas como *Oreapanax*

*fulvum* Marchal (tamanqueira), típica da Mata Atlântica (NARVAES, 2004). O mesmo autor ainda descreve que o endemismo não se dá de forma mais acentuada pelo fato da mata se situar nos Campos de Cima de Serra, onde há uma barreira física para as espécies da Mata Atlântica por parte dos Cânions.



Figura 3 – Vista do Mirante no Perau do Macaco Branco na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008



Figura 4 – Mata de Araucária na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

### 3.2 Amostragem

O trabalho foi realizado nas áreas de inventário contínuo do PELD/CNPQ (Figura 5). O método de amostragem utilizado foi o método de área fixa, que, de acordo com Péllico Netto e Brena (1997), é o método que seleciona as árvores a serem amostradas nas unidades amostrais proporcionais à área da unidade e à frequência dos indivíduos que nela ocorrem.

A localização das parcelas em campo foi realizada com auxílio do GPS (*Global Positioning System*) de localização do tipo Garmim. Foram tomadas as coordenadas geográficas do ponto inferior esquerdo de cada conglomerado. Estas unidades foram marcadas por meio de teodolito, formando ângulos de  $90^{\circ}$  a partir do centro da unidade, os quais totalizaram cem quadrados de 10x10m, sendo então demarcadas com canos de PVC.

As unidades amostrais consistem em 10 conglomerados permanentes de 100m x 100m (10.000m<sup>2</sup>), os quais foram divididos em 10 faixas de 10m x 100m (1.000m<sup>2</sup>) e estas subdivididas em 10 subunidades de 10m x 10m (100m<sup>2</sup>).

Para este trabalho, das 10 unidades amostrais de 100m x 100m, onde se realizou o inventário por censo no PELD, foram selecionadas seis unidades distantes entre si, com o objetivo de identificar locais com características ambientais distintas. As seis parcelas selecionadas foram: 1537, 1538, 1539, 1540, 1543 e 1546. Dentro de cada unidade amostral selecionada, ainda foram sorteadas 30 subunidades, sendo três subunidades por faixa do total de 10 faixas em cada unidade de 100m x 100m, onde foram feitos os levantamentos de vegetação e de parâmetros ambientais. A distribuição das subparcelas selecionadas em cada parcela pode ser observada na Figura 6.

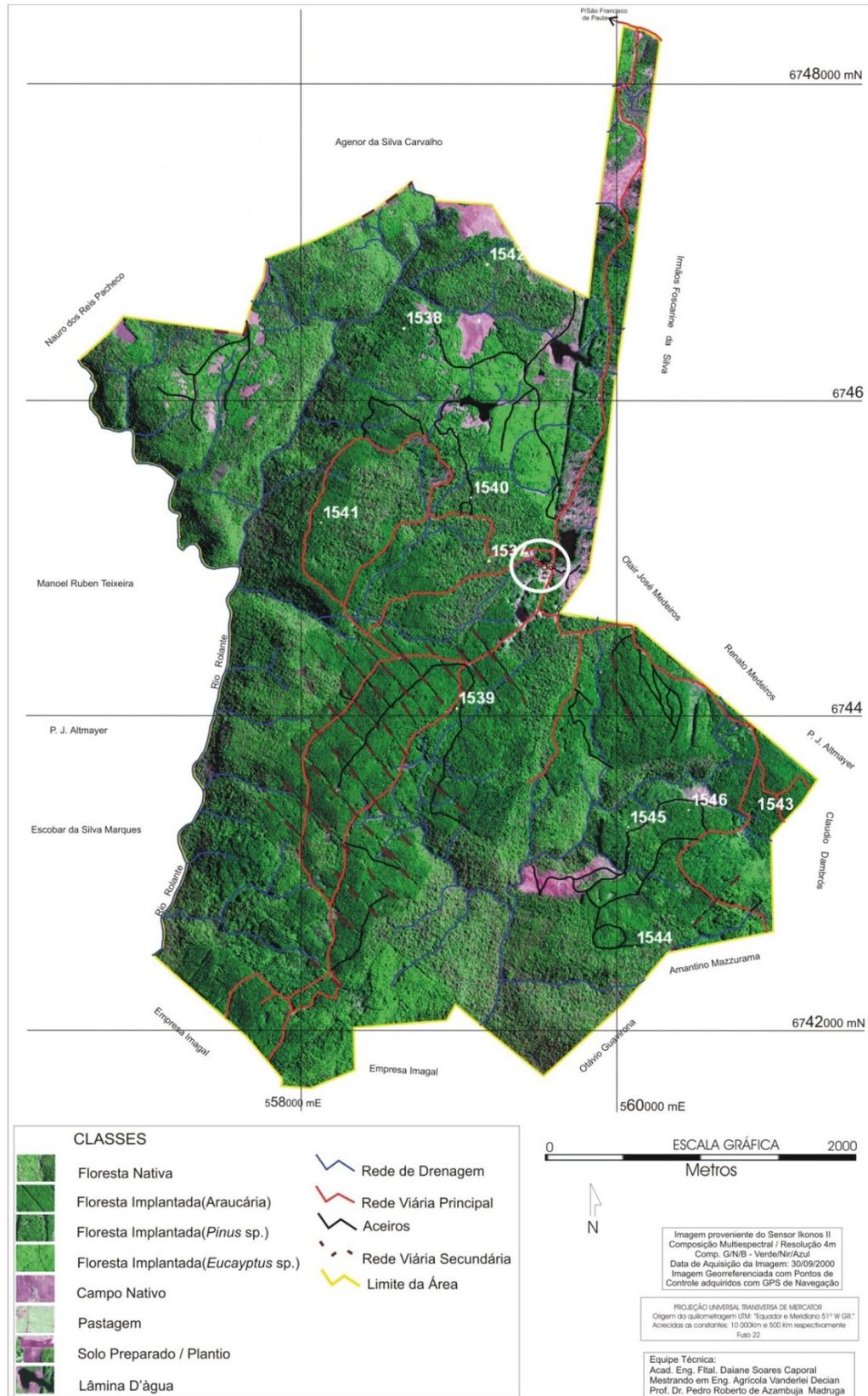


Figura 5 – Distribuição das parcelas do PELD/CNPQ na FLONA de São Francisco de Paula, RS

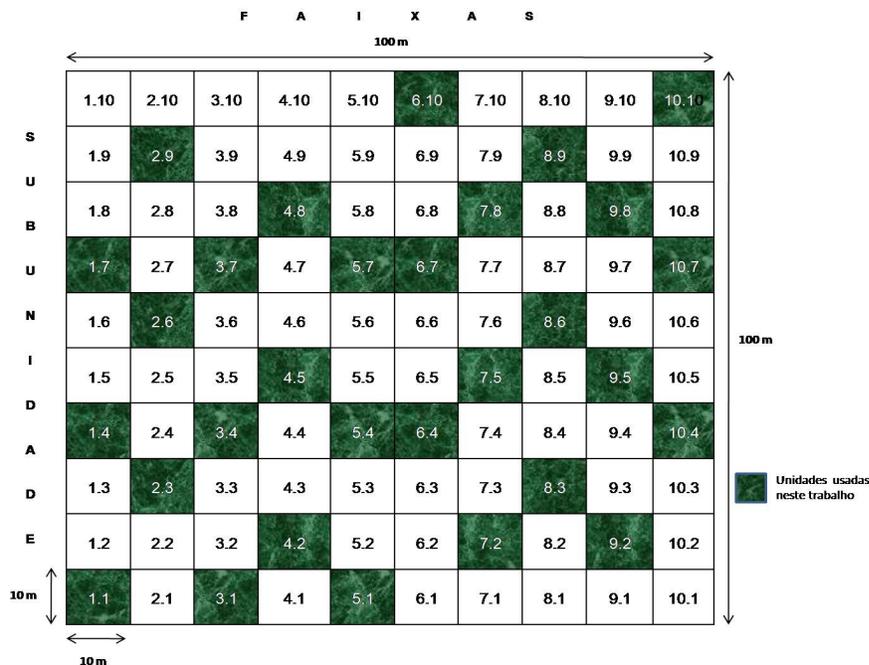


Figura 6 - Desenho esquemático das subparcelas em cada unidade amostral utilizada neste estudo na FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil

### 3.3 Coleta de dados

#### 3.3.1 Vegetação

Consideraram-se como regeneração natural todos os indivíduos com altura superior a 1,30m e com circunferência à altura do peito (CAP) mínima de 3,0cm, até a circunferência limite de 29,9cm. Já como componente arbóreo consideraram-se todos os indivíduos com CAP maior ou igual a 30cm. Os indivíduos amostrados foram numerados e identificados botanicamente, coletando-se material botânico, em caso de dúvida, registrando-se o número da planta e o nome vulgar. A identificação, em nível de família, gênero e espécie, foi obtida por meio de consulta ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF), seguindo o Sistema de Classificação APG II (APG, 2003).

### 3.3.2 Declividade do terreno

A declividade foi determinada para todas as subunidades, com cinco coletas em cada subunidade, sendo uma no centro da subunidade e as outras quatro nos vértices, por meio de Hipsômetro Digital *Forestor Vertex*. Foi registrada em valores absolutos.

### 3.3.3 Características físicas do solo

Nas características físicas do solo foram avaliadas a espessura da manta, profundidade do solo, pedregosidade e textura do solo.

As coletas de solo, para a análise em laboratório, foram realizadas por meio de trado holandês (Figura 7), com cinco coletas em cada subunidade, sendo uma no centro da subunidade e as outras quatro nos vértices.



Figura 7 – Coleta de solo na FLONA de São Francisco de Paula, RS, por meio de trado holandês. 2008

A espessura da manta foi realizada por meio de régua métrica, medindo desde o início da manta até o primeiro horizonte do solo.

Em cada tradagem foi descrito o perfil do solo (Figura 8), identificando e medindo a profundidade de cada horizonte. A profundidade foi registrada em valores

absolutos. Os valores máximos encontrados equivalem à altura possível de tradagem do trado holandês (90cm).



Figura 8 – Perfil do solo obtido por meio de tradagem na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

A pedregosidade foi avaliada pela visualização superficial na subunidade, sendo classificada como baixa (menos de 50% de pedras na área), média (em torno de 50% de pedras na área) e alta (mais de 50% de pedras na área).

A textura refere-se à proporção relativa das frações granulométricas que compõem a massa do solo (LEMOS e SANTOS, 1996). No Sistema Brasileiro de Classificação de solos (EMBRAPA, 1999), usam-se agrupamentos texturais (Figura 9) para classificar os solos, assim denominados: textura arenosa (classes areia e areia franca), textura média (menos de 35% de argila e mais de 15% de areia), textura argilosa (35% a 60% de argila), textura muito argilosa (mais de 60% de argila), e textura siltosa (menos de 35% de argila e 15% de areia). Os grupos textura arenosa e textura média geralmente se originam de rochas sedimentares psamíticas (arenitos), e os demais, de rochas magmáticas, metamórficas ou sedimentares (granulações siltosa e argilosa).

Para a análise da textura do solo, foram coletadas amostras de solo em cada perfil, até os primeiros 10cm de solo, as quais foram posteriormente analisadas no Laboratório de Ecologia Florestal, na Universidade Federal de Santa Maria.

Segundo Gonçalves (2002), os solos de textura grossa são chamados de leves, e os de textura fina, de pesados, o que indica a maior ou menor resistência oferecida ao seu preparo. Solos com mais de 15% de argila revelam plasticidade (capacidade de aderir a outros objetos). Quanto mais rico em argila silicatada, maior a pegajosidade, a plasticidade, a capacidade de retenção de água, e menor permeabilidade do solo.

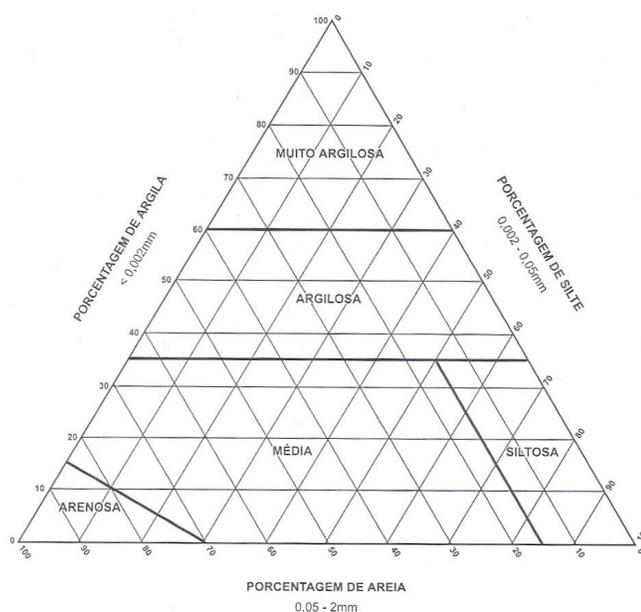


Figura 9 – Triângulo guia para o agrupamento das classes de textura do solo (EMBRAPA, 1999)

### 3.4 Caracterização florística

As estimativas dos parâmetros da estrutura horizontal incluem a frequência, a densidade, a dominância, e os índices do valor de importância e do valor de cobertura de cada espécie amostrada. Na caracterização florística da vegetação (arbóreo e regeneração) deste trabalho, não foram avaliados os parâmetros de dominância, valor de importância e valor de cobertura, por não terem sido utilizados os dados de área basal necessários para o cálculo destes. Os seguintes parâmetros fitossociológicos, citados por diversos autores (MATTEUCI e COLMA, 1982; DURIGAN, 2003; FELFILI e REZENDE, 2003), foram utilizados para descrever a

estrutura horizontal da vegetação, calculados por meio do Aplicativo computacional Mata Nativa 2, desenvolvido por Souza et al. (2008):

#### 3.4.1 Densidade

Este parâmetro informa a densidade, em números de indivíduos por unidade de área, com que a espécie ocorre no povoamento. Assim, maiores valores de  $DAi$  (item 1) e  $DRi$  (item 2) indicam a existência de um maior número de indivíduos por hectare da espécie no povoamento amostrado.

$$DAi = \frac{ni}{A} \quad (1)$$

$$DRi = \frac{DAi}{DT} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

$DAi$ = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;

$ni$ = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem;

$A$ = área total amostrada, em hectare;

$DRi$ = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;

$DT$ = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas).

#### 3.4.2 Frequência

Este parâmetro informa com que frequência a espécie ocorre nas unidades amostrais. Assim, maiores valores deste parâmetro indicam que a espécie está bem distribuída horizontalmente ao longo da área amostrada. Pode ser absoluta (item 3) ou relativa (item 4):

$$FAi = \frac{Ui}{Ut} \times 100 \quad (3)$$

$$FRi = \frac{FAi}{\sum_{i=1}^P FAi} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

FAi= frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

FRi= frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

Ui= número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

Ut= número total de unidades amostrais;

P= número de espécies amostradas.

### 3.5 Índices de dispersão

Para avaliar a distribuição espacial das espécies dentro da área de estudo, foram utilizados os seguintes índices de dispersão, citados por Barros e Machado, (1984) e Payandeh (1970), calculados por meio do Aplicativo computacional Mata Nativa 2, desenvolvido por Souza et al. (2008):

#### 3.5.1 Índice de MacGuinnes

O índice de MacGuinnes (item 5) denota o grau da dispersão das espécies, tendo distribuição uniforme quando o índice for menor que 1, aleatória quando o índice for igual a 1, com tendência ao agrupamento quando estiver entre 1 e 2, e com distribuição agregada quando for maior que 2.

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i} \quad (5)$$

Em que:

IGA<sub>i</sub>= índice de MacGuinnes para a i-ésima espécie;

D<sub>i</sub>= densidade observada da i-ésima espécie ( $D_i = \frac{n_i}{U_t}$ );

d<sub>i</sub>= densidade esperada da i-ésima espécie ( $d_i = \ln(1 - f_i)$ );

f<sub>i</sub>= frequência absoluta da i-ésima espécie ( $f_i = \frac{U_i}{U_t}$ );

n<sub>i</sub>= número de indivíduos da i-ésima espécie;

U<sub>i</sub>= número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

U<sub>t</sub>= número total de unidades amostrais.

### 3.5.2 Índice de Fracker e Brischle

Assim como o índice de MacGuinnes, o índice de Fracker e Brischle (item 6) relaciona a densidade observada com a densidade esperada. A espécie terá distribuição aleatória quando o índice for menor ou igual a 0,15; tendência ao agrupamento quando o índice tiver valores entre 0,15 e 1; e distribuição agregada quando o índice for maior que 1.

$$K_i = \frac{D_i - d_i}{d_i^2} \quad (6)$$

Em que:

$K_i$ = índice de Fracker e Brischle estimado para a  $i$ -ésima espécie;

$D_i$ = densidade observada da  $i$ -ésima espécie;

$d_i$ = densidade esperada da  $i$ -ésima espécie.

### 3.5.3 Índice de Payandeh

O índice de Payandeh (item 7) é obtido por meio da relação entre a variância do número de árvores por parcela, e a média do número de árvores. Quando o valor for igual a 1, a distribuição é aleatória; quando for menor que 1, a distribuição é uniforme; e, quando for maior que 1, é tida como agregada.

$$P_i = \frac{S_i^2}{M_i} \quad (7)$$

Em que:

$P_i$ = índice de Payandeh para  $i$ -ésima espécie;

$S_i^2$ = variância do número de árvores da  $i$ -ésima espécie;

$M_i$ = média do número de árvores da  $i$ -ésima espécie.

## 3.6 Índices de biodiversidade

Os índices de biodiversidade que servirão de avaliação para o presente trabalho foram apresentados por Krebs (1989), Waite (2000) e Moreno (2001). Estes

foram calculados para cada unidade amostral locada na área de estudo, por meio do aplicativo computacional Microsoft Excel 2003.

### 3.6.1 Índices Alfa

#### 3.6.1.1 Índice de Margalef

O índice de Margalef (item 8) demonstra a riqueza específica e refere-se ao número total de indivíduos. É utilizado para estimar a biodiversidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies. Quanto maior o valor do índice, maior é a biodiversidade da comunidade amostrada.

$$R_1 = \frac{(S-1)}{\ln n} \quad (8)$$

Em que:

- R<sub>1</sub>= índice de Margalef para a comunidade vegetal;
- S= número total de espécies na comunidade vegetal;
- n= número total de indivíduos na comunidade vegetal.

#### 3.6.1.2 Índice de Menhinick

Este índice (item 9) baseia-se na relação entre o número de espécies e o número total de indivíduos observados, que aumenta consoante aumenta o tamanho da parcela.

$$R_2 = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

Em que:

- R<sub>2</sub>= índice de Menhinick para a comunidade vegetal;
- S= número de espécies na comunidade vegetal;
- n= número total de indivíduos na comunidade vegetal.

