

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

**REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA  
ESTACIONAL DECIDUAL ALUVIAL: FISIONOMIA,  
ESPÉCIES POTENCIAIS PARA RESTAURAÇÃO  
ECOLÓGICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Grasiele Dick**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

**REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA ESTACIONAL  
DECIDUAL ALUVIAL: FISIONOMIA, ESPÉCIES POTENCIAIS PARA  
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

**por**

**Grasiele Dick**

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.**

**Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Moreira Rovedder**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dick, Grasielle

Regeneração natural em Floresta Estacional Decidual Aluvial: fisionomia, espécies potenciais para restauração ecológica e variáveis ambientais / Grasielle Dick.-2014.  
141 p.; 30cm

Orientadora: Ana Paula Rovedder

Coorientadores: Fabrício Jacques Sutili, José Miguel Reichert

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2014

1. Restauração ecológica 2. Floresta Estacional Decidual 3. Parque Estadual Quarta Colônia 4. Solos 5. Fitossociologia I. Rovedder, Ana Paula II. Sutili, Fabrício Jacques III. Reichert, José Miguel IV. Título.

**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

**REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA ESTACIONAL  
DECIDUAL ALUVIAL: FISIONOMIA, ESPÉCIES POTENCIAIS PARA  
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

elaborada por  
**Grasiele Dick**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Ana Paula Moreira Rovedder, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Ricardo Ribeiro Rodrigues, Dr. (ESALQ)**

---

**Ricardo Bergamo Schenato, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2014.

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Airton e Nádia*

*Minhas irmãs Angélica e Rafaela*

*Meus avós João e Nair*

*Decido este trabalho, com todo o meu amor.*



## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Moreira Rovedder, por esta oportunidade, amizade e pela orientação.

À comissão examinadora, Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues e Dr. Ricardo Bergamo Schenato, pela disposição em avaliar este trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA/RS) pelo apoio e disponibilidade da área de estudo.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pelo apoio financeiro ao projeto “Validação de metodologias de restauração em fragmento florestal para o Parque Estadual da Quarta Colônia e seu entorno, Rio Grande do Sul”, do qual o presente trabalho faz parte.

À toda equipe do Núcleo de Estudos e Pesquisa em Recuperação de Áreas Degradadas da UFSM, Luana, Lucas, Pedro Augusto, Natália, Karina, Rafaela, José Carlos, Maureen, Aline, Franciele, Andreson, Eliara, Roselene, pelo apoio, auxílio na coleta dos dados e convivência.

Ao Professor e Amigo Mauro Valdir Schumacher, pelo incentivo, apoio e cumplicidade.

Ao Professor Dr. Solon Jonas Longhi, ao funcionário Jorge Roberto Diefenthaeler e a equipe do Herbário do Departamento de Ciências Florestais da UFSM.

Ao Professor Dr. Danilo Rheinheimer dos Santos e ao Doutorando Jimmy Rasche.

Ao Laboratório de Física do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria.

Aos meus amigos e amigas, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando e incentivando o meu trabalho: Dionatan, Cassiano, Rafael, Fabiano, Fernanda, Liliane, entre tantos que compartilharam momentos comigo.

Às amigas queridas que me acompanharam durante o Curso de Formação de Professores (UFSM), Lidiene Marchesan, Vanessa Berni, Fernanda Hoffmeister, Bruna Souto e demais colegas e professores.

Aos meus pais, minhas irmãs, avós e toda família, pelo amor, paciência, confiança, incondicional apoio e incentivo.

## RESUMO

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

### **REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL ALUVIAL: FISIONOMIA, ESPÉCIES POTENCIAIS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Autora: Grasielle Dick  
Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Moreira Rovedder  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2014.

O presente estudo foi realizado em uma área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, que foi abandonada e isolada, no Parque Estadual Colônia localizado em Agudo, Rio Grande do Sul. O objetivo principal foi analisar a fisionomia e influência de variáveis ambientais, a fim de avaliar a dinâmica na floresta ao longo de um ano (2011 a 2012) e detecção de espécies potenciais à restauração ecológica. Esta dissertação foi dividida em dois estudos, com objetivos específicos de caracterizar a floresta quanto a composição florística, ecologia, estrutura, dinâmica e formação de agrupamentos (Estudo 1), além da caracterização de variáveis morfológicas, químicas e físicas do solo, e a relação destas com a distribuição da vegetação (Estudo 2). Para tanto, foram alocadas 19 unidades amostrais, com dimensões de 10 m x 10 m, nas quais foi amostrada a vegetação em quatro classes de inclusão (Regeneração1 =  $DAS \leq 1\text{cm}$ ; Regeneração2 =  $1\text{ cm} \geq CAP \leq 5\text{ cm}$ ; Arbóreo1 =  $5,1\text{ cm} \geq CAP \leq 14,9\text{ cm}$ ; Arbóreo2 =  $CAP \geq 15\text{ cm}$ ), onde também foi realizada a caracterização das variáveis ambientais. Na composição florística, foram encontradas 63 espécies pertencentes a 27 famílias e dispersão de sementes, em sua maioria, do tipo zoocórica. A maior diversidade foi verificada nas menores classes de inclusão (R1 e R2), bem como o maior número de indivíduos e expressiva ocupação por espécies exóticas. Ocorreram mudanças na comunidade ao longo do ano, com evidências do processo de substituição de espécies, especialmente das asteráceas e *Escallonia bifida*. A taxa de mortalidade (9,5%) foi superior ao ingresso (6,3%). A análise de agrupamento revelou as espécies *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine umbellata* e asteráceas como indicadoras da regeneração natural e *Escallonia bifida*, *Jacaranda micrantha* e *Eugenia uniflora* como indicadoras do estrato arbóreo. Junto com *Casearia sylvestris*, *Allophyllus edulis*, *Prunus myrtifolia* e *Matayba elaeagnoides*, tais espécies também foram expressivas na análise fitossociológica, caracterizando a ocupação e sucessão florestal na área. A caracterização dos solos da área amostral resultou na classificação de duas classes, sendo elas o Neossolo Flúvico e Planossolo Háptico Eutrófico arênico. O solo apresentou elevada fertilidade e características físicas condizentes com o uso agrícola pretérito do local. Utilizando uma pré Análise de Componentes Principais, as espécies e variáveis mais significativas foram relacionadas, por meio da Análise de Correspondência Canônica, onde foi possível observar que as espécies distribuem-se em função da variação química considerando preferencialmente o fósforo, pH, cálcio, alumínio, saturação por bases, CTC e da resistência do solo à penetração.

Palavras-chave: Floresta secundária; Sucessão florestal; Análise multivariada.



## ABSTRACT

Master's Dissertation  
 Post-Graduation Program in Forest Engineering  
 Universidade Federal de Santa Maria

### NATURAL REGENERATION IN STATIONAL DECIDUOUS ALLUVIAL FOREST: PHYSIOGNOMY, POTENTIAL SPECIES FOR ECOLOGICAL RESTORATION AND ENVIRONMENTAL VARIABLES

Author: Grasielle Dick

Adviser: Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Moreira Rovedder

Date and Place of the Presentation: Santa Maria, February 26<sup>th</sup>, 2014.

This study was conducted in an area of Stational Deciduous Alluvial Forest, which was abandoned and isolated, located in the Colônia State Park in the municipality of Agudo, Rio Grande do Sul State, Brazil. The main objective was to analyze the physiognomy and the influence of environmental variables, in order to assess the dynamics in the forest during a year (2011-2012) and to identify potential species for ecological restoration. This dissertation was divided in two studies, with specific goals to characterize the forest in terms of floristic composition, ecology, structure, dynamics and group formations (Study 1), and the characterization of morphological, chemical and physical variables of the soil, and their relationships with the vegetation distribution (Study 2). To this end, 19 sampling units were allocated, with dimensions of 10 m x 10 m, in which the vegetation was sampled in four classes of inclusion (Regeneration 1 =  $DAS \leq 1$  cm; Regeneration 2 =  $1 \text{ cm} \leq CAP \leq 5$  cm; Arboreal 1 =  $5.1 \text{ cm} \leq CAP \leq 14.9$  cm; Arboreal 2 =  $CAP \geq 15$  cm), also where environmental variables were characterized. In the floristic composition, 63 species were identified belonging to 27 families and seed dispersal of zoochory type. The highest diversity was observed in the smallest classes of inclusion (R1 and R2), as well as the greater number of individuals and significant occupation by exotic species. Changes occurred in the community throughout the year, with evidences of the succession process of species, especially the Asteraceae and *Escallonia bifida* families. The mortality rate (9.5%) was higher than then recruitment rate (6.3%). The Two-Way Indicator Species Analysis revealed the species *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine umbellata* and Asteraceae family as natural regeneration indicators, and *Escallonia bifida*, *Jacaranda micrantha* and *Eugenia uniflora* as indicators of the arboreal stratum. Along with *Casearia sylvestris*, *Allophylus edulis*, *Prunus myrtifolia* and *Matayba elaeagnoides*, such species were also significant in the phytosociological analysis, characterizing forest occupation and succession in the area. The soil in the sampling area is classified as Fluvic Neosol and sandy eutrophic Haplic Planosol. The soil showed high fertility and physical features characteristic of past agricultural use. Using a pre analysis of the principal component, the most significant species and variables were related by means of the Canonical Correspondence Analysis, which showed that the species are distributed on the basis of chemical variation considering P, Ca, Al, pH, base saturation, CTC and soil resistance to penetration.

Keywords: Secondary forest; Forest succession; Multivariate analysis

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área do estudo, região da Quarta Colônia de Imigração Italiana, município de Agudo/RS, e localização da área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia. ....	33
Figura 2 - Registro da ocupação anterior a criação do Parque Estadual Quarta Colônia em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, , RS. ....	35
Figura 3 - Aspecto da vegetação arbórea e herbácea em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Parque Estadual Quarta Colônia, RS. ....	35
Figura 4 - Representação da unidade amostral e suas subdivisões, utilizada para levantamento da vegetação em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	39
Figura 5 – Curva de acumulação de espécies por número de parcelas, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	42
Figura 6 - Distribuição diamétrica da regeneração natural ( $DAS \leq 1\text{cm}$ ), avaliada em 2011, considerando o número de indivíduos por centro de classe, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	70
Figura 7 - Distribuição diamétrica da regeneração natural ( $1\text{ cm} \geq CAP \leq 5\text{ cm}$ ), avaliada em 2011, considerando o número de indivíduos por centro de classe, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	71
Figura 8 - Distribuição diamétrica da regeneração natural ( $1\text{ cm} \geq CAP \leq 5\text{ cm}$ ), avaliada em 2012, considerando o número de indivíduos por centro de classe, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	72
Figura 9 - Distribuição diamétrica do estrato arbóreo ( $CAP \geq 5,1\text{ cm}$ ), considerando o número de indivíduos por centro de classe, analisados no ano de 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	73
Figura 10 - Distribuição diamétrica do estrato arbóreo ( $CAP \geq 5,1\text{ cm}$ ), considerando o número de indivíduos por centro de classe, analisados no ano de 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	74
Figura 11 – Grupos florísticos observados através do método TWINSpan, na regeneração natural (R1), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	78
Figura 12 – Grupos florísticos observados através do método TWINSpan, considerando o estrato arbóreo (A2) avaliado em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	81

Figura 13 – Grupos florísticos observados através do método TWINSpan, considerando o estrato arbóreo (A2) avaliado em 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	83
Figura 14 – Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais, considerando a regeneração natural (R1), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	86
Figura 15– Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais, considerando a regeneração natural (R2), no ano de 2011 (a) e 2012 (b), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	88
Figura 16 – Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais do estrato arbóreo (A1 + A2), avaliado no ano de 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	89
Figura 17 – Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais do estrato arbóreo (A1 + A2), avaliado no ano de 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	90
Figura 18 – Localização das parcelas instaladas em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS. ....	97
Figura 19 – Representação de uma mini-trincheira utilizada para a classificação do solo, em área alterada, em Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	98
Figura 20 - Porosidade do solo e relação com o teor de argila, no solo em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	107
Figura 21 - Resistência do solo à penetração em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	108
Figura 22 - Diagrama de ordenação para variáveis químicas do solo em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	110
Figura 23 - Diagrama de ordenação variáveis físicas do solo e intensidade luminosa, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	111
Figura 24 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa na classe R1 (regeneração natural), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	114
Figura 25 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa na classe R2 (regeneração natural), avaliada em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	116

Figura 26 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa na classe R2 (regeneração natural), avaliada em 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	118
Figura 27 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa nas classes A1 e A2 (componente arbóreo), avaliada em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.....	119
Figura 28 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa nas classes A1 e A2 (componente arbóreo), avaliada em 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.....	121

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Parâmetros fitossociológicos calculados para caracterização da estrutura horizontal da vegetação em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	44
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de inclusão da vegetação, com limites de inclusão e tamanho da unidade amostral, para levantamento em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	40
Tabela 2 – Composição florística, número de indivíduos por espécie e classificação em síndromes de dispersão de diásporos da vegetação, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS. ....	49
Tabela 3 – Número de gêneros, espécies, indivíduos e proporção relativa de indivíduos por família da vegetação avaliada em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	54
Tabela 4 - Índices ecológicos de Shannon (H') e Pielou (J) calculados para a área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	57
Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural (DAS $\leq$ 1 cm), classificadas em ordem decrescente de densidade absoluta, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	58
Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural R2 (1 cm $\geq$ CAP $\leq$ 5cm), nos anos de 2011 e 2012, classificadas em ordem decrescente de densidade absoluta do ano de 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvi. ....	61
Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estrato arbóreo (5,1 cm $\geq$ CAP $\leq$ 14,9 cm), para os anos de 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	64
Tabela 8 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estrato arbóreo (CAP $\geq$ 15 cm), para os anos de 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	67
Tabela 9 – Significância das análises realizadas pelo método PCA, para dados de abundância em todas as classes de inclusão da vegetação (R1, R2, A1 + A2), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	84
Tabela 10 - Resultados da análise química do solo coletado em parcelas instaladas em área ripária, Floresta Estacional Decidual, RS. ....	103
Tabela 11 - Valores médios das variáveis químicas do solo, considerando as distintas situações quanto à proximidade ao rio Jacuí, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	105
Tabela 12 - Significância das análises realizadas pelo método CCA, para dados de vegetação e solo, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	112

## LISTA DE APÊNDICES

<b>APÊNDICE A</b> – Autovetores gerados por Análise de Componentes Principais, para a regeneração natural (R1 e R2), avaliada em 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS. ....	137
<b>APÊNDICE B</b> – Autovetores gerados por Análise de Componentes Principais, para o estrato arbóreo (A1 + A2), avaliado em 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS. ....	138
<b>APÊNDICE C</b> – Descrição morfológica geral das duas classes de solo identificadas em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS. ....	139
<b>APÊNDICE D</b> - Medidas descritivas das variáveis ambientais avaliadas em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS. ....	140
<b>APÊNDICE E</b> – Autovetores gerados por Análise de Componentes Principais, para as variáveis ambientais, avaliadas em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS. ....	141
<b>APÊNDICE F</b> - Lista de abreviaturas das espécies incluídas nas matrizes de espécies nas análises multivariadas (TWINSPAN, PCA e CCA). ....	142

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>19</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Floresta Estacional Decidual.....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Floresta Estacional Decidual Aluvial.....	24
<b>2.2 Solos Florestais.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Relação entre solo e vegetação.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4 Restauração ecológica de ecossistemas florestais.....</b>	<b>30</b>
<b>3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>33</b>
<b>4 ESTUDO 1 – ISOLAMENTO COMO FORMA DE RESTAURAÇÃO EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL ALUVIAL: CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>38</b>
4.2.1 Objetivo geral.....	38
4.2.2 Objetivos específicos.....	38
<b>4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>39</b>
4.3.1 Amostragem da vegetação.....	39
4.3.2 Análise dos dados.....	41
4.3.2.1 Suficiência amostral da vegetação.....	41
4.3.2.2 Caracterização florística da vegetação.....	42
4.3.2.3 Análise da estrutura da floresta.....	43
4.3.2.4 Ingresso e mortalidade.....	45
4.3.2.5 Análise de agrupamento da vegetação.....	45
4.3.2.6 Análise de Componentes Principais.....	46
<b>4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
4.4.1 Composição florística.....	49



4.4.2	Caracterização ecológica da vegetação .....	56
4.4.3	Análise da estrutura horizontal da floresta .....	58
4.4.3.1	Estrutura fitossociológica da regeneração natural .....	58
4.4.3.2	Estrutura fitossociológica do estrato arbóreo .....	63
4.4.4	Análise da distribuição diamétrica .....	70
4.4.5	Ingresso e mortalidade.....	74
4.4.6	Análise multivariada.....	76
4.4.6.1	Análise de agrupamento da vegetação.....	76
4.4.6.2	Análise de Componentes Principais .....	83
<b>4.5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>91</b>
<b>5</b>	<b>ESTUDO 2 – INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FISIONOMIA E DISTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO EM ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL ALUVIAL, RS</b> .....	<b>93</b>
<b>5.1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>93</b>
<b>5.2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>95</b>
5.2.1	Ojetivo geral .....	95
5.2.2	Objetivos específicos.....	95
<b>5.3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>96</b>
5.3.1	Caracterização da área de estudo .....	96
5.3.2	Amostragem das variáveis ambientais .....	97
5.3.2.1	Descrição morfológica do solo .....	98
5.3.2.2	Caracterização de variáveis químicas do solo .....	98
5.3.2.3	Caracterização de variáveis físicas do solo .....	99
5.3.3	Análise dos dados .....	100
5.3.3.1	Análise de Componentes Principais e Análise de Correspondência Canônica .....	100
<b>5.4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>102</b>
5.4.1	Classificação morfológica do solo.....	102
5.4.2	Variáveis químicas do solo.....	102

5.4.3 Variáveis físicas do solo .....	106
5.4.4 Análise de Componentes Principais.....	109
5.4.5 Análise de Correspondência Canônica .....	112
<b>5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>123</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>136</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Diante do quadro de devastação dos ecossistemas florestais, especialmente no bioma Mata Atlântica, torna-se urgente o desenvolvimento de técnicas e processos que viabilizem a restauração dessas áreas, bem como a execução de estratégias voltadas para a conservação dos remanescentes resilientes (KAGEYAMA et al., 2008). Segundo Oliveira Filho et al. (2004), esta necessidade se expressa em função da intensidade dos danos ambientais, provenientes das atividades antrópicas, tais como agricultura e pecuária intensiva em áreas impróprias, retirada ilegal de madeira, caça predatória, uso indiscriminado do fogo, entre outras, que tem proporcionado ao longo dos anos uma redução na área florestal, com consequente perda de biodiversidade.

A degradação e a fragmentação florestal ocorrem de forma mais intensa em ecossistemas ripários, às margens dos rios, em decorrência do uso desordenado dos recursos e ocupação indevida destes ambientes (JACOMINE, 2009; DURIGAN e ENGEL, 2012). Por causa desta situação, poucos são os locais onde a vegetação característica está conservada, o que implica em carência de informações ecológicas básicas, que sejam passíveis de utilização em processos de recuperação e restauração, conservação e restabelecimento destas comunidades. Araujo et al. (2004), ressaltam que o conhecimento sobre os ecossistemas ripários ainda é incipiente, especialmente no estado do Rio Grande do Sul.

A decisão de restaurar áreas ripárias deve ser prioritária, pois são locais que estão sob proteção legal por se tratarem de Áreas de Preservação Permanente (APP), em função da importância para a proteção dos recursos hídricos e composição de redes de corredores ecológicos para a fauna e flora, interligando florestas remanescentes (ISERNHAGEN et al., 2010). A necessidade de conservação das matas adjacentes aos cursos d'água se justifica em virtude dos benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos (REIS et al., 2003), principalmente a conservação do solo e da água.

Para promover a recomposição e a restauração ecológica de uma área degradada, buscando o retorno da estrutura e funções mais próximas da condição original, é importante que seja feita a avaliação dos aspectos relacionados à riqueza de espécies, diversidade, composição, interações e associações entre a vegetação e o meio, através de estudos que considerem os ecossistemas de referência (REIS et al., 2006). No entanto, há escassez de remanescentes conservados, principalmente no domínio ripário, considerando que a obtenção

das informações a cerca de habitats preferenciais podem vir a subsidiar as ações de restauração, a partir do estudo da vegetação que se mostrou adaptada às condições de degradação, bem como a associação com variáveis pedológicas e aspectos ecológicos (FERREIRA JUNIOR et al., 2012).

Para tanto, Kegeyama et al. (2008) afirmam que, estudos sobre a influência de variáveis ambientais na vegetação podem gerar contribuições significativas para o entendimento das relações entre a vegetação e o ambiente, fornecendo subsídios necessários ao desenvolvimento de estratégias de recuperação de áreas degradadas, restauração ambiental e de manejo para a conservação da biodiversidade. De acordo com Martins (2012), a recuperação de áreas degradadas deve levar em conta os componentes do sistema solo/planta, buscando uma recuperação integrada dos processos biológicos do ecossistema.

A viabilidade de execução dos projetos de restauração de ecossistemas florestais muitas vezes é inexecutável, pois em algumas situações se almeja nos momentos iniciais a introdução de uma alta diversidade de espécies, buscando reconstruir rapidamente a estrutura da área degradada (BRANCALION et al., 2010). Com isso espera-se atingir o mais próximo possível da condição original, algo que não pode ser pré-definido, dentro de um curto espaço de tempo, por executores de projetos de restauração, mas apenas previstas as probabilidades de um dia ser alcançada a semelhança com o ecossistema anteriormente degradado (REIS et al., 2006).

O planejamento de um projeto de restauração, segundo Reis et al. (2003), pode ser otimizado a partir da escolha das espécies que darão início ao processo de colonização, sendo esta etapa extremamente importante. As espécies selecionadas deverão ser adequadas às restrições locais, condicionadas pelo solo e capazes de apresentar um grau máximo de interação biótica. Quanto maior o nível de interação, maior a velocidade para diversificar as espécies envolvidas e conseqüentemente, mais rápida é a restauração ecológica.

Sendo assim, este estudo buscou avaliar a dinâmica de sucessão em uma área ripária, que havia sido degradada e atualmente está isolada, a fim de verificar se está ocorrendo o processo de restauração natural, através da constatação de espécies potenciais e a avaliação das relações entre a vegetação e variáveis ambientais, sendo que tais estudos podem servir de referência à restauração de áreas ripárias adjacentes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Floresta Estacional Decidual

No estado do Rio Grande do Sul a cobertura florestal nativa é composta por florestas do tipo Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual e Estacional Decidual (IBGE, 2012). Em termos de ocupação, de acordo com o Inventário Florestal Contínuo do estado (RIO GRANDE DO SUL, 2002), há 11.762,45 km<sup>2</sup> de área coberta com Floresta Estacional Decidual, considerando todos os estágios sucessionais (inicial, intermediário e avançado), o que corresponde a 4,16% da superfície do estado.

A Floresta Estacional Decidual é uma formação vegetacional com ampla distribuição pelo Brasil, se estendendo desde a região sul até as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, ocorrendo em faixas transicionais contínuas. No Rio Grande do Sul, estas florestas compreendem 23,8% da área coberta com vegetação nativa (RIO GRANDE DO SUL, 2002), ocorrendo principalmente na metade norte do estado, nas porções médias e superiores do vale do rio Uruguai, na maior parte da vertente sul da Serra Geral e em áreas distribuídas pelas bacias dos rios Jacuí, Ijuí e Ibicuí (RAMBO, 1956).

A principal característica da Floresta Estacional Decidual é a queda acentuada da folhagem, ou pelo menos 50% das espécies do estrato emergente da floresta são caducifólias, em virtude de reações hormonais que ativam o processo de hibernação de algumas plantas, induzindo a deciduidade no período de déficit hídrico, conforme a classificação de IBGE (2012). No entanto, esta terminologia se aplica à vegetação típica que recobre o território nacional desde a região sul do país até o nordeste, onde a deciduidade ocorre em virtude de diferentes fenômenos, não somente tendo como regulador o regime de precipitação, mas também a amplitude de variação da temperatura, que condicionam um período fisiologicamente desfavorável.

Para a região sul, o fator relacionado à estacionalidade está ligado às baixas temperaturas nos meses de inverno, que é o período em que o crescimento das plantas decíduas é estagnado, retornando na estação da primavera. Já para as demais regiões, o regime pluviométrico influencia, de forma direta, a queda de massa foliar. No entanto, conforme Schumacher et al. (2011), há necessidade de pesquisas detalhadas com relação à quantificação do nível de deciduidade foliar para aplicação correta do termo decidual, sendo que, os autores sugerem o uso da expressão “Floresta Estacional Subtropical” para se reportar às florestas ocorrentes no sul do Brasil, onde predomina o clima do tipo subtropical.

De uma forma geral, a Floresta Estacional Decidual é caracterizada por um dossel descontínuo, onde as árvores decíduais atingem cerca de 30 m de altura, sendo algumas espécies como *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), *Cordia trichotoma* (louro-pardo), *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim), entre outras. Em termos de estrutura, a floresta possui três estratos marcantes: inferior, intermediário e superior, onde predominam gramíneas, herbáceas (famílias Poaceae e Asteraceae). *Eugenia uniflora*, *Actinostemon concolor*, *Nectandra lanceolata*, *Cedrela fissilis*, *Diatenopterix sorbifolia*, *Holocalyx balansae*, são espécies frequentes nas florestas da porção norte do estado (LEITE e KLEIN, 1990).

Já na região central do Rio Grande do Sul, de acordo com Reitz et al. (1988), em toda a área de floresta nas encostas da Depressão Central, o estrato emergente era dominado pela grápia (*Apuleia leiocarpa*), responsável pela fitofisionomia da floresta, estendendo-se até o vale do rio dos Sinos. Como espécies características do estrato emergente são muito frequentes: o angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), a cabreúva (*Myrocarpus frondosus*) e timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*). No estrato das árvores que formam uma cobertura densa, são muito comuns a guajuvira (*Patagonula americana*), quase sempre como a espécie dominante, o viraru ou marmeleiro-do-mato (*Ruprechtia laxiflora*) e a batinga-vermelha (*Eugenia rostrifolia*). Nas chapadas das encostas, predominam não raro a batinga-vermelha, associada ao mata-olho (*Pachystroma longifolium*).

Reitz et al. (1988) ainda ressaltam que a região da Depressão Central é caracterizada por duas topografias bem distintas: os terrenos mais baixos, suavemente ondulados e as encostas da fralda da Serra Geral. Estes terrenos pouco ondulados são ocupados predominantemente pelos campos, enquanto nos contrafortes da Serra Geral, há densas florestas, constituídas por árvores características da floresta do Alto Uruguai. Fitofisionomicamente as florestas da bacia do rio Jacuí, apresentam o mesmo aspecto típico das ocorrentes na região do Alto Uruguai, com praticamente as mesmas espécies dominantes e a mesma estratificação.

Quanto a situação atual de conservação da Floresta Estacional Decidual, verifica-se que existem poucos fragmentos, que são pequenos, isolados, intensamente modificados, descaracterizados, com acentuada perda de biodiversidade devido a extração desordenada de madeira, caça ilegal, conversão de uso do solo florestal para práticas de cultivo, entre outros impactos. Scipioni et al. (2011) apontam o avanço das fronteiras agrícolas, com o simultâneo desmatamento das formações florestais, como sendo um dos principais fatores que tornaram a paisagem do estado do Rio Grande do Sul fragmentada, principalmente nas regiões com

relevo plano ou levemente ondulado. São nessas regiões onde há predomínio de pequena propriedade rural, principalmente na metade norte do estado, onde se encontram os poucos remanescentes conservados, ou em regiões onde existem situações de relevo fortemente ondulado (KILCA e LONGHI, 2011).

As Florestas Estacionais Deciduais primárias são cada vez mais escassas, pois a maior parte dos remanescentes existentes já passaram por um intenso processo de degradação, originando as florestas secundárias, que de acordo com Chokkalingan e Jong (2001), são florestas que se regeneraram por meio de processos naturais depois de sofrer distúrbio antrópico e/ou natural da vegetação original em um determinado tempo, apresentando variações na estrutura e composição das espécies, muitas vezes diferente da condição original.

Caracterizar esses fragmentos de floresta secundária, quanto a estrutura, diversidade de espécies, efeitos da fragmentação, entre outros aspectos, são esforços como os dos autores Kilca e Longhi (2011), Dullius (2012), Longhi et al. (1999; 2000), Scipioni et al (2011), Araujo et al. (2004), Brena e Longhi (2002), entre tantos que se dedicaram à pesquisa em remanescentes de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, buscando evidenciar a importância da conservação da biodiversidade dessas áreas. De acordo com Scipioni et al. (2011) é através do conhecimento das formações florestais quanto a sua estrutura, composição e ecologia das espécies vegetais, que as práticas de recuperação e restauração se tornam mais eficazes.

No entanto, para as ações de recuperação e/ou restauração ecológica das florestas deve-se levar em consideração aspectos intrínsecos, como por exemplo, a localização ou posição que esta ocupa na paisagem, o que vai influenciar de forma direta a ocorrência e o comportamento da vegetação e demais fatores. De acordo com o sistema brasileiro de classificação da vegetação florestal (IBGE, 2012), a Floresta Estacional Decidual é ainda subdividida, conforme a posição na topossequência, em formações de Montana, Submontana, Terras Baixas e Aluvial (ribeirinha).

De uma forma geral, são poucas as informações referentes a Floresta Estacional Decidual, principalmente em zonas ripárias, ou seja, florestas que ocupam as margens e proximidades aos cursos hídricos, com ou sem influência fluvial, em virtude da intensa exploração e degradação destes ambientes, são poucos os remanescentes com caracterização original, havendo predomínio de florestas secundárias muito alteradas.

### 2.1.1 Floresta Estacional Decidual Aluvial

O sistema de classificação da vegetação, conforme IBGE (2012), caracteriza a Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Rio Grande do Sul, como sendo quase que exclusiva das regiões ocupadas por bacias hidrográficas, ocorrente nos terraços fluviais dos rios Jacuí, Ibicuí, Santa Maria, além do rio Paraguai.

Os remanescentes de Floresta Estacional Decidual Aluvial estão localizados em áreas destinadas à proteção permanente, que são aquelas que margeiam cursos hídricos, conforme o Código Florestal Nacional, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). São florestas que devem ser protegidas e obrigatoriamente recuperadas, perante exigências da lei, devido à importância para a conservação dos recursos hídricos e do solo, manutenção da qualidade da água, preservação da biodiversidade, tendo em vista as funções e particularidades ecológicas dessas áreas, bem como a fragilidade destes ecossistemas.

Estas florestas são constituídas principalmente por ecótipos higrófitos deciduais, que se adaptaram ao ambiente fluvial, tendo a composição florística marcada pelas espécies *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Vitex megapotamica* (tarumã), *Inga uruguensis* (ingá), *Ruprechtia* sp. (farinha-seca) e *Sebastiania commersoniana* (branquilha) (IBGE, 2012).

De acordo com Holdridge (1978) estas florestas podem ser consideradas como zonas de vida, que constituem formações ou grupos de associações vegetais, dentro de uma divisão natural, formadas em virtude de condições edáficas e etapas de sucessão. Essa associação é definida como um tipo de ecossistema único, ou como uma unidade natural de vegetação, geralmente dominada por espécies típicas vegetais, dando origem a uma composição de espécies relativamente uniforme.

Longa é a discussão e os equívocos referentes à terminologia técnica que se reporta ao ambiente, ocupado por vegetação, às margens de cursos hídricos. Mata de galeria, zona ripária, mata paludosa, mata ciliar são expressões, muitas vezes utilizadas como sinônimos, no entanto, possuem distintos significados.

Segundo Ivanauskas e Assis (2012), o termo mata de galeria corresponde à formação associada ao curso d'água, onde a vegetação original de interflúvio não é florestal. As matas paludosas estão constantemente encharcadas e mata ciliar refere-se, especialmente à vegetação que contorna o curso hídrico, protegendo o talude fluvial, que geralmente são arbustos flexíveis e com sistema radicular esparso. Já a zona ripária considera uma faixa mais abrangente do terreno, sob influência de distintos gradientes de umidade, com vegetação adaptada, geralmente higrófitas e de porte variado.



As áreas ripárias apresentam características distintas com relação, principalmente, à variação de solo, cujo os reflexos aparecem nos diversos tipos de formações florestais, variando desde as de terreno mais encharcados até os mais secos (JACOMINE, 2009). Para Puig (2008), podem-se distinguir os agrupamentos vegetais em relação direta com a maior ou menor saturação da água do solo.

Puig (2008) ainda ressalta que em virtude do gradiente de umidade e influência fluvial no solo, as florestas apresentam características e fisionomia distintas, com variação em porte, estrutura e composição florística. Conforme Martins et al. (2012), espera-se que estes ambientes apresentem baixa diversidade natural, em decorrência de um conjunto de fatores seletivos, como excesso ou escassez de umidade no solo, acidez ou deficiência de nutrientes, que favorecem a adaptação de plantas higrófitas.

Jacomine (2009) afirma que as poucas espécies que ocorrem naturalmente nesses ambientes, que são naturalmente seletivos, já estão adaptadas a tais condições e exercem dominância ecológica, formando em determinadas situações, florestas monodominantes. No entanto, em situações de ação antrópica sobre as zonas ripárias, há forte pressão de propágulos de espécies exóticas agressivas, algumas gramíneas notavelmente invasoras.

Há escassez de estudos que englobam desde aspectos vegetacionais até edáficos, em Floresta Estacional Decidual Aluvial no estado do Rio Grande do Sul, o que dificulta o embasamento de estratégias voltadas à recuperação destes ecossistemas, pois pouco se conhece sobre a dinâmica das florestas ripárias e o conhecimento já produzido é insuficiente.

## **2.2 Solos Florestais**

O conceito de solo florestal, discutido quanto a sua compreensão e aplicabilidade em Rovedder et al. (2013), é aquele que se refere ao substrato sob florestas, tanto naturais quanto implantadas. De acordo com Pritchett e Fisher (1987), esse tipo de solo tem como fator determinante de sua pedogênese a cobertura florestal, além do microclima no piso da floresta, que proporcionam um espectro diferenciado de microorganismos, diferente do que ocorre na maioria dos outros solos. Estes solos são formados sob o efeito do desenvolvimento das raízes, organismos específicos associados à vegetação, camadas de serapilheira, material orgânico em decomposição, tendo como influência constante os fatores bióticos e abióticos.

No ambiente edáfico da floresta as funções e características do sistema solo são fundamentais para a manutenção do equilíbrio no ecossistema natural. De acordo com Silva (1996), o solo funciona como meio fornecedor de minerais, através da ciclagem de nutrientes e acúmulo de matéria orgânica (constantemente depositada pelo aporte vegetal), regulando a temperatura das camadas superficiais, favorecendo a atividade biológica, entre outros atributos, como o suporte físico e estrutural.

As propriedades químicas do solo refletem, de maneira geral, a capacidade que determinado solo tem em fornecer nutrientes às plantas, sua situação atual em termos de fertilidade e indicam condições do ambiente, podendo limitar ou favorecer o desenvolvimento da vegetação. Em zonas ripárias, próximas ao curso hídrico, as variações químicas podem ocorrer em virtude da ação da água, através da lixiviação e carreamento, bem como depósito de materiais alóctones e outros fenômenos (JACOMINE, 2009).

A qualidade química do solo é influenciada de acordo com o material de origem, fatores e processos de formação do solo (JENNY, 1941). As diferenças entre solos formados sob basalto e arenito foram mencionadas na obra de Pritchett e Fisher (1987), sendo que, de uma forma geral, solo originado de granito possui menor capacidade de troca de cátions e menor conteúdo de matéria orgânica, mas apresenta maiores teores de cálcio e magnésio, quando comparado ao solo de origem basáltica.