### 3.6.1.3 Índice de Simpson

Este índice (item 10) mostra a probabilidade de que dois indivíduos escolhidos ao acaso de uma amostragem sejam da mesma espécie, mostrando um grau de dominância, uma vez que, quanto maior o valor, maior a dominância por uma ou poucas espécies.

$$D = \sum p_i^2 \quad (10)$$

Em que:

D= índice de Simpson para a comunidade vegetal;

$p_i$ = abundância proporcional da i-ésima espécie ( $p_i = \frac{n_i}{n}$ );

$n_i$ = número de indivíduos da i-ésima espécie;

$n$ = número total de indivíduos para a comunidade vegetal.

### 3.6.1.4 Índice de McIntosh

Este índice de dominância (item 11) resulta independentemente do valor de N.

$$D = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}} \quad (11)$$

Em que:

D= índice McIntosh para a comunidade vegetal;

$U = \sqrt{\sum n_i^2}$  (i=1, 2, 3, ..., S);

$n_i$ = número de indivíduos da i-ésima espécie;

N= número total de indivíduos na comunidade vegetal.

### 3.6.1.5 Índice de Shannon-Wiener

Este índice (item 12) mostra a diversidade de espécies e é afetado por espécies raras.

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\ln p_i) \quad (12)$$

Em que:

H' = índice de Shannon-Wiener para a comunidade vegetal;

S = número de espécies na comunidade vegetal;

$p_i$  = abundância proporcional i-ésima espécie ( $p_i = \frac{n_i}{n}$ );

$n_i$  = número de indivíduos da i-ésima espécie;

n = número total de indivíduos para a comunidade vegetal.

### 3.6.1.6 Índice de Pielou

Este índice (item 13) mede a proporção da diversidade observada em relação à máxima diversidade esperada.

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (13)$$

Em que:

J' = índice de Pielou para a comunidade vegetal;

H' = índice de Shannon para a comunidade vegetal;

$H'_{\max} = \ln(S)$ ;

S = número de espécies na comunidade vegetal.

### 3.6.1.7 Índice de Hill

É um índice de equidade (item 14) e expressa a diversidade em uma escala uniforme.

$$E' = \frac{N2}{N1} \quad (14)$$

Em que:

N1 = número de espécies abundantes ( $N1 = e^{H'}$ );

H' = índice de Shannon para a comunidade vegetal;  
 N2 = número de espécies muito abundantes (N2 = 1/D);  
 D = Índice de Simpson para a comunidade vegetal.

### 3.6.1.8 Índice de Alatalo

O índice de Alatalo (item 15) é um índice de equidade que, assim como o índice de Hill, faz uma relação com o número de espécies abundantes e o número de espécies muito abundantes.

$$F = \frac{N2-1}{N1-1} \quad (15)$$

Em que:

F = Índice de Alatalo para a comunidade vegetal;  
 N1 = número de espécies abundantes (N1 = e<sup>H'</sup>);  
 H' = índice de Shannon para a comunidade vegetal;  
 N2 = número de espécies muito abundantes (N2 = 1/D);  
 D = Índice de Simpson para a comunidade vegetal.

### 3.6.2 Índices Beta

#### 3.6.2.1 Índice de Similaridade de Jaccard

Neste índice (item 16), o intervalo de valores varia entre 0 (quando existem espécies repartidas por ambos os locais) e 1 (quando os dois sítios apresentam a mesma composição).

$$I_j = \frac{c}{a+b+c} = \frac{c}{A+B-c} \quad (16)$$

Em que:

I<sub>j</sub> = índice de similaridade de Jaccard na comunidade vegetal;  
 A = número de espécies presentes no local A;

- B= número de espécies presentes no local B;
- a= número de espécies exclusivas do local A;
- b= número de espécies exclusivas do local B;
- c= número de espécies presentes em ambos os locais (A e B).

### 3.6.2.2 Coeficiente de Similaridade de Sorensen

Este índice (item 17) relaciona o número de espécies em comum com a média aritmética das espécies em ambos os sítios.

$$I_s = \frac{2c}{a+b} = \frac{2c}{A+B-c} \quad (17)$$

Em que:

- $I_s$ = coeficiente de similaridade de Sorensen para a comunidade vegetal;
- A= número de espécies presentes no local A;
- B= número de espécies presentes no local B;
- a= número de espécies exclusivas do local A;
- b= número de espécies exclusivas do local B;
- c= número de espécies presentes em ambos os locais (A e B).

## 3.7 Análise de Correspondência Canônica

A Análise de Correspondência Canônica foi utilizada para correlacionar os dados ambientais que compõem cada parcela com os valores dos índices de diversidade encontrados para estas. Na CCA, a ordenação da matriz principal pela média recíproca é englobada por meio de uma regressão múltipla nas variáveis incluídas na segunda matriz.

A CCA foi feita tanto para os dados de regeneração natural, como para os do componente arbóreo. Para cada tipo foram utilizadas duas matrizes de dados, sendo que a primeira matriz foi constituída pelos valores dos índices de diversidade alfa (Índice de Margalef, de Menhinick, de Simpson, de Shannon, de McIntosh, de Pielou, de Hill e de Alatalo) encontrados para cada sub-parcela (180 sub-parcelas), e a segunda, a dos fatores ambientais (classe textural do solo, areia grossa, areia fina,

silte, argila, profundidade do solo, espessura da manta, pedregosidade e declividade).

A rotação dos gráficos foi definida com base no índice de informação de Shannon, por esse mostrar diretamente o valor da diversidade no local.

Junto com a CCA, foi realizado o Teste de Permutação de Monte Carlo, o qual determina o autovalor, com a finalidade de verificar a ausência de relação entre eixos de ordenação e variáveis ambientais.

A Análise de Correspondência Canônica foi realizada no Aplicativo computacional PC-ORD for Windows versão 5.0 (McCUNE e MEFFORD, 2006), de grande aplicabilidade nos estudos de vegetação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização florística

Considerando a regeneração natural e o componente arbóreo, foram encontradas 102 espécies diferentes, distribuídas em 66 gêneros e 36 famílias, além de indivíduos mortos e cipós.

Analisando somente o componente arbóreo, encontraram-se 86 espécies diferentes, pertencentes a 57 gêneros e 34 famílias, totalizando 838,33 indivíduos por hectare, além de cipós e indivíduos mortos. Os valores encontrados foram considerados altos quando comparados a outros trabalhos utilizando a mesma área das unidades amostrais (10m x 10m) na FLONA de São Francisco de Paula, como os resultados de Sonego et al. (2007), que encontraram 41 espécies distribuídas em 32 gêneros, e 18 famílias avaliadas em 29 unidades amostrais. Gomes et al. (2008) também encontraram valores inferiores com a mesma área em 100 unidades amostrais, sendo 64 espécies, 47 gêneros e 28 famílias. Essas diferenças podem ter ocorrido pelo número de unidades amostrais avaliadas, como pela própria dinâmica da floresta ao longo do tempo. Já em unidades amostrais de 100m x 100m, Ribeiro et al. (2007) encontraram, na FLONA de São Francisco de Paula, 130 espécies arbóreas diferentes, pertencentes a 79 gêneros e 45 famílias, mostrando que a área amostral pode ter influência sobre o número de diferentes espécies, gêneros e famílias encontrados na área de estudo, sendo que, quanto maior o tamanho da unidade amostral, bem como maior o número de unidades amostrais, maior o número de espécies encontradas.

Considerando o número de indivíduos, as três famílias mais representativas no componente arbóreo foram *Myrtaceae*, *Araucariaceae* e *Lauraceae*, compondo aproximadamente 28, 14 e 11% do total de indivíduos, respectivamente. Outras famílias também foram bastante representativas, como *Aquifoliaceae* (9%), *Euphorbiaceae* (8%) e *Salicaceae* (6%). Sonego et al. (2007) encontraram resultados aproximados na FLONA de São Francisco Paula, sendo as famílias *Myrtaceae* e *Salicaceae* as mais representativas, considerando o número total de indivíduos.

Considerando o número de espécies, as famílias mais representativas foram a *Myrtaceae*, com 18 espécies distribuídas em 11 gêneros; *Lauraceae*, com 8 espécies pertencentes a 5 gêneros; *Salicaceae*, com 6 espécies distribuídas em 3 gêneros; além de famílias como *Aquifoliaceae* (4 espécies e 1 gênero), *Asteraceae* (4 espécies e 3 gêneros) e *Fabaceae* (4 espécies e 3 gêneros). A predominância da família *Myrtaceae*, tanto na FLONA de São Francisco de Paula, como em áreas de Floresta Ombrófila Mista, é encontrada em diversos trabalhos, sendo essa uma característica desse tipo florestal (SEGER et al., 2005; LONGHI et al., 2006; SONEGO et al., 2007; GOMES et al., 2008). A predominância de famílias como *Lauraceae*, *Euphorbiaceae*, *Salicaceae* e *Asteraceae* também é encontrada em outros estudos na FLONA de São Francisco de Paula, como Longhi et al. (2006), Sonogo et al. (2007) e Gomes et al. (2008).

Já na regeneração natural foram encontradas 69 espécies, 52 gêneros, distribuídos em 31 famílias, totalizando 7.501,11 indivíduos por hectare, além de cipós e indivíduos mortos. São poucos os estudos de regeneração natural encontrados na FLONA de São Francisco de Paula, sendo que Narvaes et al. (2005) encontraram valores na composição florística maiores do que os encontrados neste estudo, com 109 espécies diferentes, distribuídas em 88 gêneros e 46 famílias. Essa diferença é explicada pelo fato de os autores citados anteriormente terem contado no inventário os indivíduos mortos, além de outros indivíduos, como cipós, trepadeiras e ervas.

As famílias mais representativas na regeneração, considerando o número de indivíduos, foram *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae* e *Salicaceae*, com a composição de 31, 19 e 15% da população, respectivamente. Famílias como *Sapindaceae*, *Rubiaceae* e *Lauraceae* também foram representativas, com 7, 6 e 5% do total de indivíduos, respectivamente.

Levando em consideração o número de espécies, as famílias mais representativas foram *Myrtaceae*, com 18 espécies distribuídas em 10 gêneros, e *Lauraceae*, com 7 espécies pertencentes a 4 gêneros; além de famílias como *Aquifoliaceae* (4 espécies e 1 gênero), *Fabaceae* (4 espécies e 4 gêneros) e *Sapindaceae* (4 espécies e 3 gêneros). Resultados parecidos também foram encontrados por Narvaes et al. (2005; 2008), sendo as famílias mais representativas *Myrtaceae*, *Solanaceae*, *Lauraceae*, *Asteraceae*, *Euphorbiaceae*, *Salicaceae* e *Rutaceae*.

#### 4.1.1 Densidade

A espécie *Araucaria angustifolia* apresentou maior densidade no componente arbóreo (Tabela 1), com uma densidade absoluta de 115 ind./ha e densidade relativa de 13,72%, seguida pelas espécies *Blepharocalyx salicifolius* (63,33 ind.ha<sup>-1</sup> e 7,55%); *Ilex brevicuspis* (43,89 ind.ha<sup>-1</sup> e 5,24%); *Casearia decandra* (41,11 ind.ha<sup>-1</sup> e 4,9%); *Siphoneugena reitzii* (40 ind.ha<sup>-1</sup> e 4,77%), sendo que estas também foram as espécies de maior frequência nas parcelas amostradas.

Sonego et al. (2007) encontraram resultados semelhantes na FLONA de São Francisco de Paula, tendo como espécies de maior densidade a *Araucaria angustifolia*, com densidade absoluta de 237,93 ind.ha<sup>-1</sup> e relativa de 16,47%; a *Casearia decandra*, com densidade absoluta de 217,24 ind.ha<sup>-1</sup> e relativa de 15,04%, a *Blepharocalyx salicifolius*, com densidade absoluta de 141,38 ind.ha<sup>-1</sup> e relativa de 9,79%; a *Sebastiania brasiliensis* com densidade absoluta de 113,79 ind.ha<sup>-1</sup> e relativa de 7,88% e a *Ilex paraguariensis*, com densidade absoluta de 100 ind.ha<sup>-1</sup> e relativa de 6,92%.

Vários outros estudos em áreas de Floresta Ombrófila Mista também obtiveram entre as espécies de maior densidade a *Araucaria angustifolia* (SEGER et al., 2005; WATZLAWICK et al., 2005; SCHAAF et al., 2006; CORDEIRO e RODRIGUES, 2007). Isso mostra a relevância dessa espécie como caracterizadora das áreas de Floresta Ombrófila Mista, o que justifica, então, chamar esse tipo florestal como Mata de Araucária, e demonstra que, mesmo com a grande pressão ao longo dos anos pela extração desta devido às suas qualidades para uso madeireiro, a araucária ainda possui forte presença em muitos remanescentes florestais existentes.

Para a regeneração natural (Tabela 2), as espécies de maior densidade foram: *Stillingia oppositifolia*, com densidade absoluta de 1.455,56 ind.ha<sup>-1</sup> e densidade relativa de 19,4%; *Casearia decandra* (1.093,33 ind.ha<sup>-1</sup> e 14,58%), *Sebastiania brasiliensis* (847,78 ind.ha<sup>-1</sup> e 11,3%), *Rudgea parquioides* (486,11 ind.ha<sup>-1</sup> e 6,48%) e *Matayba elaeagnoides* (272,78 ind.ha<sup>-1</sup> e 3,64%). Essas espécies, apesar de serem bastante representativas na regeneração, não possuem interesse econômico, apenas ecológico.

A *Sebastiania brasiliensis* e a *Stillingia oppositifolia* são espécies adaptadas a ambientes úmidos, conforme descrito por Backes e Nardino (1998), enquanto a

*Casearia decandra* é uma espécie que se adapta a diferentes habitats, sendo descrita por Marchiori (1997) como árvore pequena que habita, sobretudo, o estrato médio da Floresta Ombrófila Mista, explicando sua alta densidade e frequência neste estudo. Resultados muito semelhantes foram encontrados por Narvaes et al. (2005), onde as espécies *Stillingia oppositifolia*, com densidade absoluta de 1.456,11 ind.ha<sup>-1</sup> e relativa de 18,24%, *Casearia decandra* (1.107,22 ind.ha<sup>-1</sup> e 13,87%), *Sebastiania brasiliensis* (851,67 ind.ha<sup>-1</sup> e 10,76%), *Rudgea parquioides* (489,44 ind.ha<sup>-1</sup> e 6,13%) e *Matayba elaeagnoides* (272,78 ind.ha<sup>-1</sup> e 3,42%) foram, assim como no presente estudo, as espécies com maior densidade na área estudada.

Comparando as espécies de maior densidade no componente arbóreo e na regeneração natural, observa-se que a espécie *Araucaria angustifolia*, de alta densidade e frequência no componente arbóreo, possui pouca representatividade na regeneração natural, com baixa densidade e frequência. Resultados semelhantes também foram encontrados por Narvaes et al. (2005; 2008), os quais sugerem implementação de tratamentos silviculturais e plantios de enriquecimento que beneficiem o seu desenvolvimento, por se tratar da espécie de maior interesse comercial do tipo florestal.

De acordo com Lingner et al. (2007), a *Araucaria angustifolia* tende a ser substituída pelas folhosas à medida que se avança para o estágio climácico. A falta de luz associada ao adensamento do dossel da floresta faz com que a araucária não encontre condições favoráveis para se regenerar e, em decorrência da competição com as espécies folhosas, poucos indivíduos da regeneração atingem grandes dimensões, ou seja, a tendência da *Araucaria* é sumir ao longo do tempo.

Outro fato que poderia explicar o baixo número de regeneração natural de *Araucária* na área seria por a FLONA se tratar de uma unidade de conservação de uso sustentável; ou seja, a coleta e consumo do pinhão, semente de araucária, faz parte da economia e cultura da população, que se beneficia da atividade de extração na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, impedindo, dessa forma, a germinação e formação de uma densa regeneração natural nessas áreas.

#### 4.1.2 Frequência

As espécies do componente arbóreo (Tabela 1), com maior frequência nas parcelas amostradas, foram: *Araucaria angustifolia*, o pinheiro-brasileiro, com

frequência absoluta de 48,33% e relativa de 8,61%; *Blepharocalyx salicifolius*, conhecida popularmente como murta, com frequência absoluta de 38,89% e relativa de 6,92%; *Casearia decandra*, a guaçatunga, com frequência absoluta de 29,44% e relativa de 6,92%; *Ilex brevicuspis*, chamada de caúna-da-serra, com frequência absoluta de 27,22% e relativa de 4,85%; a *Sebastiania brasiliensis*, o branquillo-leiteiro, com uma frequência absoluta de 21,67% e relativa de 3,86%; além de outras espécies com menor frequência.

Sonego et al. (2007) também encontraram, em um estudo na FLONA de São Francisco de Paula, essas mesmas espécies como as de maiores frequência, sendo elas a *Araucaria angustifolia* (82,76% e 10,34%), *Casearia decandra* (79,31% e 9,91%), *Blepharocalyx salicifolius* (75,6% e 9,48%), além de outras espécies menos frequentes. Em uma área de Floresta Ombrófila Mista Montana, em São João do Triunfo, PR, Schaaf et al. (2006) encontraram também a espécie *Araucaria angustifolia* como sendo a de maior frequência, com uma frequência absoluta de 100% nos anos de 1979 e 2000, e relativa de 12,13% em 1979, e de 11,9% em 2000. Cordeiro e Rodrigues (2007), em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR, encontraram, dentro das espécies de maior frequência, a *Casearia decandra* (83,38% e 10,67%) e a *Araucaria angustifolia* (75% e 9,49%), além de outras espécies como a *Campomanesia xanthocarpa* e a *Allophylus edulis*.

Na regeneração natural (Tabela 2), a espécie com maior frequência nas parcelas amostradas foi a *Casearia decandra*, com 90,56% de frequência absoluta e 5,25% de frequência relativa, seguida pelas espécies *Sebastiania brasiliensis* (61,11% e 3,54%); *Myrsine umbellata* (58,89% e 3,42%); *Rudgea parquoides* (57,22% e 3,32%), *Mirceugenia oxypepala* (56,67% e 3,29%) e *Stillingia oppositifolia* (56,67% e 3,29%). Resultados semelhantes foram encontrados na FLONA de São Francisco de Paula por Narvaes et al. (2005), sendo as espécies de maior frequência absoluta e relativa a *Casearia decandra* (93,33% e 4,78%), *Sebastiania brasiliensis* (61,67% e 3,16%), *Myrsine umbellata* (60,56% e 3,51%), *Rudgea parquoides* (58,33% e 2,99%) e *Myrceugenia oxypepala* (57,78% e 2,96%).

Tabela 1 – Densidade e frequência das espécies do componente arbóreo na área amostrada da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Nome Científico	Nome Vulgar	DAi	DRi	FAi	FRi
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	115,00	13,72	48,33	8,61
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Murta	63,33	7,55	38,89	6,92
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna-da-serra	43,89	5,24	27,22	4,85
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	41,11	4,90	29,44	5,24
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Camboim-de-reitz	40,00	4,77	20,00	3,56
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Branquilha-leiteiro	35,56	4,24	21,67	3,86
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-vick	26,67	3,18	19,44	3,46
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. et Downs	Branquilha-comum	26,67	3,18	15,00	2,67
<i>Ilex paraguayensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	25,56	3,05	19,44	3,46
<i>Myrceugenia cucullata</i> D. Legrand	Guamirim	23,89	2,85	17,22	3,07
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	21,11	2,52	14,44	2,57
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Guabiropa-miúda	20,56	2,45	13,33	2,37
<i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg.	Camboatá-branco	18,89	2,25	14,44	2,57
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Batinga-vermelha	17,78	2,12	14,44	2,57
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabiropa	16,11	1,92	11,11	1,98
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela-lageana	15,56	1,86	13,89	2,47
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaperê	15,00	1,79	11,11	1,98
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão	14,44	1,72	11,67	2,08
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Pinheiro-bravo	13,89	1,66	10,00	1,78
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	Vassourão-preto	13,33	1,59	10,56	1,88
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	Canela	11,11	1,33	7,78	1,38
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Pau-leiteiro	9,44	1,13	7,78	1,38
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Coronilha	9,44	1,13	6,11	1,09
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.	Guamirim-de-facho	9,44	1,13	5,56	0,99
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá-banana	8,89	1,06	5,00	0,89
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> L.	Mamica-de-cadela	8,33	0,99	6,67	1,19
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	8,33	0,99	4,44	0,79
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	7,78	0,93	5,56	0,99
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	Murtinho	7,22	0,86	6,11	1,09
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Açúcará	6,67	0,80	6,11	1,09
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Camboatá-vermelho	6,67	0,80	5,56	0,99
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Joá-manso	6,67	0,80	4,44	0,79
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	Pau-canvil	6,67	0,80	2,78	0,49
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	Espinho-judeu	6,11	0,73	6,11	1,09
<i>Gordonia acutifolia</i> (Wawra) H. Keng	Santa Rita	6,11	0,73	3,33	0,59
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim	5,56	0,66	5,56	0,99
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira-do-mato	5,56	0,66	5,00	0,89
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand et Kausel	Guamirim-piloso	5,56	0,66	2,78	0,49
<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O. Berg	Camboim	5,00	0,60	5,00	0,89
<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg	Guamirim	5,00	0,60	4,44	0,79
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Araçá-do-mato	5,00	0,60	4,44	0,79
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Carvalho-brasileiro	5,00	0,60	4,44	0,79
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	Coração-de-bugre	5,00	0,60	3,89	0,69
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.Howard.	Gonhonha-espinhosa	5,00	0,60	3,33	0,59
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Congonha	5,00	0,60	3,33	0,59
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-mato	4,44	0,53	4,44	0,79
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlttdl.	Araticum-quaresma	3,89	0,46	3,89	0,69
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Canela	3,89	0,46	3,33	0,59
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	Açúcará-piloso	3,33	0,40	3,33	0,59
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Camboim	3,33	0,40	2,22	0,40

Tabela 1 – Densidade e frequência das espécies do componente arbóreo na área amostrada da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Nome Científico	Nome Vulgar	DAi	DRI	FAi	FRi
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	Canela	2,78	0,33	2,78	0,49
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	Sete-sangrias	2,78	0,33	2,22	0,40
<i>Alsophila</i> sp.	Xaxim-de-espinho	2,22	0,27	2,22	0,40
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Caúna	2,22	0,27	2,22	0,40
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Aroeira-bugre	2,22	0,27	2,22	0,40
<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.	Sete-sangrias	2,22	0,27	2,22	0,40
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela-do-brejo	1,67	0,20	1,67	0,30
<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg	Guamirim	1,67	0,20	1,67	0,30
<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	Goiaba-serrana	1,67	0,20	1,11	0,20
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Cutia	1,67	0,20	0,56	0,10
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees	Canela-branca	1,11	0,13	1,11	0,20
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg	Guamirim	1,11	0,13	1,11	0,20
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Capororoquinha	1,11	0,13	1,11	0,20
Não identificada	-	1,11	0,13	1,11	0,20
<i>Rollinia salicifolia</i> Schtdl.	Araticum-salso	1,11	0,13	1,11	0,20
<i>Solanum pabstii</i> L. B. Sm. & Downs	Canema	1,11	0,13	1,11	0,20
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Peloteira	1,11	0,13	0,56	0,10
<i>Xylosma tweedianum</i> (Clos.) Eichler	Sucará	1,11	0,13	0,56	0,10
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. Et al.) Radlk.	Chal-chal	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	Guaçatunga-preta	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guaçatunga-branca	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Guaçatunga-vermelha	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro-vermelho	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Tarumã	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Pau-cebola	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	Canema	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Farinha-seca	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Canela-do-brejo	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D. Legrand et Kausel	Conserva-branca	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	Tamanqueira	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau-amargo	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Piptocarpha notata</i> (Less.) Baker	Braço-de-mico	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Segueiria aculeata</i> L.	Cipó-umbú	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Solanum</i> sp.	Fuminho	0,56	0,07	0,56	0,10
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (Cowan) P. G. Waterman	Juvevê	0,56	0,07	0,56	0,10
<b>TOTAL</b>		<b>838,33</b>	<b>100</b>	<b>561,67</b>	<b>100</b>

DAi= Densidade Absoluta; DRI= Densidade Relativa; FAi= Frequência Absoluta; FRi= Frequência Relativa

Tabela 2 – Densidade e frequência das espécies da regeneração natural na área amostrada da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Nome Científico	Nome Vulgar	DAi	DRI	FAi	FRI
<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill. ex Müll. Arg.	Leiterinho	1.455,56	19,40	56,67	3,29
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	1.093,33	14,58	90,56	5,25
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Branquilha-leiteiro	847,78	11,30	61,11	3,54
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll. Arg.	Jasmim-do-mato	486,11	6,48	57,22	3,32
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	272,78	3,64	56,11	3,25
<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D. Legrand et Kausel	Guamirim	240,00	3,20	56,67	3,29
<i>Myrceugenia cucullata</i> D. Legrand	Guamirim	206,11	2,75	52,22	3,03
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão	197,78	2,64	58,89	3,42
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.	Guamirim-de-facho	181,11	2,41	52,78	3,06
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg	Guamirim	137,22	1,83	43,33	2,51
<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg	Guamirim	136,67	1,82	46,67	2,71
<i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg.	Guabiroba-miúda	120,56	1,61	47,78	2,77
<i>Allophylus guaraniticus</i> Radlk.	Vacum	115,56	1,54	13,89	0,81
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	114,44	1,53	48,89	2,84
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	Pimentinha	108,89	1,45	43,33	2,51
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Canela-preta	102,78	1,37	25,00	1,45
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Murta	95,00	1,27	43,33	2,51
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-vick	93,89	1,25	36,11	2,09
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaperê	84,44	1,13	28,89	1,68
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Camboatá-vermelho	73,89	0,99	38,89	2,26
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela-lageana	65,56	0,87	29,44	1,71
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	Canela	65,56	0,87	21,67	1,26
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand et Kausel	Guamirim-piloso	63,89	0,85	32,78	1,90
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Camboim-de-reitz	58,89	0,79	34,44	2,00
<i>Piptocarpha notata</i> (Less.) Baker	Braço-de-mico	57,22	0,76	26,67	1,55
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-mato	47,22	0,63	30,00	1,74
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	Coração-de-bugre	43,89	0,59	23,89	1,39
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. et Downs	Branquilha-comum	42,78	0,57	23,89	1,39
<i>Rollinia rugulosa</i> Schtdl.	Araticum-quaresma	42,22	0,56	30,56	1,77
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna-da-serra	41,67	0,56	26,67	1,55
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	Espinho-judeu	41,11	0,55	30,00	1,74
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. Et al.) Radlk.	Chal-chal	41,11	0,55	22,22	1,29
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	Juva	38,33	0,51	15,56	0,90
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Anzol-de-lontra	35,00	0,47	19,44	1,13
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	Santa Rita	33,89	0,45	10,00	0,58
<i>Lippia ramboi</i> Moldenke	Arbusto	33,33	0,44	7,22	0,42
<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O. Berg	Camboim	32,22	0,43	25,00	1,45
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Carvalho-brasileiro	31,67	0,42	20,00	1,16
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Batinga-vermelha	30,00	0,40	19,44	1,13
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabiroba	30,00	0,40	18,89	1,10
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	Manacá-de-cheiro	28,89	0,39	19,44	1,13
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira-do-mato	28,33	0,38	17,22	1,00
<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg	Guamirim	27,78	0,37	11,67	0,68
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	Murtinho	26,67	0,36	21,11	1,22
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	26,11	0,35	20,00	1,16
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-bugio	25,56	0,34	17,22	1,00
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Araçá-do-mato	25,00	0,33	15,56	0,90
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	22,78	0,30	17,22	1,00
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Farinha-seca	22,78	0,30	13,33	0,77
<i>Seguieria aculeata</i> L.	Cipó-umbú	22,22	0,30	9,44	0,55

Tabela 2 – Densidade e frequência das espécies da regeneração natural na área amostrada da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Nome Científico	Nome Vulgar	DAi	DRI	FAi	FRI
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees	Canela-branca	20,56	0,27	16,11	0,93
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Pinheiro-bravo	17,78	0,24	11,67	0,68
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Joá-manso	16,11	0,21	5,56	0,32
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau-amargo	15,56	0,21	13,33	0,77
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	15,56	0,21	7,22	0,42
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Camboim	14,44	0,19	6,11	0,35
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Congonha	12,22	0,16	8,33	0,48
<i>Duranta vestita</i> Cham.	Duranta	11,11	0,15	7,22	0,42
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Coronilha	10,56	0,14	6,67	0,39
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.Howard.	Gonhonha-espinhosa	10,00	0,13	7,78	0,45
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Canela-louro	10,00	0,13	7,22	0,42
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Ingá-macaco	8,33	0,11	6,67	0,39
Não identificada	-	6,67	0,09	6,11	0,35
<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.	Sete-sangrias	6,67	0,09	5,56	0,32
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Caúna	6,67	0,09	3,33	0,19
<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	Esporão-de-galo	6,11	0,08	4,44	0,26
<i>Myrceugenia foveolata</i> (O. Berg) Sobral	Acacia	6,11	0,08	3,89	0,23
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sargent.	Canema	5,56	0,07	4,44	0,26
<i>Acacia</i> sp	Guamirim	5,56	0,07	3,89	0,23
<b>TOTAL</b>		<b>7.501,11</b>	<b>100</b>	<b>1.723,89</b>	<b>100</b>

DAi= Densidade Absoluta; DRI= Densidade Relativa; FAi= Frequência Absoluta; FRI= Frequência Relativa

## 4.2 Índices de dispersão

O padrão de distribuição de cada espécie, bem como os valores encontrados pelos índices de dispersão para o componente arbóreo e a regeneração natural, podem ser encontrados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

### 4.2.1 Índice de MacGuinnes (IGA)

Pelo índice de MacGuinnes, as espécies podem ser classificadas, de acordo com a sua distribuição espacial, em: agregadas, com tendência ao agrupamento, uniformes ou aleatórias.

Para o componente arbóreo, 54,65% das espécies foram classificadas como tendência ao agrupamento (*Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Calyptanthes concinna*, *Casearia decandra*, *Myrceugenia miersiana*, *Sebastiania commersoniana*, entre outras); 23,26% como uniformes (*Cryptocarya moschata*, *Dasyphyllum tomentosum*, *Dicksonia sellowiana*, *Myrcia oligantha*, entre outras); 19,77% como aleatórias (*Allophylus edulis*, *Banara parviflora*, *Cedrela fissilis*,

*Picramnia parvifolia*, *Piptocarpha notata*, entre outras); e apenas duas espécies apresentam padrão de distribuição agregado (*Lonchocarpus campestris* e *Pilocarpus pennatifolius*). A maioria das espécies foi classificada como tendência ao agrupamento ou uniformes, o que demonstra que a floresta ainda não atingiu um estado maduro e avançado de desenvolvimento, pois a tendência em uma comunidade é atingir cada vez mais o padrão uniforme e aleatório na medida em que a floresta amadurece (MATTEUCCI e COLMA, 1982).

Segundo Matteucci e Colma (1982), o tipo de padrão de distribuição espacial vai depender do tamanho das áreas amostrais e da distância entre estas. Unidades menores e mais distantes entre si denotam um padrão aleatório na distribuição das espécies. Se as unidades são maiores, os resultados refletirão um padrão agregado. Isso justifica o fato de grande parte das espécies encontradas na área terem o padrão de distribuição uniforme. Ratificando essa afirmação, em um estudo em uma floresta ecotonal na região norte matogrossense, Ubialli et al. (2009) compararam o padrão de distribuição das espécies em parcelas de 20m x 20m com parcelas de 100m x 100m. Segundo o índice de McGuinness, os autores encontraram nas parcelas menores 55,7% das espécies com padrão aleatório, 30% com tendência ao agrupamento, e 14,3% como uniformes. Já nas parcelas maiores, 47,1% das espécies tinham padrão agrupado, 40% tendência ao agrupamento, e 12,8% eram uniformes.

Padrões de distribuições semelhantes foram encontrados por Seger et al. (2005), em um estudo realizado por meio de 15 parcelas de 10m x 10m, em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no município de Pinhais, PR, onde o padrão espacial das espécies foi calculado para áreas com o solo cambissolo húmico. Nenhuma espécie apresentou padrão de distribuição agregado, e as espécies *Araucaria angustifolia*, *Myrcia multiflora*, *Casearia sylvestris*, *Casearia decandra*, *Psychotria longipes*, *Calyptanthes concinna*, *Myrceugenia miersiana* e *Celtis iguanea* apresentaram tendência ao agrupamento, 11 espécies apresentaram padrão de distribuição aleatório e o restante das espécies apresentou padrão de distribuição uniforme.

Lingner et al. (2007) encontraram, em um estudo num remanescente de floresta com araucária no planalto catarinense, apenas cinco espécies agregadas, por meio de inventário em dez parcelas de 25m x 100m, sendo elas *Ocotea porosa*, *Cupania vernalis*, *Luehea divaricata*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Ilex*

*paraguariensis*; 11 espécies com tendência ao agrupamento e 68,3% das espécies com distribuição uniforme, entre elas a *Araucaria angustifolia*, concluindo que, de maneira geral, as espécies estão uniformemente distribuídas em toda a área.

Para a regeneração natural, as espécies apresentaram-se com tendência ao agrupamento (65,22%) ou agregadas (34,78%). Segundo Matteucci e Colma (1982), as causas da agregação das espécies podem ser diversas, tais como: a variação das condições do habitat, método de dispersão das espécies, modificações do local por essa ou outras espécies. O padrão de distribuição agregado tem sido relacionado também às condições edáficas e à estrutura da mata (WARD e PARKER, 1989).

Em uma análise da regeneração natural em uma comunidade vegetal do Cerrado em Uberlândia, MG, Vale et al. (2009) encontraram, para todas as espécies da regeneração estudadas, padrão de distribuição agregado. Estes autores justificam que o padrão de distribuição agregado evidencia a heterogeneidade do ambiente quando há diferenças na distribuição dos sítios mais favoráveis para o estabelecimento dos indivíduos, ou por ser resultado do tipo de dispersão de sementes ou mesmo pela ocorrência da propagação vegetativa.

Hutchings (1997) ainda afirma que as sementes caem agrupadas da planta-mãe e requerem microssítios de germinação adequados ao seu estado fisiológico, e assim, as plântulas apresentam quase sempre um padrão de distribuição agregado, o que justifica os resultados encontrados para a distribuição da regeneração no presente estudo.

#### 4.2.2 Índice de Fracker e Brischle (Ki)

O índice de Fracker e Brischle classifica as espécies em agregadas, com tendência ao agrupamento e como aleatórias.

No componente arbóreo, 50% das espécies foram classificadas como agregadas, 43,02% como aleatórias e 6,98% como tendência ao agrupamento, mostrando um comportamento das espécies um pouco diferente do encontrado por meio do índice de McGuinnes, devido à classificação de cada índice. A maioria das espécies antes classificadas como com tendência ao agrupamento agora foram classificadas como agrupadas, como a *Araucaria angustifolia*, *Calypttranthes concinna*, e *Cupania vernalis*; e a maioria das espécies anteriormente classificadas

como uniformes agora foram classificadas como aleatórias, por exemplo, *Cinnamomum amoenum*, *Dasyphyllum tomentosum* e *Dicksonia sellowiana*.

Nesse caso, como praticamente metade das espécies apresentou padrão aleatório e metade padrão agregado, conforme já foi concluído no índice de MacGuinnes, a floresta ainda não atingiu um estágio avançado de amadurecimento. Ubialli et al. (2009), em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense, encontraram a maioria das espécies tendo padrão aleatório (78,7%), e o restante padrão agregado ou com tendência a agregação de acordo com o índice de Fracker e Brischle.

Já na regeneração natural, 85,51% das espécies foram classificadas como agregadas, e 14,49% como tendência ao agrupamento. Os resultados para a regeneração natural reafirmam o que foi encontrado pelo índice de McGuinnes e em outros trabalhos de dispersão das espécies da regeneração natural, que, devido a vários fatores já citados anteriormente, estas tendem a ter um comportamento agregado no estabelecimento das populações, e ainda tendem a um comportamento uniforme e aleatório no sentido do amadurecimento da floresta (MATTEUCCI e COLMA, 1982).

#### 4.2.3 Índice de Payandeh (Pi)

O índice de Payandeh classifica as espécies em agrupadas, com tendência ao agrupamento e como aleatórias.

No componente arbóreo, 43,02% das espécies foram classificadas como aleatórias, 34,88% das espécies como agrupadas e 22,09% com tendência ao agrupamento, denotando padrão muito parecido ao encontrado pelo índice de Fracker e Brischle. Nascimento et al. (2001), ao estudarem a distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS, encontraram 46,67% das espécies como sendo agregadas, 17,78% com tendência ao agrupamento e 35,55% como aleatórias. Os autores concluíram que a elevada agregação pode estar relacionada à grande densidade da vegetação como consequência do estágio de renovação que se encontra a floresta, com acentuada participação de árvores e arvoretas, o que tende a formar pequenas densas manchas na vegetação.

Na regeneração, 79,71% das espécies foram classificadas como agrupadas e 20,29% como com tendência ao agrupamento, reafirmando os resultados encontrados por meio dos índices de McGuinnes e Fracker e Brischle, que mostram a tendência de as espécies da regeneração terem padrão de distribuição aleatório.