Pedron e Dalmolin (2011), em estudo sobre solos na região do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul, analisaram perfis de solo florestal com litologia de basalto, sob floresta secundária, do tipo Floresta Estacional Decidual. Os autores classificaram os solos como Neossolos, sendo que, o perfil regolítico apresentou maiores teores de macronutrientes (Ca, Mg, K), baixa saturação por alumínio e pH mais elevado, quando comparado ao perfil litólico. Essas diferenças elucidam que, sob a mesma cobertura florestal, há variação de atributos químicos em função do grau de desenvolvimento do solo, condicionado pelos fatores, processos de formação e material de origem.

A vegetação tem papel fundamental na qualidade química do solo, pois é através da ciclagem de nutrientes que os macro e micronutrientes presentes nas plantas retornam ao sistema solo, o que configura o ciclo biogeoquímico, responsável pela manutenção e sustentabilidade do ecossistema florestal (POGGIANI, 2012; POGGIANI e SCHUMACHER, 2005). As diferenças quanto a composição e estrutura da comunidade florestal também são refletidas no solo, segundo estudo desenvolvido por Pinto et al. (2008), que avaliaram o solo em fragmento de floresta nativa, no domínio da Mata Atlântica e observaram que a floresta em estágio inicial de sucessão possui solos mais pobres em nutrientes, mais ácidos, com

elevada saturação por alumínio trocável e maior abertura do dossel em relação ao solo sob floresta em estágio sucessional avançado.

As propriedades físicas do solo florestal influenciam de forma direta o crescimento e distribuição espacial das árvores, podendo ser considerado um aspecto primordial, pois estão intimamente associadas à qualidade química e biológica do sítio (PRITCHETT e FISHER, 1987). A granulometria, composta pelas frações argila, areia e silte, conforme a proporção que ocupam na composição do solo, implicam em maior ou menor fertilidade, em função dos argilominerais responsáveis pela retenção e disponibilização de nutrientes (MEURER et al., 2010), além de regular a drenagem e armazenamento de água no sistema solo, condicionamento ao crescimento de raízes, formação de agregados, entre outros (WILDE, 1958).

Pouco se conhece sobre solos em ambientes florestais (ROVEDDER et al., 2013), principalmente no domínio da Floresta Estacional Decidual, atualmente caracterizado por fragmentos de florestas secundárias, altamente antropizados. Características do solo podem indicar e auxiliar na detecção de atividades que levaram à degradação e alteração destes ecossistemas naturais, bem como fornecer informações importantes para futuras ações de recuperação e restauração dessas florestas.

### **2.3 Relação entre solo e vegetação**

A percepção inicial existente entre a relação do solo com a vegetação ocorreu de forma associada à produtividade e de acordo com o tipo de cobertura do solo, conforme Gong et al. (2003), em estudo sobre a origem e desenvolvimento da classificação do solo na China, um dos países pioneiros no assunto. Os chineses classificavam o solo conforme características morfológicas, principalmente a cor e, realizavam inferências de acordo com a produção, tipo de vegetação, posição na paisagem e umidade do solo.

No ocidente, constatações iniciais se deram pelos índios da América do Norte e também as tribos Mongólias da Eurásia, que observaram clara adaptação das plantas em relação a produtividade, de acordo com o tipo de solo. Por dependerem diretamente da floresta, esses povos passaram a compreender os fatores que influenciavam a distribuição das árvores, arbustos e demais tipos de vegetação que cobrem o solo, associada a qualidade da madeira, casca e fibras, bem como a susceptibilidade das áreas ao fogo. Primordialmente,

registros de estudos considerando a relação entre solo e nutrição vegetal datam desde a época de Aristóteles (384-322 d.C), depois Theophrastus (372-287 d.C) e a relação entre solo e crescimento das árvores foi elucidada, de forma pioneira, por Cato (234-149 d.C), Virgil (70-19 d.C) e Varo (116-27 d.C) (WILDE, 1958).

No Brasil, os levantamentos pedológicos separaram tipos de vegetação de acordo com as classes de solo, servindo como guia para detecção de manchas distintas de solo em um determinado ambiente. Com isso, expressa-se uma grande riqueza e variedade de relações edáficas e vegetacionais, específicas conforme o bioma, em escala regional ou local, desde macroescala até escala de sítio (SCHAEFER et al., 2012).

De acordo com Puig (2008), as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo influenciam a distribuição dos agrupamentos vegetais e das espécies na floresta, em pequena escala. Segundo Jacomine (2009), as variações em função das condições edáficas são detectadas, entretanto, faltam informações de correlações específicas entre os diversos tipos de solos e as diversas variações das formações vegetacionais ocorrentes.

Para Pinto et al. (2008) a heterogeneidade florística associada à variação de condições ambientais, principalmente relacionadas ao solo, condicionam a coexistência de espécies vegetais com diferentes exigências ecológicas. Calle-Rendón et al. (2011) afirmam que a estrutura das florestas está associada aos fatores edáficos, sendo que há resposta da vegetação conforme a qualidade do sítio.

Quanto a pesquisa sobre essas relações, Lescure e Boulet (1984) realizaram trabalhos avaliando a associação entre solo e vegetação em floresta tropical na Guiana Francesa. Os autores buscaram estudar a influência de fatores edáficos sobre a cobertura florestal natural, usando mapas morfológicos e verificaram que a hidromorfia influencia na seleção de espécies, bem como a variação em área basal das árvores.

Em Floresta Estacional Semidecidual, no estado de Minas Gerais, Pinto et al. (2008) realizaram estudos associando o levantamento florístico com atributos físicos e químicos do solo. Foi possível verificar clara distinção entre diferentes estágios sucessionais, com relação as características de solo e ocorrência de vegetação. Os autores notaram que a floresta em estágio inicial de sucessão apresentou solos menos férteis, ácidos, eutróficos e com ocorrência de vegetação rústica, pouco exigente e que está adaptada ao ambiente antropizado. Em Floresta Ombrófila Mista, Higuchi et al. (2012) encontraram correlações entre atributos químicos do solo, especialmente o pH e teores de magnésio, com a estrutura e composição florística de um fragmento, com maiores valores de importância para as espécies *Araucaria angustifolia*, *Lithraea brasiliensis* e *Jacaranda puberula*.

Calle-Rendón et al. (2011) avaliando o solo e estrutura de uma floresta na Amazônia colombiana, verificaram estreita relação entre a complexidade da vegetação e a textura do solo, pois quanto mais arenosa era a textura, mais completa e diversa se mostrou a estrutura vegetacional do estrato inferior da floresta. Esse fator está também correlacionado a outra variável ambiental importante, que é a precipitação muito elevada nessa região equatorial.

No Cerrado, Toledo et al. (2009) desenvolveram trabalhos com o objetivo de caracterizar esse ambiente, tendo como base qualificadores pedológicos e fitossociológicos. As diferenças de textura do solo condicionaram distintos reflexos no comportamento da vegetação, sendo que, em locais com predomínio da fração areia houve maior área basal dos indivíduos, porém não registrou-se maior densidade.

Na região sudeste, no estado de São Paulo, Rossi et al. (2005) em área de transição cerrado-floresta e Ruggiero et al. (2006) em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, realizaram estudos em ambientes ripários e verificaram relação das condições de umidade com a caracterização da vegetação, que se desenvolveu melhor em locais bem drenados. De acordo com Puig (2008), podem-se distinguir os agrupamentos vegetais em relação direta com a maior ou menor saturação da água do solo. Formações florestais submetidas à saturação permanente ou temporária do solo, são distintas florística e estruturalmente, em comparação ao solo bem drenado.

Em Floresta Estacional Decidual, Almeida (2010) avaliou, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, a formação de agrupamentos de vegetação arbustiva e arbórea, conforme as características de declividade e de solo. A autora detectou a presença de espécies indicadoras, formando dois grupos de acordo com o solo, correlacionadas à capacidade de troca de cátions, teor de argila, acidez trocável, variando conforme a diferença de declividade. Na mesma tipologia, Dullius (2012) realizou estudo no Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul, no município de Itaara, em dois diferentes níveis de sucessão (floresta secundária e capoeira), onde verificou que as espécies distribuem-se em função da variação dos atributos pedológicos, principalmente pelo relevo da área.

Percebe-se que os estudos referentes a análise da relação entre solo e vegetação são escassos, sendo insuficientes para caracterização das distintas tipologias florestais, principalmente em zonas ripárias. Considerando os resultados relevantes fornecidos por este tipo de pesquisa, vale salientar e fomentar estudos nesta área, uma vez que tais informações podem vir a subsidiar trabalhos importantes, como futuras ações de restauração ecológica.

Variações em função do solo são detectadas, entretanto, faltam informações de correlações específicas entre os diversos tipos de solos e as diversas variações das formações

ocorrentes nessas situações. Jacomine (2009) recomenda que sejam feitos estudos de correlação aprofundadas entre as diversas classes de solo e respectivas formações florestais, com destaque à ocorrência de espécies indicadoras.

## 2.4 Restauração ecológica de ecossistemas florestais

Uma das formas de mitigar as consequências das alterações nos ecossistemas florestais é através da restauração dos processos ecológicos, buscando a recomposição da funcionalidade da floresta, sendo que, de acordo com a OPA (2007), ainda é possível devolver às florestas as suas características originais, tanto no que diz respeito a composição de espécies, quanto aos atributos ecológicos, como diversidade, produtividade, serviços ambientais, entre outros.

De acordo com Reis et al. (2003), a restauração de áreas degradadas consiste em uma atividade básica para a conservação *in situ*, refazendo comunidades e formando corredores entre fragmentos vegetacionais. Para os autores, a restauração ecológica de ecossistemas preconiza um conjunto mínimo de interferências locais, que objetivam uma sucessão de caráter alogênico, integrando a área degradada com suas vizinhanças.

No Brasil, a história da restauração florestal teve início no final do século XIX, através da iniciativa de recuperação do morro da Tijuca, no estado do Rio de Janeiro, que estava em estado crítico de degradação. No morro encontrava-se a principal fonte de abastecimento de água para a população urbana do estado, sendo esta a motivação para a recuperação da floresta, que não foi premeditadamente ecológica e científica (DURIGAN e ENGEL, 2012). As autoras ainda afirmam que nas últimas três décadas do século XX, houve elevada demanda em recuperação de áreas destinadas à mineração.

A preocupação inicial se deu com os ecossistemas florestais ripários, com reflorestamento de margens dos cursos hídricos, sob influência de reservatórios de usinas hidrelétricas, que desencadearam novos plantios de restauração no Brasil. Intensas ações e pressões antrópicas ocorrem sob as zonas ripárias, que são regiões com características particulares, onde atualmente poucos remanescentes conservam a vegetação, estrutura e funções originais.

Os primeiros esforços para o aprimoramento das técnicas de restauração ecológica foram voltados ao bioma Mata Atlântica, principalmente na região sudeste do país

(RODRIGUES et al., 2009). A necessidade de restauração ocorre visto a constante conversão de áreas florestais em áreas agrícolas, com conseqüente degradação das florestas remanescentes, entre outros impactos que levam à perda de resiliência destes ecossistemas (MARTINS et al., 2012).

Os métodos utilizados em busca da restauração de elementos, função e estrutura do ecossistema, tem por objetivo o resgate da diversidade vegetal como um todo e o restabelecimento dos processos mantenedores das funções de uma área restaurada (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004).

Um dos métodos alternativos é a nucleação (YARRANTON e MORRISON, 1974), que para Reis e Tres (2007), é uma técnica que envolve qualquer elemento, biológico ou abiótico, capaz de propiciar potencialidades para formar, nas comunidades em restauração, novas populações, facilitando a criação de novos nichos de regeneração/colonização, gerando novas situações de conectividade na paisagem. Em resumo, a nucleação é qualquer técnica ou conjunto de técnicas com capacidade de acionar o gatilho dos mecanismos naturais de regeneração do ecossistema.

A presença na paisagem de fragmentos fontes de propágulos é um dos principais fatores responsáveis pela colonização e enriquecimento de áreas degradadas (RODRIGUES, et al., 2004). Segundo Magnago et al. (2012), para estabelecer conexão entre locais degradados e fragmentos resilientes é preciso facilitar o processo de dispersão de sementes dos fragmentos para novas áreas, principalmente aqueles ligados a dispersão zoocórica.

Uma das metodologias que promovem a facilitação da sucessão vegetal é a técnica dos poleiros, artificiais ou naturais, que consistem em estruturas para pouso de aves e morcegos, que são os animais efetivos na dispersão de sementes, principalmente quando se trata de transporte entre fragmentos de vegetação. Propiciar ambientes para que esses animais possam pousar, constitui uma das formas mais eficientes de atrair sementes para áreas degradadas (REIS et al., 2003).

A restauração de ecossistemas florestais pode ser induzida através do enriquecimento do local através da introdução de uma gama de espécies nativas. De acordo com Martins et al. (2012), o enriquecimento pode ser feito pela semeadura direta ou plantio de mudas de espécies típicas ao ambiente que se pretende restaurar. Os autores sugerem que em áreas de capoeira, onde há regeneração avançada de espécies arbustivo-arbóreas, com predomínio de áreas ocupadas por capim, seja feito o adensamento e enriquecimento com sementes e mudas de espécies não pioneiras.

Para execução correta das técnicas de restauração ecológica, é imprescindível levar em conta os componentes do sistema solo/planta, plantas indicadoras e características de ambientes, interações bióticas e abióticas. Tais critérios devem ser avaliados para consolidar a busca por uma recuperação integrada dos processos biológicos, uma vez que se pretende retornar a função e não somente a estrutura do ecossistema. Para tanto, são necessárias informações sobre os ecossistemas de referência, componente edáfico, riqueza e diversidade de espécies, entre outros, que sirvam como base às ações que buscam o retorno da estrutura e função de áreas degradadas, o mais próximo possível do ecossistema original (RODRIGUES et al., 2009; REIS et al., 2003; MARTINS, 2012).



### 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em área florestal no Parque Estadual Quarta Colônia (PEQC), situado na região central do Rio Grande do Sul (coordenadas geográficas 29°27'43,26" S e 53°17'12,91" O), entre os municípios de Agudo e Ibarama, região da Quarta Colônia de Imigração Italiana (Figura 1). O PEQC é uma unidade de conservação de proteção integral (MMA, 2000), criado no ano de 2005, possuindo área total de 1.847 ha, estando sob influência da bacia hidrográfica do rio Jacuí. A criação do Parque faz parte da compensatória pela obra da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca, sob Decreto 44.186 de 2005 (BRASIL, 2005).

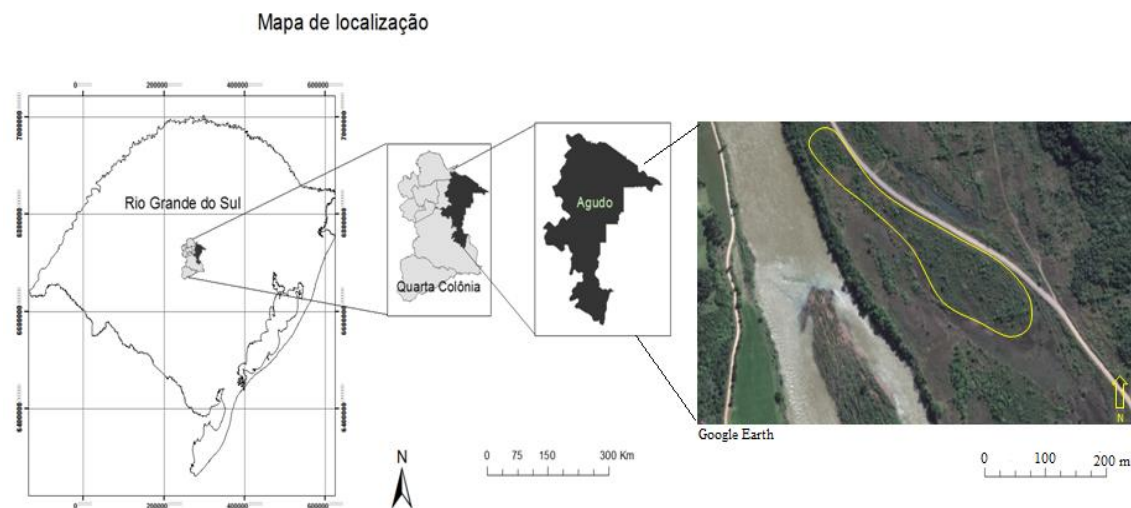


Figura 1 - Área do estudo, região da Quarta Colônia de Imigração Italiana, município de Agudo/RS, e localização da área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia.

O Parque Estadual Quarta Colônia situa-se na região limítrofe entre as regiões fisiográficas do Planalto e da Depressão Central. Segundo Herrmann e Rosa (1990), nestes locais predominam as unidades de relevo: planícies do rio Jacuí, pertencente ao domínio dos Depósitos Sedimentares Interioranos Quaternários; Depressões Periféricas da Bacia do Paraná e Patamares da Bacia do Paraná, sob domínio das Bacias e Depósitos Sedimentares.

O relevo forte-ondulado a montanhoso, caracterizado por morros e escarpas, é constituído geologicamente de formação basáltica recobrendo formações sedimentares de arenitos, siltitos e argilitos, predominando as classes de solo dos tipos Neossolos Litólicos nas

encostas declivosas e Cambissolos e Chernossolos nos degraus planos do relevo, e nas áreas de deposição do rio Jacuí, em relevo plano, ocorrem Neossolos Flúvicos, Planossolos e Gleissolos (STRECK et al., 2008; PEDRON e DALMOLIN, 2011).

A caracterização climática da região, de acordo com Moreno (1961), é do tipo Cfa, com ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, com a temperatura do mês mais quente superior a 22 °C e a do mês mais frio até -3 °C. A temperatura se mantém relativamente baixa de maio a agosto. Conforme Brena e Longhi (2002), durante estes meses, toda a região sente os efeitos típicos do inverno, em função das sucessivas invasões de frentes polares, geralmente acompanhadas de intensas chuvas, sucedida por massa polar, com forte queda de temperatura que, comumente, atinge níveis pouco superiores a 0 °C.

Quanto à precipitação na região do estudo, a média anual está entre 1.500 e 1.700 mm, sendo a época da concentração máxima da precipitação os meses de julho, agosto, e setembro, enquanto que novembro, dezembro e março são os meses que apresentam menor índice pluviométrico (NIMER, 1990).

A tipologia florestal original é a Floresta Estacional Decidual, feição característica do bioma Mata Atlântica. De acordo com Klein (1984), o clima desempenha uma seca fisiológica, em virtude das baixas temperaturas do inverno, às quais se adaptaram as espécies decíduas de clima mais quente e de caráter estacional.

O perfil socioeconômico da região é composto, predominantemente, por pequena produção familiar baseada no cultivo comercial de fumo e batata, arroz irrigado, criação de gado e produção de subsistência (BRENA e LONGHI, 2002).

O local do estudo consiste em um vale plano aluvial do rio Jacuí, encaixado entre encostas íngremes com altitudes de até 300 m, que marcam a transição entre a região do Planalto Riograndense e a Depressão Central. Essas encostas apresentam-se atualmente com cobertura vegetal bem preservada, de acordo com o estudo de Kilca (2014), que constatou a presença e riqueza de espécies, com estrutura típica de floresta primária e em avançado estágio de sucessão, caracterizando a paisagem das encostas do Parque Estadual Quarta Colônia.

No vale onde se encontra o local do estudo, a vegetação ripária foi intensamente substituída por plantios de arroz irrigado e tabaco, restando faixas muito estreitas e em estágio de sucessão. Registros fotográficos da década de 1990 (Figura 2) mostram que a área era ocupada com construções que serviram de moradia aos trabalhadores das obras da Usina Hidrelétrica Dona Francisca. O local encontrava-se sem a cobertura florestal e com solo exposto no entorno das benfeitorias. Atualmente, o local apresenta um mosaico com manchas

de formações herbáceas e arbóreas (Figura 3), caracterizando a recolonização do espaço pela vegetação espontânea após o abandono e isolamento da área, quando da criação da unidade de conservação.



Figura 2 - Registro da ocupação anterior a criação do Parque Estadual Quarta Colônia em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, , RS.



Figura 3 - Aspecto da vegetação arbórea e herbácea em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

## **4 ESTUDO 1 – ISOLAMENTO COMO FORMA DE RESTAURAÇÃO EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL ALUVIAL: CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Em virtude da intensa exploração e rápida destruição dos remanescentes de Floresta Estacional Decidual no último século, estas florestas são predominantemente secundárias, sob pressão de impactos oriundos de atividades degradantes, que estão colocando em risco uma das fitofisionomias mais diversas em termos florísticos, ainda carente em informações científicas (KILCA e LONGHI, 2011).

De acordo com Budke et al. (2004), a degradação e descaracterização é mais intensa em ecossistemas florestais ripários, que são áreas que deveriam ser destinadas à proteção permanente de cursos hídricos, prioritárias à conservação, devido a sua fragilidade e importância, por apresentarem heterogeneidade ambiental em comparação a outras formações, onde diferentes fatores físicos e bióticos regulam o mosaico vegetacional.

Segundo Araujo et al. (2004), apesar da importância das florestas ripárias, que servem como anteparo, proteção a erosão, filtragem dos sedimentos e produtos químicos utilizados nas lavouras, ainda são realizados poucos estudos sobre essas formações florestais, em especial no Rio Grande do Sul.

Para Jacomine (2009) um desafio iminente é a necessidade de se compreender melhor os ambientes ripários, obtendo informações quanto a sua estrutura, composição florística e dinâmica, pois de acordo com Rodrigues et al. (2009), para que estratégias de restauração ecológica possam ser aplicadas de forma efetiva, propiciando o retorno mais próximo da estrutura e função original destes ecossistemas, estas informações são imprescindíveis.

Conhecer a estrutura dos ecossistemas florestais é um subsídio importante para estruturar ações de estudo e conservação ambiental, sendo que, de acordo com Braun-Blanquet (1979), a fitossociologia, como ciência, estuda o agrupamento das plantas, sua inter-relação e dependência aos fatores bióticos em determinado ambiente, ou seja, cada indivíduo que habita determinado local atua sobre os demais, assim como os fatores externos.

Além da análise fitossociológica, o estudo da composição florística é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura da vegetação, gerando informações qualitativas e quantitativas sobre a área em estudo e a tomada de decisões visando ações de restauração



ecológica, a partir da constatação de espécies indicadoras e facilitadoras do processo sucessional.

De acordo com Martins et al. (2012), a funcionalidade dessas espécies se expressa no condicionamento do solo exposto através da rápida cobertura, redução da radiação solar incidente e oscilações de temperatura no piso florestal, manutenção da umidade superficial, que propicia condições favoráveis à germinação e crescimento de espécies mais tardias na sucessão. Conforme Reis et al. (2006), as plantas indicadoras e facilitadoras geralmente pertencem ao grupo ecológico das pioneiras e secundárias iniciais, assumindo a colonização primária de áreas degradadas, sendo expressivas na comunidade, principalmente pela elevada incidência e densidade de indivíduos.

Plantas indicadoras, bem como o estágio sucessional de uma área impactada e os agrupamentos formados pela vegetação nestes ambientes, podem ser verificados através dos levantamentos florísticos e fitossociológicos, que têm fornecido informações importantes para a compreensão dos padrões biogeográficos e subsidiado a determinação de áreas prioritárias para a conservação (REIS et al., 2006; MARTINS et al., 2012). Para Araujo et al. (2004), a estrutura e composição florística das florestas ripárias apresentam características próprias, relacionadas a região de ocorrência e podem apresentar variações no ambiente físico e na distribuição de espécies a curta distância.

De acordo com Scotti (2012), para que a caracterização fitossociológica de comunidades vegetais resulte em estudos científicos mais relevantes é necessário que se realizem análises, tais como da dinâmica da comunidade e os estudos da relação da vegetação com fatores naturais ou antrópicos, que determinam ou modificam a sua estrutura e composição.

Sendo assim, o presente estudo buscou caracterizar a vegetação em uma área ripária sob isolamento, através da utilização de parâmetros fitossociológicos e ecológicos, bem como avaliar a dinâmica de substituição de espécies. Com base nessas informações, estratégias de restauração destes ecossistemas podem ser otimizadas, sendo este o passo inicial para a conservação e manutenção da estrutura e funcionalidade destes locais.

## 4.2 OBJETIVOS

### 4.2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo consiste em caracterizar a vegetação, em uma área florestal ripária que se encontra em isolamento (sem entrada de gado ou outras atividades antrópicas), quanto a sua composição florística e estrutural, com vistas à constatação das espécies indicadoras do local, em Floresta Estacional Decidual Aluvial, sob influência do rio Jacuí.

### 4.2.2 Objetivos específicos

- a) Verificar a riqueza de espécies em área ripária isolada, através da análise da composição florística;
- b) Caracterizar aspectos ecológicos da vegetação a fim de constatar o estágio sucessional da área e a possível oferta de alimento a fauna;
- c) Analisar a estrutura fitossociológica horizontal da área florestal, para inferir sobre a ocupação vegetacional do local e espécies indicadoras do ecossistema ripário;
- d) Constatar a estrutura diamétrica da comunidade ripária, através da distribuição de frequências de diâmetro;
- e) Analisar a dinâmica de mortalidade e recrutamento de indivíduos arbóreos monitorados;
- f) Verificar a formação de agrupamentos de vegetação e constatação de espécies indicadoras e preferenciais, no domínio da Floresta Estacional Decidual Aluvial.
- g) Constatar se o isolamento da área está sendo satisfatório para promover a restauração ecológica do ecossistema florestal.

### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 4.3.1 Amostragem da vegetação

Para levantamento florístico da vegetação foi realizado inventário utilizando o método de amostragem aleatório, sendo que houve estratificação quanto à locação de parcelas na área. Realizou-se a amostragem estratificada, pois a população heterogênea pode ser subdividida em porções mais homogêneas (SOARES et al., 2011).

O local de estudo situa-se em área de terreno plano, com influência fluvial, caracterizado por dois estratos marcantes, um composto por vegetação herbácea, que recobre clareiras e porções mais abertas da área. O outro estrato é formado por vegetação de porte arbustivo e arbóreo, e considerando esta variação ambiental que nesse estrato foram instaladas 19 parcelas fixas, de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>). Dezesesseis destas parcelas foram subdivididas em subunidades de 5 m x 5 m (25 m<sup>2</sup>) e subunidades de 2 m x 2 m (4 m<sup>2</sup>) (Figura 4), para levantamento de diferentes classes de inclusão da vegetação.

Optou-se em instalar parcelas com dimensões reduzidas (100 m<sup>2</sup>) e em maiores quantidades, pois estas são mais eficientes para a detecção de variações ambientais e análise da riqueza florística (KERSTEN e GALVÃO, 2011). As parcelas foram localizadas com auxílio de Sistema de Posicionamento Global (GPS) e todos os indivíduos inclusos nas parcelas de 10 m x 10 m foram numerados com placas de alumínio.

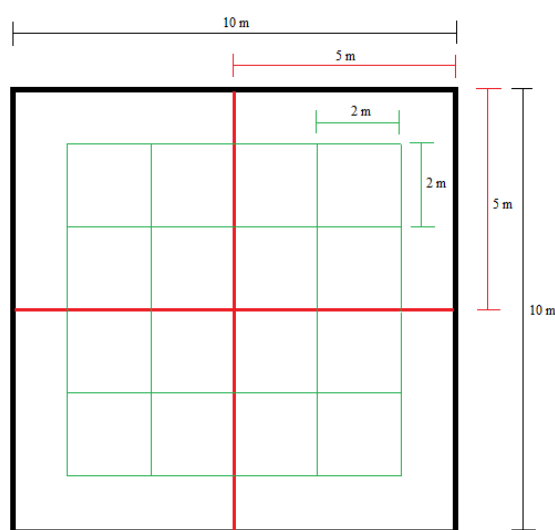


Figura 4 - Representação da unidade amostral e suas subdivisões, utilizada para levantamento da vegetação em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

No levantamento da vegetação foram utilizadas quatro classes de inclusão (Tabela 1), para avaliação da regeneração natural e do estrato arbóreo, considerando-se o diâmetro à altura do solo (DAS) e altura, em centímetros, para a classe denominada Regeneração 1 (R1), avaliada no ano de 2011 e para as demais classes (R2, A1 e A2), a medida da circunferência à altura do peito (CAP), em centímetros, definiu a inclusão do indivíduo na classe, mensuradas nos anos de 2011 e 2012.

Tabela 1 - Classes de inclusão da vegetação, com limites de inclusão e tamanho da unidade amostral, para levantamento em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Classe	Dimensão da parcela (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Número de parcelas	Número de subparcelas	Limites de inclusão (cm)
Regeneração 1 (R1)	2 x 2	4	16	256	$DAS \leq 1$ e $h \geq 30$
Regeneração 2 (R2)	5 x 5	25	16	64	$1 \geq CAP \leq 5$
Arbóreo 1 (A1)	5 x 5	25	16	64	$5,1 \geq CAP \leq 14,9$
Arbóreo 2 (A2)	10 x 10	100	19	-	$CAP \geq 15$

Mensurou-se a circunferência à altura do peito (CAP) dos indivíduos lenhosos (R2, A1 e A2) com auxílio de fita métrica, com precisão em milímetros, e o diâmetro a altura do solo (DAS) da classe R1 com uso de paquímetro analógico. A altura da classe R1 foi obtida com fita métrica rígida.

Os indivíduos inclusos nas classes foram identificados em nível de espécie a campo e quando não identificados, coletou-se material vegetal para posterior identificação com auxílio de especialistas do Herbário do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria. Utilizou-se o sistema APG (*Angiosperm Phylogeny Group*) III (2012) para identificação das espécies.

Foram realizados dois levantamentos da vegetação, o primeiro no ano de 2011 (mês de agosto) e o segundo em 2012 (mês de setembro), para análise das mudanças ocorridas na comunidade florestal e verificação da dinâmica de mortalidade e recrutamento de indivíduos.

As parcelas destinadas para coleta de dados foram instaladas na área ripária ocupada por floresta secundária, que possui 5,7 ha. Foram amostrados 0,19 ha de área com vegetação (regeneração natural, arbustiva e arbórea), o que correspondeu a 3,3% de representação da área.



### 4.3.2 Análise dos dados

#### 4.3.2.1 Suficiência amostral da vegetação

A suficiência amostral do levantamento florístico foi verificada através da análise da curva de acumulação de espécies, obtida pelo procedimento de reamostragem aleatória, conhecido como *bootstrap* (PILLAR, 2004). O método gerou um grande número de curvas, a partir de ordenamentos distintos, pela aleatorização na entrada de dados, resultando em uma curva média com intervalo de confiança empírico de 95% (SCHILING et al., 2012).

A intensidade recomendada para amostragem foi verificada pela análise do ponto de inflexão ou de estabilização da curva de acumulação, considerando a natureza assintótica da relação entre riqueza de espécies e área amostral (PRODAN et al., 1997). Se há estabilidade na inclinação da curva de acumulação, aumentar o esforço amostral não implicará em aumento significativo da precisão da amostragem, podendo ser considerada satisfatória. A curva de acumulação de espécies foi obtida através do programa PC-ORD 4.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2006).

Para avaliação da suficiência amostral florística, foram considerados os indivíduos constatados nas classes de inclusão A1 ( $5,1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 14,9 \text{ cm}$ ) e A2 ( $\text{CAP} \geq 15 \text{ cm}$ ) para cálculo de acumulação de espécies, por representarem o estrato considerado como arbóreo (MORO e MARTINS, 2011). Foi plotada a curva de acumulação de espécies para o primeiro ano de levantamento (2011).

Utilizando o procedimento *bootstrap*, a suficiência da amostragem pode ser verificada pela curva de acumulação dos indivíduos, que juntos somaram 35 espécies, em relação às 19 parcelas (Figura 5).

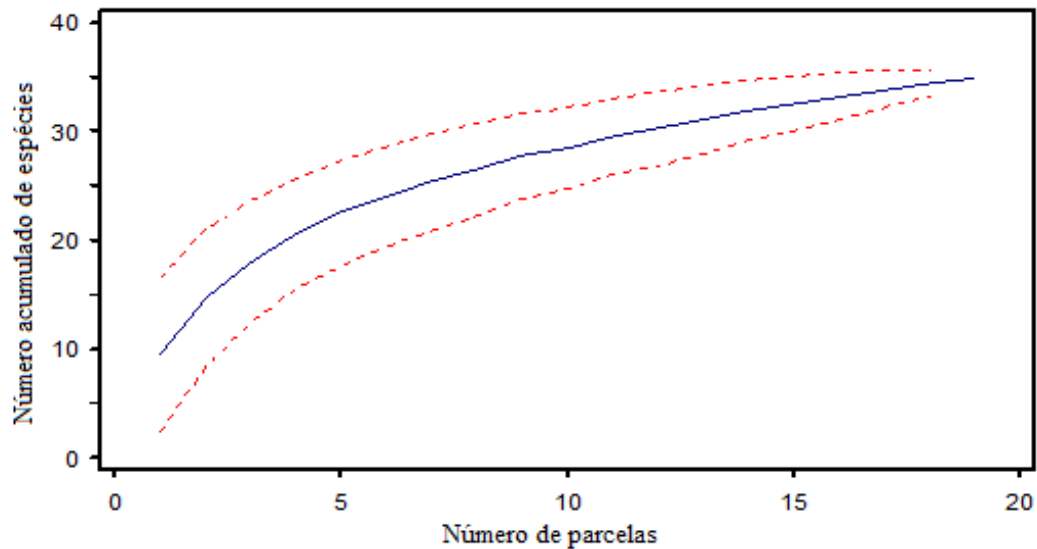


Figura 5 – Curva de acumulação de espécies por número de parcelas, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Pode-se considerar que houve suficiência amostral, ou seja, a instalação de 19 unidades amostrais foi satisfatória para representar a diversidade de vegetação do local, considerando que há tendência de estabilização no final da curva de acumulação de espécies, que está próxima à inflexão.

Considerou-se a quantidade de unidades amostrais destinadas ao levantamento da vegetação como suficiente para caracterização da área florestal, que está em processo de colonização e ocupação inicial, pois quanto maior o esforço amostral, mais espécies serão registradas, no entanto, em ecossistemas florestais naturais, por maior que seja a intensidade de amostra, dificilmente toda a diversidade será contemplada (MORO e MARTINS, 2011).

#### 4.3.2.2 Caracterização florística da vegetação

Para análise da composição florística da área florestal, a nomenclatura das espécies foi verificada de acordo com as bases de dados da Flora Digital do RS (GIEHL, 2012) e TreeAtlan 2.0 (OLIVEIRA FILHO, 2010).

Caracterizou-se as síndromes de dispersão de diásporos (sementes e propágulos), de acordo com a classificação proposta por Pijl (1982): 1- anemocóricas: quando os diásporos apresentam-se alados, plumosos ou em forma de balão ou poeira; 2- zoocóricas: quando apresentam atrativos, como fontes alimentares, e também aquelas com estruturas adesivas

como ganchos, cerdas, espinhos, etc.; 3- autocóricas: quando não se encaixaram nas duas categorias anteriores, ficando nesta categoria as espécies barocóricas e aquelas com dispersão explosiva. As classificações procederam com auxílio de literatura especializada (REITZ et al., 1988; CARVALHO, 2003; SOUZA e LORENZI, 2006).

Foi calculado o índice ecológico de diversidade de Shannon Wiener ( $H'$ ) (ODUM, 1988), através da fórmula  $H' = -\sum (ni/N) * \ln (ni/N)$ , onde  $H'$  = índice de diversidade de Shannon;  $ni$  = número de indivíduos da espécie em questão;  $N$  = número total de indivíduos amostrados.

Calculou-se também o índice de equitabilidade de Pielou ( $J$ ) (BROWER e ZAR, 1984), sendo este um índice que representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. Os valores obtidos variam de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). Quanto mais próximo de 1 o valor do índice, melhor distribuídos estão os indivíduos entre as espécies. O cálculo segue a fórmula  $J' = H'/\ln S$ , onde  $S$  = total de espécies amostradas e  $H'$  = índice de diversidade de Shannon.

As análises das características ecológicas foram realizadas para todas as classes de inclusão da vegetação (R1, R2, A1 e A2) e os dois períodos de levantamento (2011 e 2012), desconsiderando as espécies exóticas.