Tabela 3 – Índices de dispersão das espécies do componente arbóreo da área amostrada na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Nome Científico	IGA	Classif. IGA	Ki	Classif. Ki	Pi	Classif. Pi
<i>Acca sellowiana</i>	1,49	Tend. Agrup.	44	Agregada	1,66	Agrupada
<i>Allophylus edulis</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Alsophila</i> sp.	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,98	Aleatória
<i>Araucaria angustifolia</i>	1,74	Tend. Agrup.	1,12	Agregada	2,82	Agrupada
<i>Banara parviflora</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Banara tomentosa</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1,29	Tend. Agrup.	0,58	Tend. Agrup.	1,57	Agrupada
<i>Calypttranthes concinna</i>	1,65	Tend. Agrup.	11,41	Agregada	2,21	Agrupada
<i>Campomanesia rhombea</i>	1,21	Tend. Agrup.	1,35	Agregada	1,35	Tend. Agrup.
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1,37	Tend. Agrup.	3,12	Agregada	1,81	Agrupada
<i>Casearia decandra</i>	1,18	Tend. Agrup.	0,51	Tend. Agrup.	1,54	Agrupada
<i>Casearia obliqua</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Cedrela fissilis</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Cinnamomum amoenum</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,98	Aleatória
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	1,37	Tend. Agrup.	4,6	Agregada	1,6	Agrupada
<i>Citharexylum myrianthum</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Citronella gongonha</i>	1,47	Tend. Agrup.	14,01	Agregada	1,63	Agrupada
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	1,23	Tend. Agrup.	1,08	Agregada	1,78	Agrupada
<i>Cryptocarya moschata</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Cupania vernalis</i>	1,17	Tend. Agrup.	2,91	Agregada	1,44	Tend. Agrup.
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	1,06	Tend. Agrup.	0,91	Tend. Agrup.	1,11	Tend. Agrup.
<i>Dasyphyllum tomentosum</i>	0,98	Uniforme	-0,49	Aleatória	0,97	Aleatória
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,97	Uniforme	-0,49	Aleatória	0,95	Aleatória
<i>Eugenia involucrata</i>	1,08	Tend. Agrup.	1,62	Agregada	1,15	Tend. Agrup.
<i>Eugenia psidiiflora</i>	1,1	Tend. Agrup.	2,2	Agregada	1,18	Tend. Agrup.
<i>Eugenia uruguayensis</i>	1,14	Tend. Agrup.	0,89	Tend. Agrup.	1,27	Tend. Agrup.
<i>Gordonia acutifolia</i>	1,8	Tend. Agrup.	23,67	Agregada	2,59	Agrupada
<i>Guapira opposita</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Hennecartia omphalandra</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Ilex brevicuspis</i>	1,38	Tend. Agrup.	1,2	Agregada	2,07	Agrupada
<i>Ilex dumosa</i>	1,47	Tend. Agrup.	14,01	Agregada	1,85	Agrupada
<i>Ilex microdonta</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,98	Aleatória
<i>Ilex paraguariensis</i>	1,18	Tend. Agrup.	0,84	Tend. Agrup.	1,32	Tend. Agrup.
<i>Inga vera</i>	1,73	Tend. Agrup.	14,29	Agregada	3,68	Agrupada
<i>Lamanonia ternata</i>	1,27	Tend. Agrup.	2,32	Agregada	1,45	Tend. Agrup.
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,98	Aleatória
<i>Lonchocarpus campestris</i>	2,37	Agregada	48,51	Agregada	2,61	Agrupada
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Luehea divaricata</i>	1,83	Tend. Agrup.	18,32	Agregada	3,2	Agrupada
<i>Machaerium paraguariense</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Machaerium stipitatum</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória

Tabela 3 – Índices de dispersão das espécies do componente arbóreo da área amostrada na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Nome Científico	IGA	Classif. IGA	Ki	Classif. Ki	Pi	Classif. Pi
<i>Matayba elaeagnoides</i>	1,44	Tend. Agrup.	3,05	Agregada	2,05	Agrupada
<i>Maytenus evonymoides</i>	1,26	Tend. Agrup.	6,57	Agregada	1,4	Tend. Agrup.
<i>Myrceugenia cucullata</i>	1,26	Tend. Agrup.	1,4	Agregada	1,7	Agrupada
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Myrceugenia miersiana</i>	1,97	Tend. Agrup.	34,51	Agregada	3,16	Agrupada
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Myrcia oligantha</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Myrcianthes gigantea</i>	1,1	Tend. Agrup.	2,2	Agregada	1,18	Tend. Agrup.
<i>Myrciaria delicatula</i>	1,48	Tend. Agrup.	21,5	Agregada	1,64	Agrupada
<i>Myrciaria floribunda</i>	0,97	Uniforme	-0,49	Aleatória	0,96	Aleatória
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	1,15	Tend. Agrup.	2,3	Agregada	1,4	Tend. Agrup.
<i>Myrsine coriacea</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Myrsine umbellata</i>	1,16	Tend. Agrup.	1,33	Agregada	1,32	Tend. Agrup.
Não identificada	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Nectandra megapotamica</i>	1,35	Tend. Agrup.	2,26	Agregada	1,48	Tend. Agrup.
<i>Ocotea indecora</i>	1,15	Tend. Agrup.	4,34	Agregada	1,25	Tend. Agrup.
<i>Ocotea puberula</i>	1,36	Tend. Agrup.	6,31	Agregada	1,65	Agrupada
<i>Ocotea pulchella</i>	1,04	Tend. Agrup.	0,27	Tend. Agrup.	1,06	Tend. Agrup.
<i>Oreopanax fulvum</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Picramnia parvifolia</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	2,99	Agregada	357,5	Agregada	3	Agrupada
<i>Piptocarpha notata</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Podocarpus lambertii</i>	1,32	Tend. Agrup.	3,02	Agregada	1,75	Agrupada
<i>Prunus myrtifolia</i>	0,98	Uniforme	-0,49	Aleatória	0,96	Aleatória
<i>Rollinia rugulosa</i>	0,98	Uniforme	-0,49	Aleatória	0,97	Aleatória
<i>Rollinia salicifolia</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Roupala brasiliensis</i>	1,1	Tend. Agrup.	2,2	Agregada	1,18	Tend. Agrup.
<i>Sapium glandulosum</i>	1,17	Tend. Agrup.	2,06	Agregada	1,38	Tend. Agrup.
<i>Scutia buxifolia</i>	1,5	Tend. Agrup.	7,89	Agregada	1,98	Agrupada
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1,46	Tend. Agrup.	1,87	Agregada	1,81	Agrupada
<i>Sebastiania commersoniana</i>	1,64	Tend. Agrup.	3,94	Agregada	2,04	Agrupada
<i>Seguiera aculeata</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Siphoneugena reitzii</i>	1,79	Tend. Agrup.	3,55	Agregada	5,13	Agrupada
<i>Solanum mauritianum</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Solanum pabstii</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Solanum pseudoquina</i>	1,99	Tend. Agrup.	178,5	Agregada	2	Agrupada
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	1,47	Tend. Agrup.	10,26	Agregada	2,11	Agrupada
<i>Solanum sp.</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,99	Aleatória
<i>Symplocos tetrandra</i>	0,99	Uniforme	-0,5	Aleatória	0,98	Aleatória
<i>Symplocos uniflora</i>	1,24	Tend. Agrup.	10,5	Agregada	1,38	Tend. Agrup.
<i>Vernonia discolor</i>	1,2	Tend. Agrup.	1,75	Agregada	1,54	Agrupada
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	0,97	Uniforme	-0,49	Aleatória	0,94	Aleatória
<i>Xylosma tweedianum</i>	1,99	Tend. Agrup.	178,5	Agregada	2	Agrupada
<i>Zanthoxylum kleinii</i>	1	Aleatória	-0,5	Aleatória	1	Aleatória
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1,21	Tend. Agrup.	3,01	Agregada	1,46	Tend. Agrup.

IGA= Índice de MacGuinnes; Ki= Índice de Fracker e Brischle; Índice de Payandeh

Tabela 4 – Índices de dispersão das espécies da regeneração natural da área amostrada na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Nome Científico	IGA	Classif. IGA	Ki	Classif. Ki	Pi	Classif. Pi
<i>Acacia</i> sp.	1,4	Tend. Agrup.	10,1	Agregada	1,75	Agrupada
<i>Allophylus edulis</i>	1,64	Tend. Agrup.	2,53	Agregada	2,79	Agrupada
<i>Allophylus guaraniticus</i>	7,73	Agregada	44,99	Agregada	12,12	Agrupada
<i>Araucaria angustifolia</i>	1,21	Tend. Agrup.	1,09	Agregada	1,32	Tend. Agrup.
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1,67	Tend. Agrup.	1,18	Agregada	2,41	Agrupada
<i>Brunfelsia uniflora</i>	1,34	Tend. Agrup.	1,55	Agregada	1,53	Agrupada
<i>Calyptranthes concinna</i>	2,41	Agregada	1,88	Agregada	5,83	Agrupada
<i>Campomanesia rhombea</i>	1,86	Tend. Agrup.	1,32	Agregada	3,49	Agrupada
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1,43	Tend. Agrup.	2,07	Agregada	1,78	Agrupada
<i>Casearia decandra</i>	4,63	Agregada	1,54	Agregada	10,72	Agrupada
<i>Celtis iguanaea</i>	1,22	Tend. Agrup.	4,88	Agregada	1,35	Tend. Agrup.
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	2,68	Agregada	6,9	Agregada	4,62	Agrupada
<i>Citronella gongonha</i>	1,24	Tend. Agrup.	2,9	Agregada	1,35	Tend. Agrup.
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	2,1	Agregada	2,45	Agregada	4,31	Agrupada
<i>Cryptocarya moschata</i>	1,17	Tend. Agrup.	0,97	Tend. Agrup.	1,4	Tend. Agrup.
<i>Cupania vernalis</i>	1,5	Tend. Agrup.	1,02	Agregada	1,85	Agrupada
<i>Dalbergia frutescens</i>	1,35	Tend. Agrup.	1,86	Agregada	1,75	Agrupada
<i>Duranta vestita</i>	1,48	Tend. Agrup.	6,43	Agregada	1,8	Agrupada
<i>Eugenia involucrata</i>	1,5	Tend. Agrup.	2,64	Agregada	1,98	Agrupada
<i>Eugenia psidiiflora</i>	2,24	Agregada	9,99	Agregada	4,31	Agrupada
<i>Eugenia uruguayensis</i>	1,39	Tend. Agrup.	1,79	Agregada	1,67	Agrupada
<i>Gordonia fruticosa</i>	3,22	Agregada	21,04	Agregada	6,53	Agrupada
<i>Hennecartia omphalandra</i>	1,34	Tend. Agrup.	7,57	Agregada	1,68	Agrupada
<i>Ilex brevicuspis</i>	1,34	Tend. Agrup.	1,11	Agregada	1,66	Agrupada
<i>Ilex dumosa</i>	1,4	Tend. Agrup.	4,65	Agregada	1,8	Agrupada
<i>Ilex microdonta</i>	1,97	Tend. Agrup.	28,51	Agregada	3,62	Agrupada
<i>Ilex paraguariensis</i>	1,71	Tend. Agrup.	1,05	Agregada	2,8	Agrupada
<i>Inga sessilis</i>	1,21	Tend. Agrup.	3,01	Agregada	1,32	Tend. Agrup.
<i>Lamanonia ternata</i>	2,48	Agregada	4,33	Agregada	3,61	Agrupada
<i>Lippia ramboi</i>	4,45	Agregada	45,98	Agregada	6,67	Agrupada
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	1,59	Tend. Agrup.	4,14	Agregada	2,44	Agrupada
<i>Luehea divaricata</i>	2,08	Agregada	14,34	Agregada	3,94	Agrupada
<i>Matayba elaeagnoides</i>	3,31	Agregada	2,81	Agregada	13,59	Agrupada
<i>Maytenus evonymoides</i>	1,61	Tend. Agrup.	2,23	Agregada	2,47	Agrupada
<i>Mollinedia elegans</i>	1,92	Tend. Agrup.	1,61	Agregada	3,84	Agrupada
<i>Myrceugenia cucullata</i>	2,79	Agregada	2,42	Agregada	8,86	Agrupada
<i>Myrceugenia foveolata</i>	1,54	Tend. Agrup.	13,63	Agregada	1,86	Agrupada
<i>Myrceugenia miersiana</i>	1,61	Tend. Agrup.	1,53	Agregada	3,18	Agrupada
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	2,42	Agregada	2,49	Agregada	5,8	Agrupada
<i>Myrceugenia oxysepala</i>	2,87	Agregada	2,24	Agregada	6,39	Agrupada
<i>Myrcia oligantha</i>	2,17	Agregada	1,87	Agregada	5,43	Agrupada
<i>Myrcianthes gigantea</i>	1,48	Tend. Agrup.	2,83	Agregada	2,09	Agrupada
<i>Myrciaria delicatula</i>	1,53	Tend. Agrup.	7,68	Agregada	1,96	Agrupada
<i>Myrciaria floribunda</i>	1,12	Tend. Agrup.	0,42	Tend. Agrup.	1,31	Tend. Agrup.
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	1,12	Tend. Agrup.	0,53	Tend. Agrup.	1,24	Tend. Agrup.
<i>Myrsine umbellata</i>	2,22	Agregada	1,38	Agregada	4,59	Agrupada
Não identificada	1,06	Tend. Agrup.	0,91	Tend. Agrup.	1,11	Tend. Agrup.
<i>Nectandra megapotamica</i>	1,17	Tend. Agrup.	0,76	Tend. Agrup.	1,3	Tend. Agrup.
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	2,82	Agregada	31,82	Agregada	3,96	Agrupada
<i>Ocotea indecora</i>	3,57	Agregada	8,94	Agregada	9,14	Agrupada
<i>Ocotea pulchella</i>	1,88	Tend. Agrup.	2,52	Agregada	3,47	Agrupada

Tabela 4 – Índices de dispersão das espécies da regeneração natural da área amostrada na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

<b>Nome Científico</b>	<b>IGA</b>	<b>Classif. IGA</b>	<b>Ki</b>	<b>Classif. Ki</b>	<b>Pi</b>	<b>Classif. Pi</b>
<i>Picramnia parvifolia</i>	1,09	Tend. Agrup.	0,61	Tend. Agrup.	1,14	Tend. Agrup.
<i>Piptocarpha notata</i>	1,84	Tend. Agrup.	2,72	Agregada	2,87	Agrupada
<i>Podocarpus lambertii</i>	1,43	Tend. Agrup.	3,49	Agregada	2,46	Agrupada
<i>Prunus myrtifolia</i>	1,32	Tend. Agrup.	0,91	Tend. Agrup.	1,74	Agrupada
<i>Rollinia rugulosa</i>	1,16	Tend. Agrup.	0,43	Tend. Agrup.	1,45	Tend. Agrup.
<i>Roupala brasiliensis</i>	1,62	Tend. Agrup.	2,86	Agregada	2,82	Agrupada
<i>Rudgea parquioides</i>	5,72	Agregada	5,56	Agregada	11,54	Agrupada
<i>Scutia buxifolia</i>	1,33	Tend. Agrup.	4,46	Agregada	1,46	Tend. Agrup.
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	8,98	Agregada	8,45	Agregada	12,35	Agrupada
<i>Sebastiania commersoniana</i>	1,57	Tend. Agrup.	2,08	Agregada	2,27	Agrupada
<i>Seguiera aculeata</i>	2,24	Agregada	12,5	Agregada	2,99	Agrupada
<i>Siphoneugena reitzii</i>	1,39	Tend. Agrup.	0,93	Tend. Agrup.	1,74	Agrupada
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	2,29	Agregada	20,47	Agregada	8,13	Agrupada
<i>Stillingia oppositifolia</i>	17,41	Agregada	19,62	Agregada	30,27	Agrupada
<i>Strychnos brasiliensis</i>	1,42	Tend. Agrup.	1,88	Agregada	1,99	Agrupada
<i>Symplocos tetrandra</i>	1,17	Tend. Agrup.	2,91	Agregada	1,27	Tend. Agrup.
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	1,15	Tend. Agrup.	0,43	Tend. Agrup.	1,33	Tend. Agrup.
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	2,27	Agregada	7,49	Agregada	4,7	Agrupada

IGA= Índice de MacGuinnes; Ki= Índice de Fracker e Brischle; Pi= Índice de Payandeh

### 4.3 Índices de biodiversidade

#### 4.3.1 Índices Alfa

Os índices alfa estudados no trabalho incluíram os índices de Margalef e Menhinick (riqueza específica); Simpson e McIntosh (dominância); Shannon (informação); e Pielou, Alatalo e Hill (equidade).

##### 4.3.1.1 Riqueza específica

Os Índices de Margalef e de Menhinick seguiram a mesma tendência de valores nas parcelas. Por serem índices que expressam somente a riqueza de espécies, mostraram os resultados de uma forma compreensível e simples, pois consideram apenas o número de espécies e indivíduos, variando apenas com o tamanho da área.

Nas Figuras 10 e 11, podem-se observar por meio dos gráficos os valores encontrados nos índices de riqueza específica para o componente arbóreo e a

regeneração, respectivamente, sendo que o eixo **x** representa as subparcelas dentro de cada parcela e o eixo **y** a escala de valores dos índices.

O Índice de Margalef demonstra a riqueza específica e refere-se ao número total de indivíduos. É utilizado para estimar a biodiversidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies. Quanto maior o valor do índice, maior é a biodiversidade da comunidade amostrada.

No componente arbóreo, esse índice atingiu valores de diversidade que variaram de 0 (quando a parcela tem apenas 1 indivíduo) para a subparcela de menor diversidade, até 3,91 para a subparcela de maior diversidade, com uma média de 2,2, denotando baixa diversidade quando comparado a outras áreas de Floresta Ombrófila Mista. Schaaf et al. (2006), com o objetivo de estudar as alterações florísticas e estruturais ocorridas em uma Floresta Ombrófila Mista, localizada na Estação Experimental da UFPR (São João do Triunfo, PR), encontraram um valor no ano de 1979 de 6,52 e, no ano 2000, de 7,02 para o índice de Margalef, caracterizando de média a alta biodiversidade.

Na regeneração, o índice obteve valores entre 0 para a sub-parcela de menor diversidade, até 6,78 para a de maior diversidade, com uma média de 3,81, o que caracteriza baixa diversidade quando comparada a outras áreas de regeneração. Em um estudo da similaridade na composição florística entre uma área de regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista e a regeneração natural em um plantio adulto de Pinheiro-brasileiro, na FLONA de Irati, no Paraná, Saueressig et al. (2005) encontraram um valor de 10,68 de biodiversidade no índice de Margalef para a Floresta Ombrófila Mista, denotando alta biodiversidade.

Essa baixa diversidade, encontrada tanto no componente arbóreo como na regeneração, pode ser explicada pelo fato do índice não levar em consideração a área da parcela amostrada, que, neste caso, é menor que o comumente encontrado nos trabalhos. Em um estudo na FLONA de São Francisco de Paula, Kanieski (2008) encontrou valores pelo índice de Margalef, por meio de 10 parcelas de 100m x 100m, que variaram de 6,24 para a parcela de menor diversidade até 10,05 para a de maior diversidade, com uma média de 8,38, denotando alta diversidade no componente arbóreo. Leva-se a concluir, então, que esse índice não é ideal para a avaliação da diversidade em áreas pequenas, como as utilizadas neste trabalho (10m x 10m).

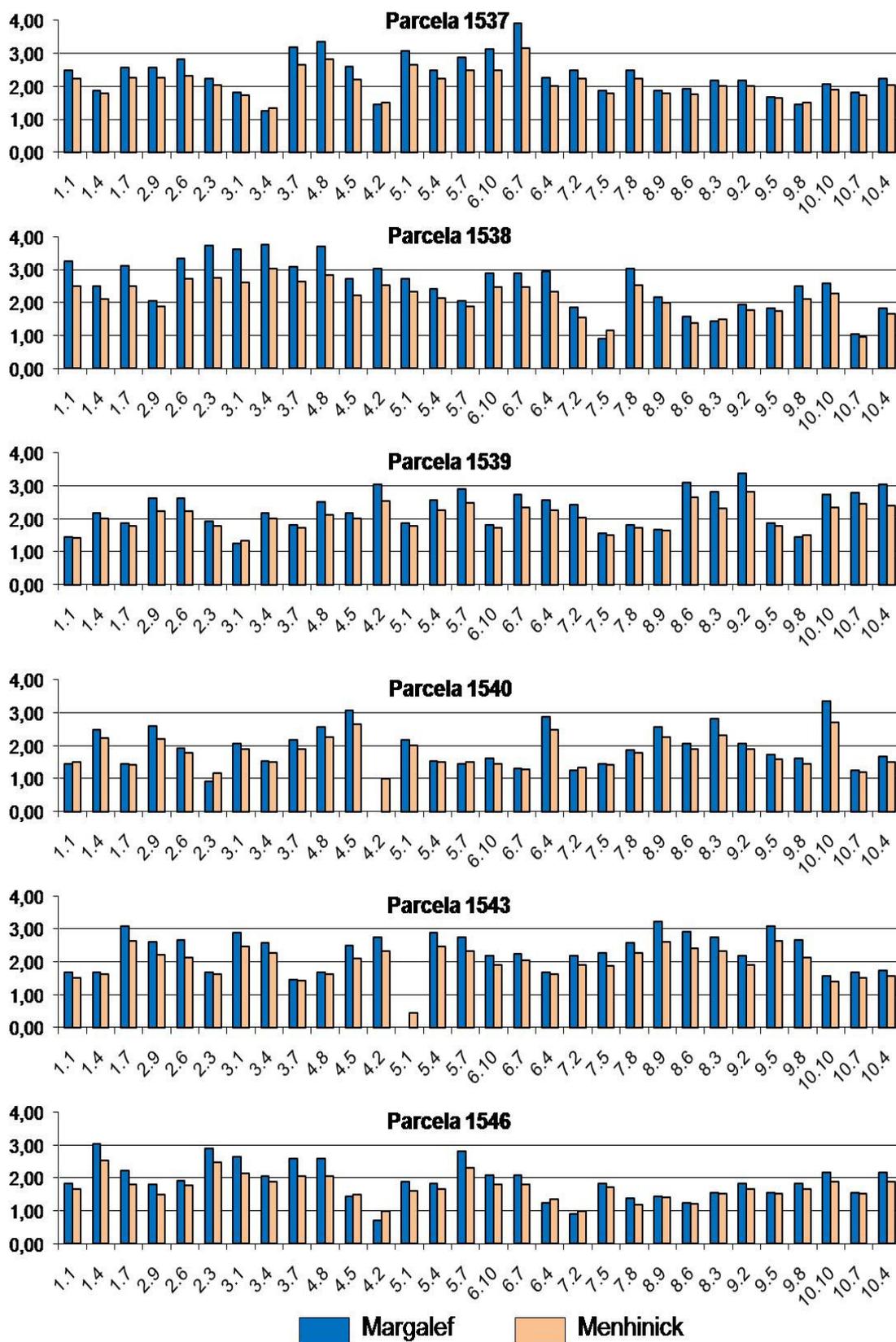


Figura 10 – Índices de riqueza específica do componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

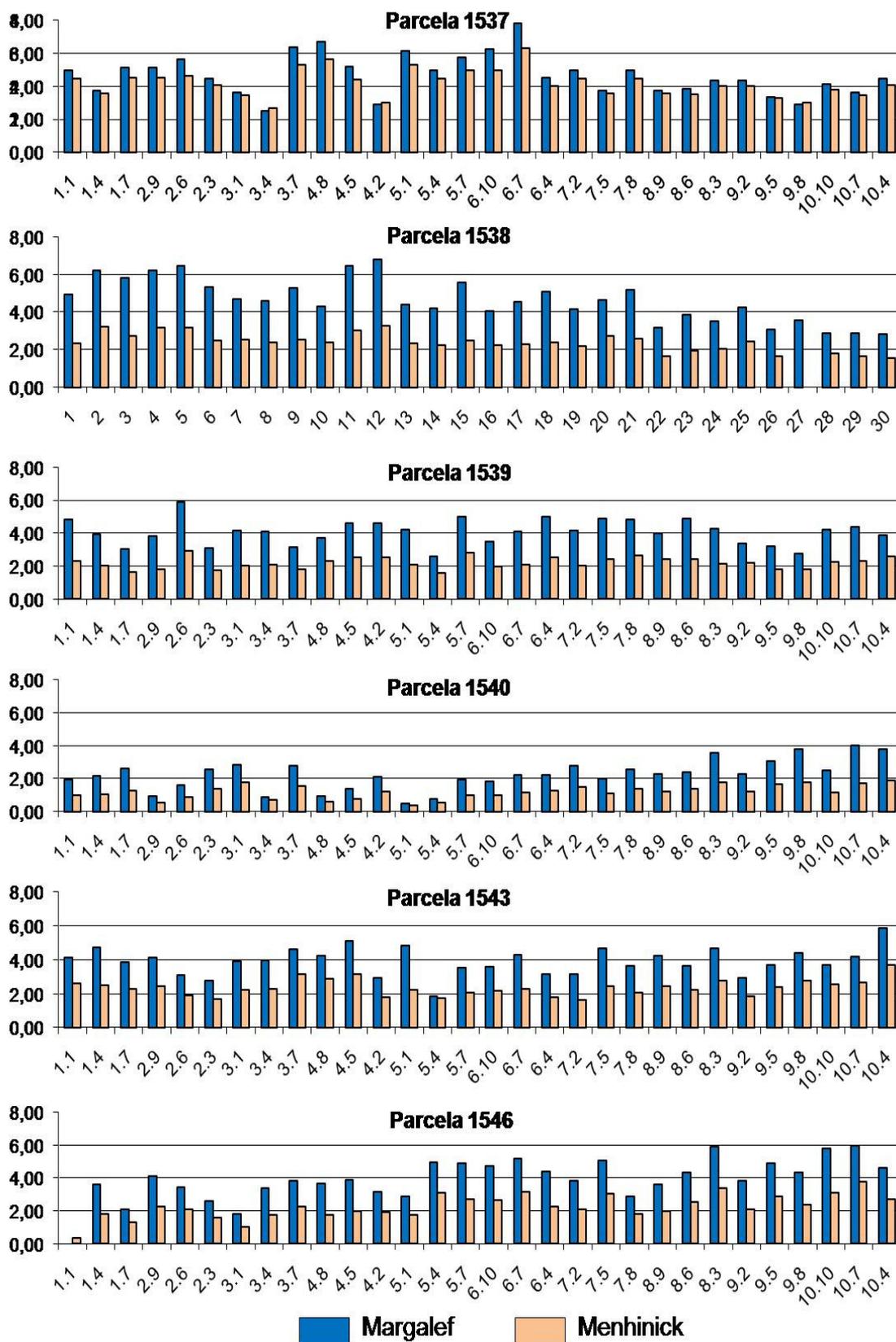


Figura 11 – Índices de riqueza específica da regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

De forma semelhante ao Índice de Margalef, o Índice de Menhinick baseia-se na relação entre o número de espécies e o número total de indivíduos observados, que aumenta de acordo com o tamanho da parcela.

No componente arbóreo, esse índice variou de 0,45 na subparcela de menor diversidade até 3,16 para a de maior diversidade, com uma média de 1,96, representando, nesse caso, de média a alta diversidade, comparada a outras áreas do mesmo tipo florestal. Kanieski (2008), também na FLONA de São Francisco de Paula, porém, com parcelas de 100m x 100m, encontrou uma média de 1,96 para o índice de Menhinick, denotando alta riqueza de espécies.

No mesmo estudo de alterações florísticas e estruturais ocorridas em uma Floresta Ombrófila Mista, localizada na Estação Experimental da UFPR, Schaaf et al. (2006) encontraram um valor de biodiversidade para o Índice de Menhinick de 1,10 em 1979, e de 1,17 em 2000, caracterizado por média diversidade.

Na regeneração, a subparcela de menor diversidade obteve valor de 0,38, e a de maior diversidade, valor de 3,77, com uma média de 2,05, o que denota alta diversidade na área amostrada.

Mesmo sem levar em consideração o tamanho da área amostral, o índice de Menhinick, diferente do índice de Margalef, representa, nesse caso, a diversidade de forma bastante real na área, mesmo se tratando de uma área de amostragem pequena.

A sugestão seria, em unidades amostrais menores, utilizar o Índice de Menhinick, e, em unidades amostrais maiores, o índice de Margalef, ambos para avaliar a riqueza de espécies dentro da área.

#### 4.3.1.2 Dominância

Os índices de dominância são índices de diversidade que demonstram a dominância de uma ou poucas espécies dentro da parcela, neste caso sendo representados pelos índices de Simpson e McIntosh.

Nas Figuras 12 e 13 podem-se observar, por meio dos gráficos, os valores encontrados nos índices de dominância para o componente arbóreo e a regeneração, respectivamente, sendo que o eixo **x** representa as subparcelas dentro de cada parcela e o eixo **y** a escala de valores dos índices.

O Índice de Simpson mostra a probabilidade de que dois indivíduos escolhidos ao acaso em uma amostra sejam da mesma espécie, mostrando o grau de dominância da área, uma vez que, quanto maior o valor, maior a dominância por uma ou poucas espécies.

No componente arbóreo, esse índice variou de 0,10 para a parcela com a menor dominância de espécies até 1,00 para a parcela de maior dominância (somente 1 espécie presente na parcela), com uma média de 0,26, o que demonstra uma baixa dominância de uma ou poucas espécies na parcela.

Da mesma forma que no componente arbóreo, a dominância na regeneração natural pelo índice de Simpson foi baixa, com uma média de 0,21, sendo que a parcela com menor dominância teve o valor de 0,06 e a de maior dominância teve o valor de 1,00. Schaaf et al. (2006) encontraram valores muito semelhantes em área de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo, PR, com 0,21 no ano de 1979 e 0,26 no ano 2000, o que caracteriza baixa dominância por uma ou poucas espécies na área.

É comum encontrar interpretações erradas no índice de Simpson, em que os autores utilizam esse índice como parâmetro de informação da diversidade do local, quando na verdade ele expressa apenas se há ou não dominância de algumas espécies na parcela. Sousa et al. (2008) e Watzlawick et al. (2005) encontraram valores de 0,15 e 0,04 para o índice de Simpson em áreas de Floresta Ombrófila Mista, e interpretaram como áreas de média e baixa diversidade, quando na verdade esses valores indicam apenas que há baixa dominância de uma ou poucas espécies na área, ou seja, há aproximadamente o mesmo número de espécies distribuídas em cada unidade amostral.

O Índice de McIntosh é um índice de dominância que resulta independentemente do número de espécies existentes na parcela. Quanto maior o valor deste, menor a dominância por uma ou poucas espécies.

No componente arbóreo, esse índice atingiu valores desde zero nas parcelas com alta dominância até 1,00 para as com nenhuma dominância de nenhuma espécie, obtendo uma média de 0,80, o que caracteriza baixa dominância das espécies.

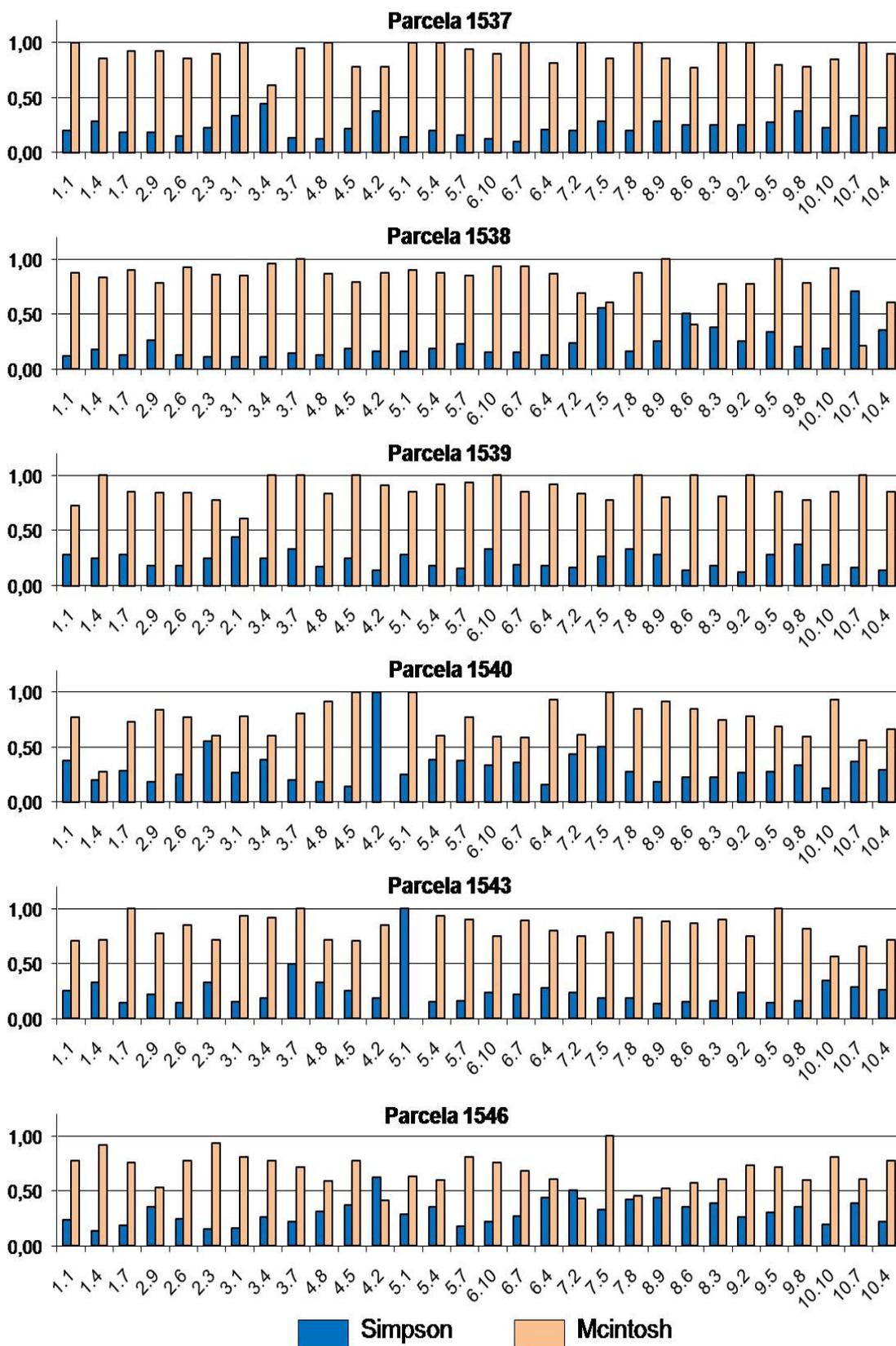


Figura 12 – Índices de dominância do componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS, 2008

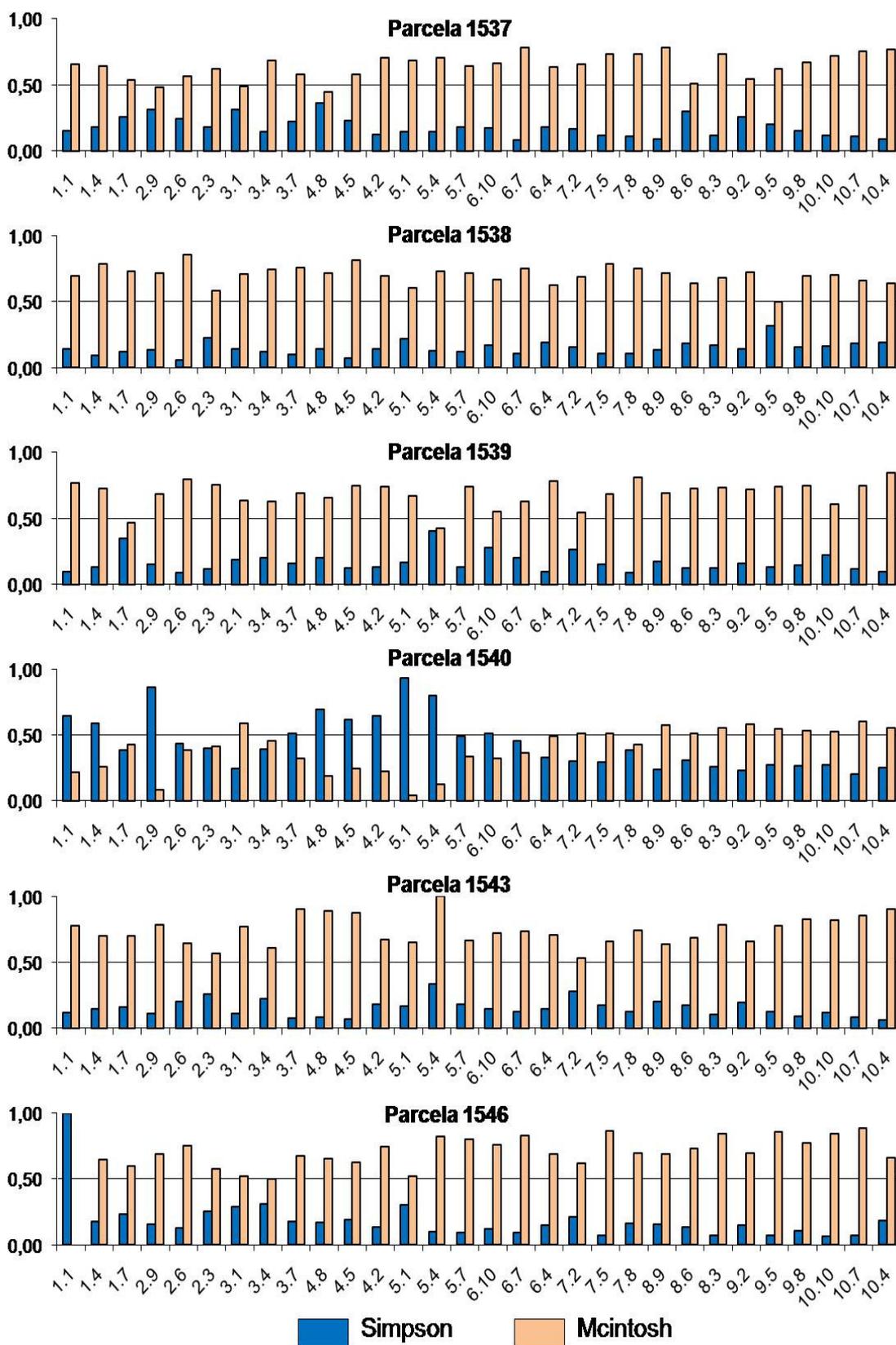


Figura 13 – Índices de dominância da regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS, 2008

Na regeneração natural, esse índice variou entre zero, para as parcelas de maior dominância, até 1,00, para aquelas de menor dominância (onde todas as espécies possuem o mesmo número de indivíduos), com uma média de 0,64, o que demonstra baixa dominância por uma ou poucas espécies.