#### 4.3.2.3 Análise da estrutura da floresta

A estrutura horizontal da vegetação foi analisada através de cálculos referentes aos parâmetros fitossociológicos, descritos na literatura clássica de Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), Greig-Smith (1982) e Kent e Coker (1992) e sintetizados nas obras de Felfili e Rezende (2003), Moro e Martins (2011) e Durigan (2000).

Em todas as classes de inclusão foram analisados parâmetros de Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR) e para a vegetação do estrato arbóreo (A1 e A2) foi obtida a área basal ( $g$ ), para cálculo da Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI). Os cálculos realizados estão sintetizados no Quadro 1, obtidos com auxílio do *software* Microsoft Excel 2007®.

Na análise fitossociológica não foram incluídas árvores mortas, conforme sugerido por Durigan (2012), no entanto, a dinâmica de mortalidade e recrutamento foi avaliada

separadamente. As árvores com troncos múltiplos tiveram o CAP (cm) estimado através da fórmula  $CAP = (CAP1^2 + CAP2^2 + \dots + CAPn^2) * \pi / 4$  (MORO e MARTINS, 2011).

Parâmetro	Fórmula	Unidade	Variável
Densidade Absoluta	$DA = ni / \text{área}$	ind ha <sup>-1</sup>	$ni$ = número de indivíduos da espécie $i$ .
Densidade Relativa	$DR = (ni / N) * 100$	%	$ni$ = número de indivíduos da espécie $i$ ; $N$ = número total de indivíduos amostrados.
Frequência Absoluta	$FA = (ki / K) * 100$		$ki$ = número de unidades amostrais onde a espécie $i$ ocorre; $K$ = número total de unidades amostrais.
Frequência Relativa	$FR = (FAi / \Sigma FA) * 100$		$FA_i$ = frequência absoluta da espécie $i$ ; $FA$ = frequência absoluta de todas as espécies.
Dominância Relativa	$Dor = (DoA / G) * 100$		$G$ = área basal total/hectare.
Dominância Absoluta	$DoA = \Sigma gi$	m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	$gi$ = área basal da espécie $i$ .
Valor de Importância	$VI = DR + DoR + FR$	-	$DR$ = Densidade Relativa $DoR$ = Dominância Relativa $FR$ = Frequência Relativa
Área Basal	$g = \pi * (DAP^2 / 40000)$	m <sup>2</sup>	$DAP$ = diâmetro a altura do peito (cm); $\pi = PI = 3,1415\dots$

Quadro 1 - Parâmetros fitossociológicos calculados para caracterização da estrutura horizontal da vegetação em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

A distribuição espacial dos indivíduos foi verificada por meio da estrutura diamétrica, ilustrada através de gráficos de distribuição de frequência, conforme metodologia sugerida por Felfili e Rezende (2003).

Os gráficos foram elaborados considerando-se o intervalo de classe, que foi obtido através da fórmula  $IC = A/nc$ , sendo que,  $A$  corresponde à amplitude de variação dos dados e  $nc$  ao número de classes, que pode ser encontrado pela equação  $nc = 1 + 3,3 \log(n)$ , onde  $n$  representa o número total de indivíduos. De acordo com Durigan (2012), esta análise é uma ferramenta útil para avaliar a estabilidade das populações e comunidades.

Nos gráficos de distribuição de frequência, plotou-se no eixo da abscissa o centro das classes de diâmetro e no eixo das ordenadas a frequência observada de indivíduos. Para Magnago et al. (2012), a distribuição dos indivíduos em classes diamétricas é um teste simples e muito eficiente para verificar a capacidade de sustentação e resiliência das florestas, e foi realizado considerando-se todas as classes de inclusão (R1, R2, A1 e A2), o período em que foram avaliadas (2011 e 2012), em situações com e sem a participação das espécies exóticas.

#### 4.3.2.4 Ingresso e mortalidade

As taxas de mortalidade e recrutamento, tomando como base os dados dos dois levantamentos realizados nas 19 parcelas, analisando a classe de inclusão A2 ( $CAP \geq 15$  cm) que foi monitorada através de marcação numerada em placas de alumínio, foram calculadas de acordo com Vaccaro (2002) e Moscovich (2006), através das fórmulas:

$$TAI_j = [\sum_j (I_j / m_j * 12) / N_j] * 100 \quad TAM_j = \sum_j [(M_j / m_j * 12) / N_j] * 100$$

Sendo:  $TAI_j$ = taxa anual média de ingresso da parcela j (%);  $TAM_j$ = taxa anual média de mortalidade da parcela j (%);  $I_j$ = número de árvores recrutadas na parcela j entre os períodos de análise;  $M_j$ = número de árvores que morreram na parcela j entre os períodos de análise;  $m_j$ = intervalo entre medições da parcela j, expresso em meses;  $N_j$ = número de árvores vivas da parcela j.

#### 4.3.2.5 Análise de agrupamento da vegetação

A detecção de agrupamentos formados na vegetação, considerando as classes da regeneração R1 ( $DAS \leq 1$ cm) e arbóreo A2 ( $CAP \geq 15$ cm), foi realizada por meio do método TWINSpan (*Two-Way Indicator Species Analysis*), através do *software* PC-ORD 4.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2006).

Os dados foram organizados em matrizes contendo a abundância de espécies, em relação à ocorrência nas parcelas, com base na vegetação que compõem o estrato da regeneração natural (R1), avaliada no ano de 2011 e o componente arbóreo (A2), analisado

nos anos de 2011 e 2012. Não foram incluídos dados referentes às classes intermediárias R2 e A1, bem como espécies exóticas.

A matriz de entrada de dados para a classe R1 foi elaborada com 256 linhas (representadas pelas subparcelas) e 29 colunas (correspondentes às espécies), resultando em uma matriz de dimensão 256 x 29. Para análise de agrupamentos formados na classe A2, nos anos de 2011 e 2012, a matriz de entrada de dados resultou na dimensão 19 linhas (unidades amostrais) x 15 colunas, representando as espécies.

Em ambas as análises, foram considerados somente as espécies com número superior a cinco indivíduos, conforme sugerido por Narvaes et al. (2008), com objetivo de aumentar a precisão dos resultados, pois de acordo com Gauch (1982), as espécies com número reduzido de indivíduos apresentam pouca ou nenhuma influência sobre os resultados dos agrupamentos.

Optou-se pelos níveis de corte 0, 2, 5, 10 e 20, que definiram cinco pseudoespécies (FELFILI, et al., 2007). O método TWINSpan não analisou diretamente os dados de abundância de espécies, mas os transformou em valores categóricos para a produção de pseudoespécies (FELFILI et al., 2011), considerando para interpretação que os níveis de corte de 0, 2, 5, 10 e 20, indicam a espécie do nível 1 (pseudoespécie 1) como sendo aquela que tem abundância de 1 a 2 indivíduos; a espécie de nível 2 (pseudoespécie 2), de abundância entre 3 a 5 indivíduos, e assim por diante.

O resultado final do TWINSpan consistiu na descrição das divisões realizadas, com os respectivos autovalores, unidades amostrais pertencentes a cada grupo, espécies indicadoras e preferenciais, além de uma matriz organizada com a classificação hierárquica das amostras e espécies (HILL et al., 1975). Para explicar dados da vegetação, a divisão foi considerada satisfatória quando resultou em autovalor maior do que 0,3 (FELFILI et al., 2007).

#### 4.3.2.6 Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma análise indireta de gradientes, que condensou as informações contidas em um grande número de variáveis em um pequeno grupo de novas composições dimensionais, que são os componentes (FELFILI et al., 2007). Quando as variáveis observadas são inter-relacionadas, em geral os cinco primeiros componentes explicam grande parte da variância sem séria perda de informação (FONSECA et al., 2004).

Para cada eixo da PCA foi produzido um autovalor, que é o somatório da variância dos dados que representam o eixo. Os autovalores dos eixos significam a contribuição relativa de cada componente na explicação da variância total dos dados (McGARIGAL et al., 2000; KENT e COKER, 1992; GAUCH, 1982).

Foram realizadas análises para todas as classes de inclusão da vegetação (R1, R2, A1 e A2), considerando os dois períodos de levantamento (2011 e 2012), desconsiderando as espécies exóticas e as espécies com número inferior a 10 indivíduos, conforme sugerido por Felfili et al. (2007).

Os dados de abundância de espécies para a regeneração natural (R1), avaliada somente no ano de 2011, foram organizados em uma matriz com 256 linhas, que correspondem às subparcelas em que esta classe foi analisada e 17 colunas (espécies).

Considerando a classe R2, a matriz de entrada de dados para 2011 consistiu em 14 colunas (espécies) e 64 linhas (subparcelas), e em 2012 a matriz foi reduzida a 8 colunas, mantendo as 64 linhas. Essa redução no número de espécies ocorre em função da dinâmica de mortalidade e recrutamento, verificada para esta classe, que será descrita na análise fitossociológica.

Os dados de abundância da vegetação obtidos no estrato arbóreo (A1 + A2), nos anos de 2011 e 2012, foram organizados em duas matrizes, uma para cada ano, com 15 colunas para a entrada de dados de 2011 e 13 colunas para 2012, que correspondem as espécies que apresentaram número superior a 10 indivíduos e 19 linhas, representando as parcelas em que a vegetação foi amostrada.

A significância da análise foi verificada através da porcentagem de variabilidade explicada pelos eixos, que tem como limite mínimo aceitável o valor de 30% (FELFILI et al., 2007).

Para detecção das variáveis mais influentes na análise, que foram associadas por meio de Análise de Correspondência Canônica (CCA) ao solo, que serão descritas no Estudo 2, considerou-se como expressivo o autovetor  $\geq 0,7$ , em função da variabilidade do componente vegetacional (FELFILI et al., 2007).

A interpretação dos resultados foi realizada com base no comprimento e proximidade de seta, que é correspondente ao autovetor, e análise da correlação existente entre as variáveis, expressas em um gráfico *biplot*, que consiste em um diagrama de ordenação que plota simultaneamente os autovalores das espécies e amostras (FELFILI et al., 2011). Quanto maior a proximidade entre os pontos e menor ângulo de inclinação, que correspondem às variáveis

representadas por vetores, maior é a semelhança e correlação entre os dados (FONSECA et al., 2004).

A análise foi realizada com auxílio do programa estatístico *Statistical Package for Social Science 19* (SPSS).



## 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.4.1 Composição florística

As famílias, espécies e número de indivíduos em cada classe de inclusão, nos dois períodos de levantamento, bem como a classificação em síndromes de dispersão de diásporos, estão listadas na Tabela 2. As espécies exóticas são indicadas por asterísco (\*) e não foram incluídas na análise de riqueza.

No Parque Estadual Quarta Colônia há presença expressiva de vegetação exótica, potencialmente invasora, que de acordo com Moro e Martins (2011) devem ser indicadas no levantamento florístico, para auxiliar em estudos futuros sobre bioinvasão, ou até mesmo, metodologias de controle.

Tabela 2 – Composição florística, número de indivíduos por espécie e classificação em síndromes de dispersão de diásporos da vegetação, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

Família/Espécie	2011				2012			SD
	R1	R2	A1	A2	R2	A1	A2	
Indivíduos não identificados	22	23	6	9	22	3	10	-
<b>Arecaceae</b>								
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	6	2	2	14		1	17	Z
<b>Asteraceae</b>								
Espécie não identificada1	185	21	2		1			-
<i>Baccharis</i> sp.		6	1		6	1		An
<b>Bignoniaceae</b>								
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	5	4	9	30	2	4	30	An
<b>Boraginaceae</b>								
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E. Mill.				3		1	4	An
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	4							Z
<b>Cannabaceae</b>								
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg	1							Z
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	4		3	4		1	4	Z
<b>Celastraceae</b>								
<i>Maytenus muelleri</i> Schwacke	67	8						Z
<i>Maytenus boaria</i> Molina					3			Z
<b>Erythroxylaceae</b>								
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.			1					Z

(continua)

(continuação)

Tabela 2 – Composição florística, número de indivíduos por espécie e classificação em síndromes de dispersão de diásporos da vegetação, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

Família/Espécie	2011				2012			SD
	R1	R2	A1	A2	R2	A1	A2	
<b>Escalloniaceae</b>								
<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	59	72	175	154	56	102	134	An
<b>Euphorbiaceae</b>								
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	302	104	27	21	91	19	18	At
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	10	13	11	16	10	5	15	Z
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg.		1	1	1		2	1	Z
<b>Fabaceae</b>								
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	5	3	1	5	4	1	3	At
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão				1			1	An
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.			1				2	An
<i>Inga vera</i> Willd.	1							Z
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.		24			6			An
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton.				5	28	35	7	An
<b>Lamiaceae</b>								
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke				1			1	Z
<b>Lauraceae</b>								
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.		2		1		2	1	Z
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees.) Mez.	11		28		6	11		Z
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	10	1	3	5	5	1	5	Z
Espécie não identificada <sup>2</sup>	13							-
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	68	21	7	11	20	6	12	Z
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	1							Z
<b>Malvaceae</b>								
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	32	18	6	11	19	2	11	An
<b>Meliaceae</b>								
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	10	7	8	2	6	7	2	Z
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	2				2			Z
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	12	1			11			Z
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	4							Z
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	4			3		1	5	An
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	9	9	3		4	1		Z
<b>Moraceae</b>								
<i>Morus nigra</i> L.*	8	5	13	6	6	7	6	Z
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	1							Z
<i>Ficus</i> sp.				3			3	Z

(continua)

(continuação)

Tabela 2 – Composição florística, número de indivíduos por espécie e classificação em síndromes de dispersão de diásporos da vegetação, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

Família/Espécie	2011				2012			SD
	R1	R2	A1	A2	R2	A1	A2	
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	1							Z
<b>Myrtaceae</b>								
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	2	1						Z
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	1							Z
<i>Psidium guajava</i> L.*	29	4	2	5	5		6	Z
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.					1			Z
<i>Eugenia uniflora</i> L.	304	79	50	13	83	52	7	Z
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess) O. Berg.					1			Z
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess		1						Z
<b>Oleaceae</b>								
<i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton*	480	73	15	7	156	20	9	Z
<b>Phytolaccaceae</b>								
<i>Phytolacca dioica</i> L.	1							Z
<i>Seguiera aculeata</i>					6	1		An
<b>Piperaceae</b>								
<i>Piper aduncum</i> L.	145	29	4		41	2		At
<b>Primulaceae</b>								
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	188	98	35	12	93	37	14	Z
<b>Quillajaceae</b>								
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hill. & Tul.) Mart.					3			An
<b>Rhamnaceae</b>								
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.*	1	2						Z
<b>Rosaceae</b>								
<i>Rubus rosifolius</i> Sm.*	1							Z
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	67	17	19		21	13	1	Z
<b>Rubiaceae</b>								
<i>Psychotria</i> sp.	105	5			2			Z
<i>Guettarda uruguensis</i> Cham & Schldl.	1							Z
<b>Rutaceae</b>								
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	1					1	1	An
<i>Citrus</i> spp.*	2		1					Z
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	5	2	2		1	2		Z
<b>Salicaceae</b>								
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	44	56	46	28	51	38	31	Z
<i>Xylosma</i> sp.					1			Z
<b>Sapindaceae</b>								
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	60	2	14	15	8	13	14	Z

(continua)

(conclusão)

Tabela 2 – Composição florística, número de indivíduos por espécie e classificação em síndromes de dispersão de diásporos da vegetação, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

Família/Espécie	2011				2012			SD
	R1	R2	A1	A2	R2	A1	A2	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	23	4	4	3	1	2	3	Z
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess & A. Juss.) Radlk.	531	157	127	49	145	139	42	Z
<i>Urvillea uniloba</i> Radlk.	2							An
<b>Solanaceae</b>								
<i>Cestrum</i> sp.	172	18			30			Z
<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.	1							Z
<b>Urticaceae</b>								
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich	5		2		2	4		Z
<b>Total</b>	<b>3028</b>	<b>893</b>	<b>629</b>	<b>438</b>	<b>959</b>	<b>537</b>	<b>420</b>	

Onde \*Espécie exótica; R1= Regeneração 1; R2= Regeneração 2; A1= Arbóreo 1; A2= Arbóreo 2; NI= Não identificada; SD= Síndrome de dispersão; Z= Zoocórica; An= Anemocórica; At= Autocórica.

No total, foram identificadas 63 espécies, destas cinco foram identificadas somente até o nível de gênero e duas em nível de família, considerando os quatro intervalos de inclusão da vegetação e os dois levantamentos. Do total, 44 espécies ocorrem na classe R1 e 44 na classe R2. Na classe A1, 37 espécies foram verificadas e na classe A2 30 espécies.

Analisando a composição florística, verificou-se que a maior riqueza taxonômica de espécies ocorreu nas classes R1 e R2, seguida de A1 e A2. Este fato corrobora o estágio de sucessão em que se encontra a área florestal estudada, que é de sucessão inicial e secundária, pois, de acordo com Moro e Martins (2011), em florestas que estão passando por esse processo de recuperação, normalmente verifica-se maior riqueza de espécies, acompanhada de maior densidade de indivíduos de menor tamanho (regeneração natural).

Poucos estudos são encontrados na literatura referentes a caracterização vegetacional da Floresta Estacional Decidual Aluvial. Na obra de Araujo et al. (2004), a vegetação em floresta ripária foi avaliada, considerando como critério de inclusão os indivíduos com CAP  $\geq$  15 cm (A2), onde registrou-se a ocorrência de 49 espécies. Budke et al. (2004) em estudo fitossociológico, considerando a mesma classe de inclusão (A2), em floresta ribeirinha em Santa Maria, encontraram 57 espécies.

Em Floresta Estacional Decidual, Rosa et al. (2008) estabeleceram os mesmos critérios de inclusão da vegetação deste estudo, constatando riqueza semelhante ao do estrato arbóreo (A1 e A2), onde os autores verificaram 27 espécies, no entanto, para a regeneração

(classe R2), houve registro de apenas 13 espécies. Mensurando indivíduos com  $CAP \geq 30$  cm, Scipioni et al. (2011) encontraram 61 espécies em Floresta Estacional Decidual de encosta, em diferentes condições edáficas e topográficas, mas sem influência fluvial.

Em levantamentos florísticos realizados na mesma tipologia, não contemplando áreas ripárias e considerando a totalidade de espécies amostradas, alguns autores encontraram resultados aproximados ao deste estudo. Dullius (2012), ao avaliar um fragmento de floresta secundária, verificou 66 espécies, Almeida (2010), encontrou 62 espécies, Longhi et al. (2000) registraram 64 espécies arbóreas; Vaccaro et al. (1999), em floresta secundária, levantaram 48 espécies; Longhi et al. (1999) constataram 56 espécies arbóreas ( $CAP \geq 15$  cm) em fragmento florestal em Santa Maria, entre outros estudos.

Nos trabalhos de Vaccaro et al. (1999) e Dullius (2012), que compararam diferentes estágios sucessionais, ambos constataram maior riqueza de espécies no que foi considerada ‘floresta secundária’, em relação a ‘capoeira’ e ‘floresta madura’. Em estudo comparando florestas secundárias e maduras em Santa Teresa e Santa Maria, Kilca e Longhi (2011) verificaram que, independente do tipo de perturbação que a área foi submetida, a floresta secundária foi mais rica em espécies quando comparada à floresta primária madura (com mais de 90 anos).

No presente estudo, apenas 13 espécies são comuns a todas as classes (juntas correspondem a 20,6% do total de espécies), sendo estas *Luehea divaricata*, *Parapiptadenia rigida*, *Sebastiania commersoniana*, *Matayba elaeagnoides*, *Cupania vernalis*, *Nectandra megapotamica*, *Cabrlea canjerana*, *Escallonia bifida*, *Myrsine umbellata*, *Jacaranda micrantha*, *Casearia sylvestris*, *Allophylus edulis* e *Eugenia uniflora*. Estas são espécies que caracterizam a Floresta Estacional Decidual, preferenciais de locais úmidos e formações abertas (CARVALHO, 2003; GLUFKE, 1999), sendo registradas, em muitos trabalhos, com maiores valores de densidade, frequência e valor de importância (RIO GRANDE DO SUL, 2002; LEITE e KLEIN, 1990; ARAUJO et al., 2004; LONGHI et al., 1999; 2000; SCIPIONI et al., 2011). De acordo com Kilca e Longhi (2011), *Nectandra megapotamica*, *Cupania vernalis* e *Allophylus edulis* são as espécies mais ocorrentes nas florestas no Rebordo do Planalto Meridional, região central do estado do Rio Grande do Sul.

Analisando a composição florística geral, as 63 espécies encontradas pertencem a 27 famílias botânicas e 53 gêneros diferentes, conforme a Tabela 3.

Tabela 3– Número de gêneros, espécies, indivíduos e proporção relativa de indivíduos por família, da vegetação avaliada em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

<b>Família</b>	<b>Nº Gêneros</b>	<b>Nº Espécies</b>	<b>Nº Indivíduos</b>	<b>Nº relativo de indivíduos (%)</b>
Arecaceae	1	1	42	0,71
Asteraceae	1	1	223	3,75
Bignoniaceae	1	1	86	1,45
Boraginaceae	1	2	12	0,20
Cannabaceae	2	2	18	0,30
Celastraceae	1	1	78	1,31
Erythroxylaceae	1	1	1	0,02
Escalloniaceae	1	1	752	12,66
Euphorbiaceae	3	3	668	11,24
Fabaceae	6	6	127	2,14
Lamiaceae	1	1	2	0,03
Lauraceae	4	5	251	4,22
Malvaceae	1	1	99	1,67
Meliaceae	4	6	112	1,88
Moraceae	3	3	8	0,13
Myrtaceae	3	6	595	10,01
Phytolaccaceae	2	2	8	0,13
Piperaceae	1	1	221	3,72
Primulaceae	1	1	477	8,03
Quillajaceae	1	1	3	0,05
Rosaceae	1	1	138	2,32
Rubiaceae	2	2	113	1,90
Rutaceae	2	2	21	0,35
Salicaceae	2	2	295	4,96
Sapindaceae	4	4	1358	22,85
Solanaceae	2	2	221	3,72
Urticaceae	1	1	13	0,22

Considerando todas as classes de inclusão da vegetação, as famílias com maior riqueza de espécies foram Myrtaceae, Meliaceae e Fabaceae, com seis espécies cada. No entanto, ao se analisar o número relativo de indivíduos por família, observou-se que Sapindaceae apresentou maior percentual de indivíduos (22,85%), seguida de Escalloniaceae (12,66%), Euphorbiaceae (11,24%) e Myrtaceae (10,01%). Essas cinco famílias representaram 56,7% dos indivíduos amostrados, enquanto que 43,3% dos indivíduos são contemplados em 23 famílias.

Estes resultados se assemelharam com o estudo de Araujo et al. (2004), em Floresta Estacional Decidual Aluvial, onde foram registradas 23 famílias, sendo que a mais representativa na área estudada foi Myrtaceae, com 11 espécies, seguida de Rubiaceae (quatro espécies), Euphorbiaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Mimosaceae, Sapindaceae e Sapotaceae, Boraginaceae (duas espécies) e 14 famílias com uma espécie apenas. Em floresta ribeirinha, nos estudos de Budke et al. (2004) e De marchi e Jarenkow (2008), os autores encontraram 26 e 29 famílias, respectivamente.

Em floresta secundária, Dullius (2012) constatou 36 famílias botânicas, com maior número de gêneros para a família Fabaceae, no entanto, o maior número de indivíduos pertenceu a família Myrtaceae. Longhi et al. (1999), avaliando também um fragmento de floresta secundária, constatou 23 famílias, com maior expressividade de Myrtaceae, Fabaceae e Sapindaceae. As famílias Sapindaceae e Myrtaceae estão sempre presentes e com grande representatividade em ecossistemas florestais, principalmente os ripários, conforme observado em trabalhos realizados por Tabarelli et al. (1992), Kilca (2002) e Longhi et al. (2001). Jarenkow e Waechter (2001) também constataram 23 espécies em Floresta Estacional Decidual, com maior expressividade das famílias Myrtaceae e Fabaceae, seguido de Euphorbiaceae, Lauraceae e Meliaceae.

De acordo com dados gerados no inventário florestal contínuo do RS (RIO GRANDE DO SUL, 2002), pode-se considerar que dentre as tipologias, a Floresta Estacional Decidual possui maior riqueza e diversidade de espécies, bem como maior número de famílias, tanto nos estágios iniciais, onde foram constatadas 117 espécies e 43 famílias botânicas, quanto em situações de sucessão intermediária e avançada, com presença de 214 espécies, distribuídas em 60 famílias. Considerando a diversidade de espécies, em ordem decrescente, depois da Floresta Estacional Decidual, segue a Floresta Ombrófila Mista, Ombrófila Densa e Estacional Semidecidual.

De uma forma geral, observou-se que a área apresentou considerável riqueza de espécies, equiparando-se aos resultados verificados em outros estudos sobre fragmentos e remanescentes de Floresta Estacional Decidual secundária. Essa situação pode ser consequência do isolamento atual da área, que impede a ação direta de atividades antrópicas impactantes, que possam causar degradação. No entanto, os reflexos da ocupação do local, anterior a criação do Parque Estadual Quarta Colônia, são percebidos pela expressão da invasão por espécies exóticas, desde a regeneração natural até o estrato arbóreo.

Quanto à vegetação exótica, verificou-se a presença de seis espécies (*Morus nigra*, *Psidium guajava*, *Ligustrum lucidum*, *Hovenia dulcis*, *Rubus rosifolius* e *Citrus* spp.), que

juntas corresponderam a 8,7% do total de espécies avaliadas. Houve presença de espécies exóticas em todas as classes de inclusão, com redução na classe A2 ( $CAP \geq 15$  cm). Constatou-se que a invasão biológica é mais expressiva, em maior quantidade, na classe R1 ( $DAS \leq 1$ cm), em um total de 521 indivíduos, com destaque às espécies *Ligustrum lucidum* (480 indivíduos) e *Morus nigra* (51 indivíduos). Ocorreu aumento de 53,2% no número de indivíduos de espécies exóticas na classe R2, de 2011 para 2012.

Atenção especial deve ser dada às espécies exóticas que apresentam potencial invasor, como o *Ligustrum* e *Morus*, pois os seus frutos são avidamente consumidos pela avifauna, competindo expressivamente por recursos do meio com as espécies nativas, podendo ser consideradas como espécies-problema (MAGNAGO et al., 2012). Aragón e Groom (2003) afirmam que estas espécies são invasoras principalmente em áreas de sucessão secundária, sendo capazes de sobreviver em uma ampla gama de ambientes florestais.

#### 4.4.2 Caracterização ecológica da vegetação

Um indicativo do potencial de restauração de um ecossistema florestal degradado são os resultados referentes às síndromes de dispersão de diásporos (sementes e frutos), sendo que, neste estudo constatou-se que 74,6% das espécies possuem a dispersão de seus propágulos do tipo zoocórica; 20,9% são anemocóricas e 4,5% autocóricas. Através deste resultado, pode-se inferir que, a longo prazo haverá oferta de alimento à fauna (aves, morcegos, roedores), principal agente dispersor de propágulos (VOLPATO et al., 2012).

Em estudo na Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai, Dick e d'Ávila (2011) constataram predomínio desta mesma síndrome, sendo a zoocoria a forma de dispersão de 74,4% das espécies e 25,3% são anemocóricas. Em Floresta Ombrófila Mista, 65,1% das espécies apresentam zoocoria e 23,6% anemocoria (LIEBSCH e ACRA, 2007).

De uma forma geral, há predomínio da zoocoria como meio de disseminação de propágulos, podendo ser encontrada em até 90% das espécies em diversos tipos florestais (BUSATO et al., 2012), sendo este um dos principais mecanismos de regeneração de florestas, reconstituição da biodiversidade e equilíbrio dos ecossistemas.

O fato da área estar isolada, sem intervenção antrópica direta como atividades de caça, por exemplo, além da presença de encostas com florestas conservadas em locais próximos, pode vir a promover e incentivar a presença da fauna e interações com a comunidade vegetal, uma vez que há oferta de alimento. Pode-se esperar que a dispersão de



sementes, que está diretamente associada a restauração, seja um mecanismo importante para o incremento da diversidade na área isolada (REIS e KAGEYAMA, 2008).

Para compor o conjunto de informações ecológicas sobre a vegetação da área de estudo, os resultados dos índices calculados, sendo estes diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou, estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Índices ecológicos de Shannon ( $H'$ ) e Pielou ( $J$ ) calculados para a área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Classe	Shannon		Pielou	
	$H'_a$	$H'_b$	$J_a$	$J_b$
<b>R1</b> ( $DAS \leq 1\text{cm}$ e $h \geq 30\text{cm}$ )	2,7	-	0,6	-
<b>R2</b> ( $1\text{cm} \geq CAP \leq 5\text{cm}$ )	2,5	2,4	0,6	0,6
<b>A1</b> ( $5,1\text{cm} \geq CAP \leq 14,9\text{cm}$ )	2,4	2,4	0,7	0,7
<b>A2</b> ( $CAP \geq 15\text{cm}$ )	2,4	2,5	0,7	0,7

Onde:  $a$ =Levantamento realizado em 2011;  $b$ = Levantamento realizado em 2012.

O índice de Shannon ( $H'$ ) mostrou maior diversidade nas menores classes de inclusão da vegetação (R1 e R2) no primeiro período de levantamento (2011), no entanto, em 2012 houve aumento do valor deste índice na classe A2, indicando ingresso de novas espécies com maiores diâmetros e aumento da diversidade durante o período avaliado.

No inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002), foram registrados valores médios de  $H'$  em 2,4 para Floresta Estacional Decidual, em estágios sucessionais médios, onde para o estágio avançado, encontram-se valores próximos a 3 e na regeneração natural, a diversidade de Shannon foi de 1,6, resultado inferior ao deste estudo. Índice semelhante foi observado por De Marchi e Jarenkow (2008), em Floresta Estacional Decidual ribeirinha, onde a diversidade foi de 2,3.

Geralmente, os valores de  $H'$  encontrados para vegetação situam-se entre 1,3 e 3,5 podendo alcançar o valor de 4,5 em ambientes de florestas tropicais (FELFILI e REZENDE, 2003). Sendo assim, considera-se que a área ripária estudada possui diversidade intermediária, ou seja, não atingiu estágios sucessionais avançados, no entanto, há diversidade para caracterização de uma formação florestal em evolução.

O cálculo do índice de equitabilidade de Pielou se mostrou diferente quando consideradas as classes de inclusão, sendo que, na regeneração natural (R1 e R2) este índice indicou dominância ecológica variando entre intermediária e alta, ou seja, ocorre certa

uniformidade na distribuição de número de indivíduos por espécie. Em comparação com a classe de inclusão da vegetação arbórea, observou-se um aumento no valor de Pielou, configurando uma situação de alta dominância.

Em Floresta Estacional Decidual ribeirinha, Budke et al. (2004) utilizando a mesma dimensão da unidade amostral do presente estudo, avaliando a classe de inclusão correspondente à A2 ( $CAP \geq 15$  cm), encontraram o valor de 0,69 de equitabilidade. Os autores consideraram o resultado como indicativo de alta dominância ecológica, expressando a maior densidade de algumas espécies, sendo que outras possuem baixos números de indivíduos.

#### 4.4.3 Análise da estrutura horizontal da floresta

##### 4.4.3.1 Estrutura fitossociológica da regeneração natural

Com base na análise fitossociológica (Tabela 5), verificou-se que a densidade absoluta total da classe R1 é de 29.578 indivíduos por hectare ( $\text{ind ha}^{-1}$ ).

Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural ( $DAS \leq 1$  cm), classificadas em ordem decrescente de densidade absoluta, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

<b>Espécie</b>	<b>DA (<math>\text{ind ha}^{-1}</math>)</b>	<b>DR (%)</b>	<b>FA (%)</b>	<b>FR (%)</b>
<i>Allophylus edulis</i>	5186	17,54	63,28	13,13
<i>Ligustrum lucidum*</i>	4688	15,85	35,16	7,29
<i>Eugenia uniflora</i>	2969	10,04	43,36	8,86
<i>Sebastiania commersoniana</i>	2949	9,97	42,19	8,75
<i>Myrsine umbellata</i>	1836	6,21	32,81	6,81
Asteraceae	1807	6,11	33,59	6,97
<i>Cestrum</i> sp.	1680	5,68	28,52	5,92
<i>Piper aduncum</i>	1416	4,79	14,45	2,95
<i>Psychotria</i> sp.	1025	3,47	21,48	4,46
<i>Nectandra megapotamica</i>	664	2,25	17,58	3,65
<i>Maytenus muelleri</i>	654	2,21	17,19	3,57
<i>Prunus myrtifolia</i>	654	2,21	16,8	3,48
<i>Matayba elaeagnoides</i>	586	1,98	16,8	3,48
<i>Escallonia bifida</i>	576	1,95	10,94	2,27

(continua)

(conclusão)

Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural (DAS  $\leq 1$  cm), classificadas em ordem decrescente de densidade absoluta, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

<b>Espécie</b>	<b>DA (ind ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>DR (%)</b>	<b>FA (%)</b>	<b>FR (%)</b>
<i>Casearia sylvestris</i>	430	1,45	13,67	2,84
<i>Psidium guajava</i> *	283	0,96	8,98	1,86
<i>Cupania vernalis</i>	225	0,76	7,81	1,62
Não identificado	215	0,73	1,56	0,32
Lauraceae NI	127	0,43	4,3	0,89
<i>Trichilia elegans</i>	117	0,4	2,73	0,57
<i>Ocotea pulchella</i>	107	0,36	3,52	0,73
<i>Ocotea puberula</i>	98	0,33	1,95	0,41
<i>Cabrlea canjerana</i>	98	0,33	3,52	0,73
<i>Sapium glandulosum</i>	98	0,33	3,13	0,65
<i>Trichilia clausenii</i>	88	0,3	2,73	0,57
<i>Morus nigra</i> *	78	0,26	3,13	0,65
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	59	0,2	1,95	0,41
<i>Parapiptadenia rigida</i>	49	0,17	1,95	0,41
<i>Jacaranda micrantha</i>	49	0,17	1,56	0,32
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	49	0,17	1,95	0,41
<i>Urera baccifera</i>	49	0,17	1,95	0,41
<i>Trichilia catigua</i>	39	0,13	1,56	0,32
<i>Cedrela fissilis</i>	39	0,13	1,56	0,32
<i>Trema micrantha</i>	39	0,13	0,39	0,08
<i>Cordia ecalyculata</i>	39	0,13	1,17	0,24
<i>Psidium cattleianum</i>	20	0,07	0,78	0,16
<i>Guarea macrophylla</i>	20	0,07	0,78	0,16
<i>Citrus spp.</i> *	20	0,07	0,78	0,16
<i>Urvillea uniloba</i>	20	0,07	0,78	0,16
<i>Eugenia rostrifolia</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Helietta apiculata</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Aiouea saligna</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Sorocea bonplandii</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Celtis iguanaea</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Rubus rosifolius</i> *	10	0,03	0,39	0,08
<i>Inga vera</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Maclura tinctoria</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Phytolacca dioica</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Hovenia dulcis</i> *	10	0,03	0,39	0,08
<i>Vassobia breviflora</i>	10	0,03	0,39	0,08
<i>Guettarda uruguensis</i>	10	0,03	0,39	0,08
<b>Total</b>	<b>29.578</b>	<b>100</b>	<b>482</b>	<b>100</b>

Onde = DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; \*: espécie exótica.

Analisando os valores de densidade absoluta (DA), observou-se que as espécies mais abundantes foram *Allophylus edulis*, seguida de *Ligustrum lucidum*, *Eugenia uniflora* e *Sebastiania commersoniana*. Estas quatro espécies representaram juntas o somatório de 53,4% de DR, ou seja, mais da metade dos indivíduos da regeneração é constituída dessas espécies. Presença relevante também do gênero Asteraceae, que ocupa naturalmente o estrato inferior da Floresta Estacional Decidual, principalmente em matas secundárias que sofreram distúrbios (LEITE e KLEIN, 1990). Verificou-se ainda que 12 espécies (23,7%) ocorreram em densidade menor que 10 ind ha<sup>-1</sup>, ou seja, há dominância ecológica de poucas espécies na regeneração, mas com elevado número de indivíduos.

A alta densidade de indivíduos da espécie *Ligustrum lucidum* mostra a intensa invasão biológica na unidade de conservação, revelando que a regeneração expressiva desta espécie está propensa a prejudicar o desenvolvimento da vegetação nativa, por causar forte competição pelos recursos do meio. A espécie exótica *Ligustrum lucidum* é de ocorrência comum em locais submetidos a alterações antrópicas impactantes (LOMBARDI, 2010).

Quanto à frequência de ocorrência das espécies nas parcelas (FA), *Allophylus edulis* foi a mais frequente, seguida de *Eugenia uniflora* e *Sebastiania commersoniana*. Apesar da alta densidade de indivíduos, a ocorrência da espécie exótica invasora *Ligustrum lucidum* ocorreu em 35,1% das parcelas amostradas, indicando padrão de distribuição agregado desta espécie, fenômeno ocasionado pela massiva produção de sementes e dispersão primária do tipo autocórica e posteriormente zoocórica, ocasionando concentração de plântulas junto a planta-mãe.

Considerando as espécies nativas mais expressivas do estrato da regeneração natural, estas são características de florestas aluviais, preferenciais de ambientes com solo úmido (CARVALHO, 2003) e também de ocorrência comum nas formações de Floresta Estacional Decidual (LONGHI et al., 1999; 2000; ARAUJO et al., 2004; RIO GRANDE DO SUL, 2002), indicando que a fonte de propágulos, responsáveis pela regeneração natural na área, é proveniente das encostas preservadas, localizadas ao entorno da área, uma vez que, em virtude do intenso uso do solo e degradação da vegetação original, em um momento anterior à criação do Parque, provavelmente não haveria resiliência capaz de promover a regeneração natural de forma diversa, tal como pode ser constatado.

Como regeneração natural para este estudo, também foi considerada a classe de inclusão R2. Com base na análise fitossociológica (Tabela 6), verificou-se que houve aumento de 6,9% na densidade absoluta total nesta classe, sendo que o registro no primeiro levantamento em 2011, foi de 5.581,2 ind ha<sup>-1</sup>, passando para 5.993,7 ind ha<sup>-1</sup> em 2012.

Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural R2 (1 cm  $\geq$  CAP  $\leq$  5 cm), nos anos de 2011 e 2012, classificadas em ordem decrescente de densidade absoluta do ano de 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Espécie	DA <sup>1</sup>	DA <sup>2</sup>	DR <sup>1</sup>	DR <sup>2</sup>	FA <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FR <sup>1</sup>	FR <sup>2</sup>
	-----ind ha <sup>-1</sup> -----		-----%-----					
<i>Allophylus edulis</i>	981,3	906,3	17,7	15,8	62,5	76,6	11,8	13,5
<i>Sebastiania commersoniana</i>	650,0	568,8	11,8	9,9	43,8	42,2	8,3	7,6
<i>Myrsine umbellata</i>	612,5	581,3	11,1	9,8	45,3	42,2	8,6	9,7
<i>Eugenia uniflora</i>	493,8	518,8	8,9	8,7	32,8	48,4	6,2	8,6
<i>Ligustrum lucidum*</i>	456,3	975,0	8,3	16,5	39,1	43,8	7,4	7,7
<i>Escallonia bifida</i>	450,0	350,0	8,1	5,9	39,1	32,8	7,4	7,4
<i>Casearia sylvestris</i>	350,0	318,8	6,3	5,6	42,2	45,3	8,0	8,0
<i>Piper aduncum</i>	181,3	256,3	3,4	4,3	15,6	21,9	3,0	3,9
<i>Macherium paraguariense</i>	150,0	37,5	2,7	0,6	6,3	3,1	1,2	0,7
Asteraceae	131,3	-	2,4	-	20,3	-	3,8	-
<i>Nectandra megapotamica</i>	131,3	125,0	2,4	2,1	25,0	18,8	4,7	3,6
<i>Luehea divaricata</i>	112,5	118,8	2,0	2,0	17,2	25,0	3,2	4,5
<i>Cestrum</i> sp.	112,5	-	2,0	-	17,2	-	3,2	-
<i>Prunus myrtifolia</i>	106,3	131,3	1,9	2,2	14,1	14,1	2,6	2,4
Não identificado	81,3	137,5	1,5	2,3	1,6	14,1	0,3	2,4
<i>Sapium glandulosum</i>	81,3	62,5	1,5	1,1	14,1	14,1	2,6	2,4
<i>Trichilia claussenii</i>	56,3	25,0	1,0	0,5	12,5	6,3	2,3	1,2
<i>Maytenus muelleri</i>	50,0	-	0,9	-	6,3	-	1,3	-
<i>Cabralea canjerana</i>	43,8	37,5	0,8	0,7	9,4	6,3	1,8	1,1
<i>Baccharis</i> sp.	37,5	37,5	0,7	0,7	6,3	6,3	1,2	1,0
<i>Morus nigra*</i>	31,3	37,5	0,7	0,7	7,8	7,8	1,5	1,3
<i>Psychotria</i> sp.	31,3	12,5	0,6	0,2	7,8	3,1	1,5	0,5
<i>Matayba elaeagnoides</i>	25,0	50,0	0,5	0,9	4,7	14,1	0,9	2,6
<i>Jacaranda micrantha</i>	25,0	12,5	0,5	0,2	4,7	3,1	0,9	0,8
<i>Psidium guajava*</i>	25,0	31,3	0,5	0,5	4,7	6,3	0,9	1,2
<i>Parapiptadenia rigida</i>	18,8	25,0	0,3	0,4	4,7	6,3	0,9	1,2
<i>Cupania vernalis</i>	12,5	6,3	0,2	0,1	3,1	1,6	0,6	0,3
<i>Nectandra lanceolata</i>	12,5	-	0,2	-	3,1	-	0,6	-
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	12,5	-	0,2	-	3,1	-	0,6	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12,5	6,3	0,2	0,1	3,1	1,6	0,6	0,3
<i>Hovenia dulcis*</i>	12,5	-	0,2	-	3,1	-	0,6	-
<i>Psidium cattleianum</i>	6,3	-	0,1	-	1,6	-	0,3	-
<i>Ocotea puberula</i>	6,3	31,3	0,1	0,5	1,6	6,3	0,3	1,3

(continua)

(conclusão)

Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural R2 (1 cm  $\geq$  CAP  $\leq$  5 cm), nos anos de 2011 e 2012, classificadas em ordem decrescente de densidade absoluta do ano de 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Espécie	DA <sup>1</sup>	DA <sup>2</sup>	DR <sup>1</sup>	DR <sup>2</sup>	FA <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FR <sup>1</sup>	FR <sup>2</sup>
	-----ind ha <sup>-1</sup> -----		-----%-----					
<i>Trichilia elegans</i>	6,3	68,8	0,1	1,2	1,6	10,9	0,3	2,0
<i>Alchornea triplinervia</i>	6,3	-	0,1	-	1,6	-	0,3	-
<i>Eugenia pyriformis</i>	6,3	-	0,1	-	1,6	-	0,3	-
<i>Guarea macrophylla</i>	-	12,5	-	0,2	-	3,1	-	0,5
<i>C.xanthocarpa</i>	-	6,3	-	0,1	-	1,6	-	0,3
<i>Maytenus boaria</i>	-	0,1	-	0,3	-	7,8	-	1,5
<i>Quillaja brasiliensis</i>	-	18,8	-	0,3	-	1,6	-	0,2
<i>Sequoiaria aculeata</i>	-	6,3	-	0,1	-	1,6	-	0,3
<b>Total</b>	<b>5.581,2</b>	<b>5.993,7</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>528,6</b>	<b>578</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Onde = DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; \*: espécie exótica; <sup>1</sup>Levantamento realizado em 2011; <sup>2</sup>Levantamento realizado em 2012.

Durante o período avaliado para esta classe de inclusão (R2), houve aumento de 412,5 ind ha<sup>-1</sup> na densidade total de indivíduos, o que corresponde a 6,8% de acréscimo. No entanto, para as espécies *Allophylus edulis*, *Sebastiania commersoniana* e *Myrsine umbellata*, que tiveram maiores densidades no ano de 2011, houve redução do número de indivíduos por área em 2012 (7,6%; 12,5% e 5% respectivamente), condizendo com o comportamento de pioneirismo destas espécies, que se desenvolvem preferencialmente a pleno sol, característica típica dos grupos ecológicos iniciais, no entanto com o avanço da sucessão tendem a se tornarem menos expressivas na comunidade, em função do curto ciclo de vida.

Apesar da redução no número de indivíduos, no segundo levantamento, as espécies com maiores densidades absolutas (DA) ainda foram *Allophylus edulis* e *Myrsine umbellata*, que se mostraram fortes competidoras, pois a manutenção do comportamento expressivo da espécie *Ligustrum lucidum* caracteriza-a como invasora agressiva, o que poderia inibir e limitar o desenvolvimento de espécies nativas.

As espécies *Eugenia uniflora* e *Ligustrum lucidum* apresentaram aumento no número de indivíduos, sendo que, para *L. lucidum* a densidade aumentou em 53,2%. De uma forma geral, 56% das espécies apresentaram redução no número de indivíduos e 44% acréscimo, do ano de 2011 para 2012. Magnago et al. (2012) afirmam que, com o aumento do porte (área basal, altura e cobertura de copa), os indivíduos tendem a ocupar áreas maiores no interior da floresta, fazendo com que a densidade possa diminuir com o avanço do estágio sucessional e desenvolvimento da floresta. Há aumento da competição inter e intraespecífica e consequente

redução da densidade de indivíduos. Essa observação indica que espécies possam estar saindo ou entrando no sistema, caracterizando a dinâmica de substituição de espécies.

Em 2012, cinco espécies foram encontradas, que não haviam sido registradas no levantamento de 2011, sendo estas *Guarea macrophylla*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Maytenus boaria*, *Quillaja brasiliensis* e *Seguiera aculeata*, indicando ingresso de espécies, que incorreu em aumento do índice de diversidade de Shannon, conforme visto anteriormente.

Juntas, as espécies *Allophylus edulis*, *Sebastiania commersoniana*, *Myrsine umbellata*, *Eugenia uniflora* e *Ligustrum lucidum* representaram mais de 50% da densidade relativa (DR) desta classe, ou seja, boa parte dos indivíduos com circunferência à altura do peito entre 1 e 5 cm, pertencem a estas espécies.

*Allophylus edulis* foi a espécie com maior frequência absoluta (FA) nos dois períodos de levantamento, seguida de *Sebastiania commersoniana*, *Myrsine umbellata* e *Casearia sylvestris*. Brena e Longhi (2002) verificaram resultados semelhantes de frequência para as mesmas espécies, em inventário realizado na região da Quarta Colônia, Rio Grande do Sul.

Em comparação à classe R1, a espécie exótica *Ligustrum lucidum* continua sendo expressiva em R2, bem como *Allophylus edulis*, *Sebastiania commersoniana* e *Eugenia uniflora*, com inclusão de *Myrsine umbellata*. Com relação às mudanças ocorridas durante o monitoramento, observou-se que para esta classe, apesar do aumento na densidade absoluta total de um ano para o outro, houve redução no número de indivíduos por área para algumas espécies, que pode ser esperado pelo comportamento de colonizadoras iniciais, que estão atuando como indicadoras da situação de sucessão ecológica atual da área. No entanto, em algumas situações verificou-se ingresso na classe seguinte, que será descrita a seguir.

#### 4.4.3.2 Estrutura fitossociológica do estrato arbóreo

O estrato considerado arbóreo englobou as classes de inclusão A1 ( $5,1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 14,9 \text{ cm}$ ) e A2 ( $\text{CAP} \geq 15 \text{ cm}$ ). Com base na análise fitossociológica (Tabela 7), para a classe A1 houve decréscimo de 14,8% no número de indivíduos por área, onde registrou-se densidade absoluta total de  $3.931,2 \text{ ind ha}^{-1}$  no ano de 2011 e  $3.350 \text{ ind ha}^{-1}$  no ano de 2012.

No entanto, houve aumento de 22,1% na dominância absoluta total nesta classe, refletindo o incremento considerável em área basal de um ano para o outro, o que é indicativo do avanço da sucessão, de acordo com Moro e Martins (2011), onde há redução no número de indivíduos, em contrapartida ao aumento em área basal da comunidade.

Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estrato arbóreo ( $5,1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 14,9 \text{ cm}$ ), para os anos de 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Espécie	DA <sup>1</sup>	DA <sup>2</sup>	DR <sup>1</sup>	DR <sup>2</sup>	FA <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FR <sup>1</sup>	FR <sup>2</sup>	DoA <sup>1</sup>	DoA <sup>2</sup>	DoR <sup>1</sup>	DoR <sup>2</sup>	VI <sup>1</sup>	VI <sup>2</sup>
	----ind ha <sup>-1</sup> ----		-----%-----				---m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ---	-----%-----						
<i>Escallonia bifida</i>	1093,8	637,5	27,8	19,0	59,4	45,3	14,7	12,7	1,57	3,30	44,4	19,6	86,9	51,3
<i>Allophylus edulis</i>	793,8	868,8	20,2	26,0	53,1	57,8	13,1	14,7	0,53	3,16	15,0	18,9	48,3	60,9
<i>Eugenia uniflora</i>	312,5	325,0	7,9	9,7	35,9	31,3	8,9	7,9	0,21	2,16	5,9	12,9	22,7	31,3
<i>Casearia sylvestris</i>	287,5	237,5	7,3	7,1	32,8	32,8	8,1	8,3	0,18	1,23	4,8	7,4	20,4	23,6
<i>Myrsine umbellata</i>	218,8	231,3	5,5	6,9	34,4	32,8	8,5	8,3	0,13	0,96	3,5	5,7	17,6	21,8
<i>Sebastiania commersoniana</i>	168,8	118,8	4,3	3,5	20,3	17,2	5,0	4,4	0,12	0,59	3,4	3,5	12,8	11,9
<i>Prunus myrtifolia</i>	118,8	81,3	3,0	2,4	18,8	12,5	4,6	3,2	0,08	0,55	2,2	3,3	9,8	9,2
<i>Ligustrum lucidum*</i>	93,8	125,0	2,4	3,7	14,1	20,3	3,5	5,2	0,08	0,48	2,2	2,9	8,0	12,3
<i>Matayba elaeagnoides</i>	87,5	81,3	2,2	2,4	15,6	12,5	3,9	3,2	0,08	0,49	2,2	2,9	8,3	8,8
<i>Morus nigra*</i>	81,3	43,8	2,1	1,3	14,1	10,9	3,4	2,8	0,06	0,28	1,5	1,7	7,1	6,0
<i>Sapium glandulosum</i>	68,8	31,3	1,8	1,0	14,1	6,3	3,4	1,6	0,07	0,24	2,0	1,4	7,3	4,1
<i>Jacaranda micrantha</i>	56,3	25,0	1,4	0,7	10,9	4,7	2,7	1,2	0,04	0,15	1,4	0,8	5,4	2,7
<i>Cabralea canjerana</i>	50,0	43,8	1,3	1,3	7,8	6,3	1,9	1,6	0,03	0,28	0,9	1,7	4,0	4,7
<i>Nectandra megapotamica</i>	43,8	37,5	1,1	1,1	7,8	6,3	1,9	1,6	0,03	0,24	0,9	1,5	4,0	4,3
<i>Luehea divaricata</i>	37,5	12,5	1,0	0,4	7,8	3,1	1,9	0,8	0,02	0,03	0,9	0,2	3,4	1,3
Não identificado	37,5	18,8	0,8	0,6	7,8	4,7	1,9	1,2	0,03	0,10	0,8	0,5	3,7	2,5
<i>Cupania vernalis</i>	25,0	12,5	0,7	0,4	3,1	3,1	0,7	0,8	0,01	0,03	0,5	0,3	1,8	1,4
<i>Piper aduncum</i>	25,0	12,5	0,6	0,4	1,6	3,1	0,6	0,8	0,03	0,05	0,7	0,3	1,7	1,5
<i>Ocotea puberula</i>	18,8	6,3	0,5	0,2	3,1	1,6	0,9	0,4	0,02	0,04	0,6	0,3	1,8	0,8
<i>Trema micrantha</i>	18,8	6,3	0,5	0,2	4,7	1,6	1,1	0,4	0,002	0,10	0,1	0,6	1,7	1,1
<i>Trichilia clausenii</i>	18,8	6,3	0,5	0,2	3,1	1,6	0,8	0,4	0,02	0,02	0,4	0,1	1,7	0,7
Asteraceae	12,5	-	0,3	-	3,1	-	0,8	-	0,01	-	0,2	-	1,3	0,0

(continua)



(conclusão)

Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estrato arbóreo ( $5,1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 14,9 \text{ cm}$ ), para os anos de 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Espécie		DA <sup>1</sup>	DA <sup>2</sup>	DR <sup>1</sup>	DR <sup>2</sup>	FA <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FR <sup>1</sup>	FR <sup>2</sup>	DoA <sup>1</sup>	DoA <sup>2</sup>	DoR <sup>1</sup>	DoR <sup>2</sup>	VI <sup>1</sup>	VI <sup>2</sup>
		----ind ha <sup>-1</sup> ----				-----%-----					---m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ---			-----%-----	
<i>Psidium guajava</i> *	12,5	-	0,3	-	3,1	-	0,8	-	0,01	-	0,2	-	1,3	0,0	
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	12,5	6,3	0,3	0,2	3,1	1,6	0,7	0,4	0,02	0,08	0,5	0,4	1,6	1,1	
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12,5	12,5	0,3	0,4	3,1	3,1	0,7	0,8	0,01	0,09	0,4	0,5	1,4	1,8	
<i>Urera baccifera</i>	12,5	25,0	0,3	0,7	1,6	3,1	0,4	0,8	0,004	0,12	0,2	0,7	0,8	2,3	
<i>Parapiptadenia rigida</i>	6,3	6,3	0,2	0,2	1,6	1,6	0,4	0,4	0,01	0,06	0,2	0,4	0,8	1,0	
<i>Baccharis</i> sp.	6,3	6,3	0,2	0,2	6,3	1,6	0,4	0,4	0,004	0,02	0,1	0,1	0,8	0,7	
<i>Erythroxylum deciduum</i>	6,3	-	0,2	-	1,6	-	0,4	-	0,01	-	0,1	-	0,8	-	
<i>Apuleia leiocarpa</i>	6,3	-	0,2	-	1,6	-	0,4	-	0,004	-	0,1	-	0,7	-	
<i>Citrus</i> spp.*	6,3	-	0,2	-	1,6	-	0,4	-	0,002	-	0,1	-	0,7	-	
<i>Alchornea triplinervia</i>	6,3	12,5	0,2	0,4	1,6	3,1	0,4	0,8	0,01	0,11	0,1	0,6	0,7	1,9	
<i>Nectandra lanceolata</i>	-	12,5	-	0,4	-	3,1	-	0,8	-	0,06	-	0,3	-	1,6	
<i>Cedrela fissilis</i>	-	6,3	-	0,2	-	1,6	-	0,4	-	0,01	-	0,2	-	0,7	
<i>Cordia americana</i>	-	6,3	-	0,2	-	1,6	-	0,4	-	0,03	-	0,3	-	0,8	
<i>Machaerium paraguariense</i>	-	68,8	-	2,1	-	6,3	-	1,6	-	0,4	-	2,5	-	6,3	
<i>Dalbergia frutescens</i>	-	218,8	-	6,5	-	14,1	-	3,6	-	0,42	-	7,5	-	18,0	
<b>Total</b>		<b>3.931,2</b>	<b>3.350</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>404,7</b>	<b>357,8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3,5</b>	<b>15,8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

Onde = DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA; Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI: Valor de Importância; \*: espécie exótica; <sup>1</sup>Levantamento realizado em 2011; <sup>2</sup>Levantamento realizado em 2012.



Para esta classe de inclusão, verificou-se que no período avaliado houve mudança quanto ao valor de importância das espécies na comunidade florestal, sendo que em 2011 o índice mais expressivo foi da *Escallonia bifida* (86,9) e no ano de 2012, *Allophylus edulis* se destacou com o maior valor de importância (60,9).

Houve redução de 41,7% da densidade absoluta da espécie *Escallonia bifida*, bem como redução da dominância relativa, indicando a mortalidade de indivíduos, conforme observado por Felker et al. (2013) em estudo na mesma área. Pode-se verificar a dinâmica desta espécie, considerada como uma planta *r-estrategista*, de acordo com a teoria de Pianka (1970), ao se observar a redução expressiva de indivíduos durante o período de monitoramento, característico de espécies pioneiras, com funcionalidade de cicatrizadoras de clareiras, facilitadoras do processo sucessional, pois são adeptas a ambientes instáveis, apresentando pouca longevidade e elevadas taxas reprodutivas (MAGNAGO et al., 2012; MARTINS et al., 2012).

As espécies *Allophylus edulis*, *Eugenia uniflora*, *Casearia sylvestris*, *Myrsine umbellata* e *Sebastiania commersoniana* apresentaram valor de importância superior a 10, sendo estas algumas das espécies que se destacaram nas análises das classes anteriores (R1 e R2), além da espécie *Dalbergia frutescens*, registrada no ano de 2012, com VI de 18. Estas espécies apresentaram os maiores valores de frequência nas parcelas, podendo ser encontradas em mais de 30% das unidades amostrais. Rosa et al. (2008) registraram as mesmas espécies como sendo as mais representativas em Floresta Estacional Decidual, mas sem influência fluvial, na região central do Rio Grande do Sul.

Foram incluídas cinco espécies diferentes no levantamento realizado em 2012, sendo estas *Nectandra lanceolata*, *Cedrela fissilis*, *Cordia americana*, *Machaerium paraguariense* e *Dalbergia frutescens*. Estas espécies se mostraram preferenciais de ambientes úmidos, e também foram registradas nos levantamentos de Araujo et al. (2004), Longhi et al. (2000), Budke (2004) e Rosa (2008).

Ocorreu aumento na densidade absoluta (DA) para as espécies *Allophylus edulis*, *Myrsine umbellata*, que apareceram com número de indivíduos reduzido na classe anterior (R2), de 2011 para 2012, indicando ingresso destas espécies, além de uma maior DA para *Eugenia uniflora* e *Ligustrum lucidum*. Notou-se que para esta classe de inclusão, a espécie exótica invasora *Ligustrum lucidum* manteve uma elevada incidência de indivíduos, tanto quanto nas classes avaliadas anteriormente (R1 e R2), com aumento de 31,2 ind ha<sup>-1</sup> durante o período avaliado.

Nesta classe verificou-se redução na densidade de plantas, no entanto, a dominância absoluta total aumentou, passando de  $3,5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  em 2011 para  $15,8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  em 2012, sendo as espécies mais frequentes e com maiores densidades as responsáveis pela maior dominância. O processo de sucessão florestal pode ser confirmado através da constatação da redução do número de indivíduos e aumento em área basal das espécies, parâmetro avaliado por meio da dominância absoluta (DoA).

Neste estudo, também considerou-se como estrato arbóreo os indivíduos mensurados com circunferência à altura do peito (CAP)  $\geq 15 \text{ cm}$  (classe de inclusão A2). Observou-se que, tanto quanto na classe A1, durante o período avaliado houve diminuição da densidade absoluta total, com redução de  $94,2 \text{ ind ha}^{-1}$ , bem como decréscimo da dominância relativa total, passando de 19% para 14,7%, o que pode ser esperado, de acordo com Magnago et al. (2012), por se tratar de uma floresta em processo de sucessão. A análise fitossociológica da classe A2 consta na Tabela 8.

Tabela 8 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estrato arbóreo (CAP ≥ 15 cm), para os anos de 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Espécie	DA <sup>1</sup>	DA <sup>2</sup>	DR <sup>1</sup>	DR <sup>2</sup>	FA <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FR <sup>1</sup>	FR <sup>2</sup>	DoA <sup>1</sup>	DoA <sup>2</sup>	DoR <sup>1</sup>	DoR <sup>2</sup>	VI <sup>1</sup>	VI <sup>2</sup>
	---ind ha <sup>-1</sup> ---		-----%-----				---m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ---				-----%-----			
<i>Escallonia bifida</i>	810,5	705,3	35,2	31,9	78,9	78,9	11,7	11,2	4,2	3,7	21,6	24,9	68,5	68
<i>Allophylus edulis</i>	257,9	221,1	11,2	10	57,9	57,9	8,6	8,2	1,1	1,2	5,8	7,9	25,6	26,1
<i>Jacaranda micrantha</i>	157,9	157,9	6,8	7,2	57,9	57,9	8,6	8,2	1,5	1,7	8,0	11,5	23,4	26,9
<i>Casearia sylvestris</i>	147,4	163,2	6,1	7,4	31,6	31,6	4,7	4,5	0,8	0,8	4,2	5,2	15	17,1
<i>Sebastiania commersoniana</i>	110,5	94,7	4,8	4,3	31,6	31,6	4,7	4,5	0,8	0,7	4,1	4,8	13,6	13,6
<i>Sapium glandulosum</i>	84,2	79,0	3,6	3,6	36,8	36,8	5,5	5,2	0,5	0,02	2,7	0,2	11,8	10
<i>Matayba elaeagnoides</i>	79,0	73,7	3,4	3,3	21,1	21,1	3,1	3,0	0,8	1,1	4,7	7,3	11,2	13,6
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	73,7	89,5	3,1	4,0	36,8	36,8	5,3	5,2	1,5	0,2	7,8	1,3	16,2	10,5
<i>Eugenia uniflora</i>	68,4	36,8	2,9	1,7	36,8	26,3	5,3	3,7	0,7	0,3	3,9	1,9	12,1	7,3
<i>Myrsine umbellata</i>	63,2	73,7	2,7	3,3	36,8	47,4	5,3	6,7	0,2	0,3	1,4	1,8	9,4	11,8
<i>Luehea divaricata</i>	57,9	57,9	2,5	2,6	26,3	26,3	3,9	3,7	0,5	0,7	2,8	4,8	9,2	11,1
<i>Nectandra megapotamica</i>	57,9	63,2	2,5	2,8	21,1	21,1	3,1	3,0	0,6	0,6	3,1	4,0	8,7	9,8
Não identificado	47,4	52,6	2,1	2,3	5,3	10,5	0,8	1,5	0,04	0,04	0,3	0,3	3,2	4,1
<i>Ligustrum lucidum*</i>	36,8	47,4	1,7	2,2	26,3	26,3	3,8	3,7	0,1	0,04	0,6	0,4	6,1	6,3
<i>Morus nigra*</i>	31,6	31,6	1,5	1,5	15,8	15,8	2,3	2,2	0,7	0,8	4,0	5,1	7,8	8,8
<i>Parapiptadenia rigida</i>	26,3	15,8	1,2	0,8	21,1	10,5	3,1	1,5	2,5	0,1	13,1	0,9	17,4	3,2
<i>Ocotea puberula</i>	26,3	26,3	1,2	1,2	15,8	15,8	2,3	2,2	0,4	0,6	2,4	4,0	5,9	7,4
<i>Psidium guajava*</i>	26,3	31,6	1,2	1,7	10,5	10,5	1,6	1,5	0,2	0,2	1,1	1,6	3,9	4,8
<i>Dalbergia frutescens</i>	26,3	36,8	1,2	1,7	10,5	15,8	1,6	2,2	0,2	0,2	0,9	1,5	3,7	5,4
<i>Trema micrantha</i>	21,1	21,1	1,0	1,0	21,1	21,1	3,1	2,8	0,1	0,07	0,5	0,5	4,6	4,3
<i>Cupania vernalis</i>	15,8	15,8	0,7	0,7	15,8	15,8	2,3	2,3	0,2	0,2	0,8	1,2	3,8	4,2
<i>Cedrela fissilis</i>	15,8	26,3	0,7	1,2	10,5	21,1	1,6	2,8	0,7	0,7	3,2	4,6	5,5	8,6
<i>Ficus sp.</i>	15,8	15,8	0,7	0,7	5,3	5,3	0,9	0,8	0,2	0,1	1,2	1,2	2,8	2,7
<i>Cordia americana</i>	15,8	21,1	0,7	0,7	10,5	10,5	1,6	1,5	0,2	0,06	0,8	0,6	3,1	2,8
<i>Cabralea canjerana</i>	10,5	10,5	0,5	0,5	10,5	10,5	1,6	1,5	0,07	0,08	0,3	0,8	2,4	2,8

(continua)

(conclusão)

Tabela 8 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estrato arbóreo ( $CAP \geq 15$  cm), para os anos de 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Espécie	DA <sup>1</sup>	DA <sup>2</sup>	DR <sup>1</sup>	DR <sup>2</sup>	FA <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FR <sup>1</sup>	FR <sup>2</sup>	DoA <sup>1</sup>	DoA <sup>2</sup>	DoR <sup>1</sup>	DoR <sup>2</sup>	VI <sup>1</sup>	VI <sup>2</sup>
	---ind ha <sup>-1</sup> --		-----%-----				-----%-----		---m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ---	-----%-----				
<i>Myrocarpus frondosus</i>	5,3	5,3	0,2	0,2	5,3	5,3	0,9	0,8	0,01	0,01	0,05	0,06	1,15	1,06
<i>Nectandra lanceolata</i>	5,3	5,3	0,2	0,2	5,3	5,3	0,9	0,8	0,03	0,04	0,2	0,2	1,3	1,2
<i>Alchornea triplinervia</i>	5,3	5,3	0,2	0,2	5,3	5,3	0,9	0,8	0,09	0,1	0,43	0,8	1,53	1,8
<i>Vitex megapota</i>	5,3	5,3	0,2	0,2	5,3	5,3	0,9	0,8	0,02	0,03	0,08	0,2	1,18	1,2
<i>Helietta apiculata</i>	-	5,3	-	0,2	-	5,3	-	0,8	-	0,04	-	0,2	-	1,2
<i>Apuleia leiocarpa</i>	-	10,5	-	0,5	-	10,5	-	1,5	-	0,01	-	0,07	-	2,07
<i>Prunus myrtifolia</i>	-	5,3	-	0,2	-	5,3	-	0,9	-	0,01	-	0,07	-	1,17
<b>Total</b>	<b>2.305,2</b>	<b>2.211</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>673,8</b>	<b>705,5</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>19,0</b>	<b>14,7</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

Onde = DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DoA; Dominância Absoluta; DoR: Dominância Relativa; VI: Valor de Importância; \*: espécie exótica; <sup>1</sup>Levantamento realizado em 2011; <sup>2</sup>Levantamento realizado em 2012.

De acordo com a análise fitossociológica, observou-se que a espécie *Escallonia bifida* continua sendo expressiva na comunidade florestal, apresentando os maiores valores de importância (VI), nos dois períodos de avaliação (68,5 em 2011 e 68 em 2012), influenciado pela densidade relativa de indivíduos, seguida de *Allophylus edulis*, *Jacaranda micrantha*, *Casearia silvestris*, *Sebastiania commersoniana*, *Sapium glandulosum*, *Matayba elaeagnoides* e *Syagrus romanzoffiana*, com valores de importância superior a 10. No levantamento da vegetação realizado em 2011, a espécie *Parapiptadenia rigida* teve 17,4 de valor de importância nesta classe.

Estas espécies juntas caracterizaram expressivamente o estrato arbóreo da comunidade (classe A2), pois corresponderam à cerca de 70% da densidade relativa de indivíduos. As espécies mais frequentes (FA) foram *Escallonia bifida*, *Allophylus edulis* e *Jacaranda micrantha*, que ocorreram em mais de 50% das unidades amostrais.

Quanto às mudanças ocorridas, verificou-se que *Jacaranda micrantha*, *Sapium glandulosum*, *Matayba elaeagnoides* e *Syagrus romanzoffiana* se destacaram nesta classe, diferentemente da anterior. De acordo com Lorenzi (2008), exceto *Syagrus romanzoffiana*, que é uma espécie sem preferência por condições edáficas, as demais são adeptas a locais com solo úmido. Houve maior registro de espécies no segundo ano de levantamento, com inclusão de *Helietta apiculata*, *Apuleia leiocarpa* e *Prunus myrtifolia*, indicando ingresso de espécies nas maiores classes de inclusão.

Nota-se também a redução no número de indivíduos da espécie *Escallonia bifida*, comportamento verificado também na classe A1, indicando a mortalidade de plantas com diâmetros maiores, em virtude do curto ciclo de vida desta espécie pioneira, que provavelmente está colonizando a área por maior período de tempo.

As espécies que se destacaram nestas análises, tais como *Sebastiania commersoniana*, *Allophylus edulis* e *Casearia sylvestris*, também foram expressivas em trabalhos realizados em ambiente aluvial, onde os autores Araujo et al. (2004) observaram que estas espécies são indicadoras da Floresta Estacional Decidual. Budke et al. (2004) verificaram que a espécie *Sebastiania commersoniana* apresentou maiores valores de densidade e frequência absoluta e Hüller et al. (2011) constataram maior índice de valor de importância desta espécie, no componente arbóreo. Longhi et al. (1999) e Longhi et al. (2000) revelaram a espécie *Casearia sylvestris* como uma das mais importantes na comunidade arbórea e com um dos maiores índices de valor de importância em floresta em estágio de sucessão. Vaccaro et al. (1999) registraram elevado número de indivíduos das espécies *Allophylus edulis* e *Casearia sylvestris* em Floresta Estacional Decidual nos estágios de capoeira e sucessão secundária.

#### 4.4.4 Análise da distribuição diamétrica

Na regeneração natural, considerando a classe R1, distribuiu-se a frequência dos indivíduos que apresentaram diâmetro à altura do solo (DAS) máximo de 1,0 cm. Para a distribuição de frequência por classes de diâmetro dos indivíduos amostrados, foram estabelecidas 9 classes com intervalo de classe de 0,5 cm cada, representadas na Figura 6.

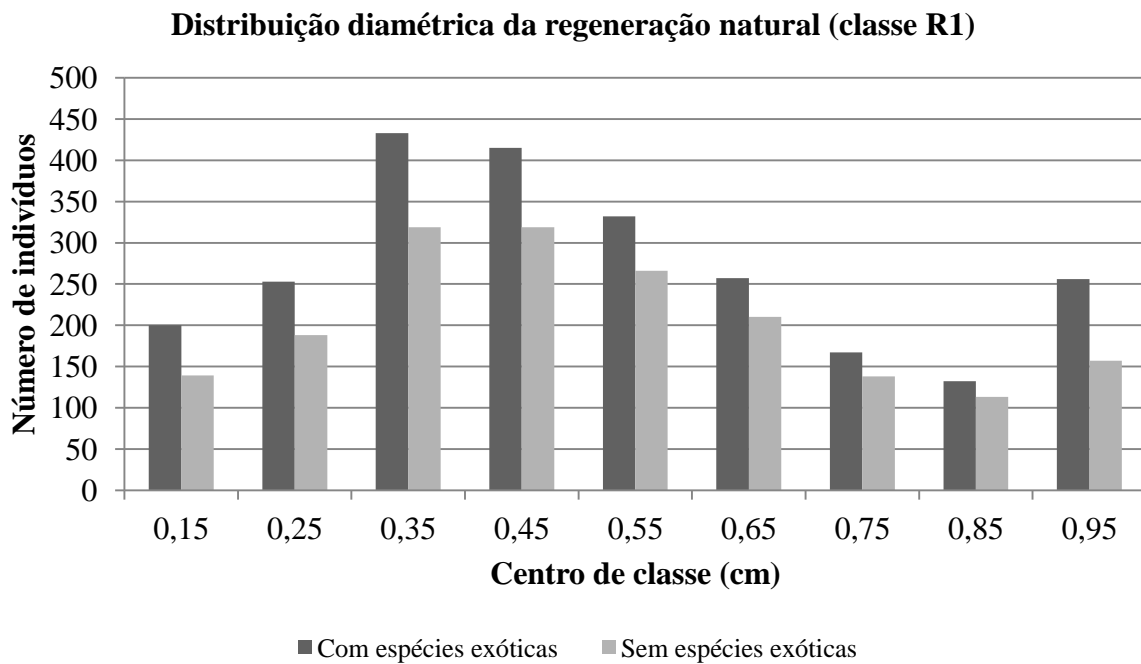


Figura 6 - Distribuição diamétrica da regeneração natural ( $DAS \leq 1\text{cm}$ ), avaliada em 2011, considerando o número de indivíduos por centro de classe, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Analisando o gráfico da Figura 6, observou-se que devido à heterogeneidade de distribuição dos dados, estes não se enquadraram no modelo exponencial negativo, denominado “J invertido” (DURIGAN, 2012), que preconiza maior número de indivíduos nas menores classes de diâmetro. Nas classes intermediárias houve maior número de indivíduos (centros de classes 0,35 cm a 0,55 cm), assemelhando-se à curva de distribuição normal, que de acordo com Schorn e Lanzer (2009), indicam o estágio pioneiro de colonização de uma área, em virtude da variabilidade estrutural da regeneração natural.