Os valores encontrados pelo índice de McIntosh mostraram os mesmos resultados que o índice de Simpson. No estudo de alterações florísticas e estruturais ocorridas em uma Floresta Ombrófila Mista, localizada na Estação Experimental da UFPR, Schaaf et al. (2006) encontraram um valor para o Índice de McIntosh de 0,97 em 1979, e de 0,96 em 2000, caracterizando baixa dominância de espécies na área.

#### 4.3.1.3 Informação

Os índices mais usados são aqueles baseados na teoria da informação. Esses índices expressam diretamente o valor da diversidade naquele local, sendo que o mais utilizado é o índice de Shannon-Wiener ou apenas índice de Shannon.

Na Figura 14 podem-se observar, por meio dos gráficos, os valores encontrados para o índice de Shannon nas diferentes subparcelas, sendo que o eixo **x** representa as sub-parcelas dentro de cada parcela, e o eixo **y** a escala de valores dos índices.

O índice de Shannon é afetado por espécies raras, ou seja, o índice valoriza estas, assumindo valor de zero quando há apenas uma espécie, e o logaritmo do número de espécies, quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos.

Esse índice atingiu valores, no componente arbóreo, desde zero para a parcela de menor diversidade (parcelas que continham apenas uma espécie), até 2,33 para a parcela de maior diversidade, com uma média de 1,54, denotando baixa diversidade. Segundo Roderjan et al. (2001), a baixa diversidade florística é comum nos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista localizados em áreas de maior altitude, onde os rigores climáticos exercem pressão seletiva sobre a diversidade vegetal.

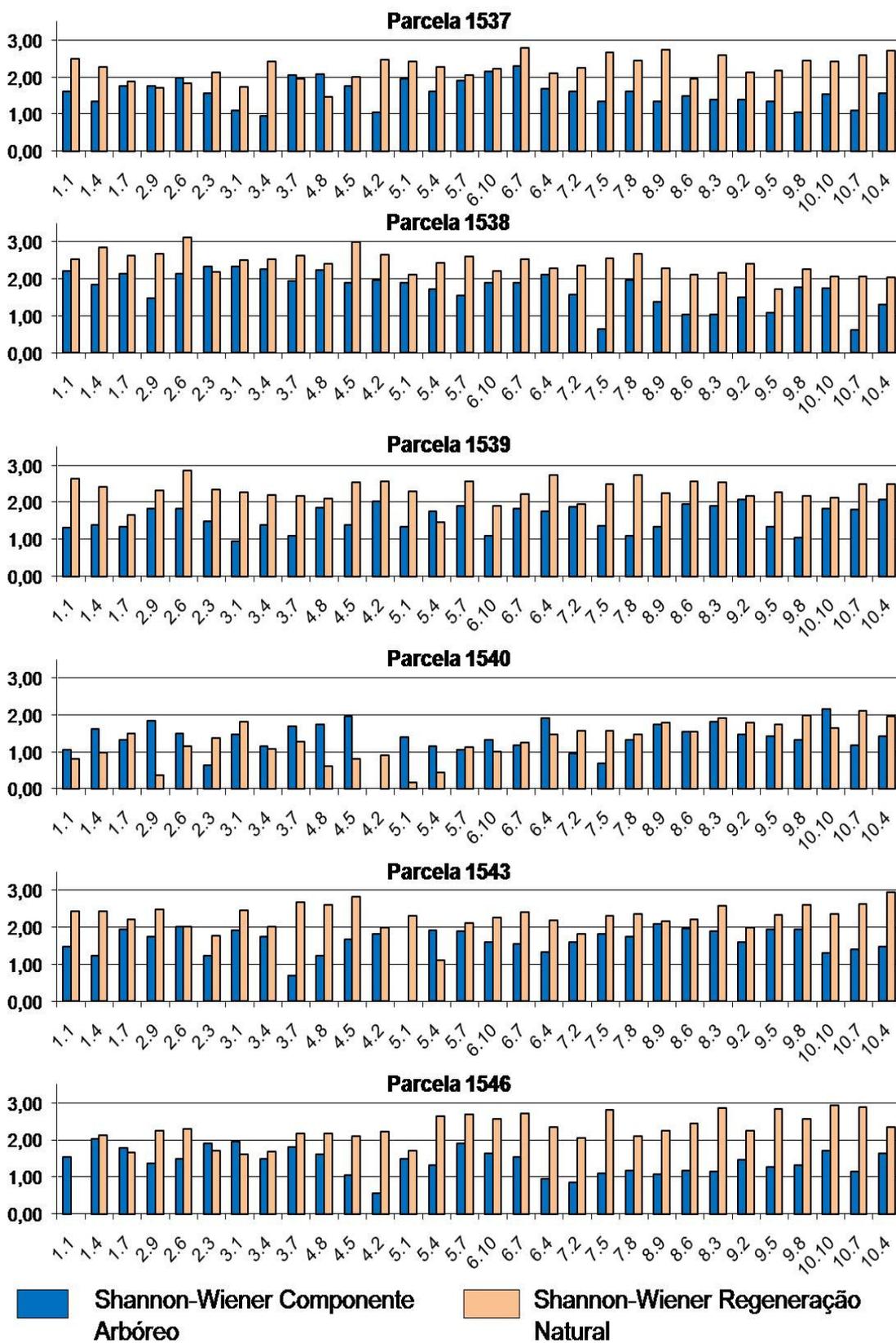


Figura 14 – Índice de Shannon-Wiener para a regeneração natural e o componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Esses baixos valores de diversidade podem ser também consequência do tamanho da unidade amostral, assim como o índice de riqueza específica de Margalef. Na mesma FLONA de São Francisco de Paula, em unidades amostrais de 100m x 100m, Kanieski (2008) encontrou valores para o componente arbóreo entre 2,78 para a parcela de menor diversidade, até 3,40 para a de maior diversidade, com uma média de 3,19, o que caracteriza elevada diversidade. Gomes et al. (2008) e Sonego et al. (2007), também na FLONA de São Francisco de Paula, encontraram alta diversidade nas áreas amostradas pelo índice de Shannon, com um valor de 3,53 e 2,95, respectivamente. Maiores valores de diversidade foram encontrados em diversos trabalhos com Floresta Ombrófila Mista, como os trabalhos de Nascimento et al. (2001), Seger et al. (2005), Watzlawick et al. (2005), Cordeiro e Rodrigues (2007), Lingner et al. (2007) e Reginato e Goldenberg (2007), os quais caracterizaram a diversidade nessas áreas de média a alta, segundo o índice de Shannon.

Na regeneração natural, os índices variaram desde zero para a parcela com menos diversidade, até 3,12 para a de maior diversidade, com uma média de 2,13, o que caracteriza média diversidade de espécies para o local, e maior diversidade de espécies presentes na regeneração natural que no componente arbóreo. Valores semelhantes foram encontrados por Narvaes et al. (2005), utilizando o mesmo tamanho das unidades amostrais na FLONA de São Francisco de Paula, com um valor pelo índice de Shannon de 2,22. Devido à alta densidade de indivíduos que ocorrem na regeneração natural, e por esses estarem fortemente agrupados, o índice de Shannon acaba tendo boa representatividade da diversidade da regeneração natural mesmo em unidades amostrais menores.

#### 4.3.1.4 Equidade

Os índices de equidade mostram de que forma o número de indivíduos estão distribuídos entre as espécies, denotando menor ou maior uniformidade na composição das parcelas. Para a área em questão, os três índices utilizados, Pielou, Alatalo e Hill, demonstraram a mesma tendência em cada subparcela avaliada.

O Índice de Pielou é um índice de equidade que mede a proporção da diversidade observada em relação à máxima diversidade esperada. Os valores

nesse índice podem variar de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior a uniformidade do local.

No componente arbóreo (Figura 15), esse índice variou entre 0,46 para a parcela menos uniforme, até 1,00 para a mais uniforme (o número de indivíduos é igual para cada espécie), com média de 0,93, o que denota alta uniformidade na composição das parcelas.

Na regeneração natural (Figura 16), o índice obteve valor de 0,16 para a parcela menos uniforme na composição das espécies até 1,00 para a mais uniforme, com uma média de 0,76, que caracteriza alta uniformidade na composição das espécies das parcelas.

Sonego et al. (2007), na FLONA de São Francisco de Paula, também encontraram alta uniformidade na composição das parcelas, por meio do valor de 0,80 para o índice de Pielou. Valores semelhantes também foram encontrados em outras áreas de Floresta Ombrófila Mista, como Cordeiro e Rodrigues (2007) (Pielou=0,90) e Reginato e Goldenberg (2007) (Pielou=0,83).

O Índice de Alatalo tende a superestimar consideravelmente a equidade e tem uma relação não linear com esta. É também obtido por meio de uma relação entre o número de espécies abundantes e o número de espécies muito abundantes.

No componente arbóreo esse índice variou entre 0,48 para a parcela com menor uniformidade, até 1,00 para a parcela de maior uniformidade, obtendo uma média de 0,88, que denota alta uniformidade na composição das parcelas.

Na regeneração natural, o índice atingiu valores entre 0,37 para a parcela de menor uniformidade, até 1,00 para a parcela de maior uniformidade, com uma média de 0,65, que também denota alta uniformidade na composição das espécies na parcela.

Kanieski (2008) também encontrou resultados semelhantes avaliando o componente arbóreo na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, por meio de unidades amostrais de 100m x 100m, com valores entre 0,34 para a parcela de menor valor (1546), até 0,77 para a parcela de maior valor (1537), obtendo uma média de 0,60.

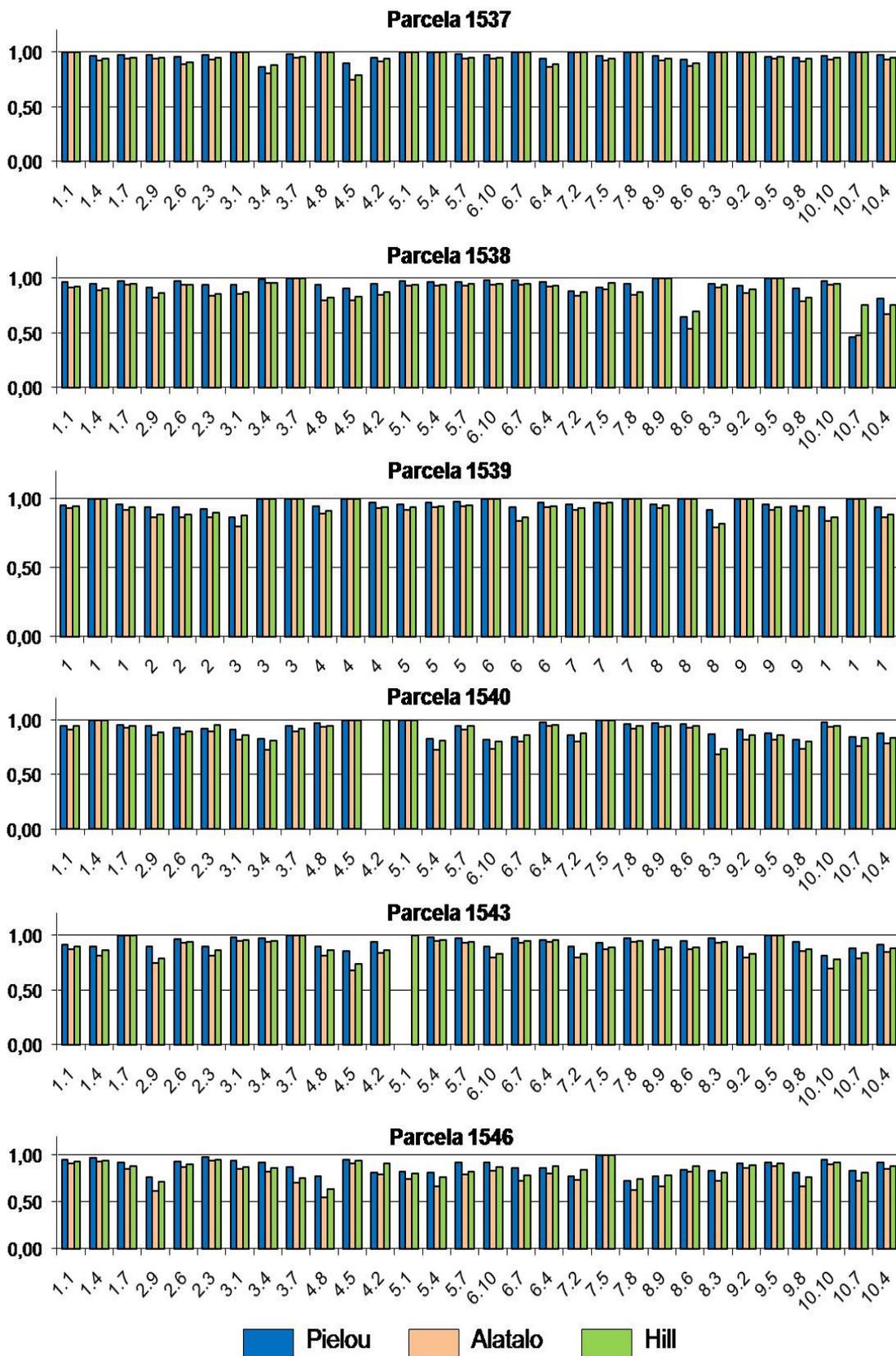


Figura 15 – Índices de equidade para o componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

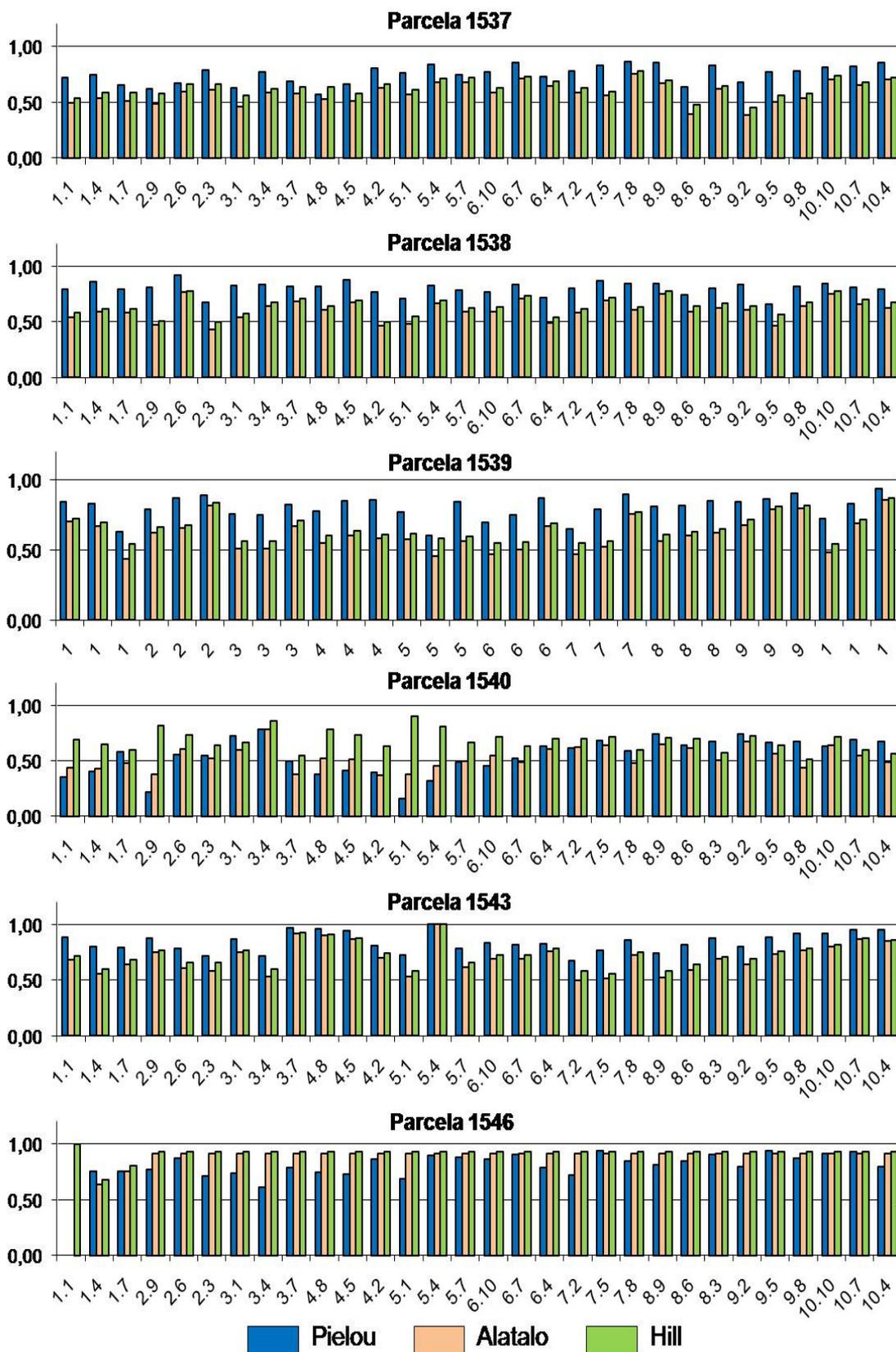


Figura 16 – Índices de equidade para a regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

O Índice de Hill é um índice de equidade que expressa a diversidade em uma escala uniforme. É obtido por meio de uma relação entre o número de espécies abundantes e o número de espécies muito abundantes. Este índice se refere à distribuição da abundância das espécies, ou seja, a maneira pela qual a abundância (número de indivíduos) está distribuída entre as espécies de uma comunidade. Quando todas as espécies numa amostra são igualmente abundantes, o índice de equabilidade deve assumir o valor máximo e decresce, tendendo a zero, à medida que as abundâncias relativas das espécies divergem dessa igualdade.

No componente arbóreo, esse índice obteve valor de 0,64 para a parcela de menor uniformidade, até 1,00 para a parcela de maior uniformidade, obtendo uma média de 0,91, que caracteriza alta uniformidade na composição das espécies nas parcelas.

Esse índice variou, para a regeneração natural, entre 0,46 para a parcela com menor uniformidade, até 1,00 para a parcela com máxima uniformidade, com uma média de 0,71, que demonstra alta uniformidade na distribuição dos indivíduos por espécie nas parcelas.

Na FLONA de São Francisco de Paula, Kanieski (2008) também encontrou elevada uniformidade na distribuição dos indivíduos nas espécies de valores entre 0,38 para a parcela de menor valor (1546) até 0,78 para a parcela de maior valor (1537), obtendo uma média de 0,62, o que denota de média a alta uniformidade na distribuição da abundância das espécies.

#### 4.3.2 Índices Beta

Os Índices Beta serviram para a comparação da similaridade entre diferentes parcelas. Para tal, foram utilizados os índices de similaridade de Jaccard e Sorensen.

No Índice de Similaridade de Jaccard, igualmente ao Coeficiente de Sorensen, o intervalo de valores varia entre 0 (quando existem espécies repartidas por ambos os locais) e 1 (quando os dois sítios apresentam a mesma composição).

No componente arbóreo, este índice variou entre valores de zero, para as parcelas sem nenhuma interação, ou seja, nenhuma espécie coincide na composição das duas parcelas, até 1,00 para as parcelas de maior interação, onde todas as espécies presentes em uma parcela são iguais às presentes na outra. A

média do índice de Jaccard no componente arbóreo foi de 0,12, o que caracteriza baixa similaridade na composição das espécies entre as diferentes parcelas. Em parcela de 20m x 100m, em um remanescente com floresta com araucária no planalto catarinense, Lingner et al. (2007) também encontraram baixa similaridade florística na composição das parcelas segundo o índice de Jaccard, com valores raramente ultrapassando 0,5.

Na regeneração natural, esse índice obteve valores desde 0 para as parcelas com menor interação, até 0,75 para as parcelas com maior interação, obtendo uma média de 0,24, o que denota baixa similaridade florística entre as parcelas.

O Coeficiente de Similaridade de Sorensen relaciona o número de espécies em comum com a média aritmética das espécies em ambos os sítios.

No componente arbóreo, esse índice atingiu valores entre zero para as parcelas com menor interação, até 1 para as parcelas com maior interação, obtendo média de 0,21, que denota, assim como o índice de Jaccard, baixa similaridade na composição das espécies nas diferentes parcelas. Na regeneração natural, esse índice alcançou valores desde zero para as parcelas de menor interação, até 0,86 para as parcelas de maior interação, com uma média de 0,38, caracterizando baixa similaridade florística. Na FLONA de São Francisco de Paula, em parcelas de 100m x 100m, Ribeiro et al. (2007) encontraram elevada similaridade entre os grupos florísticos formados dentro da área por meio do índice de Sorensen, com valores variando desde 0,66 a 0,75.

Esses baixos valores de similaridade encontrados para os dois índices podem estar relacionados ao tamanho da unidade amostral, pois Kanieski (2008) encontrou de média a alta similaridade florística entre as parcelas na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, utilizando unidades amostrais de 100m x 100m.

#### **4.4 Análise de Correspondência Canônica**

A Análise de Correspondência Canônica foi realizada com o objetivo de correlacionar os valores encontrados pelos índices de diversidade alfa com as variáveis ambientais. Em estudos florísticos, a técnica é bastante utilizada para analisar a correlação entre a abundância de espécies ocorrentes na área e as características do ambiente (BOTREL et al., 2002; SOUZA et al., 2003; NARVAES, 2004; RIBEIRO, 2004; GOMES, 2005; CURCIO et al., 2006; MOURA et al., 2007;

BARETTA et al., 2008), mas é a primeira vez que esta é utilizada para correlacionar os valores encontrados pelos índices de diversidade com os parâmetros ambientais.

A partir das matrizes dos índices de diversidade e variáveis ambientais, foram criados, por meio do aplicativo computacional PC-ORD, gráficos com dois eixos, nos quais as parcelas foram representadas por pontos, enquanto que as variáveis ambientais foram representadas através de setas indicando a direção do gradiente máximo destas, sendo que o comprimento da seta é proporcional à correlação da variável com os eixos.

No componente arbóreo, os autovalores para os três primeiros eixos de ordenação canônica foram bastante baixos, de 0,001 no eixo 1 e 0 para os eixos 2 e 3. Autovalores baixos na ordenação canônica significam gradientes curtos nos dados analisados (TER BRAAK, 1995). Nesse caso, significa que os índices de diversidade estudados ocorrem em todas as áreas estudadas, o que é fato, pois estes foram avaliados para todas as parcelas analisadas. Os três primeiros eixos explicaram apenas 1,5% (eixo 1), 1,0% (eixo 2) e 0,3%(eixo 3), totalizando 2,8% da variância total dos dados, o que, segundo Botrel et al. (2002), significa grande variância remanescente não-explicada. Isso quer dizer que as variáveis ambientais escolhidas explicam apenas uma parte do valor dos índices nesses locais, sendo que o restante deve ser explicado por outros fatores não avaliados neste estudo.

Mesmo com uma baixa explicação da variância pelos eixos, a CCA produziu correlações significativas dos índices com as características do ambiente no eixo 3, com uma probabilidade de erro de 3%. Pode-se observar, na Tabela 5, de acordo com o Teste de Permutação de Monte Carlo, que os eixos 1 e 2 não apresentaram correlação significativa entre os índices e o ambiente, a um nível de probabilidade de 5%, sendo então descartados.

Na regeneração natural, os autovalores para os três primeiros eixos de ordenação canônica também foram bastante baixos, pelo fato de os índices serem calculados para todas as unidades amostrais avaliadas, sendo de 0,016 no eixo 1, 0,001 no eixo 2 e 0 para o eixo 3. Os três primeiros eixos explicaram 24,7 (eixo 1), 1,9 (eixo 2) e 0,4 (eixo 3), totalizando 26,9% da variância total dos dados, um valor maior do que o encontrado para o componente arbóreo, porém, ainda baixo, o que significa grande variância remanescente não-explicada. Mas esses valores maiores encontrados para a regeneração natural significam que as variáveis ambientais encontradas explicam melhor a diversidade na regeneração natural que no

componente arbóreo. Na regeneração, o CCA produziu correlações significativas entre o valor dos índices e as variáveis ambientais, em um nível de probabilidade de 5% apenas para o eixo 1, como pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 5 - Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre o valor dos índices de diversidade e as variáveis ambientais nas unidades amostrais para o componente arbóreo na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Eixo	Dados Reais	Dados aleatorizados			p
	Correlação índices/variáveis ambientais	Média	Mínimo	Máximo	
1	0,178	0,165	-0,106	0,286	0,420
2	0,164	0,123	-0,095	0,206	0,240
3	0,214	0,114	-0,100	0,237	0,030

p = proporção de sucessões aleatorizadas com índices ambientais. Correlação maior ou igual do que ao observado para as correlações índices-variáveis ambientais, por exemplo:  $p = (1 + n^\circ \text{permutações} \geq \text{observado}) / (1 + n^\circ \text{permutações})$

Tabela 6 - Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre o valor dos índices de diversidade e as variáveis ambientais nas unidades amostrais para a regeneração natural na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Eixo	Dados Reais	Dados aleatorizados			p
	Correlação índices/variáveis ambientais	Média	Mínimo	Máximo	
1	0,433	0,152	-0,720	0,275	0,010
2	0,223	0,146	-0,131	0,248	0,060
3	0,141	0,119	-0,167	0,318	0,370

p = proporção de sucessões aleatorizadas com índices ambientais. Correlação maior ou igual do que ao observado para as correlações índices-variáveis ambientais, por exemplo:  $p = (1 + n^\circ \text{permutações} \geq \text{observado}) / (1 + n^\circ \text{permutações})$

No componente arbóreo, as variáveis com maior coeficiente de correlação (Tabela 7), de acordo com o eixo 1, foram em ordem decrescente: teor de areia fina, espessura da manta, declividade, textura do solo, teor de argila e teor de silte.

As variáveis de maior coeficiente de correlação no eixo 2 foram,

respectivamente: teor de argila, teor de areia grossa, teor de silte, profundidade do solo e declividade.

Os maiores coeficientes, de acordo com eixo 3, foram, respectivamente: declividade, pedregosidade, espessura da manta, teor de argila no solo, teor de areia grossa do solo, classe textural do solo, teor de silte e profundidade do solo. A variável teor de areia fina obteve um valor baixo que não denota interação entre os dois fatores avaliados.

Tabela 7 – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica no componente arbóreo na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Parâmetros ambientais	Correlações		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Areia Grossa	-0,001	-0,495	0,300
Areia Fina	-0,744	-0,001	-0,002
Silte	-0,390	-0,432	0,198
Argila	0,455	0,604	-0,310
Textura do Solo	-0,512	-0,123	0,216
Profundidade do Solo	-0,303	-0,298	0,143
Espessura da Manta	0,669	-0,137	-0,426
Pedregosidade	0,116	0,137	0,459
Declividade	0,651	0,252	0,490

Na regeneração natural as variáveis tiveram altos coeficientes de correlação de acordo com eixo 1 (Tabela 8), e na seguinte ordem decrescente: teor de silte no solo, teor de argila no solo, teor de areia grossa do solo, categoria de textura do solo, declividade, profundidade do solo, teor de areia fina, espessura da manta, e pedregosidade.

No eixo 2, as variáveis com maior coeficientes de correlação foram, respectivamente: teor de areia fina, textura do solo, teor de silte e teor de argila.

As variáveis de maior coeficiente de correlação no eixo 3 foram, em ordem decrescente: pedregosidade, declividade, teor de argila, teor de areia grossa, classe textural do solo e profundidade do solo.

Tabela 8 – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica na regeneração natural na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Parâmetros ambientais	Correlações		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Areia Grossa	0,458	-0,103	-0,310
Areia Fina	-0,167	0,534	-0,274
Silte	-0,827	-0,388	-0,134
Argila	0,493	0,293	0,311
Textura do Solo	-0,365	0,391	-0,308
Profundidade do Solo	-0,225	0,035	-0,298
Profundidade da Manta	0,135	-0,185	0,010
Pedregosidade	0,107	-0,184	-0,608
Declividade	0,326	-0,156	-0,429

Para a avaliação da distribuição das parcelas na área de acordo com a diversidade e as variáveis ambientais, foram analisados os diagramas de ordenação referentes aos eixos de maior significância segundo o Teste de Monte Carlo.

Para o componente arbóreo, por meio do diagrama de ordenação dos eixos 3 e 2 (Figura 17), as variáveis de maior correlação com os índices foram teor de argila, teor de areia grossa, declividade e pedregosidade.

Sob a ótica do índice de informação de Shannon, que determinou a direção do diagrama, pode-se afirmar, nesse caso, que a diversidade no componente arbóreo da FLONA de São Francisco de Paula está relacionada a lugares com maiores teores de areia grossa, menores teores de argila, maior declividade e maior pedregosidade. Isso pode ser explicado pelo fato da elevada densidade de espécies – como *Araucaria angustifolia*, *Ocotea pulchella*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Lithraea brasiliensis*, *Nectandra megapotamica*, *Siphoneugena reitzii*, *Myrciaria floribunda*, entre outras, características de Floresta Ombrófila Mista e que ocorreram com bastante densidade nos locais amostrados – ocorrerem em locais inclinados e pedregosos (RIBEIRO, 2004; GOMES, 2005), sendo essas características que influenciam a diversidade nesses locais.

Analisando o componente arbóreo na Flona de São Francisco de Paula, Gomes (2005) e Ribeiro (2004) encontraram também alta correlação da abundância de espécies com as variáveis declividade e pedregosidade, mostrando então que a Análise de Correlação Canônica, nesse estudo utilizando índices de diversidade,

mostrou resultados semelhantes à correlação com dados de abundância de espécies.

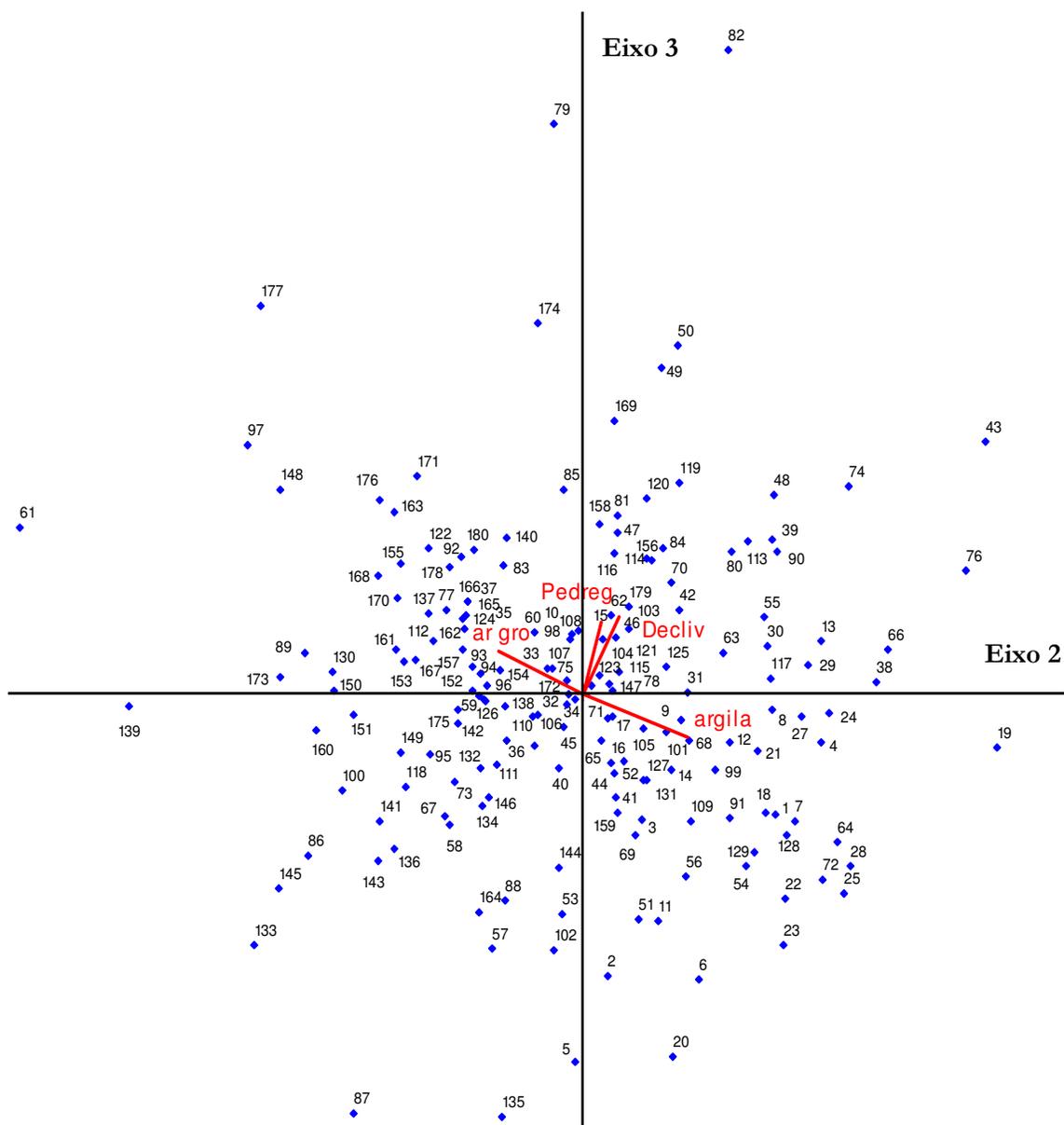


Figura 17 – Diagrama de ordenação das unidades amostrais nos eixos 3 e 2, produzido pela Análise de Correspondência Canônica no componente arbóreo na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS, 2008

Na regeneração natural, é possível visualizar claramente, por meio do diagrama de ordenação das unidades amostrais nos eixos 2 e 1 (Figura 18), um

gradiente formado pela textura do solo, com parcelas de diversidade influenciadas primeiramente pelo teor de silte, pela classe textural do solo, pelo teor de areia fina, até parcelas fortemente influenciadas pelo teor de argila. Narvaes (2005) também encontrou um nítido gradiente na distribuição das parcelas na regeneração natural na FLONA de São Francisco de Paula, por meio de CCA entre as variáveis ambientais e a abundância de espécies, onde o autor afirma que tais gradientes acarretam mudanças edáficas e de disponibilidade hídrica, restringindo o estabelecimento de algumas espécies.