Observa-se a expressividade das espécies exóticas em termos de ocupação de área, em função do elevado número de indivíduos, ocorrentes em todas as classes diamétricas, refletindo a competição por espaço com as espécies nativas. O aumento no número de



indivíduos de espécies exóticas na maior classe diamétrica (0,95 cm) mostrou uma sobreposição sobre as demais, além de refletir o pleno desenvolvimento e crescimento em diâmetro (DAS), o que pode vir a potencializar a invasão e estabelecimento desses indivíduos na área.

Para a distribuição dos indivíduos da regeneração natural na classe de inclusão R2 ( $1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 5 \text{ cm}$ ), foram consideradas 10 classes de inclusão, com intervalo de 0,2 cm. A análise para o ano de 2011 consta na Figura 7.

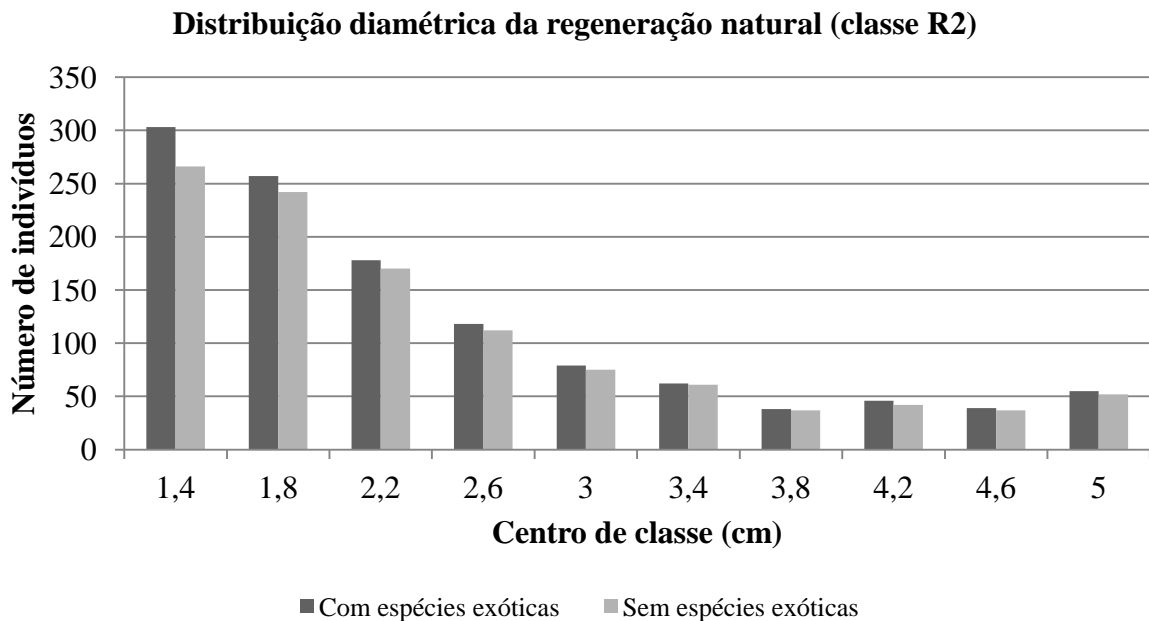


Figura 7 - Distribuição diamétrica da regeneração natural ( $1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 5 \text{ cm}$ ), avaliada em 2011, considerando o número de indivíduos por centro de classe, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Diferente do que foi constatado na Figura 8, a distribuição da classe de inclusão da regeneração natural R2, em 2011, mostrou tendência ao padrão “J invertido”, que é característico de espécies de sub-bosque ou regenerantes de espécies de médio e grande porte (MORO e MARTINS, 2011).

No entanto, para o ano de 2012 (Figura 8), devido às dinâmicas ocorridas na área, a distribuição dos indivíduos nesta classe intermediária não seguiu uma conformação semelhante, apresentando maior irregularidade, provavelmente em decorrência da mortalidade na classe e recrutamento de indivíduos para as classes superiores. Este padrão de distribuição dos dados, conforme Schorn e Lanzer (2009) é característico de estágios sucessionais

intermediários. Essa situação está revelando uma dinâmica sucessional acelerada, que está modificando expressivamente a estrutura florestal da área.

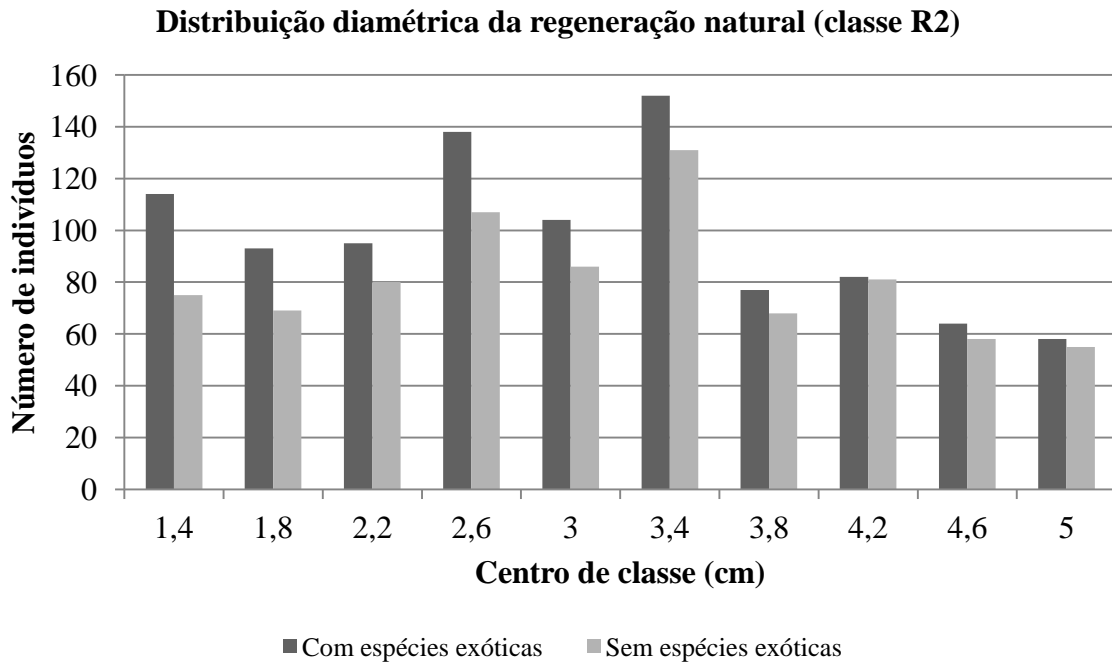


Figura 8 - Distribuição diamétrica da regeneração natural ( $1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 5 \text{ cm}$ ), avaliada em 2012, considerando o número de indivíduos por centro de classe, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Considerando o estrato arbóreo (A1 + A2), para a distribuição de frequências por classes de diâmetro, foram estabelecidas 11 classes com intervalo de 5 cm cada. A distribuição dos dados da vegetação, avaliados no ano de 2011, está representada na Figura 9.

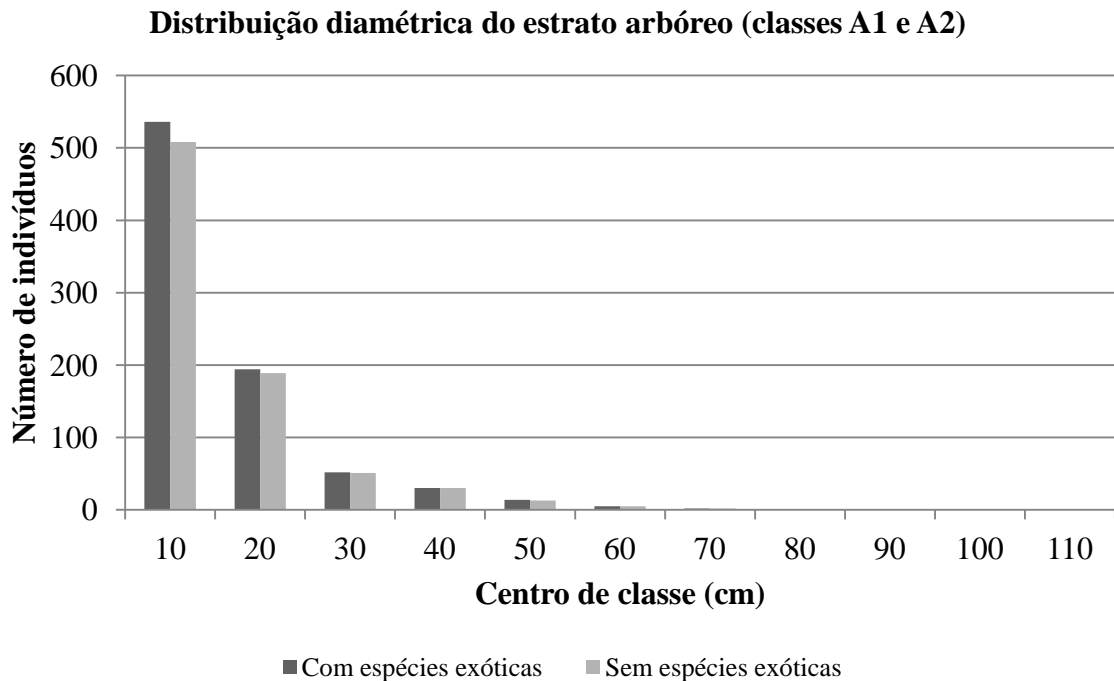


Figura 9 - Distribuição diamétrica do estrato arbóreo ( $CAP \geq 5,1$  cm), considerando o número de indivíduos por centro de classe, analisados no ano de 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Observou-se, na Figura 9, que a grande maioria dos indivíduos estão concentrados no menor centro de classe (10 cm), enquanto decrescem no sentido das demais classes. Há menor expressividade de indivíduos exóticos nesta classe, situação diferenciada do que foi verificado na regeneração natural.

A distribuição diamétrica neste estrato apresentou tendência ao padrão “J invertido”, característico de floresta inequiana e em processo de regeneração (LONGHI et al., 1999), pois o maior número de árvores pode ser constatado nas classes diamétricas menores. De acordo com MARTINI (1996), este tipo de estrutura é frequentemente interpretada como indicador de estabilidade ou incremento populacional, já que um grande número de indivíduos nas menores classes de tamanho indicariam que a população é auto-regenerativa.

Neste mesmo estrato, considerando os dados obtidos no levantamento realizado em 2012, houve pouca mudança estrutural, conforme expresso na Figura 10.

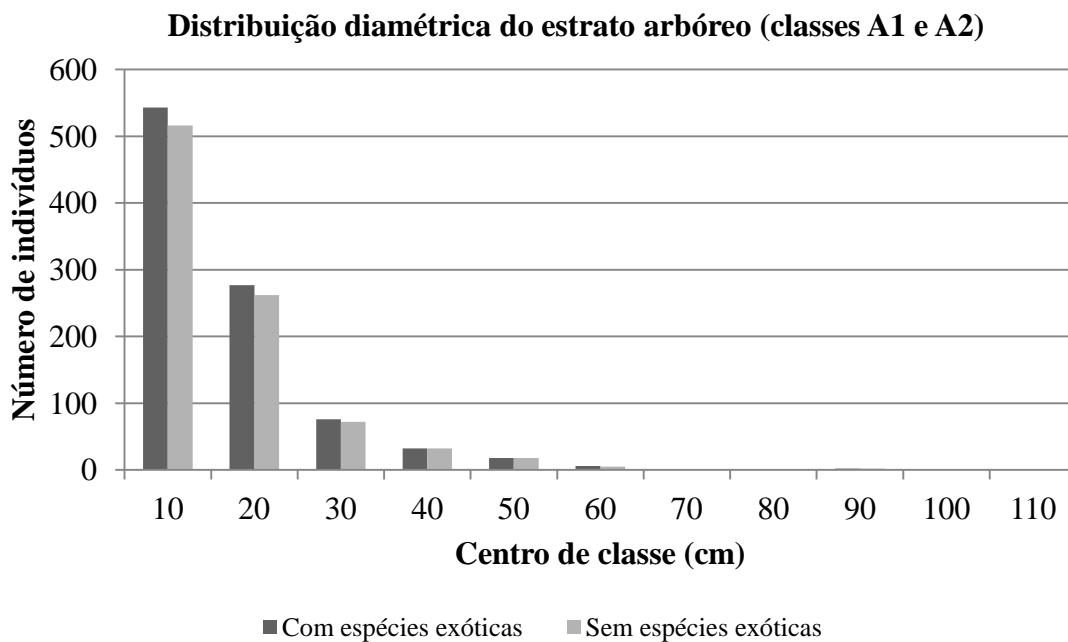


Figura 10 - Distribuição diamétrica do estrato arbóreo ( $CAP \geq 5,1$  cm), considerando o número de indivíduos por centro de classe, analisados no ano de 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

O padrão de distribuição diamétrica (J invertido) foi mantido durante o período avaliado, para o estrato arbóreo, mas ocorreram mudanças na comunidade quanto a sua estrutura, pois houve aumento no número de indivíduos nas menores classes diamétricas e maior distribuição nas classes maiores de inclusão no ano de 2012, indicando crescimento e ingresso das espécies no estrato arbóreo da área florestal ripária.

A distribuição diamétrica obtida confirma as interpretações para a estrutura fitossociológica horizontal encontrada para esta área florestal ripária, atestando que a sucessão ecológica local encontra-se em um estágio inicial e intermediário de desenvolvimento, assemelhando-se a um mosaico de formações pioneiras (nos locais mais abertos) e de espécies secundárias iniciais. A elevada incidência de indivíduos nas menores classes diamétricas demonstra um alto potencial regenerativo do local.

#### 4.4.5 Ingresso e mortalidade

As taxas de mortalidade e recrutamento, calculadas considerando os indivíduos identificados e demarcados na classe de inclusão A2 ( $CAP \geq 15$ cm), resultaram em 9,5% e

6,3%, respectivamente. A maior mortalidade foi da espécie *Escallonia bifida*, com registro de 20 indivíduos mortos, seguida de *Allophylus edulis* (7) e de *Eugenia uniflora* (6). Também houve mortalidade das espécies *Sebastiania commersoniana* (3), *Matayba elaeagnoides* (2), *Cedrela fissilis* (2) e *Ficus* sp. (1). As espécies que tiveram plantas ingressas na classe foram *Nectandra megapotamica* (1), *Casearia sylvestris* (3), *Psidium guajava* (1), *Cordia americana* (1), *Syagrus romanzoffiana* (3), *Ligustrum lucidum* (2), *Sapium glandulosum* (3) e *Dalbergia frutescens* (2).

A maior taxa de mortalidade verificada em comparação ao recrutamento é um indicativo do estágio sucessional da área ripária, condicionado pela ocupação de espécies de curto ciclo de vida, pertencentes ao grupo ecológico das pioneiras e secundárias iniciais. De acordo com Kilca e Longhi (2011), altas taxas de recrutamento e mortalidade são características das fases iniciais de desenvolvimento das plantas, mas espera-se a maior mortalidade de indivíduos arbóreos, principalmente nas florestas secundárias em comparação com florestas maduras, devido ao processo sucessional de substituição de espécies.

Estudando um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Longhi et al. (2000) observaram uma taxa de mortalidade em área de floresta secundária de 3,66% de indivíduos, considerada elevada pelos autores. Os mesmos atribuíram esse valor ao estágio sucessional em que a floresta se encontrava, fato este já observado por Dias et al. (1996) em levantamento realizado na mesma região, onde os autores observaram a ocorrência de 4,78% de indivíduos mortos, evidenciando a grande concorrência pela luz entre as espécies.

Em comparação aos estudos já realizados, que adotaram a metodologia de Vaccaro (2002) e Moscovich (2006), verificou-se taxas mais elevadas neste estudo. Scoti (2012) avaliou a dinâmica em Floresta Estacional Decidual por três anos e verificou taxa de mortalidade de 5,5%, em indivíduos inclusos na classe de levantamento de  $15 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 30 \text{ cm}$ . Para esta mesma classe, a taxa de ingresso de indivíduos foi de 1,98%. Na mesma tipologia florestal, Vaccaro (2002), encontrou taxa de mortalidade de 2,87% em área considerada como capoeira, 4,26% em área de floresta secundária e 2,42% em área denominada 'floresta madura'.

#### 4.4.6 Análise multivariada

##### 4.4.6.1 Análise de agrupamento da vegetação

A análise de agrupamento da regeneração natural (classe R1:  $DAS \leq 1\text{cm}$  e  $h \geq 30\text{cm}$ ), realizada pelo método TWINSpan, indicou a formação de três grupos distintos entre as subparcelas, sendo que, as espécies foram divididas entre indicadoras e preferenciais (Figura 11). A primeira divisão resultou em autovalor 0,4430, significativo pois é superior a 0,30 (FELFILI et al., 2007).

O primeiro grupo formado (Grupo 1) contemplou 149 subparcelas (58,2% do total), tendo com espécies indicadoras *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora* e *Myrsine umbellata*. Esse resultado vai do encontro ao que foi constatado na análise fitossociológica da classe R1 (Tabela 5), sendo que estas mesmas espécies apresentaram maior densidade de indivíduos por área.

O caráter indicador revelado pode ser explicado em virtude de algumas características ecológicas intrínsecas destas espécies, pois de acordo com estudos como Araujo et al. (2004), Budke et al (2004) a *Sebastiania commersoniana* ocupa naturalmente florestas ao longo de rios e tende à formação de agrupamentos nestes ambientes, *Eugenia uniflora* é preferencial de solo úmido e *Myrsine umbellata* se adapta em uma ampla gama de condições edáficas. Ou seja, pode-se verificar que o ambiente é típico à ocorrência destas espécies, que apresentaram predileção e expressividade na regeneração do ecossistema ripário em sucessão.

As espécies preferenciais, que são aquelas que estão mais adaptadas ao ambiente, de acordo com Felfili et al. (2007), neste grupo foram *Nectandra megapotamica* e *Allophylus edulis*, além das indicadoras que também foram constatadas como preferenciais. Na análise fitossociológica da classe de inclusão da regeneração natural (Tabela 5), verificou-se que estas espécies também apresentaram elevado número de indivíduos por área (densidade).

Cabe salientar que a área florestal em estudo foi bastante impactada no passado, compondo atualmente um mosaico de formações secundárias e pioneiras e ainda áreas mais abertas, com presença de clareiras colonizadas por herbáceas, o que justifica, portanto, a formação deste grupo, que apresenta na sua composição espécies nos estágios iniciais e intermediários de sucessão e com frequência regular na área.

No Grupo 2 predominou a espécie classificada em nível de família, correspondente à Asteraceae, que foi constatada como indicadora e preferencial de 14 subparcelas, ocorrendo

de forma expressiva nas mesmas. De acordo com Souza e Lorenzi (2008), as asteráceas são comuns em formações abertas, principalmente em florestas secundárias, sendo pouco expressivas sob dossel fechado. Em virtude da aptidão do gênero, a formação deste grupo revelou a condição fisionômica heterogênea do local, em consequência aos efeitos do histórico de antropização, pois as asteráceas apresentam agressividade na colonização, especialmente em áreas perturbadas com presença de clareiras (HATTORI e NAKAJIMA, 2008; FERREIRA, 2001).

A segunda divisão dos agrupamentos gerou autovalor de 0,4225 com a formação do Grupo 3. Neste grupo as espécies indicadoras foram *Matayba elaeagnoides*, *Maytenus muelleri* e novamente *Sebastiania commersoniana* junto de *Eugenia uniflora*. Como espécies preferenciais têm-se *Sebastiania commersoniana*, *Matayba elaeagnoides*, *Casearia sylvestris*, *Maytenus muelleri*, *Prunus myrtifolia*, *Piper aduncum* e *Eugenia uniflora*. As espécies indicadoras do Grupo 3 apresentam características do seu desenvolvimento ligado a presença de solos úmidos (*Matayba elaeagnoides* e *Eugenia uniflora*) ou a ocorrência em planícies aluviais (*Sebastiania commersoniana* e *Maytenus muelleri*).

Os agrupamentos formados geraram novas divisões, porém, apresentaram semelhança aos grupos já formados anteriormente e por isso não serão abordados. Dessa forma, considerou-se a diferenciação de três grupos florísticos distintos, que destacaram a tendência a espécies indicadoras de ambientes com maior grau de hidromorfia, ou adaptadas a áreas mais abertas.

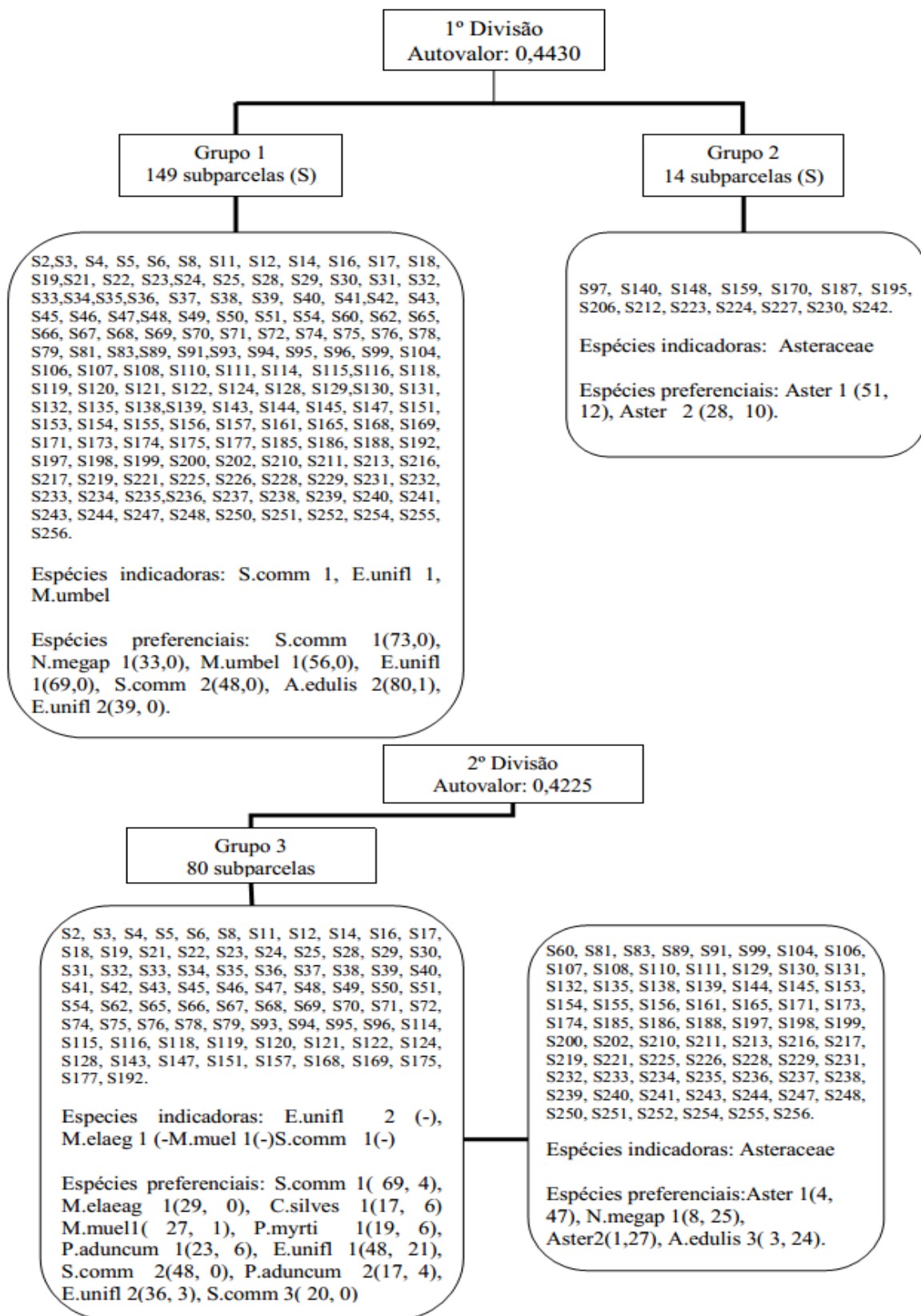


Figura 11 – Grupos florísticos observados através do método TWINSpan, na regeneração natural (R1), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.



A análise de agrupamento realizada considerando o estrato arbóreo (classe de inclusão A2, CAP  $\geq$  15 cm), no ano de 2011, indicou a formação de quatro grupos entre as parcelas (Figura 12). A primeira divisão resultou em autovalor significativo de 0,4353, gerando dois grupos distintos.

O primeiro grupo (Grupo 1) englobou 13 das 19 parcelas amostradas, na sua maioria situadas em locais mais distantes ao rio Jacuí (com exceção das parcelas 13 e 16) tendo como espécie indicadora *Escallonia bifida*. As espécies preferenciais deste grupo foram *Parapiptadenia rigida*, *Nectandra megapotamica*, *Casearia sylvestris*, *Allophylus edulis* e *Syagrus romanzoffiana*. Em comparação à regeneração natural, observou-se mudança de composição das espécies formadoras dos agrupamentos, refletidas em função das variações florísticas e fitossociológicas constatadas na classe de inclusão A2, onde houve expressividade da espécie *Escallonia bifida*, colonizadora e pioneira, com elevada densidade de indivíduos no local, mas com poucos regenerantes (Tabela 5).

Estes resultados corroboram a teoria contemporânea da sucessão ecológica, que mostra que o distúrbio em um ambiente leva ao seu desenvolvimento e sucessão, onde neste processo várias trajetórias podem ser tomadas com base na presença de grupos ecológicos sucessionais, que levam a comunidade vegetal a assumir diferentes níveis de organização e estrutura. A teoria preconiza que a comunidade não é estável, ou seja não atinge um clímax único e definido tal como um sistema fechado, e sim é um sistema aberto com interações que modificam a dinâmica constantemente (BRANCALION et al., 2010).

O Grupo 2 contemplou seis parcelas, sendo que cinco destas estão localizadas próximas ao rio Jacuí, com exceção da unidade 12. Nesta situação, a espécie indicadora foi *Jacaranda micrantha*, de ocorrência comum e predileção por ambientes com solos férteis (LORENZI, 2008). Nesta divisão, a espécie *Escallonia bifida* aparece como preferencial do grupo formado, evidenciando a ocupação expressiva na área e importância na caracterização do ambiente, mostrando comportamento típico de uma espécie generalista. Como preferenciais ainda foram agrupadas as espécies *Myrsine umbellata*, *Eugenia uniflora*, *Sebastiania commersoniana* e *Matayba elaeagnoides*.

A *Sebastiania commersoniana* que se destacou nas duas análises de agrupamento, da regeneração natural e do componente arbóreo, é uma espécie pertencente ao grupo ecológico das pioneiras, de ocorrência comum em ambientes com solos úmidos e nas matas baixas de beira de rios, como já foi observado por Barddal et al. (2004), Araujo et al. (2004) e Budke et al. (2004). Assim, verificou-se que as espécies indicadoras são comuns ao ambiente, devido às suas peculiaridades de espécies colonizadoras iniciais, de ocorrência típica em áreas úmidas.

A segunda divisão resultou em um autovalor de 0,4312, gerando o terceiro grupo de vegetação. No Grupo 3, novamente a espécie *Escallonia bifida* foi indicadora e as espécies preferenciais são as mesmas que ocorreram no Grupo 2.

O Grupo 4, oriundo da terceira divisão que resultou em autovalor de 0,5908, teve como espécie indicadora *Parapiptadenia rigida* e espécies preferenciais *Nectandra megapotamica*, *Casearia sylvestris*, *Eugenia uniflora* e *Allophylus edulis*.

Em Floresta Estacional Decidual Aluvial, Araujo et al. (2004) verificaram três diferentes grupos no entorno do rio Jacuí, RS. A espécie *Sebastiania commersoniana* foi constatada como espécie indicadora da porção de floresta, representada por inundações frequentes do rio e borda da floresta, e *Casearia sylvestris* como uma das indicadoras de ambiente com drenagem inadequada no terreno. Scotti (2012), verificou a formação de dois grupos em fragmento de Floresta Estacional Decidual, em Santa Maria, onde as espécies *Sebastiania commersoniana* e *Casearia sylvestris* foram indicadoras de 60 unidades amostrais.

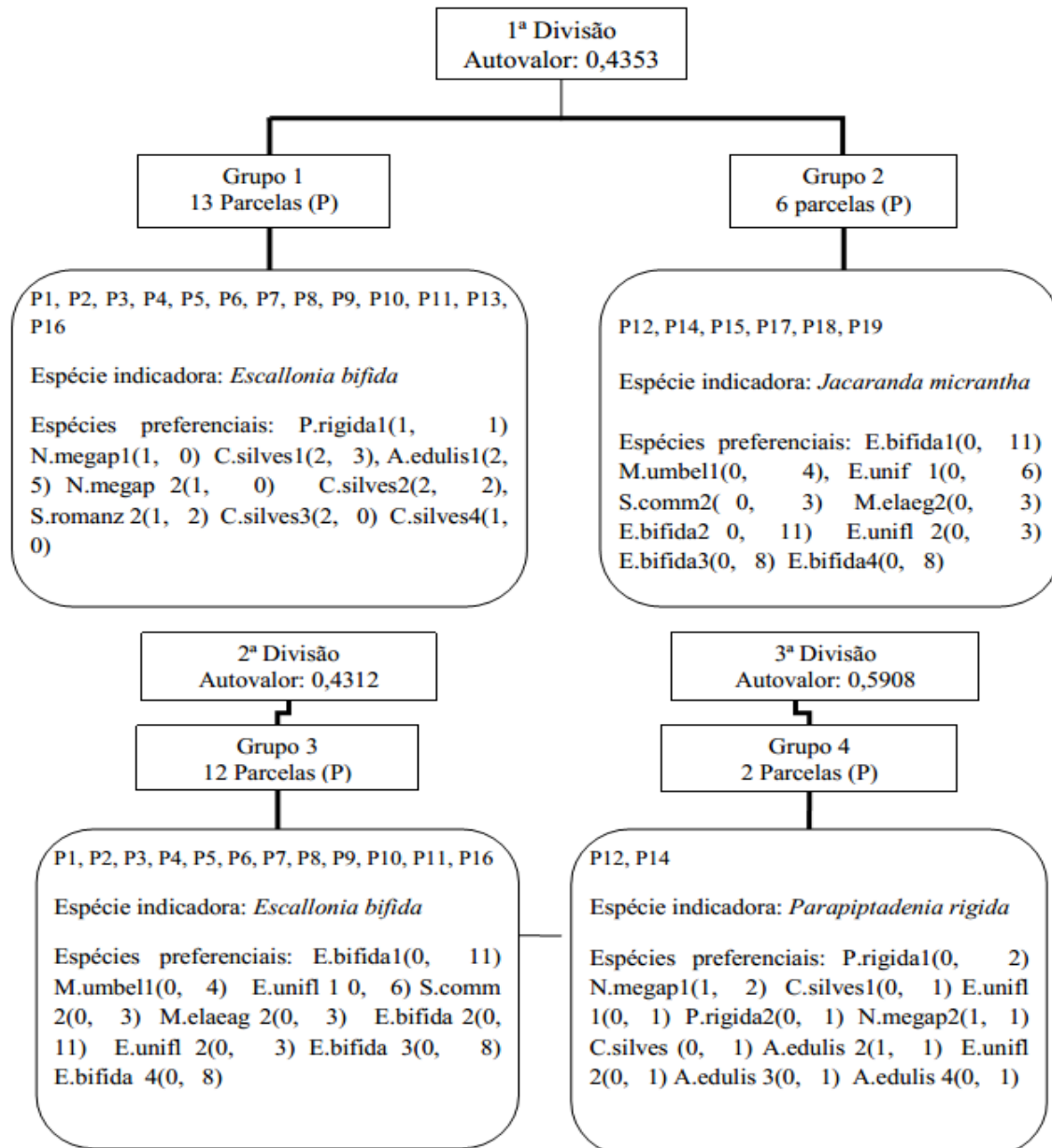


Figura 12 – Grupos florísticos observados através do método TWINSpan, considerando o estrato arbóreo (A2) avaliado em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

A análise de agrupamento realizada considerando a abundância da vegetação presente no estrato arbóreo (A2) no ano de 2012, mostrou a formação de dois grupos distintos entre as parcelas (Figura 13), sendo que, somente a primeira divisão resultou em autovalor significativo de 0,3290.

O primeiro grupo (Grupo 1) englobou 11 das 19 parcelas, na sua maioria alocadas distantes do rio Jacuí, exceto as parcelas 13 e 15, tendo como espécie indicadora *Eugenia uniflora*. As espécies preferenciais deste grupo foram *Sebastiania commersoniana*, *Matayba*

*elaeagnoides*, *Nectandra megapotamica*, *Sapium glandulosum*, *Casearia sylvestris*, *Allophylus edulis*, *Prunus myrtifolia*, *Myrsine umbellata*, *Escallonia bifida* e *Casearia sylvestris*.

No segundo grupo (Grupo 2), cinco parcelas foram classificadas nesta divisão, tendo como espécies indicadora *Jacaranda micrantha*, que manteve o seu comportamento ao longo do ano, permanecendo como espécie indicadora e exclusiva do agrupamento formado no estrato arbóreo. As espécies preferenciais são *Parapiptadenia rigida*, *Myrocarpus frondosus*, *Ocotea puberula*, *Ficus* sp., *Trema micrantha*, *Cordia americana*, *Dalbergia frutescens*, *Cabralea canjerana* e *Cedrela fissilis*.

Houve distinção quanto aos agrupamentos formados no estrato arbóreo considerando o ano de 2011 e 2012, devido às mudanças que ocorreram na comunidade florestal ripária ao longo do período monitorado, ocasionadas pela alta mortalidade da espécie pioneira *Escallonia bifida*, indicadora expressiva de grupos formados na análise do ano de 2011.

O cenário foi alterado na análise referente ao ano de 2012, onde a espécie *Eugenia uniflora*, com elevada importância e destaque na caracterização fitossociológica da área, situando-se entre as espécies mais frequentes e com maiores densidades, substituiu a *Escallonia bifida* como indicadora do primeiro agrupamento. Essa dinâmica revela o processo de colonização e ocupação da área, que ocorre de forma inicial por espécies pioneiras, como é o caso da *E. bifida*, que vai dar lugar as espécies pertencentes aos grupos ecológicos um pouco mais avançados, como a *Eugenia uniflora*.

De uma forma geral, percebeu-se que os grupos que se formaram são distintos ao se considerar a regeneração natural (R1) e estrato arbóreo (A2) em 2011 e 2012, com diferentes espécies indicadoras em cada classe, no entanto, algumas espécies preferenciais foram comuns às análises, sendo estas *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis* e *Casearia sylvestris*. Enquanto que a família Asteraceae foi indicadora e preferencial exclusiva do agrupamento da regeneração natural, *Nectandra megapotamica*, *Escallonia bifida*, *Matayba elaeagnoides*, *Eugenia uniflora* e *Parapiptadenia rigida* foram espécies preferenciais expressivas nos grupos formados no componente arbóreo.

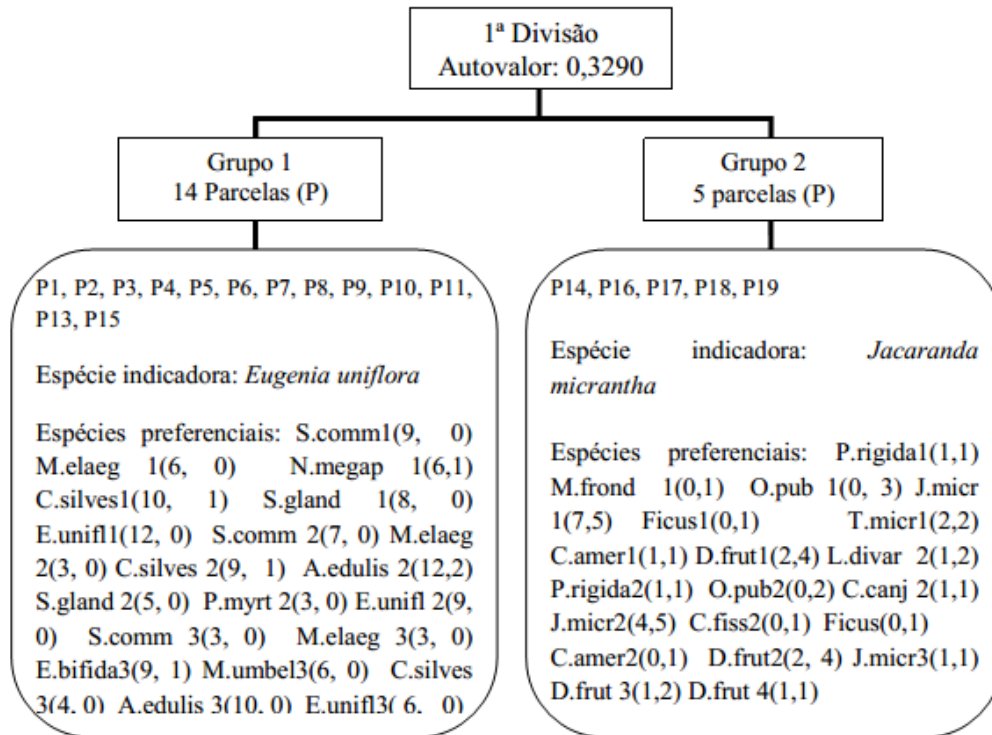


Figura 13 – Grupos florísticos observados através do método TWINSpan, considerando o estrato arbóreo (A2) avaliado em 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

#### 4.4.6.2 Análise de Componentes Principais

Para a Análise de Componentes Principais houve significância dos resultados em todas as classes de inclusão, bem como nos dois períodos de monitoramento (Tabela 9), sendo que foi atingida a explicação mínima de 30 % de explicação total da variabilidade acumulada, além de autovalores expressivos, próximos a um, nos primeiros eixos da PCA.

Tabela 9 – Significância das análises realizadas pelo método PCA, para dados de abundância em todas as classes de inclusão da vegetação (R1, R2, A1 + A2), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS

Classe Ano	R1		R2				A1 + A2			
	2011		2011		2012		2011		2012	
Eixo	Av	Var.(%)	Av	Var.(%)	Av	Var.(%)	Av	Var.(%)	Av	Var.(%)
1	0,68	16,6	0,79	27,4	0,58	26,6	0,89	40,9	0,85	36,7
2	0,55	12,3	0,60	16,3	0,51	22,7	0,72	20,9	0,73	24,0
3	0,43	9,9	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,40	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	-	<b>48,3</b>	-	<b>43,7</b>	-	<b>49,3</b>	-	<b>61,8</b>	-	<b>60,7</b>

Onde: Av = Autovalor; Var. = Porcentagem de variabilidade explicada (%); R1 = regeneração com  $DAS \leq 1$  cm; R2 = regeneração com  $1 \text{ cm} \leq CAP \leq 5,0$  cm; A1 + A2 = estrato arbóreo com  $CAP \geq 5,1$  cm.

De uma forma geral, constatou-se que em todas as PCAs, à medida que a heterogeneidade dos dados de abundância é reduzida, há aumento na explicação da variabilidade pelos eixos, considerando que para a classe R1, onde houve maior registro no número de indivíduos, bem como maior diversidade de espécies, a explicação satisfatória da variabilidade só foi observada no quarto componente, já nas classes de inclusão de indivíduos arbóreos (A1 + A2), houve mais de 50% de explicação considerando-se apenas dois eixos. Isto ocorre pois, de acordo com Felfili et al. (2007), a PCA explica melhor a variabilidade em pequeno conjunto de dados, indicando também a intensidade de heterogeneidade de um determinado conjunto, no caso, a maior variação foi observada na classe da regeneração natural (R1 e R2).

Na classe R1, para o primeiro eixo (componente), que explica boa parte da variância total dos dados, as espécies correspondentes são *Sebastiania commersoniana*, *Matayba elaeagnoides*, *Casearia sylvestris*, *Eugenia uniflora* e espécie da família Asteraceae. Estas espécies que estão associadas, foram indicativas e preferenciais nos agrupamentos formados para esta classe de inclusão da vegetação, na análise de agrupamento realizada pelo método TWINSpan (Figura 11), corroborando a expressividade e caracterização da regeneração natural por indivíduos destas espécies.

No segundo eixo estão *Cupania vernalis* e *Prunus myrtifolia*. Junto com *Sebastiania commersoniana*, essas espécies apresentaram autovetores  $\geq 0,7$  (Apêndice A), indicando abundância destas espécies no local. Por meio desta observação, adotou-se este critério para selecionar estas espécies, que foram correlacionadas às variáveis ambientais, por meio de

Análise de Correspondência Canônica (CCA), que serão evidenciadas no Estudo 2. Neste sentido, a PCA atuou como uma pré-análise, destacando as espécies mais expressivas, ocasionando redução do ruído e discrepância de dados, eliminando a redundância na CCA realizada *a posteriori* (FELFILI et al., 2007)

No terceiro componente as espécies correspondentes foram *Ocotea puberula* e *Escallonia bifida* e no quarto eixo *Luehea divaricata*, *Nectandra megapotamica* e *Psychotria* sp. A contribuição destas espécies na análise, com variabilidade suficientemente explicada até o quarto eixo, revelou a heterogeneidade florística da regeneração natural, bem como o elevado número de espécies encontradas nesta classe de inclusão, conforme visto na Tabela 1.

O gráfico de ordenação dos autovetores, representado na forma *biplot*, gerado para os dois primeiros eixos (Figura 14), expressa a intensidade de relação entre as espécies. Observou-se uma associação expressiva entre *Prunus myrtifolia* e *Cupania vernalis*, espécies sem exigências quanto a características edáficas. Percebeu-se que estas espécies ocorreram de forma bem distribuída na área, sem tendência ao agregamento, mas com baixas frequências, conforme resultados da análise fitossociológica da classe da regeneração natural (R1) descritos na Tabela 5.

A espécie *Sebastiania commersoniana* e a espécie da família Asteraceae, também apareceram associadas. Ambas foram consideradas junto às mais expressivas na análise fitossociológica, com alta densidade de indivíduos, no entanto, nota-se que não há associação quanto à ocorrência nas parcelas, podendo ser indicativo de competição por sítio.

Essa relação pode ocorrer devido aos valores totais de abundância para estas espécies, no entanto, espacialmente elas ocuparam posições opostas, sendo que, nas unidades amostrais mais distantes ao curso hídrico (rio Jacuí) onde houve maior incidência de *Sebastiania commersoniana*, ocorreu menor registro de indivíduos da família Asteraceae, que estão mais presentes nas parcelas instaladas próximas ao rio. A análise de agrupamento por TWINSpan também salientou a oposição de ocorrência entre essas duas espécies (Figura 11), onde ambas foram indicadoras nos dois grupos distintos oriundos da primeira divisão. Esses resultados demonstraram a ocupação de nichos ecológicos diferentes por essas espécies, embora com um comportamento semelhante em termos de abundância absoluta.

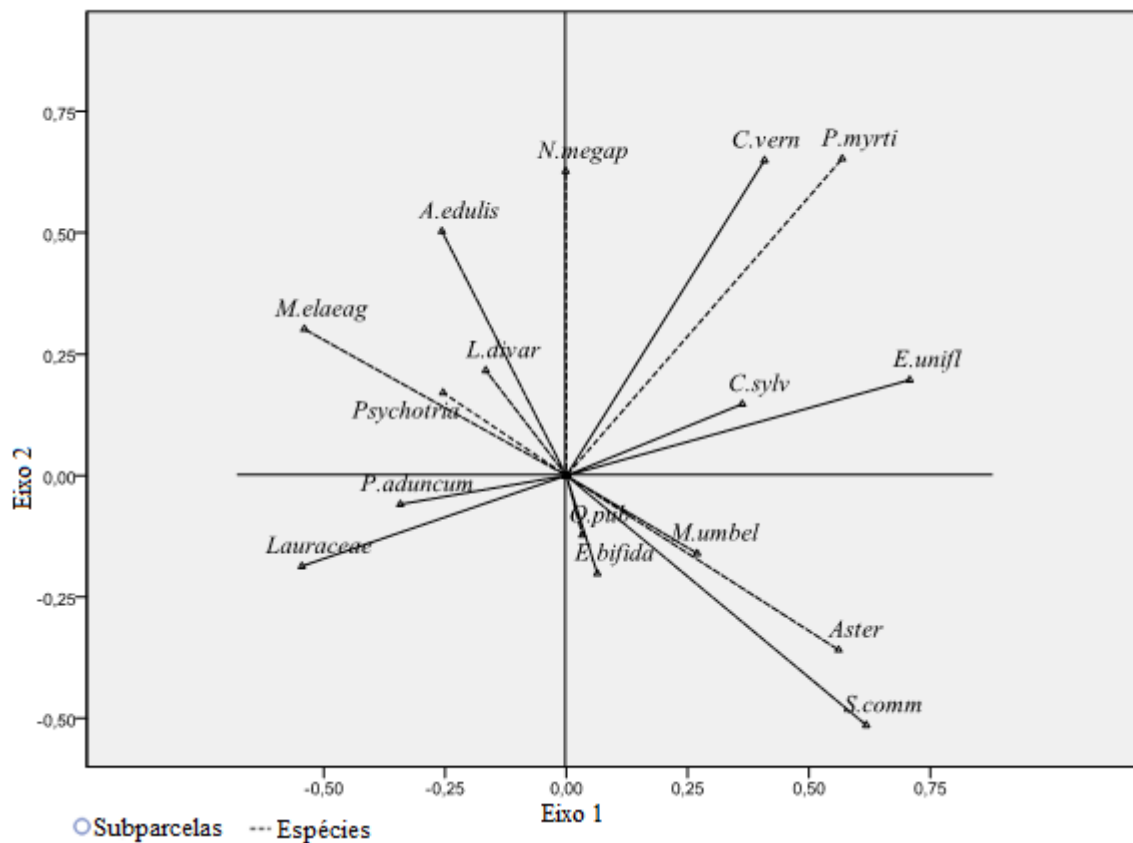


Figura 14 – Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais, considerando a regeneração natural (R1), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Considerando a classe R2, através da análise do diagrama de ordenação (Figura 15 - a), para os dados de 2011, observou-se que a espécie da família Asteraceae está associada a um elevado número de subparcelas, seguindo a conformação evidenciada pela análise de agrupamento pelo método TWINSpan para a classe de inclusão R1 (Figura 11). A expressividade do gênero das asteráceas pode estar ocorrendo em virtude das características preferenciais ao estabelecimento e desenvolvimento, pois estas ocupam locais mais abertos, colonizando áreas sob dossel descontínuo (SOUZA e LORENZI, 2008), que é o caso do ambiente estudado.

Em 2012 pode-se notar o distanciamento entre os autovetores (Figura 15 - b), evidenciando a falta de relação entre as espécies. Nesta classe de inclusão intermediária, as mudanças quanto à ocupação de indivíduos na área se mostrou mais pronunciada, revelando uma dinâmica acentuada de crescimento e mortalidade de espécies, que não seguem um padrão de associação de um ano para outro.



Quanto à espécie da família Asteraceae verificou-se que esta deixou de ser expressiva na ocupação da regeneração natural da área, ao longo do período avaliado, pois houve intensa redução no número de indivíduos, sendo que esta não atingiu o critério mínimo para inclusão na PCA de 2012. Esta situação pode estar revelando as mudanças que estão ocorrendo na comunidade, tais como incremento em área basal, com maior dominância absoluta das espécies presentes nas maiores classes de inclusão, como foi verificado na análise fitossociológica do estrato arbóreo (Tabelas 7 e 8), com consequente fechamento das copas, restringindo o desenvolvimento das asteráceas.

Com base nos diagramas de ordenação, ainda pode ser observado a redução do tamanho do autovetor (comprimento de seta) da espécie *Escallonia bifida*, do ano de 2011 para 2012. Quanto maior o autovetor, maior é a expressividade da espécie na representação da comunidade (FELFILI et al., 2007), ou seja, *E. bifida* tanto quanto as asteráceas estão desocupando a área, enquanto que *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine umbellata*, *Casearia sylvestris* e *Allophylus edulis* continuam mantendo comportamento semelhante e expressivo no decorrer do período, implicando em uma dinâmica de substituição de espécies, que está ocorrendo de forma nítida e acelerada na área ripária.

Para a classe R2, em 2011, as espécies que apresentaram autovetores mais expressivos foram *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora* e *Escallonia bifida*. Em 2012, as espécies foram *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine umbellata* e *Casearia sylvestris* (Apêndice A). Tanto quanto na análise de agrupamento e componentes principais da classe R1, verificou-se novamente a expressividade da *Sebastiania commersoniana*, indicando a elevada abundância de indivíduos e ampla distribuição da espécie na classe intermediária de inclusão regeneração natural (R2) da área ripária.

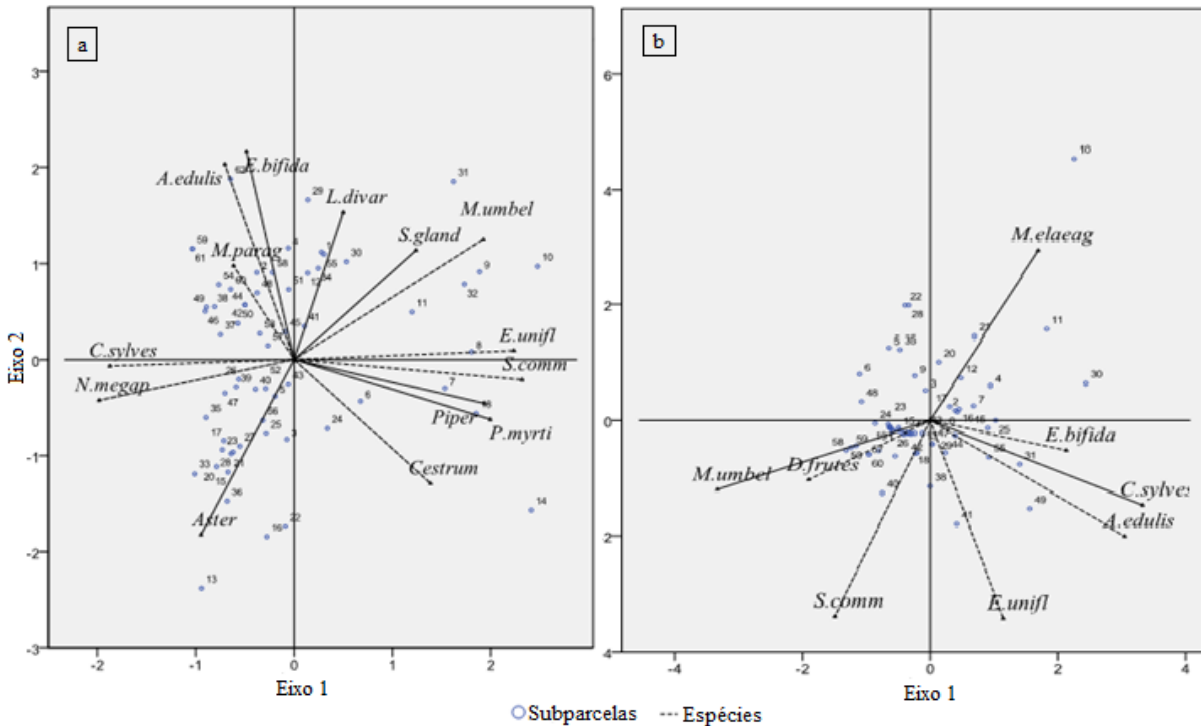


Figura 15– Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais, considerando a regeneração natural (R2), no ano de 2011 (a) e 2012 (b), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Para a PCA do estrato arbóreo (A1 + A2), em 2011, para o primeiro eixo as espécies correspondentes foram *Sebastiania commersoniana*, *Matayba elaeagnoides*, *Ocotea puberula*, *Allophylus edulis*, *Prunus myrtifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Myrsine umbellata*, *Casearia sylvestris*, *Syagrus romanzoffiana*, *Eugenia uniflora*, *Sapium glandulosum* e *Dalbergia frutescens*. Apenas as espécies *Escallonia bifida*, *Luehea divaricata* e *Jacaranda micrantha* estão relacionadas ao segundo eixo.

Com base na análise do diagrama de ordenação gerado pela PCA (Figura 16), observou-se que a espécie *Escallonia bifida* está fortemente relacionada com a parcela 2, e *Sebastiania commersoniana* está associada a um maior número de unidades amostrais (parcelas 3, 6, 17, 18 e 19). Através da plotagem dos autovetores no gráfico, percebeu-se a associação entre *Sebastiania commersoniana*, *Ocotea puberula*, *Allophylus edulis* e *Eugenia uniflora* em um mesmo conjunto, bem como *Prunus myrtifolia*, *Syagrus romanzoffiana* e *Nectandra megapotamica* em outro.

As espécies que apresentam autovetor  $\geq 0,7$  (Apêndice B), na representação segundo a Análise de Componentes Principais do estrato arbóreo (A1 + A2), no ano de 2011, foram *Matayba elaeagnoides*, *Myrsine umbellata*, *Casearia sylvestris*, *Sapium glandulosum*, *Luehea*

*divaricata*, *Nectandra megapotamica*, *Escallonia bifida*, *Prunus myrtifolia* e *Jacaranda micrantha*. Percebeu-se nesta classe de inclusão, que considerou indivíduos de porte arbóreo, a expressão de mais associações entre espécies, o que pode estar indicando maior homogeneidade nos valores absolutos de abundância em comparação com a regeneração natural, condicionando um ambiente de maior dominância ecológica.

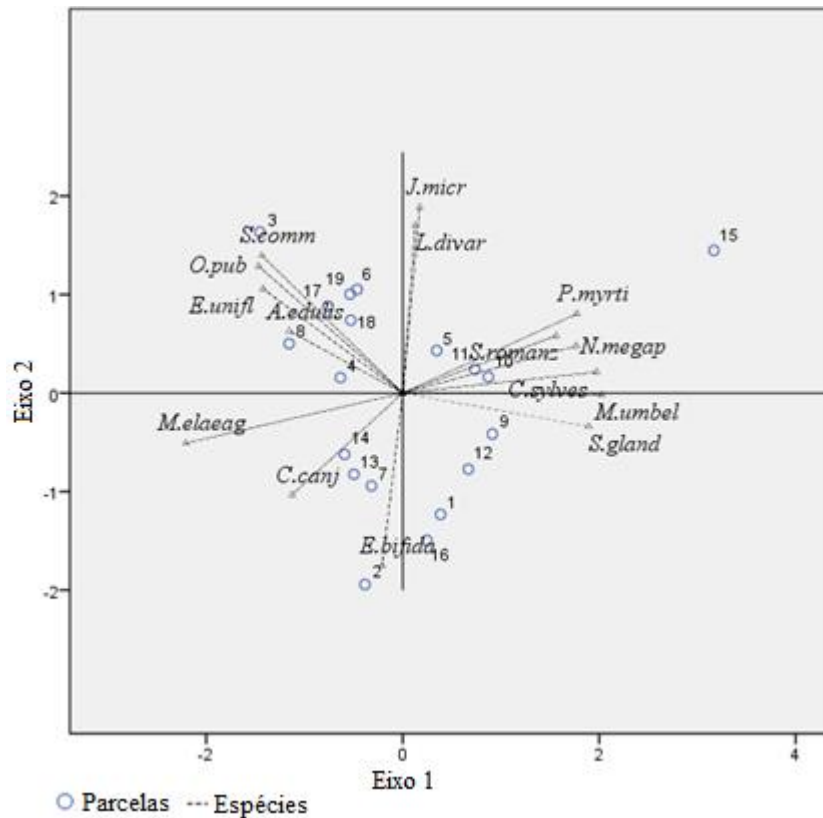


Figura 16 – Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais do estrato arbóreo (A1 + A2), avaliado no ano de 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Para o primeiro eixo da análise do componente arbóreo (2012), as espécies correspondentes foram novamente *Sebastiania commersoniana*, *Matayba elaeagnoides*, *Myrsine umbellata*, *Jacaranda micrantha*, *Allophylus edulis*, *Syagrus romanzoffiana*, *Sapium glandulosum* e *Dalbergia frutescens*. As espécies *Luehea divaricata*, *Nectandra megapotamica*, *Escallonia bifida*, *Casearia sylvestris* e *Eugenia uniflora* estão relacionadas ao segundo eixo.

O diagrama de ordenação (Figura 17), expressa novamente a importância da espécie *Escallonia bifida*, que está fortemente relacionada com as parcelas 2 e 17, seguida de *Nectandra megapotamica*, *Matayba elaeagnoides* e *Sapium glandulosum*.

Pela plotagem dos autovetores no gráfico, percebeu-se a associação entre *Sebastiania commersoniana*, *Matayba elaeagnoides*, *Dalbergia frutescens*, *Jacaranda micrantha* e *Luehea divaricata*. O gráfico ainda mostrou a alta correlação entre *Myrsine umbellata* e *Casearia sylvestris*, com setas maiores, paralelas e próximas, bem como ocorreu com *Sapium glandulosum* e *Syagrus romanzoffiana*, que estão associadas a um maior número de parcelas. Esses resultados refletem a ocupação do local por estas espécies, bem como a importância destas na caracterização da área devido a abundância.

As espécies que apresentam autovetor  $\geq 0,7$  (Apêndice B), na representação segundo a PCA do estrato arbóreo (A1 + A2), no ano de 2012, foram *Matayba elaeagnoides*, *Sapium glandulosum*, *Nectandra megapotamica*, *Escallonia bifida* e *Jacaranda micrantha*.

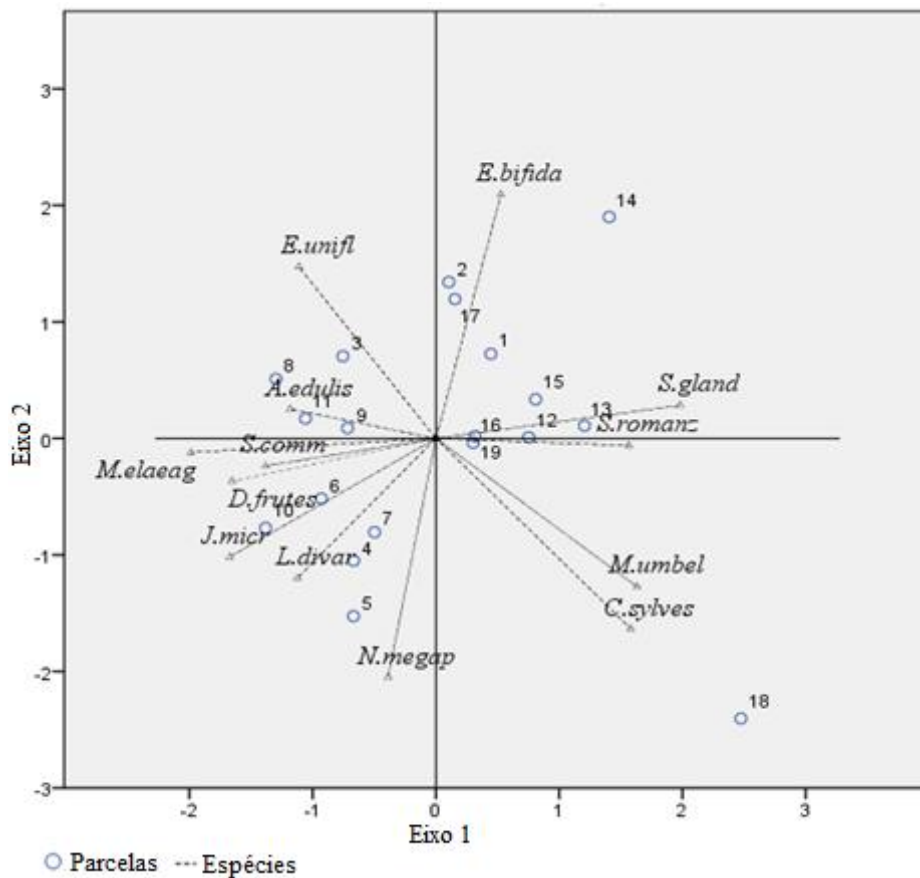


Figura 17 – Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Componentes Principais do estrato arbóreo (A1 + A2), avaliado no ano de 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela análise da vegetação que ocupa a área florestal isolada, verificou-se que a riqueza condiz com o que é constatado em locais típicos de Floresta Estacional Decidual. Apesar de ser um ecossistema que foi alterado, caracterizado por floresta secundária em estágio inicial e intermediário de sucessão, a configuração da paisagem das encostas, com florestas primárias pode ter sido a fonte de propágulos, que colonizaram os locais degradados, podendo ser este um dos mecanismos responsáveis pela diversidade de espécies, uma vez que, em função do uso pretérito intenso, pode ter ocorrido perda da resiliência.

A regeneração natural que está ocorrendo no local, de forma expressiva, é ocupada predominantemente por espécies nativas pertencentes aos grupos ecológicos das pioneiras e secundárias iniciais, como *Allophylus edulis*, *Eugenia uniflora*, *Sebastiania commersoniana*, *Myrsine umbellata*, que podem ser indicadas, neste contexto, para plantios iniciais de restauração ecológica, em áreas adjacentes que estejam degradadas, em virtude do papel colonizador destas espécies. Ressalta-se ainda a problemática da contaminação biológica por espécies exóticas, como o *Ligustrum lucidum* e *Morus nigra*, que merece atenção especial quanto ao controle e erradicação, por se tratar de uma Unidade de Conservação, prioritária à conservação da vegetação nativa.

O estrato arbóreo da área ripária ainda está sendo ocupado por espécies funcionais, indicando a recente sucessão florestal da área, uma vez que estágios mais avançados são caracterizados por grupos ecológicos mais tardios. Percebe-se neste estrato a ocupação por *Escallonia bifida*, no entanto, na regeneração natural há baixa ocorrência, revelando a dinâmica de substituição de espécies, uma vez que esta espécie tem comportamento de pioneirismo e provavelmente é uma das colonizadoras iniciais do local.

A elevada incidência de plantas na regeneração natural e presença de indivíduos com diâmetros maiores, evidenciados pela distribuição diamétrica, mostra que haverá sustentabilidade do ecossistema a longo prazo. Essa informação combinada às taxas de mortalidade, que foram mais altas em comparação à outros estudos, revelam novamente o processo de substituição de espécies pioneiras por indivíduos que são mais exigentes em condições de luminosidade.

As espécies que foram indicadoras da área ripária, reveladas através das análises fitossociológicas, corroboradas pelos agrupamentos, foram *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine umbellata*, *Matayba elaeagnoides*, *Maytenus muelleri*, *Escallonia*

*bifida*, *Jacaranda micrantha*, *Parapiptadenia rigida* e espécie da família Asteraceae. Essas espécies se desenvolveram satisfatoriamente no ecossistema ripário, podendo ser utilizadas em ações que buscam a restauração de ecossistemas adjacentes ou em condições semelhantes, devido à importância e expressividade. Na restauração, podem ser sugeridas, para o enriquecimento da área, espécies como *Ocotea puberula*, *Trema micrantha*, *Apuleia leiocarpa*, *Cupania vernalis*, *Cedrela fissilis*, *Cabrlea canjerana*, entre outras que não apresentaram altas densidades, mas que apresentam potencial ao desenvolvimento.

## **5 ESTUDO 2 – INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FISIONOMIA E DISTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO EM ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL ALUVIAL, RS**

### **5.1 INTRODUÇÃO**

A conservação dos remanescentes florestais e a restauração de áreas degradadas depende do conhecimento da composição e organização da vegetação, bem como das relações destes ambientes com os fatores ambientais influentes (PINTO et al., 2008). No entanto, desvendar a complexidade das interações entre a riqueza e a variedade de relações edáficas e vegetacionais é um desafio, em virtude da grande riqueza de inter-relações possíveis (SCHAEFER et al., 2012).

Segundo Kilca e Longhi (2011), há grande variação nos índices de similaridade, quando se comparam estudos de análise da riqueza florística em Floresta Estacional Decidua, sendo que, dentre os fatores que podem estar elencados a essa variabilidade, estão as condições edáficas e níveis de impacto nos fragmentos. Conforme Pinto et al. (2008), a heterogeneidade florística associada as variações espaciais ambientais, nas florestas tropicais e subtropicais, constituem um fator importante na promoção da coexistência de espécies arbóreas, com diferentes requerimentos ecológicos, condicionando a diversidade nessas florestas.

De acordo com Ferreira Junior et al. (2012), há muitos fatores que atuam sobre as populações florestais na delimitação ou não de ambientes. As interações podem ser condicionadas por variáveis ambientais, tais como, luminosidade, temperatura, histórico de perturbação da área, competição por luz, água, nutrientes, herbivoria, entre outros. Tais fatores podem exercer influência conjuntamente, cada qual com seu peso, de acordo com as peculiaridades na distribuição espacial de espécies florestais.

A influência de variáveis ambientais, principalmente as edáficas, sobre a vegetação, pode ser nitidamente verificada quando se comparam ambientes de floresta de acordo com a conformação da paisagem. Além da variação do porte, estrutura e composição da comunidade florestal ao longo da topossequência, Poggiani (2012) ressalta que, em ambientes ripários, devido a variação das características do terreno em direção aos corpos d'água, é possível observar certa alteração na variedade de espécies arbóreas adaptadas as mais variadas condições edáficas, como umidade, fertilidade, porosidade do solo, entre outras.

Ferreira Junior et al. (2012) afirmam que, o componente edáfico deve ser entendido como uma variável integradora, podendo explicar a diversidade ambiental, atuando como excelente descritor interpretativo das condições ambientais, principalmente das comunidades de plantas arbustivas e arbóreas, das campestres às florestais. Ao mesmo tempo, as comunidades de plantas também exercem forte influência nos processos evolutivos do solo, sendo que essas relações entre compartimentos solos e comunidades de plantas ocorrem de forma recíproca.

Estudos que visam entender a influência de fatores ambientais na distribuição da vegetação, também tem como propósito subsidiar estratégias de conservação e restauração nas áreas florestais que estão degradadas ou alteradas (HIGUCHI et al., 2012). Para tanto é fundamental um maior conhecimento sobre os padrões florísticos e estruturais das florestas, além do entendimento da influência de variáveis ambientais sobre esses padrões. Tais estudos são importantes, pois fornecem informações a respeito dos microssítios de ocorrência das espécies arbóreas, o que pode facilitar a indicação destas para o plantio em condições ambientais específicas.



## 5.2 OBJETIVOS

### 5.2.1 Ojetivo geral

Este estudo teve o objetivo de caracterizar variáveis ambientais em área ripária isolada, buscando avaliar a associação do componente edáfico com a distribuição da vegetação, em Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, na região central do Rio Grande do Sul.

### 5.2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar as variáveis ambientais na área, por meio de análises de morfologia do solo, qualidade química e atributos físicos.
- b) Analisar a relação entre as variáveis ambientais, considerando as mudanças ocorridas na vegetação florestal ao longo de um ano.

## 5.3 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em área florestal no Parque Estadual Quarta Colônia (PEQC), situado na região central do Rio Grande do Sul, região limítrofe entre as regiões fisiográficas do Planalto e da Depressão Central. O relevo forte-ondulado a montanhoso, é constituído geologicamente de formação basáltica recobrando formações sedimentares de arenitos, siltitos e argilitos, predominando as classes de solo dos tipos Neossolos Litólicos nas encostas declivosas e Cambissolos e Chernossolos nos degraus planos do relevo, e nas áreas de deposição do rio Jacuí, em relevo plano, ocorrem Neossolos Flúvicos, Planossolos e Gleissolos (STRECK et al., 2008).

A caracterização climática da região, de acordo com Moreno (1961), é do tipo Cfa, com ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, com a temperatura do mês mais quente superior a 22 °C e a do mês mais frio até -3 °C. Quanto à precipitação na região do estudo, a média anual está entre 1500 e 1700 mm (NIMER, 1990).

A tipologia florestal original é a Floresta Estacional Decidual, feição característica do Bioma Mata Atlântica (KLEIN et al., 1990), sendo que, segundo Marchiori (2002), pouco resta da formação nativa, que tem sido retirada pelos habitantes da região da Quarta Colônia, para plantio de batata inglesa, fumo, além da utilização da madeira extraída como fonte de energia para os fornos de secagem das folhas de tabaco.

A área do estudo foi abandonada e isolada após a criação do Parque, estando situada em relevo plano, em área sob influência de inundação do rio Jacuí. O local é ocupado por remanescentes de floresta secundária, em estágio inicial e intermediário de sucessão, com elevada incidência de clareiras, o que possibilita a estratificação da área em local com floresta (indivíduos e porte arbóreo e arbustivo) e local com predomínio somente de gramíneas e vegetação rasteira.

Não há disponibilidade de informações a respeito do tempo de abandono da área, no entanto, antigos moradores do local e a população habitante do entorno do Parque relatam que havia ocupação antrópica, instalação de benfeitorias e cultivo agrícola na área, em meados das décadas de 60 e 70.

No mesmo local, considerando o estrato arbóreo e arbustivo, foi realizado levantamento da vegetação, para análise fitossociológica e estrutural, avaliando as mudanças

ocorridas no transcorrer de um ano, descritos no Estudo 1, visando a detecção de espécies indicadoras do ambiente ripário alterado, que possam ser potenciais à restauração ecológica.

### 5.3.2 Amostragem das variáveis ambientais

Para coleta de dados de solo sob Floresta Estacional Decidual Aluvial, obtidos no ano de 2011, foram consideradas as mesmas 19 parcelas fixas instaladas na área, com dimensão de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>) cada, onde foi realizado o levantamento da vegetação, descrito no Estudo 1.

As parcelas foram distribuídas ao longo do terreno, seguindo o método de amostragem aleatório, onde pode-se considerar situações distintas, que corresponderam desde a região com maior distância em relação ao rio Jacuí, denominada de S1 (parcelas numeradas em 1 até 12), até as parcelas alocadas mais próximas ao curso hídrico, correspondente à nomenclatura S2 (parcelas 13 até 19) (Figura 18).