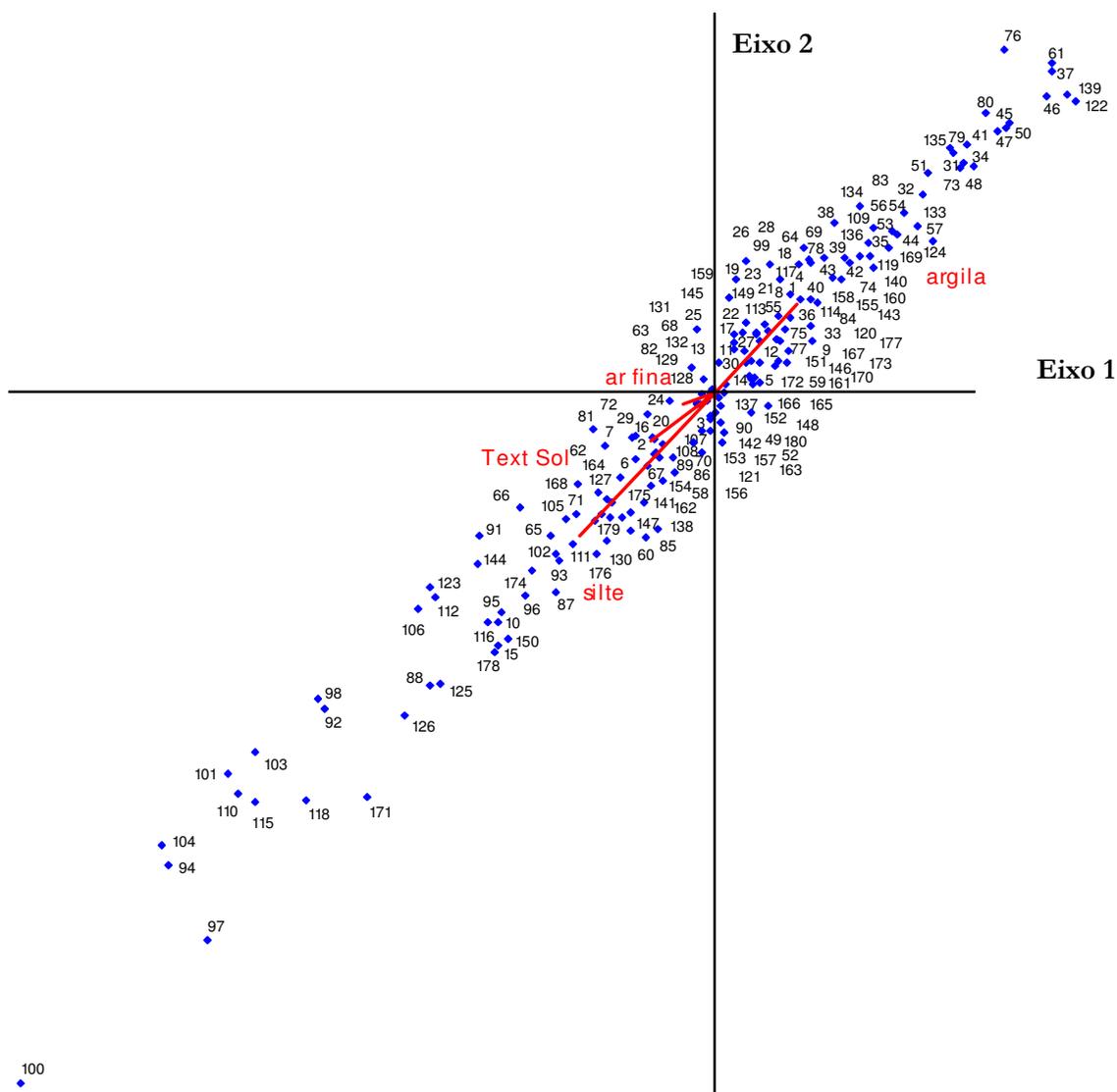


Figura 18 – Diagrama de ordenação das unidades amostrais nos eixos 2 e 1 produzido pela Análise de Correspondência Canônica na regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008

Na regeneração natural, então, a diversidade segundo o índice de Shannon está relacionada com maiores teores de argila e menores teores de areia fina e silte, ao contrário do que foi encontrado no componente arbóreo, mostrando, assim, diferentes relações da diversidade de espécies com as variáveis ambientais na regeneração e no componente arbóreo.

Entre as variáveis estudadas tanto no componente arbóreo quanto na regeneração natural, a textura do solo é a que está mais fortemente correlacionada com a diversidade, sendo então importante variável para a explicação da diversidade nesses locais.

Outras variáveis também podem ser estudadas para avaliar essa correlação, como a composição química e a granulometria dos solos, que podem explicar parte da variância não explicada pelas variáveis escolhidas nesse trabalho. Botrel et al. (2002) e Souza et al. (2003), por exemplo, encontraram alta correlação da abundância das espécies com o regime d'água e a fertilidade do solo.

Esses resultados, testando a correlação direta entre os valores de diversidade por meio dos índices com as variáveis ambientais, mostram então que é possível a correspondência canônica dessa forma. Devem ser realizadas novas pesquisas, em outras áreas, com o aperfeiçoamento de técnicas, para termos cada vez mais parâmetros de comparação para encontrarmos melhores práticas metodológicas para esses tipos de estudos.

## 5 CONCLUSÕES

Considerando o total de espécies na regeneração natural e no componente arbóreo, foram encontradas 102 espécies diferentes, distribuídas em 66 gêneros e 36 famílias, além de indivíduos mortos e cipós.

A família mais representativa, tanto na regeneração natural quanto no componente arbóreo, foi a *Myrtaceae*, além de outras famílias abundantes como *Lauraceae*, *Salicaceae*, *Aquifoliaceae* e *Fabaceae*.

No componente arbóreo, as espécies de maior frequência e maior densidade foram as espécies *Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Casearia decandra*, *Ilex brevicuspis* e *Siphoneugena reitzii*, sendo essas espécies características de áreas de Floresta Ombrófila Mista.

Na regeneração natural, as espécies de maior frequência e densidade foram *Casearia decandra*, *Sebastiania brasiliensis*, *Rudgea parquioides*, *Matayba eleagnoides* e *Stillinguia oppositifolia*. A *Araucaria angustifolia* possui pouca representatividade na regeneração natural. Sugere-se, então, a implementação de tratamentos silviculturais e plantios de enriquecimento que beneficiem o seu desenvolvimento, por se tratar da espécie de maior interesse comercial do tipo florestal.

Os três índices de dispersão avaliados no presente estudo revelaram comportamentos com a mesma tendência, variando apenas com as classificações de cada índice, mostrando que estes são adequados para avaliar a dispersão das espécies em Floresta Ombrófila Mista, segundo a metodologia adotada.

Os índices de dispersão Fracker e Brischle e Payandeh mostraram comportamentos semelhantes na avaliação da dispersão das espécies na área, onde aproximadamente 50% das espécies foram classificadas como aleatórias e o restante como agrupadas ou com tendência ao agrupamento, caracterizando que a floresta ainda não atingiu um estágio mais avançado de amadurecimento, no qual as espécies tendem a um comportamento cada vez mais aleatório.

O índice de MacGuinnes encontrou um comportamento diferenciado devido à forma de classificação dos valores, mas, mesmo assim, aproximadamente 50% das espécies foram classificadas como agrupadas ou com tendência ao agrupamento, e

50% das espécies classificadas como uniformes e aleatórias, denotando, assim como os outros índices, um estágio intermediário de amadurecimento da floresta.

O índice de riqueza específica de Margalef foi bastante influenciado pelo tamanho da unidade amostral, obtendo valores subestimados de diversidade, tanto no componente arbóreo como na regeneração natural. Em virtude disso, esse índice não é indicado para a avaliação da diversidade de Floresta Ombrófila Mista em pequenas unidades amostrais, como a adotada nesta metodologia.

Mesmo sem levar em consideração o tamanho da área amostral, o índice de Menhinick, diferente do índice de Margalef, representou a diversidade de forma bastante real na área, sendo então indicado para avaliação da diversidade em unidades amostrais pequenas de Floresta Ombrófila Mista.

Os índices de dominância de Simpson e McIntosh mostraram padrões semelhantes, tanto no componente arbóreo quanto na regeneração natural, denotando baixa dominância de uma ou poucas espécies. Esses valores são semelhantes aos de outros estudos em Floresta Ombrófila Mista, o que denota que os dois índices demonstram de forma bastante real a dominância de espécies nessas áreas, de acordo com a metodologia adotada.

O índice de Shannon-Wiener, que informa diretamente o valor da diversidade no local, mostrou uma média de 1,54 para o componente arbóreo, que denota baixa diversidade no local. Esses baixos valores de diversidade podem ser também consequência do tamanho da unidade amostral, assim como o índice de riqueza específica de Margalef.

Na regeneração natural, o índice de Shannon não foi influenciado pelo tamanho da unidade amostral, apresentando um valor médio de 2,13, que denota média diversidade no local.

Os três índices de equidade utilizados, Pielou, Alatalo e Hill, demonstraram a mesma tendência em cada subparcela avaliada, denotando alta uniformidade na composição das parcelas. Os índices apresentaram de forma real a uniformidade na composição das espécies nas parcelas, sendo indicados para a avaliação da equidade em áreas de Floresta Ombrófila Mista, de acordo com a metodologia adotada.

Os índices de diversidade Beta denotaram baixa similaridade na composição florística das diferentes parcelas, sendo que o baixo valor pode ser também consequência da pequena área das unidades amostrais.

A Análise de Correspondência Canônica mostrou que a diversidade no componente arbóreo da Flona de São Francisco de Paula está relacionada a lugares com maiores teores de areia grossa, menores teores de argila, maior declividade e maior pedregosidade.

Na regeneração natural, a diversidade está relacionada com maiores teores de argila e menores teores de areia fina e silte, ao contrário do que foi encontrado no componente arbóreo, mostrando então diferentes relações da diversidade de espécies com as variáveis ambientais na regeneração e no componente arbóreo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADOR, D. B.; VIANA, V. M. Dinâmica de “capoeiras baixas” na restauração de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 57, p. 69-85, 2000.
- ANJOS, A.; COUTO, H. T. Z.; REIS, A. Análise do efeito de um manejo em regime de rendimento sustentável sobre o padrão de distribuição espacial do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius), utilizando a função K de Ripley. **Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 215-225, 1998.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Richmond, London, v. 141, p. 399-436, 2003.
- BACKES, A.; NARDINO, M. **Árvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998. 202 p.
- BARETTA, D.; BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 2683-2691, 2008.
- BARROS, P. L. C.; MACHADO, S. A. **Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia brasileira**. Curitiba, PR: [s.n], 1984. 44 p.
- BARUQUI, F. M.; FERNANDES, M. S. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 11, n. 128, p. 55-69, 1985.
- BOTREL, R. T. et al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semi-decidual em Ingáí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 25, n. 2, p. 195-213, 2002.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Proposta do grupo de trabalho preservação e recuperação da Floresta Ombrófila Mista no Estado de Santa Catarina**: portaria ministerial 49 de 06 de fevereiro de 2002. Brasília, 2002. 77 p.
- CAIRNS, J. Increasing diversity by restoring damaged ecosystems. In: WILSON, E. O. **Biodiversity**. Whashington: National Academy Press, 1988. p. 333-344.
- CORDEIRO, J.; RODRIGUES, W. A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. **Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 545-554, 2007.
- COUTO, H. T. Z. do. **Métodos de inventário da biodiversidade de espécies arbóreas**. Piracicaba, SP: ESALQ/FAPESP, 2005. 108 p.

CURCIO, G. R. et al. Compartimentação topossequencial e caracterização fitossociológica de um capão de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, PR, v.36, n.3, p. 361-369, 2006.

DANIEL, O.; JANKAUSKIS, J. Avaliação de metodologia para o estudo do estoque de sementes do solo. **Série IPEF**, Piracicaba, SP, v. 41-42, p. 18-26, 1989.

DIAS, B. F. de S.; CORADIN, L. **Diversidade biológica e sua importância para o Brasil**: Programa de Dados para a Conservação da Biodiversidade. São Paulo, SP: PROBIO/SP, 1999. p.

DROBOVOLSKI, R. et al. Levantamento de áreas prioritárias para a conservação da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (RS, Brasil) e seu entorno. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 4, n.1/2, p. 7-14, 2006.

DURIGAN, G. Métodos em análise de vegetação arbórea. In: Cullen, L.; Rudran, R.; Valladares-Paudua, C. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba, PR: IPÊ/Fundação Boticário/UFPR, 2003. p. 455-479.

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Ed. UNB, 2003. 68 p.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Ed. UFLA, 1996. 389 p.

GIASSON, E. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, [199-]. 33 p. Disponível em: <<http://rodrigojsj.googlepages.com/SolosdoRS1.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2009.

GOMES, J. F. **Classificação e crescimento de grupos ecológicos da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GOMES, J. F. et al. Classificação e crescimento de unidades de vegetação em Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 1, p. 93-107, 2008.

GONÇALVES, J. L. de M. Principais solos usados para plantações florestais. In: GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba, SP: IPEF, 2002. p. 3-45.

GROMBONE, M.T. et al. Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque Nacional da Grotta Funda (Atibaia - Estado de São Paulo). **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, SP, v. 4, p. 47-64, 1990.

HAIR Jr., J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005. 593 p.

HAY, J.D.; BIZERRIL, M.X. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 23, n. 3, p. 341-347, 2000.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**: ecologia, composição e importância econômica. São Paulo, SP: Polígono, 1972. 465 p.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant population. In: CRAWLEY, M. J. **Plant Ecology**. 2. ed. Grã-bretanha: Blackwell Scientific Publication, 1997. p. 325-359.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Inventário florestal contínuo**: florestas nativas do Rio Grande do Sul. Brasília: Ministério da Agricultura, 1983. 94 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 91 p. (Série - Manuais Técnicos em Geociências, n. 1)

KANIESKI, M. R. **Quantificação da biodiversidade em floresta ombrófila mista na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS, por meio de diferentes índices alfa e beta**. 2008. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Selowia**, Itajaí, SC, n.12, p. 17-44, 1960.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper Collins Publications, 1989. 654 p.

LEGENDRE, P.; FORTIN, M. J. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetation**, Dordrecht, v. 80, p. 107-138, 1989.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1996. 83 p.

LINGNER, D. V. et al. Caracterização da estrutura e dinâmica de um remanescente de floresta com araucária no planalto catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, n. 55, p. 55-56, 2007.

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

LONGHI, S. J. et al. Classificação e caracterização de estágios sucessionais em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 16, n. 2, p.113-125, 2006.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 338 p.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurements**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179 p.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: das magnoliáceas as flacourtiáceas**. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 1997. 271 p.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Washington: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 1982. 168 p.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data version 5.0**. Oregon: MjM Software Design, 2006. 40 p.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte, MG: Ed. UFMG, 2005. 297 p.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza: M & T manuales y tesis SEA, 2001. v. 1, 84 p.

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

MOURA, I. O. de; FELFILI, J. M.; CASTRO, A. A. J. F. Correlações entre variáveis ambientais e espécies lenhosas de Cerrado *sensu stricto* sobre afloramentos rochosos no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu, MG. **Anais...** Caxambu, MG: [s.n.], 2007. Não paginado.

NARVAES, I. da S. **Classificação e caracterização da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. 2004. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

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

\_\_\_\_\_; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. florística e classificação da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 2, p. 233-245, 2008.

NASCIMENTO, A. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n.1, p. 105-119, 2001.

NOSS, R. F. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. **Forest Ecology and Management**, Columbus, v. 115, p. 135-146, 1999.

PAYANDEH, B. Comparison of method for assessing spatial distribution of trees. **Forest Science**, Bethesda, v. 16, p. 312-317, 1970.

PELLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário florestal**. Curitiba, PR: [s.n.], 1997. 316 p.

PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley, 1975. 165 p.

PILLAR, V.D.; QUADROS, F.L.F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, Gorizia, n. 12, p. 119-126, 1997.

REGINATO, M.; GOLDENBERG, R. Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as Florestas Ombrófilas Mista e Densa Montana, Piraquara, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, SP, v.34, n.3, p. 349-364, 2007.

RIBEIRO, S. B. **Classificação e ordenação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS**. 2004. 181 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

\_\_\_\_\_ et al. Diversidade e classificação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 17, n. 2, p. 101-108, 2007.

RICKLEFS, R. E. **Ecology**. 3rd ed. New York: W. H. Freeman, 1990. 456 p.

RODE, R. **Avaliação florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista e de uma vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos**. 2008. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2008.

RODERJAN, C. V. et al. Caracterisation des unites phytogeographiques dans l'état du Paraná, Brasil, et leur état de conservation. **Biogeographica**, Paris, n.77, v. 4, p. 129-140, 2001.

SALAS, G.R.; FIDALGO, B.; TORRES, R. Relationship between biodiversity and structure indices in Maritime pine forests : usefulness in forest management. In: CONFERENCE OF THE BIODIVERSITY AND CONSERVATION BIOLOGY IN PLANTATION FORESTS, 2005. Bordeaux, France. **Anais...** Bordeaux: [s.n.], 2005. Não paginado.

SALOMÃO, A. L. F. Florestas nacionais no Brasil: contradições e desafios do conceito de uso múltiplo dos recursos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR: UNILIVRE/Rede Nacional Pro Unidade de Conservação, 1997. v. 2, p. 403-413.

SAUERESSIG, D. et al. Estudo da similaridade na composição florística entre uma área de Floresta Ombrófila Mista e a regeneração natural em um plantio adulto de pinheiro-brasileiro, na FLONA de Irati. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2005, Guarapuava, PR. **Anais...** Guarapuava, PR: [s.n.], 2005. 697 p.

SCHAAF, L. B. et al. Modificações florístico-estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana no período entre 1979 e 2000. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 16, n. 3, p. 271-291, 2006.

SCHEEREN, L. W. et al. Agrupamento de unidades amostrais de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em função de variáveis do solo, da serapilheira e das acículas, na região de Canela, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 10, n. 2, p. 39-57, 2000.

SEGER, C. D., et al. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizado no município de Pinhais, Paraná-Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v.35, n.2, p. 291-302, 2005.

SILVEIRA, C. F. B. da. **A relação entre a Floresta Nacional de São Francisco de Paula e sua população associada: uma perspectiva polissêmica.** 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

SILVESTRE, R. **Comparação da florística, estrutura e padrão espacial em três fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná.** 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2009.

SONEGO, R. C.; BACKES, A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, SP, v.21, n.4, p. 943-955, 2007.

SOUZA, S.G.A. de; CARVALHO, J.; BARDDAL, M.L. **Diversidade e estrutura fitossociológica de uma floresta ciliar do rio Iraizinho, Piraquara, PR.** Disponível em: <<http://www.cemac-ufla.com.br/AnaisTrabVoluntarios4.htm>>. Acesso em: 20 out. 2008.

SOUZA, A. L. de et al. **Mata nativa 2: sistema de análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas.** Viçosa, MG: CIENTEC, 2008.

SOUZA, J. S. et al. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras – MG. **Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 185-206, 2003.

TER BRAAK, C. J. F. Ordenation. In: JONGMAN, R. H. G. ; TER BRAAK, C. J. F.; VAN TONGERENO, O. F. R. **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University, 1995. p. 91-173.

UBIALLI, J. A. et al. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 511-523, 2009.

VALE, V. S. do; CRESPILO, R. F.; SCHIAVINI, I. Análise da regeneração natural em uma comunidade vegetal do cerrado no Parque Victório Siquierolli, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 25, n. 1, p. 131-145, 2009.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, L.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1991. 124 p.

WAITE, S. **Statistical ecology in practise: a guide to analysing environmental and ecological field data**. London: Prentice Hall, 2000. 414 p.

WARD, J. S.; PARKER, G. R. Spatial dispersion of woody regeneration in a old-growth forest. **Ecology**, Washington, v. 70, n. 5, p. 1279-1285, 1989.

WATZLAWICK, L. F. et al. Caracterização da composição florística e estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, no município de General Carneiro (PR). **Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 1, n. 2, p. 229-237, 2005.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, Wien, v. 21, n. 2/3, p 213-251, 1972.