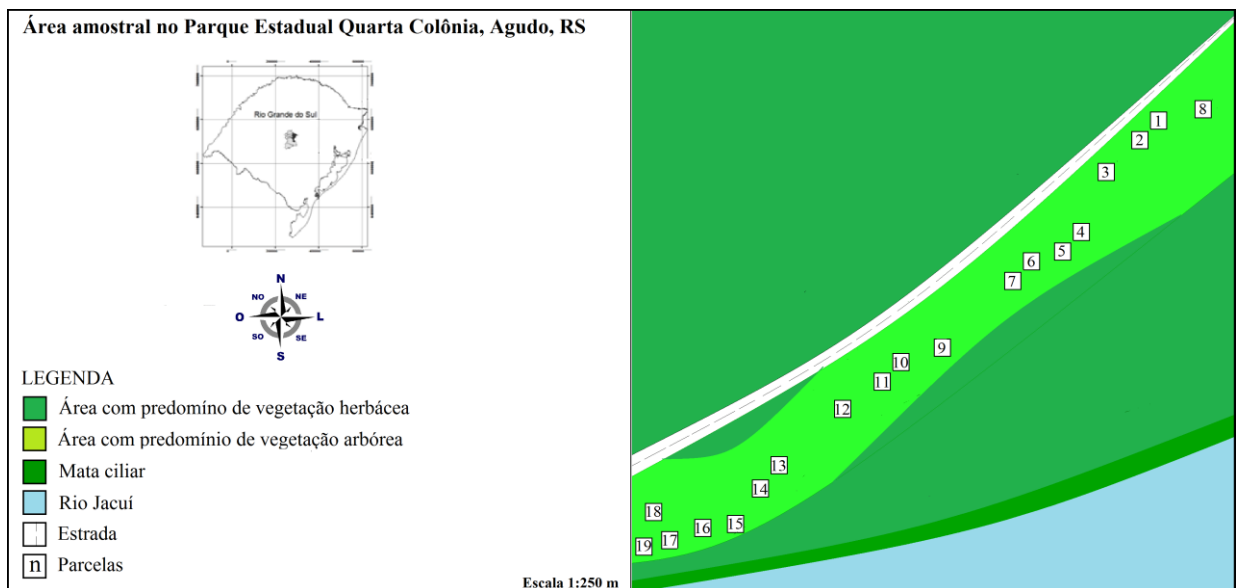


Figura 18 – Localização das parcelas instaladas em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

### 5.3.2.1 Descrição morfológica do solo

Nas parcelas 4, 5, 8, 9 e 19 o solo da área foi classificado quanto à sua morfologia (LEMOS e SANTOS, 1996), onde realizou-se a descrição do perfil, com diagnóstico dos horizontes pedogenéticos. Ainda foi estimado o teor de umidade atual do solo (parcelas 8, 9 e 19), de acordo com a metodologia sugerida pela EMBRAPA (1997), considerando amostras retiradas do horizonte superficial. Para obtenção dos dados, em cada uma das três parcelas foi aberta uma mini-trincheira (Figura 19), utilizando a pá-de-corte.



Figura 19 – Representação de uma mini-trincheira utilizada para a classificação do solo, em área alterada, em Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

### 5.3.2.2 Caracterização de variáveis químicas do solo

Para caracterização química do solo, foi coletada uma amostra composta, constituída de quatro amostras simples, utilizando a pá-de-corte, nas profundidades 0 - 10 cm (P1) e 10 - 20 cm (P2), em cada uma das 19 parcelas, com aleatorização quanto ao ponto de amostragem.

Depois de coletadas, as amostras de solo foram encaminhadas para a análise química de rotina, realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da UFSM (LAS), conforme metodologia de Tedesco et al. (1995) e Embrapa (1997). As variáveis analisadas foram pH,

acidez potencial, capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e em pH 7,0. Também foram determinados macronutrientes como cálcio, magnésio e alumínio trocável, potássio e fósforo. A saturação por bases e a saturação por alumínio, foram obtidas pela relação que as bases e o alumínio tem com a CTC a pH 7,0. Ainda foi avaliado o teor de matéria orgânica.

A interpretação dos resultados seguiu o proposto pela “Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina” (CQFS, 2004).

### 5.3.2.3 Caracterização de variáveis físicas do solo

A análise granulométrica completa do solo foi feita considerando amostras obtidas nas parcelas 1, 7, 12 e 18, pré-definidas de acordo com a distribuição espacial das unidades amostrais na área, retiradas na profundidade de 0 - 10 cm (P1), visando quantificar os teores (%) das frações silte, areia grossa, areia fina e argila, através do método da pipeta (GEE e BAUDER, 1986; EMBRAPA, 1997), realizada pelo Laboratório de Física do Solo/UFSM, e o teor de argila (%), medido para todas as parcelas, nas profundidades de 0 – 10 cm (P1) e 10 – 20 cm (P2), foi realizado pelo Laboratório de Análise de Solos (LAS) da UFSM.

Para análise da porosidade total, macro e microporosidade, bem como a densidade aparente utilizou-se o método da mesa de tensão (EMBRAPA, 1997). Para tanto, foram coletadas amostras indeformadas do solo, utilizando o anel volumétrico (ARCHER e SMITH, 1972), nas 19 parcelas instaladas, considerando a profundidade de 0 - 10 cm. As análises foram realizada pelo Laboratório de Física do Solo/UFSM. Obteve-se valores de porosidade e densidade aparente conforme Embrapa (1997):

$$\text{Microporosidade} = (a - b)/c$$

$$\text{Densidade aparente} = b / c$$

Onde: a = peso da amostra após submetida a uma tensão de 60 cm de coluna de água;

b = peso da amostra seca a 105 °C (g);

c = volume do cilindro (cm<sup>3</sup>).

A macroporosidade foi obtida através da diferença entre porosidade total e microporosidade, sendo que, a porosidade total correspondeu à porcentagem de saturação em

volume. As variáveis de porosidade (total, macro e microporosidade) foram convertidas para valores percentuais (%) e a densidade aparente tem por unidade a grandeza de  $\text{g cm}^{-3}$ .

Com o intuito de avaliar a compactação do solo na área, avaliou-se a resistência do solo à penetração, obtida com auxílio do equipamento penetrômetro de impacto. Foram realizadas três repetições em cada parcela, para cálculo da média (STOLF et al., 1983), sendo que avaliou-se o número de impactos por decímetro, até a profundidade de 20 cm, onde os dados foram convertidos para a unidade MPa.

### 5.3.3 Análise dos dados

Para análise estatística dos dados de variáveis químicas do solo, considerando as distintas posições das parcelas em relação ao rio Jacuí (S1: mais distantes e S2: mais próximas), realizou-se o Teste t ( $\alpha = 0,05\%$ ), para detecção de diferenças significativas entre as médias, com auxílio do programa *Assistat* (SILVA et al., 2002).

#### 5.3.3.1 Análise de Componentes Principais e Análise de Correspondência Canônica

Considerando os dados ambientais, foram realizadas Análises de Componentes Principais (PCA), a fim de verificar as variáveis mais expressivas que foram utilizadas para compor as matrizes de dados da Análise de Correspondência Canônica (CCA).

A PCA baseou-se na identificação das medidas responsáveis pelas maiores variações entre os dados e na eliminação de variáveis originais que possuem pouca informação (GOTELLI e ELLISON, 2011; VICINI e SOUZA, 2005). Foram realizadas duas análises, a primeira contendo somente dados de variáveis químicas do solo, onde a dimensão da matriz de entrada de dados foi de 19 linhas, que corresponderam às parcelas onde os atributos foram coletados e 24 colunas, onde foram organizadas as variáveis químicas do solo. A segunda análise incluiu variáveis físicas do solo, com dimensão da matriz em 19 linhas (parcelas) e 9 colunas, correspondentes às variáveis ambientais.

A interpretação da PCA segue a descrição realizada no Estudo 1 (item 4.3.2.5.2), considerando significativa a porcentagem de variabilidade acumulada  $\geq 30\%$  (FELFILI et al., 2011), sendo que optou-se pela significância mínima do autovalor e correlações, positivo e negativo, superior a 0,8, conforme sugerido por Felfili et al. (2007). As análises de PCA

foram realizadas com auxílio do programa estatístico *Statistical Package for Social Science* 15.0 (SPSS).

Para verificar a relação da distribuição das espécies com os gradientes ambientais, foi correlacionada a distribuição das abundâncias das espécies (considerando todas as classes de inclusão da vegetação e os dois períodos de levantamento, descritos no Estudo 1) com as variáveis ambientais (características químicas e físicas do solo) por meio de uma ordenação gerada pela CCA.

Para realizar a CCA, que é uma análise direta de gradientes, as matrizes de dados das variáveis ambientais e da vegetação (Estudo 1) foram reduzidas (através da PCA) e os dados foram transformados, de acordo com a recomendação de ter Braak (1995), através da expressão  $\ln(a+1)$ , onde  $a$  corresponde à variável em questão, para compensar e normalizar os desvios causados por valores elevados.

A CCA foi usada para exibir a variação da vegetação em relação aos fatores ambientais, utilizando os dados ambientais para ordenar amostras da vegetação (KENT e COKER, 1992). Esta técnica construiu as combinações lineares de variáveis ambientais, ao longo da qual as distribuições das espécies foram maximamente separadas. Em um diagrama *triplot* de ordenação, os padrões de variação na composição da comunidade podem ser melhor explicados pelas variáveis ambientais, onde exibiu-se as parcelas, espécies e variáveis ambientais conjuntamente, onde espécies e parcelas foram representadas por pontos, e cada variável ambiental, por uma seta ou vetor (TER BRAAK, 1986).

Para testar a probabilidade de acerto das relações encontradas empregou-se o teste de permutação de Monte Carlo, significativo quando  $> 0,3$  ( $p \geq 0,05$ ) (FELFILI et al., 2007). A CCA foi realizada no programa PC-ORD 4.0 (MCCUNE e MEFFORD, 1999).

## 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.4.1 Classificação morfológica do solo

O solo da área de estudo foi classificado como Planossolo Háptico Eutrófico arênico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006), nas parcelas instaladas mais distantes ao rio Jacuí (situação S1 – parcelas 4, 5, 8 e 9). Esta classe de solo ocorre preferencialmente em locais de relevo plano ou suave ondulado (STRECK et al., 2008), situação da área ripária estudada.

Já na parcela 19, instalada mais próxima ao curso hídrico (S2), a classe de solo ocorrente foi o Neossolo Flúvico, com presença expressiva da fração areia em todos os horizontes do perfil (Apêndice C). O local é característico de aluvião, que condicionam a formação do solo por meio de sedimentos fluviais, além das evidências de depósito coluvial, em função do alto teor de material orgânico na camada superficial do solo (0 – 10 cm), revelado a partir da análise química, descrita no próximo item. De acordo com Streck et al. (2008), os Neossolos Flúvicos são derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assentado sobre horizonte C, constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si.

Quanto ao teor de umidade, nas parcelas 8 e 9, foi de 6,9% e 6,6% respectivamente, diferente da parcela 19, onde a umidade foi de 3,1%. Essa diferença evidencia a maior participação da argila nas parcelas instaladas sob Planossolo, bem como predomínio de areia na composição textural do Neossolo Flúvico classificado na parcela 19. Troeh e Thompson (2007) e Pritchett e Fisher (1987) afirmam que, solos arenosos apresentam boa aeração, em função da porosidade textural, permitindo que a água drene com mais facilidade, implicando em menor quantidade de água acumulada. Já o solo argiloso armazena muito mais água, por isso, nas parcelas onde foi verificada a classe de Planossolo, houve maior teor de umidade.

### 5.4.2 Variáveis químicas do solo

Na Tabela 10 podem ser verificados os dados das variáveis químicas analisadas no solo coletado em cada parcela (P), nas profundidades de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm.



Tabela 6 - Resultados da análise química do solo coletado em parcelas instaladas em área ripária, Floresta Estacional Decidual, RS.

Amostra	pH	Ca	Mg	K	Al	HAl	CTC ef	CTC pH7	V	m	MO	Pmel
	-	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						-----%-----			mg dm <sup>-3</sup>	
P1/0-10	5,5	6,5	1,2	0,5	0	3,5	8,3	11,8	0	70,1	2,5	10,9
P1/10-20	5,3	6,3	0,9	0,3	0,5	3,9	8,1	11,8	6,2	65,8	1,6	3
P2/0-10	5,4	7	1,2	0,2	0,4	4,4	8,8	12,8	4,5	65,7	2,2	5,3
P2/10-20	5,4	7,3	1,1	0,1	0,6	4,4	9,1	12,9	6,6	65,8	1,4	2,2
P3/0-10	5,6	7	1,3	0,3	0	4,4	8,6	13	0	66,1	2,3	6,8
P3/10-20	5,4	7	1,1	0,1	0,6	4,9	8,8	13,1	6,8	62,5	1,4	4,5
P4/0-10	5,6	8,3	1,8	0,1	0	3,5	10,2	13,7	0	74,2	1,7	4,5
P4/10-20	5,7	8,5	1,8	0,0	0	3,9	10,4	14,3	0	72,7	1,5	4,5
P5/0-10	5,3	7,2	2,1	0,3	0,3	4,9	9,9	14,5	3	66,2	3,1	7,6
P5/10-20	5,5	8,9	1,8	0,2	0	4,4	11	15,4	0	71,4	2	3
P6/0-10	5,6	7,8	2	0,4	0	3,9	10,3	14,2	0	72,5	3	14,4
P6/10-20	5,6	8,7	1,9	0,5	0	3,9	11,2	15,1	0	73,9	1,7	7,6
P7/0-10	5,4	7,3	1,7	0,3	0,2	5,5	9,5	14,8	2,1	62,8	3	7,6
P7/10-20	5,4	7,6	1,6	0,1	0,5	5,5	9,8	14,8	5,1	62,8	1,5	2,2
P8/0-10	5,6	8	3,3	0,3	0	4,4	11,6	16	0	72,8	3,7	6
P8/10-20	5,5	6,5	2,2	0,1	0	4,4	8,8	13,2	0	67	2	3
P9/0-10	5,3	7,2	1,9	0,3	0,5	6,2	9,9	15,6	5,1	60,3	2,5	5,3
P9/10-20	5,4	8,1	1,8	0,3	0,5	5,5	10,7	15,7	4,7	65,3	1,3	3,7
P10/0-10	5,4	8,9	1,6	0,5	0,1	4,4	11,1	15,4	0,9	71,7	3,5	21,8
P10/10-20	5,3	8,9	2,3	0,3	0,3	4,9	11,9	16,5	2,5	70,2	2	10,9
P11/0-10	5,3	7,9	2	0,3	0,2	4,9	10,4	15,1	1,9	67,8	1,8	10,1
P11/10-20	5,4	2,5	2	0,2	0,2	3,1	5	7,9	4	61	1,5	9,3
P12/0-10	5,4	7,7	1,9	0,4	0,1	4,4	10,1	14,4	1	69,6	3,1	12,6
P12/10-20	5,3	2,3	10,7	0,5	0,1	3,9	13,7	17,5	0,7	77,6	1,4	10,9
P13/0-10	5,7	2,7	7,8	0,6	0	3,5	11,2	14,7	0	75,9	4,5	29
P13/10-20	5,6	2,2	1,7	0,5	0	2,8	4,4	7,2	0	61,6	1,7	18,9
P14/0-10	5,8	2,9	3,2	0,7	0	3,5	6,9	10,4	0	66,6	3,5	26,9
P14/10-20	5,1	1,8	4,1	0,3	0,4	4,4	6,6	10,6	6,1	58,3	1,1	16,2
P15/0-10	5,7	2,6	4,3	0,4	0	3,9	7,4	11,3	0	65,5	3,2	32,3
P15/10-20	5,5	1,6	3,3	0,2	0	2,8	5,2	8	0	65	1,3	18,9
P16/0-10	5,5	7,8	1,9	0,6	0	4,4	10,3	14,7	0	70,3	3,5	29
P16/10-20	5,3	1,8	3,9	0,3	0,3	4,4	6,4	10,5	4,7	57,8	1,4	23,8
P17/0-10	5,4	7,6	2,6	0,4	0,3	5,5	11	16,2	2,7	65,9	3,7	30,1
P17/10-20	5,4	2	2,5	0,2	0,2	3,1	5	7,9	4	60,6	1,5	11,8
P18/0-10	5,1	5	1,5	0,2	0,8	6,2	7,6	13	10,5	52	1,5	10,9
P18/10-20	5,5	2,3	4,1	0,2	0	2,8	6,6	9,4	0	70,5	1,4	17,1
P19/0-10	5,2	2,4	2,8	0,5	0,2	4,4	5,9	10,1	3,4	56,8	1,5	34,6
P19/10-20	5	1,7	2,2	0,4	0,2	3,1	4,5	7,4	4,4	58,1	1,4	18,9

Observou-se que o pH é classificado como baixo a médio. No entanto, os valores absolutos são iguais ou muito próximos à 5,5. A partir deste valor, o alumínio (Al) no solo está neutralizado, deixando o complexo de troca (CTC) reativo para adsorção de cátions básicos, o que eleva a saturação por bases (V%). Os resultados deste estudo se assemelham às constatações de Pedron e Dalmolin (2011), Dullius (2012) e Almeida (2010), que avaliaram solos em áreas do rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul e observaram valores de pH nesta mesma faixa.

Há baixo teor e saturação por alumínio (m%), sendo que, altos teores de cálcio e magnésio, oriundos da prática de correção da acidez, através da calagem do solo, aumentam a carga iônica ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), que são adsorvidos preferencialmente em relação ao alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ), reduzindo a atividade deste íon, bem como o nível de toxidez às plantas (MEURER e ANGHINONI, 2010).

Por meio destes resultados, que revelaram a condição de solo eutrófico ( $V \geq 50\%$ ), pode-se inferir que a área, atualmente com floresta em sucessão, provavelmente tenha sido destinada à produção agrícola, em um momento anterior à criação do Parque Estadual Quarta Colônia. Os solos arenosos, como o caso da área deste estudo, naturalmente estocariam menos nutrientes em comparação aos solos com maiores teores de argila, que são partículas que apresentam maior área superficial específica, munidas de carga e de capacidade de atrair e disponibilizar nutrientes às plantas, situação contrária às propriedades da fração areia (PRITCHETT e FISHER, 1987; WILDE, 1958; SILVA, 1996).

Portanto, acredita-se que no solo houve práticas de correção de acidez e fertilização, por meio de proprietários rurais que habitavam o local, uma vez que, o pH corrigido influencia na taxa de liberação de nutrientes, ocasionando elevados índices de cátions básicos, que são indicativos de manejo (MEURER et al., 2010), e de bom status nutricional do solo (FERREIRA JUNIOR et al., 2012).

Constatou-se teores classificados como baixo a médio de matéria orgânica (MO) (CQFS, 2004), o que para esse solo pode corroborar a hipótese de uso agrícola intensivo, anterior à criação do Parque, pois o cultivo pode causar redução nos teores de material orgânico no solo, além de que solos arenosos são naturalmente pobres em matéria orgânica. No entanto, percebe-se um teor um pouco mais elevado nas parcelas próximas ao rio Jacuí (3,0%), instaladas sob Neossolo Flúvico, em camada superficial (0 – 10 cm), o que pode ser em função do depósito aluvial de sedimentos, proveniente das épocas de intensidade pluviométrica, com consequente cheia dos cursos hídricos.

Analisando as variáveis químicas do solo, pode-se observar que houveram dois padrões distintos, os quais puderam ser relacionados com a proximidade das parcelas ao rio Jacuí. Essa distinção pode ser notada pela diferença significativa ( $\alpha = 0,05\%$ ), evidenciada pelo Teste t, comparando as profundidades de coleta dos dados (P1: 0 – 10 cm e P2: 10 – 20 cm), para variáveis químicas do solo como cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), acidez efetiva (HAl), capacidade de troca de cátions efetiva e em  $\text{pH}_{7,0}$  (CTC<sub>ef</sub> e CTC<sub>ph</sub>), saturação por bases (V%) e fósforo ( $P_{\text{melich}}$ ) (Tabela 11).

Tabela 7 - Valores médios das variáveis químicas do solo, considerando as distintas situações quanto à proximidade ao rio Jacuí, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

	pH	Ca	Mg	K	Al	HAl	CTC <sub>ef</sub>	CTC <sub>ph</sub>	m	V	MO	$P_{\text{melich}}$
	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----						-----%-----			mg dm <sup>-3</sup>		
S1.P1	5,5 <sub>ns</sub>	7,6*	1,8*	0,4*	0,2 <sub>ns</sub>	4,5 <sub>ns</sub>	9,9 <sub>ns</sub>	14,3 <sub>ns</sub>	1,5 <sub>ns</sub>	68,3 <sub>ns</sub>	2,7 <sub>ns</sub>	9,4*
S1.P2	5,4 <sub>ns</sub>	6,8*	2,4 <sub>ns</sub>	0,2 <sub>ns</sub>	0,2 <sub>ns</sub>	4,3*	9,8*	14,0*	3,0 <sub>ns</sub>	68,0*	1,6 <sub>ns</sub>	5,4*
S2.P1	5,4 <sub>ns</sub>	4,4*	3,4*	0,5*	0,2 <sub>ns</sub>	4,4 <sub>ns</sub>	8,6 <sub>ns</sub>	12,9 <sub>ns</sub>	2,3 <sub>ns</sub>	64,7 <sub>ns</sub>	3,0 <sub>ns</sub>	27,5*
S2.P2	5,3 <sub>ns</sub>	1,9*	3,1 <sub>ns</sub>	0,3 <sub>ns</sub>	0,1 <sub>ns</sub>	3,3*	5,5*	8,7*	2,7 <sub>ns</sub>	61,7*	1,4 <sub>ns</sub>	17,9*

P1 = profundidade de 0 a 10 cm; P2 = profundidade de 10 a 20 cm; S1= parcelas distantes do rio Jacuí (1 a 12); S2= parcelas próximas ao rio Jacuí (13 a 19); ns = Diferença não significativa entre médias (Teste t,  $\alpha = 0,05\%$ ); \* = Diferença significativa entre médias (Teste t,  $\alpha = 0,05\%$ ). Nota: o Teste T comparou a localização da parcela dentro da mesma profundidade.

Um elemento que se destacou foi o fósforo, pois diferenças estatísticas foram observadas, sendo que há baixos teores nas unidades amostrais mais distantes (S1), em contrapartida, teores classificados como altos e muito altos (CQFS, 2004) foram encontrados em parcelas instaladas mais próximas ao rio Jacuí (S2). Considera-se a hipótese de que pode ter ocorrido a mobilização de fósforo particulado via curso hídrico, proveniente do excesso de adubação fosfatada aplicado nos cultivos agrícolas à montante, sendo este escoado e depositado no solo a jusante, por meio de eventos pluviométricos. Os principais cultivos agrícolas para fins comerciais cultivados nas encostas da Quarta Colônia são o tabaco e a batata inglesa, sendo que ambos recebem elevada quantidade de adubação, sendo o fósforo um dos três principais elementos dos fertilizantes, junto com nitrogênio e potássio.

A hipótese pode ser corroborada com base nos resultados obtidos por Schenato (2009), em estudo contemplando uma pequena bacia hidrográfica na região de Nova Boêmia, no município de Agudo, próxima ao local deste estudo. O autor verificou contaminação no curso hídrico por excesso de adubação fosfatada, bem como o incremento de fósforo particulado e biodisponível. Esses resultados indicaram que as áreas com maior uso de

lavoura, que são os locais de encosta, são as fontes de fósforo particulado (que está adsorvido aos sedimentos), pois foi constatado que a maior contribuição de sedimentos é proveniente de ação antrópica. Foi observado ainda que a concentração de sedimentos está relacionada com a quantidade de água precipitada e intensidade máxima.

O fósforo é um elemento que ocorre comumente em teores baixos nos solos do Rio Grande do Sul, conforme constatado por Pedron e Dalmolin (2011), Côrrea et al. (2011), Scipioni et al. (2011) e Rovedder et al. (no prelo), em estudos de solos sob Floresta Estacional Decidual secundária, na região central do Rio Grande do Sul.

#### 5.4.3 Variáveis físicas do solo

Através da análise das variáveis físicas do solo, verificou-se que a granulometria apresentou valores médios de 13,1% de argila, 37,4% de silte e 49,5% areia (13,3% de areia grossa e 36,1% de areia fina), conferindo textura franca-arenosa ao solo. A análise do teor de argila indicou valor médio de 18,2% de argila na camada superficial do solo (0 - 10 cm), e 22,8% de argila em maior profundidade (10 – 20 cm). Streck et al. (2008), afirmam que a maioria dos solos apresentam maior teor de argila com o aumento da profundidade, em função da eluviação de argila, proveniente das camadas mais superficiais, onde há acúmulo de areia.

Nesta condição a fração argila pode ser a maior responsável pela retenção dos macronutrientes, em função da sua reatividade, uma vez que há baixo conteúdo de matéria orgânica nesse solo, o que também poderia contribuir nos processos sortivos de troca. A presença de maior teor de areia, que favorece a drenagem e a aeração nesse solo, ocorre em função do material sedimentar que origina os solos da região do estudo (PEDRON e DALMOLIN, 2011).

A textura é expressivamente relacionada à qualidade química do solo, considerando que são as partículas reativas dos argilominerais que adsorvem cátions e ânions (MEURER, et al., 2010; MENDONÇA, 2010), o que afeta diretamente a capacidade de troca de cátions e a fertilidade do solo. Sendo assim, solos com elevados teores de areia, como o caso do ambiente em estudo, naturalmente seriam pobres em nutrientes e possuiriam baixa CTC (STRECK et al., 2008; TROEH e THOMPSON, 2007), situação contrária ao que foi constatado na análise das propriedades químicas, reforçando a condição do uso agrícola pretérito da área, com correção de acidez e adubação. O fato de que a área apresentou baixos teores de matéria

orgânica reforça esta hipótese e demonstra que a cobertura vegetal ainda não é o principal fator para a presença dos nutrientes no solo.

Outras variáveis físicas que foram avaliadas, sendo também influenciadas pelas propriedades granulométricas do solo, foram a porosidade e densidade aparente do solo. Foi estimada a média de 51,2% de porosidade total do solo, dessa porcentagem, 28,8% corresponde aos microporos e 22,4% aos macroporos. A densidade aparente média do solo é de 1,7 g cm<sup>-3</sup>, considerada como intermediária a alta.

De acordo com Reichert e Reinert (2009), solos com textura mais arenosa, como é o caso deste estudo, tendem a apresentar maior macroporosidade e maior densidade, quando comparados a solos argilosos. Neste caso, observou-se que o teor de argila influenciou na porosidade do solo, que é maior nas unidades amostrais onde há menor quantidade de argila (Figura 20).

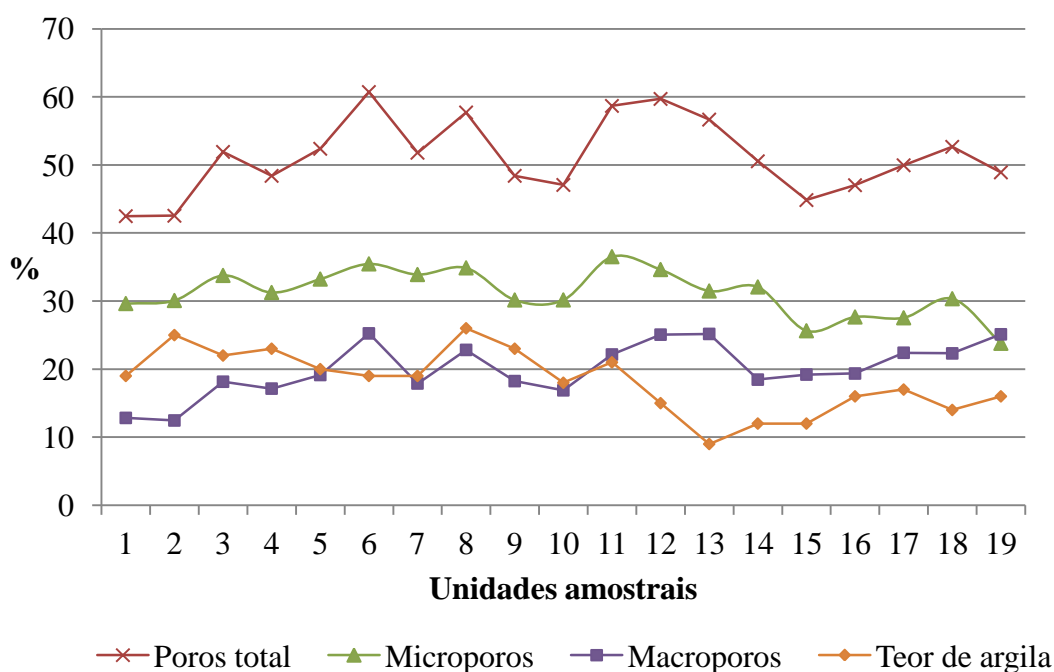


Figura 20 - Porosidade do solo e relação com o teor de argila, no solo em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

A análise da resistência do solo à penetração, que permitiu realizar inferências quanto a compactação do solo, diretamente relacionado à granulometria, porosidade, umidade e densidade do solo (WILDE, 1985), corroborou a situação estrutural do solo da área ripária em estudo.

Com base na Figura 21, que expressa os resultados da resistência do solo (Mpa) em diferentes profundidades (0 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 15 cm; 15 a 20 cm), pode-se verificar que as camadas mais superficiais (0 a 5 cm e 5 a 10 cm) ofereceram pouca resistência à penetração, onde foi constatado menor teor de argila (18,2%).

Observa-se baixa resistência na camada superficial (0 – 5 cm), à medida que há proximidade com o rio Jacuí (unidades amostrais 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19), onde a média do teor de argila em até 10 cm do solo é de 13,7%. Essa variação do comportamento da resistência ocorre em função da classe de solo verificada nas parcelas instaladas próximas ao rio, que é o Neossolo Flúvico.

À medida que aumenta a profundidade (10 a 15 cm e 15 a 20 cm) há maior resistência do solo, com pico na 10ª unidade amostral, onde também foi verificada redução na porosidade. Observou-se que há compactação nas camadas mais profundas, bem como nas parcelas localizadas sob Planossolo. Em contrapartida, superficialmente, o solo é pouco estruturado, principalmente próximo ao rio Jacuí, o que pode ser reflexo do tipo de solo (Neossolo Flúvico).

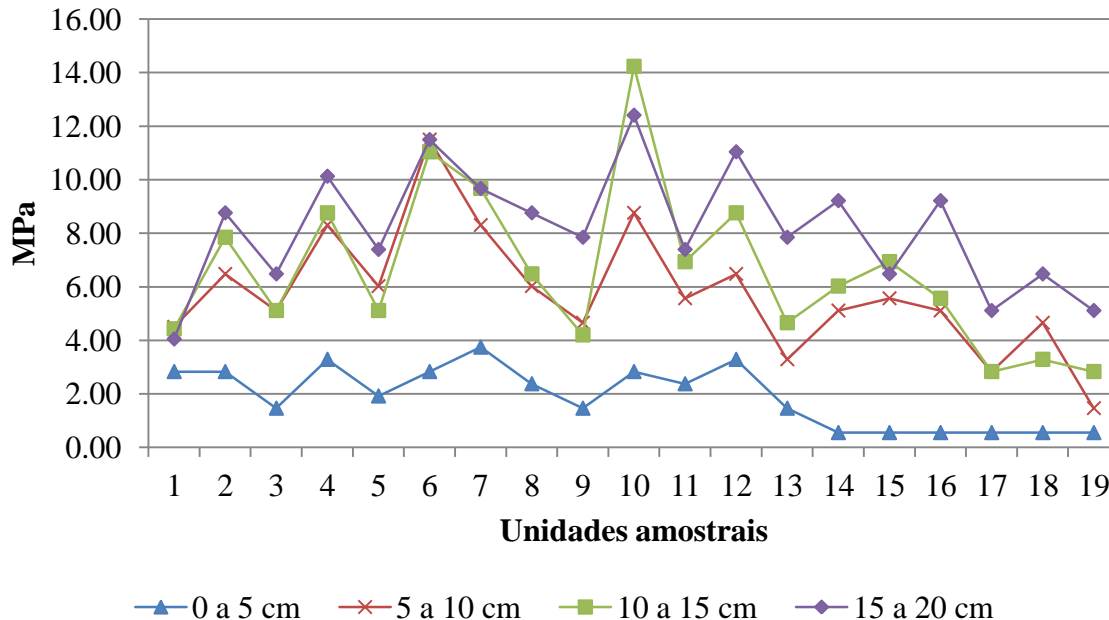


Figura 21 - Resistência do solo à penetração em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

As variáveis físicas do solo avaliadas indicaram, tanto quanto a qualidade química, o uso do local em tempo pretérito ao abandono. Percebeu-se uma maior resistência à

penetração, ou seja, maior nível de compactação nas unidades amostrais instaladas mais distantes do rio Jacuí (S1). De acordo com relatos dos habitantes próximos à área, no local existiam benfeitorias instaladas, que implicaram em compactação das camadas superficiais do solo, sendo que, depois do abandono da área, para a construção da Usina Hidrelétrica Dona Francisca, não foram mais realizadas intervenções no local. Já nas parcelas mais próximas ao rio (S2), a situação é diferente, sendo que, a menor resistência, evidenciando menor compactação no solo nessa porção da área, pode ter ocorrido em função da prática do cultivo de arroz irrigado, muito comum na região, onde não são feitos preparos que levam à compactação do solo, ou até mesmo a manutenção da vegetação florestal pode ter favorecido a menor compactação, por ser uma faixa adjacente ao curso hídrico.

#### 5.4.4 Análise de Componentes Principais

Considerando as variáveis químicas do solo, através da Análise de Componentes Principais, obteve-se 62,4% da variabilidade acumulada explicada por dois eixos, considerada satisfatória (FELFILI et al., 2007). O primeiro eixo, apresentou autovalor de 0,924, foi responsável por 36,3% da explicação da variabilidade e para o segundo eixo, com autovalor de 0,877, houve 26,1% de explicação.

As variáveis que se correlacionaram de forma expressiva (coeficiente de correlação, positivo ou negativo,  $\geq 0,8$ ), considerando a profundidade 0 – 10 cm (P1) foram alumínio e pH (-0,805), saturação por alumínio e alumínio (0,862), CTC efetiva e CTC pH<sub>7</sub> (0,978), e na profundidade 10 - 20 cm (P2) houve correlação entre saturação por alumínio com alumínio (0,999) e pH (-0,821), fósforo e cálcio (-0,862), CTC efetiva e CTC pH<sub>7</sub> (0,969), além da correlação entre o fósforo avaliado na camada 0-10 cm e o teor contido em 10 - 20 cm do solo (0,800).

Estas relações mostraram o comportamento das variáveis químicas do solo, sendo que, há relação inversa entre o alumínio e o pH, pois em função da correção da acidez do solo na área, houve substituição do alumínio por cátions como o cálcio e magnésio nos sítios de troca (MEURER et al., 2010). A capacidade de troca de cátions efetiva e em pH<sub>7</sub> são fortemente correlacionadas pois ambas expressam o complexo de troca do solo. Já o fósforo se correlacionou de forma negativa com o cálcio, pois de acordo com Meurer e Anghinoni (2010), grande quantidade de cálcio, proveniente da dissolução do cálcario, aumenta a

concentração de íons OH(-), que podem deslocar para a solução do solo, por troca de ligantes, o fósforo que estava adsorvido nos colóides.

Através do gráfico diagrama de ordenação gerado (Figura 22), pode-se observar a distinção de dois ambientes conforme a qualidade química do solo. O conjunto evidenciado no lado esquerdo da plotagem, mostra a situação das parcelas instaladas mais próximas (S2) ao rio Jacuí (13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19), sob Neossolo Flúvico, onde há maior teor de areia na composição do solo. As variáveis químicas que mais se relacionaram com esse ambiente foram fósforo (Pmelich), potássio (K), magnésio (Mg), nas profundidades do solo em 0 - 10 cm e 10 - 20 cm (P1 e P2 respectivamente), e pH e matéria orgânica (MO) nas camadas superficiais de 0-10 cm (P1).

Já no lado direito da plotagem, evidenciou-se que a maior parte das variáveis químicas do solo estão associada às parcelas mais distantes (S1) do rio, onde o solo foi classificado como Planossolo. Neste ambiente foi verificado maior teor de argila nas profundidade de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm, quando comparado à classe de Neossolo Flúvico.

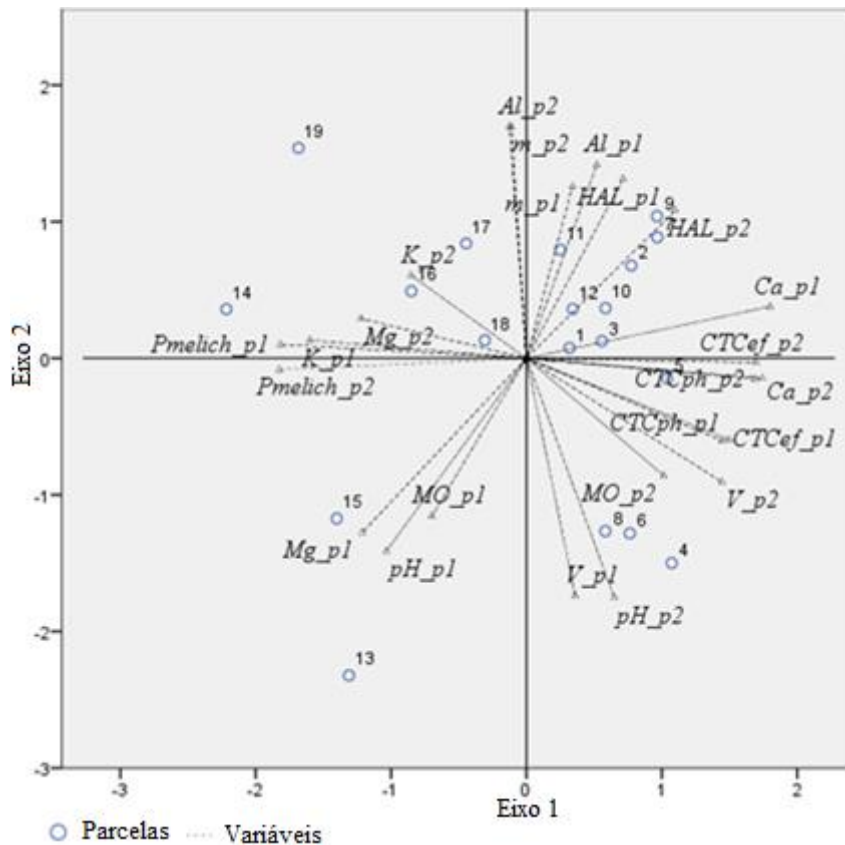


Figura 22 - Diagrama de ordenação para variáveis químicas do solo em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.



A Análise de Componentes Principais revelou as variáveis químicas do solo que foram mais expressivas considerando o autovetor significativo  $\geq 0,8$  (Apêndice E). Estas variáveis foram destinadas a compor matriz de dados utilizada na Análise de Correspondência Canônica, que será descrita adiante, buscando verificar a relação entre estas variáveis e a vegetação, caracterizada no Estudo 1. Dentre elas, considerando a profundidade de 0 - 10 cm, destacaram-se o cálcio (Ca), saturação por bases (V%) e fósforo (Pmelich), e em 10 - 20 cm pH, cálcio, alumínio (Al), CTC efetiva (CTCef), CTC pH 7,0 (CTCph7), saturação por alumínio (m%) e fósforo (Pmelich).

A Análise de Componentes Principais considerando as variáveis físicas do solo, mostrou-se satisfatória, com 71,7% de variabilidade acumulada em dois eixos, sendo que, no primeiro (autovalor de 0,836) houve 40,3% de explicação da variabilidade, e no segundo (autovalor de 0,758) 31,4% da variabilidade foi explicada.

Houve correlação significativa entre a quantidade total de poros e os macroporos (0,956) e entre a resistência à penetração nas camadas de 5 a 10 cm e 10 a 15 cm (0,906). Estas relações podem ser observadas no gráfico *biplot* (Figura 23) gerado pela PCA, onde há maior proximidade entre os autovetores destas variáveis. Os teores de argila também aparecem associados, mas com menor intensidade.

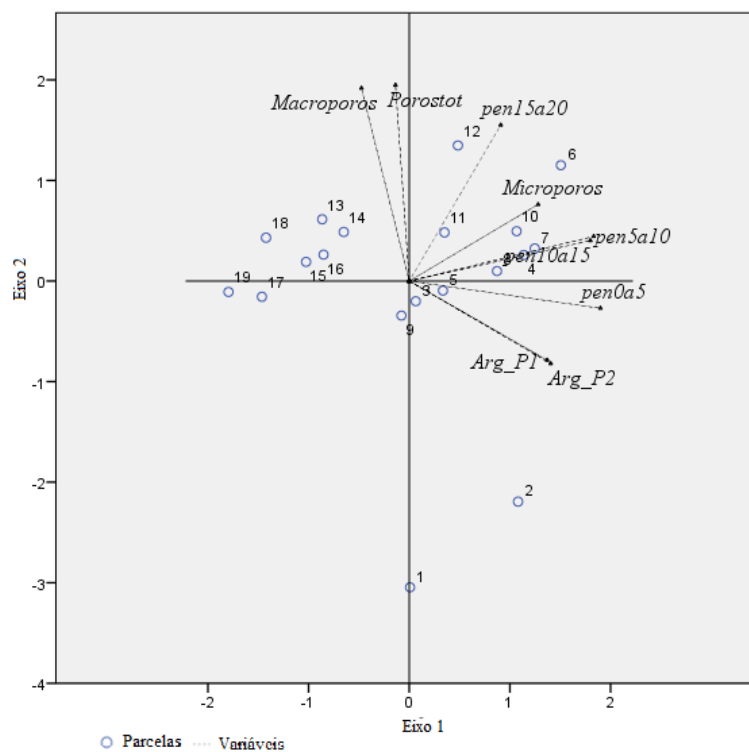


Figura 23 - Diagrama de ordenação variáveis físicas do solo, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Considerando o autovetor significativo  $\geq 0,8$ , as variáveis de física do solo presentes na matriz de dados da Análise de Correspondência Canônica, são a porosidade total, macroporos, associadas as parcelas 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19, instaladas mais próximas ao rio (S2), sob Neossolo Flúvico, e a resistência à penetração em todas as profundidades avaliadas (0 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 15 cm; 15 a 20 cm), relacionadas as parcelas mais distantes do rio (S1), sob Planssolo, onde houve maior resistência ao impacto.

#### 5.4.5 Análise de Correspondência Canônica

Para realização da Análise de Correspondência Canônica da regeneração natural R1 ( $DAS \leq 1$  cm), foram consideradas 16 parcelas de 8 m<sup>2</sup>, que haviam sido subdivididas em 256 subparcelas de 4 m<sup>2</sup> cada, no levantamento da vegetação descrito no Estudo 1, a fim de reduzir a dimensão da matriz de entrada de dados. Para esta classe de inclusão, o dimensionamento resultou na primeira matriz de espécies com 3 colunas (*Sebastiania commersoniana*, *Cupania vernalis* e *Prunus myrtifolia*) e 16 linhas (parcelas). Já a segunda entrada de dados, contendo as atributos ambientais, teve dimensão de 16 colunas x 16 linhas (variáveis).

Os autovalores da Análises de Correspondência Canônica acumulada nos eixos de ordenação, bem como a porcentagem de variabilidade acumulada e explicada por cada eixo constam na Tabela 12.

Tabela 82 - Significância das análises realizadas pelo método CCA, para dados de vegetação e solo, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS

Classe Ano	R1		R2				A1 + A2			
	2011		2011		2012		2011		2012	
Eixo	Av	Var. <sub>(%)</sub>	Av	Var. <sub>(%)</sub>	Av	Var. <sub>(%)</sub>	Av	Var. <sub>(%)</sub>	Av	Var. <sub>(%)</sub>
1	0,42	76,7	0,38	51,9	0,31	49,3	0,20	20,5	0,45	44,9
2	0,19	13,3	0,35	28,1	0,21	23,3	0,19	19,8	0,21	20,7
3	-	-	-	-	0,11	17,8	0,14	14,3	0,13	13,2
<b>Total</b>	-	<b>90</b>	-	<b>80</b>	-	<b>90,4</b>	-	<b>54,6</b>	-	<b>78,8</b>

Onde: Av = Autovalor; Var. = Porcentagem de variabilidade explicada (%); R1 = regeneração com  $DAS \leq 1$  cm; R2 = regeneração com  $1 \text{ cm} \leq CAP \leq 5,0$  cm; A1 + A2 = estrato arbóreo com  $CAP \geq 5,1$  cm.

Para a classe R1, o teste de permutação de Monte Carlo resultou em 0,55 ( $p = 0,01$ ), considerado satisfatório, indicando que a análise está refletindo a estrutura real dos dados (FELFILI et al., 2007).

Analisando o diagrama de ordenação (Figura 24), percebeu-se a associação positiva entre a espécie *Sebastiania commersoniana* com a resistência à penetração na camada superficial de 0 a 5 cm (pen1), que foi menor na parcela 3 (P3). A espécie se associou de forma negativa aos teores de cálcio e CTC efetiva e em pH 7,0 até 20 cm de solo, além da resistência à penetração em 5 a 10 cm (pen2).

Alguns estudos realizados em Floresta Estacional Decidual, já revelaram a relação entre *Sebastiania commersoniana* e variáveis ambientais. Dullius (2012) analisou a relação entre o solo e a vegetação ocorrente em uma floresta secundária, na região central do Rio Grande do Sul e verificou que a espécie se associou de forma negativa aos solos mais profundos. Rovedder et al. (no prelo) verificaram a relação da espécie com ambientes onde a declividade é menos acentuada e Scipioni et al. (2010), constataram maior abundância da espécie em terreno próximo ao curso d'água, na região do Planalto Meridional do estado.

A espécie *Cupania vernalis* se mostrou relacionada ao fósforo, em ambas as profundidades avaliadas (0 – 10 cm e 10 - 20 cm). Esta é uma espécie pertencente ao grupo ecológico das secundárias iniciais, podendo ser expressiva em todos os estágios sucessionais. A ocorrência de indivíduos desta espécie não é relacionada as características edáficas, o que foi observado por Scipioni et al. (2010), por meio de análises multivariadas, para *Cupania vernalis* e *Allophylus edulis*, espécies características da Floresta Estacional Decidual.

No trabalho de Dullius (2012), a autora verificou associação entre *Cupania vernalis* e o teor de areia do solo. No caso deste estudo, a correlação se deu com o elemento fósforo, que foi constatado em maiores quantidades nas parcelas onde há maior teor de areia, que são as parcelas mais próximas ao rio Jacuí, sob Neossolo Flúvico. Rovedder et al. (no prelo), observou a relação desta espécie com locais mais declivosos.

Já em Floresta Estacional Semidecidual, no estado de Minas Gerais, Pinto et al. (2008) verificaram que *Cupania vernalis* e *Allophylus edulis* caracterizaram um trecho de floresta madura, estando relacionadas às melhores condições de umidade e fertilidade do solo. Nesta mesma condição ainda aparecem associadas as espécies *Cabrlea canjerana*, *Guarea macrophylla*, *Prunus myrtifolia* e *Sapium glandulosum*, que são comuns à Floresta Estacional Decidual.

Neste estudo, a espécies *Prunus myrtifolia* esteve mais associada à capacidade de troca de cátions, tanto efetiva quanto em pH 7,0, avaliadas na camada de 10 a 20 cm, indicando

que na área estudada a espécie teve a abundância de indivíduos relacionada à qualidade química do solo. Há também relação com o teor de cálcio até 20 cm do solo e a resistência à penetração na camada de 5 a 10 cm (pen2). Schaefer et al. (2012), avaliando as relações em Floresta Estacional Decidual, em Minas Gerais, concluíram que a ocorrência e distribuição de *Prunus myrtifolia* esteve elencada às florestas sob Cambissolo, em sítios com maior abertura de dossel, elevada saturação por bases e boa fertilidade do solo. Além desta espécie, os autores relataram a mesma condição para *Nectandra lanceolata* e *Allophylus edulis*.

A representação da alocação das parcelas no diagrama de ordenação, que não ocorre de forma aglomerada, mas sim bem distribuída ao longo dos eixos, indicaram baixo ruído e ausência de dados redundantes (que poderim enfraquecer a análise), o que caracterizou melhor o ambiente. Essa condição foi obtida em função da pré-análise realizada por meio da PCA (FELFILI et al., 2007).

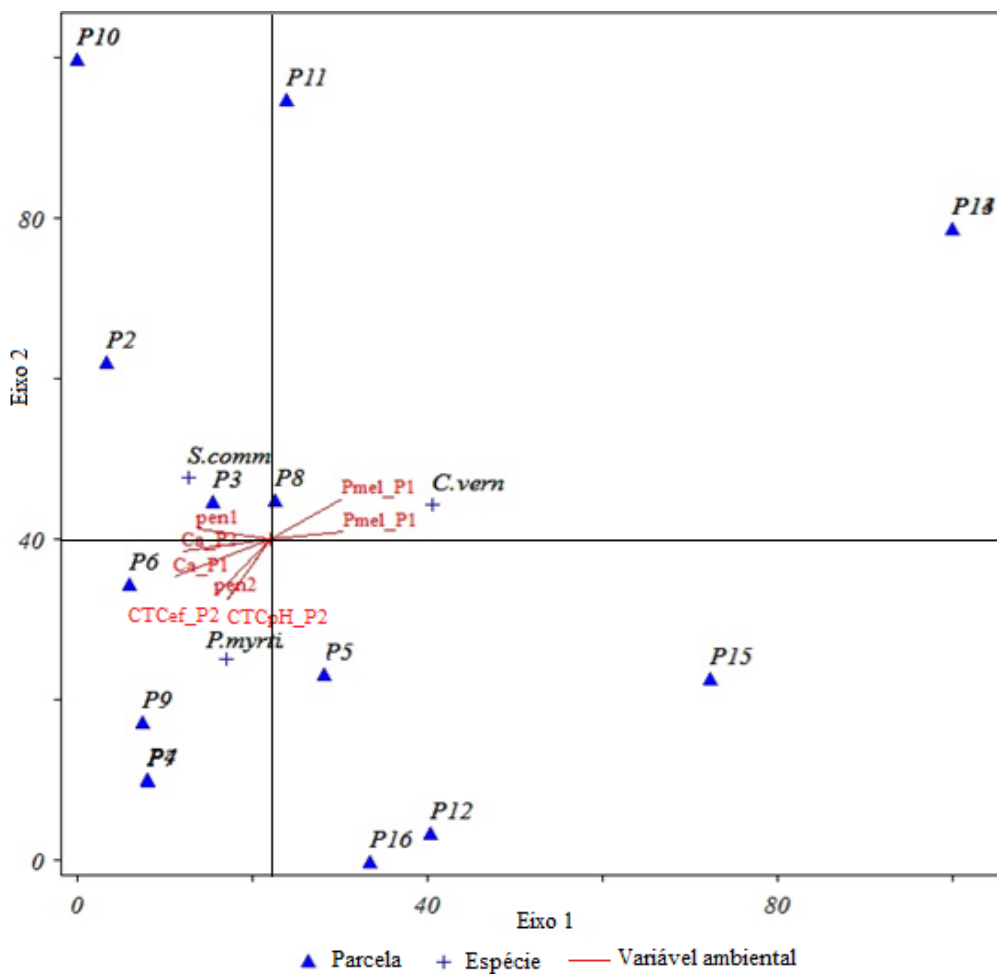


Figura 24 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa na classe R1 (regeneração natural), em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Para a classe da regeneração natural R2 ( $1 \text{ cm} \geq \text{CAP} \leq 5 \text{ cm}$ ), foram consideradas 16 parcelas de  $10 \text{ m}^2$ , que haviam sido subdivididas em 64 subparcelas de  $5 \text{ m}^2$  cada, no levantamento da vegetação descrito no Estudo 1.

A matriz de entrada contendo dados de abundância de espécies, para a classe R2, analisada no ano de 2011, teve dimensão de 3 colunas (espécies *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora* e *Escallonia bifida*) e 16 linhas (variáveis ambientais). O teste de Monte Carlo resultou em 0,73 ( $p = 0,01$ ), valor considerado satisfatório (FELFILI et al., 2007).

O diagrama de ordenação (Figura 25) mostrou a associação entre a espécie *Escallonia bifida* e a resistência à penetração na camada de 5 a 10 cm do solo (pen2), teor de cálcio e capacidade de troca de cátions efetiva e em pH 7,0, na profundidade de 10 – 20 cm. Na análise da vegetação (Estudo 1) verificou-se que a *Escallonia bifida* apresentou comportamento de espécie generalista, de ampla ocorrência e distribuição na área, em função das características ecológicas da espécie, pioneira e colonizadora de ambientes degradados, devido a sua rusticidade e boa adaptação.

A abundância das demais espécies não apareceu associada às variáveis ambientais, para esta classe de inclusão (R2). Verificou-se a mesma situação de distribuição das parcelas ao longo dos eixos, verificada na CCA da classe R1.

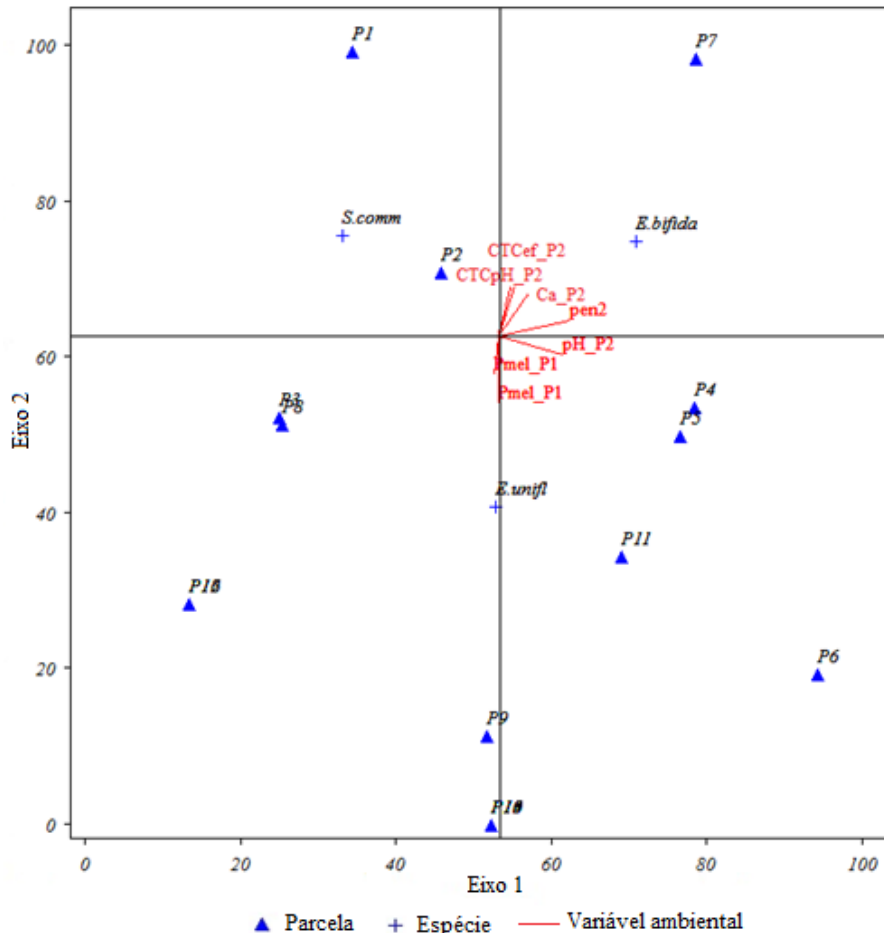


Figura 25 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa na classe R2 (regeneração natural), avaliada em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Analisando os dados de abundância da vegetação, avaliada no ano de 2012, para a classe de inclusão R2, o dimensionamento resultou na primeira matriz de espécies com 4 colunas (*Sebastiania commersoniana*, *Myrsine umbellata*, *Casearia sylvestris* e *Eugenia uniflora*) e 16 linhas (parcelas). A segunda entrada de dados (variáveis ambientais), teve dimensão de 16 colunas x 16 linhas. O teste de permutação de Monte Carlo resultou em 0,64 ( $p = 0,01$ ), considerado satisfatório (FELFILI et al., 2007).

Analisando o diagrama de ordenação (Figura 26), verificou-se associação da espécie *Casearia sylvestris* com o pH na profundidade de 10 – 20 cm, relacionado à parcela 5, onde o pH é de 5,5. O pH foi uma das variáveis que influenciou a distribuição da vegetação em Floresta Ombrófila Mista, em Santa Catarina, conforme constatado por Higuchi et al. (2012). Também esteve associado à maior diversidade de espécies em solo sob Floresta Estacional Semidecidual, em Minas Gerais (PINTO et al., 2008).

*Myrsine umbellata* se mostrou relacionada ao elemento alumínio, na camada de 10 - 20 cm, associada também a *Sebastiania commersoniana*, nas parcelas 3 e 7. Nestas parcelas o teor de alumínio foi de 0,6 e 0,5, respectivamente, valores mais elevados em comparação ao que foi verificado nas demais parcelas. Dullius (2012) não encontrou relação entre essas espécies e o teor de alumínio, em Floresta Estacional Decidual secundária. Já em outra situação, Calle-Rendón et al. (2011), em estudo na floresta Amazônica Colombiana, verificaram que o elemento alumínio foi associado a distribuição das espécies, em solo com baixa fertilidade e alto teor de areia.

A espécie *Eugenia uniflora* está associada à capacidade de troca de cátions (CTC), tanto efetiva quanto em pH 7,0, avaliadas na camada de 10 a 20 cm, além da resistência do solo na camada de 5 a 10 cm (pen2). A CTC foi uma das variáveis mais expressivas na diferenciação de ambientes, considerando a declividade, em Floresta Estacional Decidual (ALMEIDA, 2010).

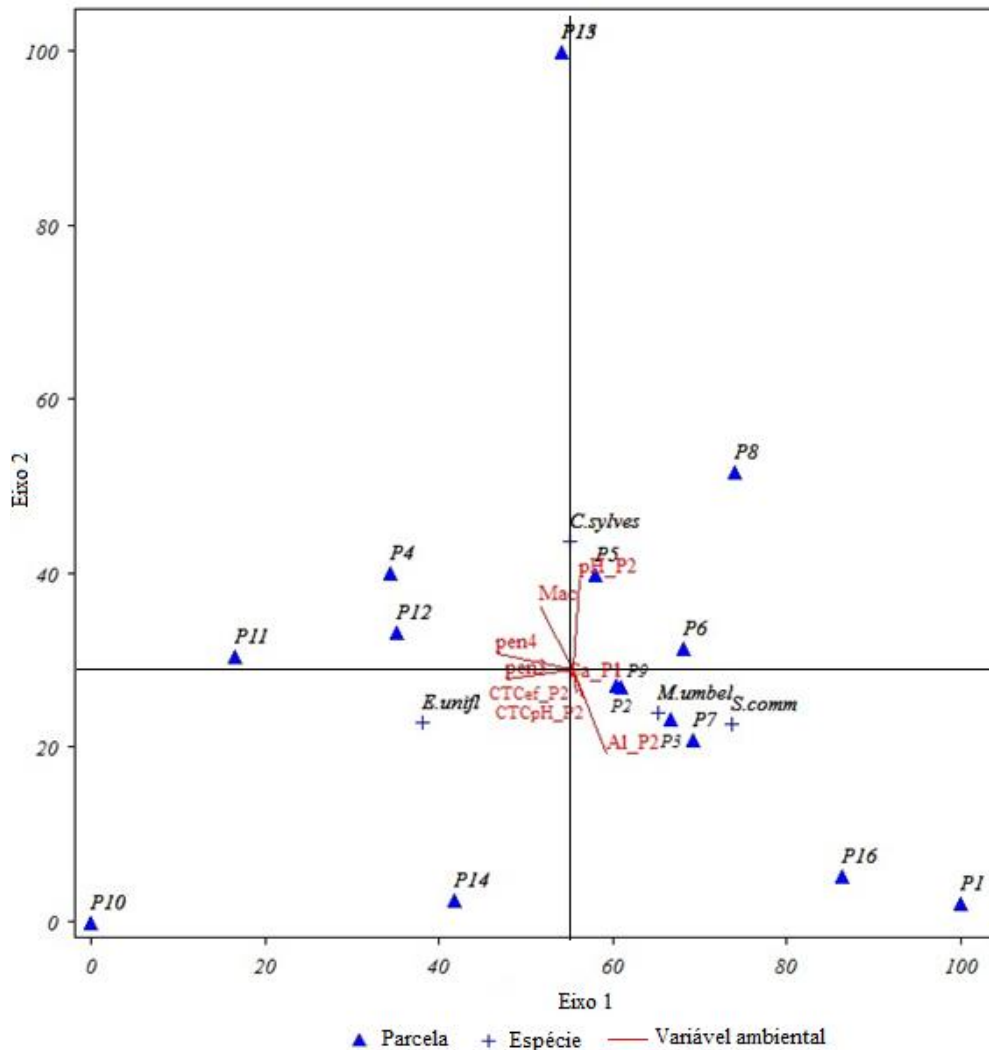


Figura 26 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa na classe R2 (regeneração natural), avaliada em 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Para o componente arbóreo, contemplado pelas classes de inclusão A1 e A2 ( $CAP \geq 5,1$  cm), os dados de abundância da vegetação, avaliada no ano de 2011, resultaram na primeira matriz de espécies com 9 colunas (*Luehea divaricata*, *Matayba elaeagnoides*, *Nectandra megapotamica*, *Escallonia bifida*, *Myrsine umbellata*, *Casearia sylvestris*, *Prunus myrtifolia* e *Sapium glandulosum*) e 19 linhas (parcelas). A segunda entrada de dados (variáveis ambientais), teve dimensão de 16 colunas x 19 linhas. O teste de permutação de Monte Carlo resultou em 0,52 ( $p = 0,01$ ), considerado satisfatório (FELFILI et al., 2007).

O diagrama de ordenação (Figura 27), revelou a associação da espécie *Escallonia bifida* ao elemento alumínio, na camada de 10 - 20 cm, na parcela 16. Já *Nectandra megapotamica*, *Jacaranda micrantha* e *Luehea divaricata* estão associadas ao pH (10 - 20



cm) e as espécies *Casaria sylvetsris* e *Matayba elaeagnoides* com a baixa resistência do solo em 5 a 10 cm (pen2). Pinto et al. (2008) estudaram uma floresta secundária, em estágio inicial de sucessão e verificaram que *Matayba elaeagnoides* ocorre em solos com maior porcentagem de areia, menos compactados, além de locais com maior abertura do dossel, na Floresta Estacional Semidecidual, em Minas Gerais.

Dullius (2012) encontrou resultado semelhante para as espécies *Luehea divaricata* e *Matayba elaeagnoides*, que se relacionaram ao pH e a profundidade do solo, respectivamente, sendo que, Rovedder et al. (no prelo) constatou que *Luehea divaricata* foi preferencial de locais menos declivosos.

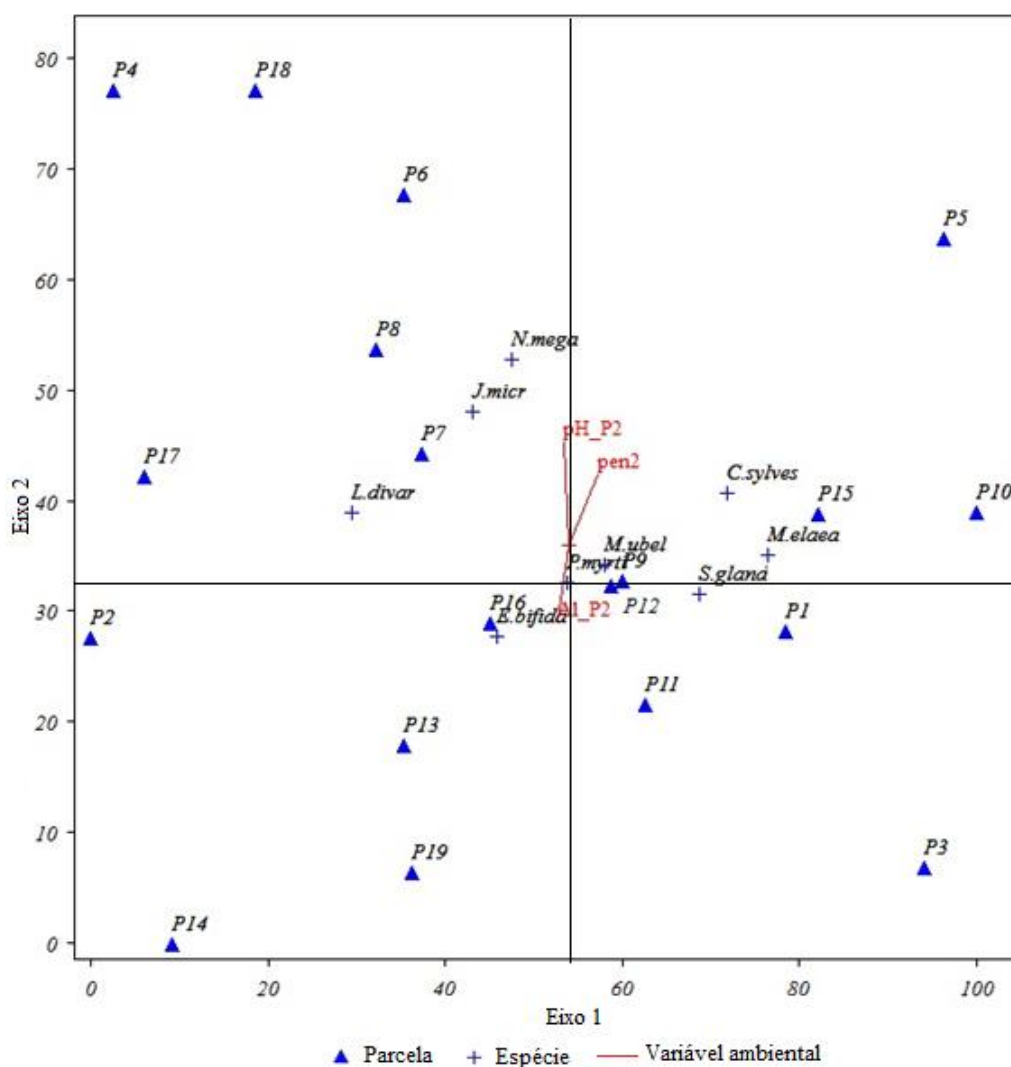


Figura 27 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa nas classes A1 e A2 (componente arbóreo), avaliada em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Os dados de abundância da vegetação do componente arbóreo, avaliado no ano de 2012, resultaram na primeira matriz de espécies com 9 colunas (*Luehea divaricata*, *Matayba elaeagnoides*, *Nectandra megapotamica*, *Escallonia bifida*, *Myrsine umbellata*, *Casearia sylvestris*, *Prunus myrtifolia* e *Sapium glandulosum*) e 19 linhas (parcelas). A segunda entrada de dados (variáveis ambientais), teve dimensão de 16 colunas x 19 linhas. O teste de permutação de Monte Carlo resultou em 0,8 ( $p = 0,01$ ), considerado satisfatório (FELFILI et al., 2007).

O diagrama de ordenação (Figura 28), revelou a associação da espécie *Jacaranda micrantha* com o elemento fósforo, até 20 cm de profundidade do solo. *Nectandra megapotamica* se mostrou relacionada, mas de uma forma menos intensa, aos macroporos do solo, sendo que, Lorenzi (2008) afirma que esta espécie não exige condições específicas de solo.

A espécie *Escallonia bifida* apareceu associada aos teores de cálcio, avaliados até 20 cm do solo (P1 e P2). Há relação ente *Matayba elaeagnoides* e *Sapium glandulosum* com a porosidade total, resistência do solo na camada superficial de 0 a 5 cm (pen1), e nesta classe de inclusão da vegetação, as espécies se mostraram associadas à saturação por bases (V%) na profundidade de 0 – 10 cm, junto às parcelas 4 e 11, onde a saturação foi maior que 70%. Pinto et al. (2008) também constataram a relação de *Sapium glandulosum* com a saturação por bases. Autores como Rovedder et al. (no prelo), Calle-Rendón et al. (2011) e Schaefer et al. (2012) associaram a fertilidade do solo como um atributo expressivo na caracterização, influenciando a abundância da vegetação, nas mais variadas situações de relevo e tipos florestais.

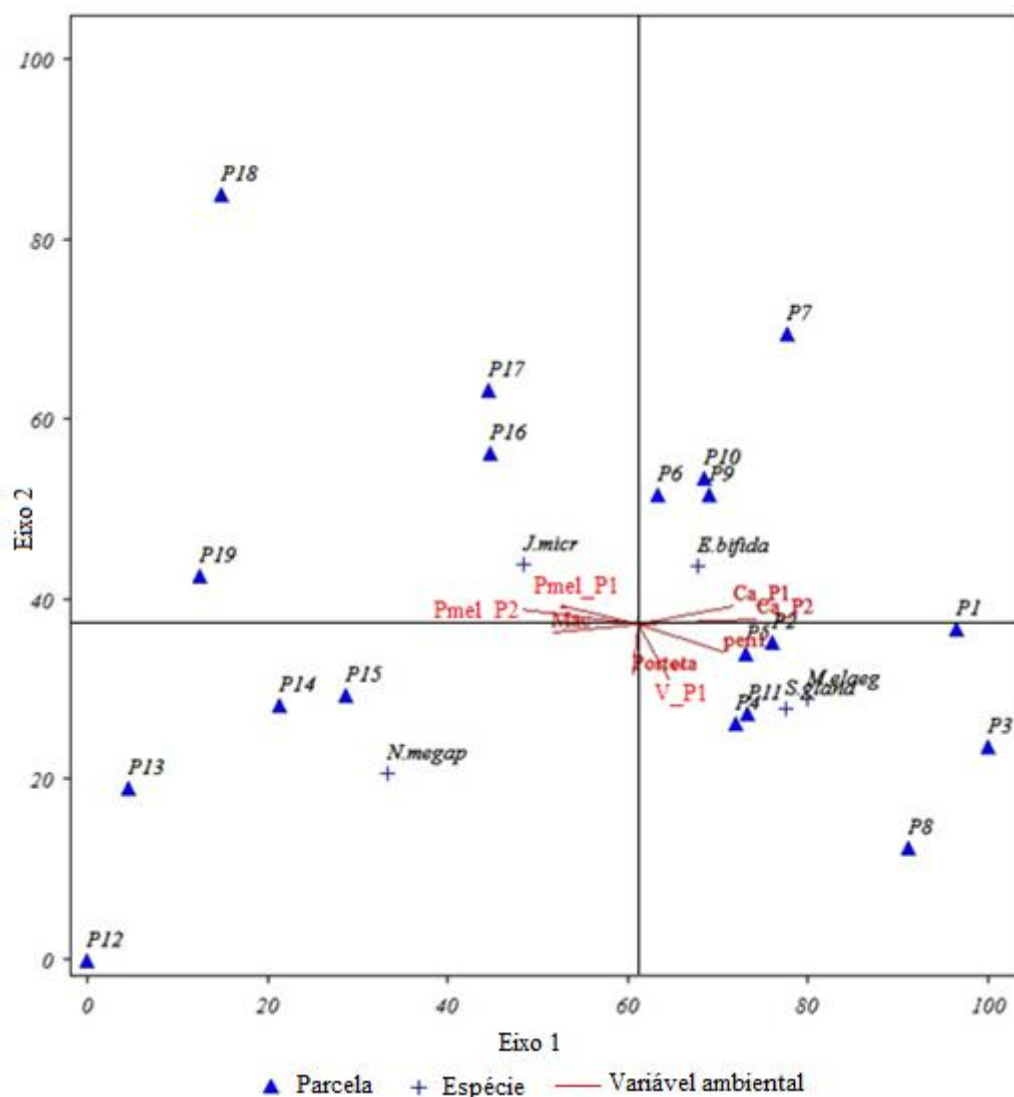


Figura 28 - Diagrama de ordenação de variáveis ambientais e abundância da vegetação inclusa nas classes A1 e A2 (componente arbóreo), avaliada em 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Analisando os resultados, de uma forma geral, observou-se que algumas relações já foram verificadas na literatura, no entanto, a carência de estudos que buscam verificar essas associações em área ripária limitam a análise de situações comparativas, levando em consideração a especificidade de sítios, condicionado pela formação vegetacional ocorrente e posição da comunidade na paisagem (SCHAEFER et al., 2012).

Alguns estudos em Floresta Estacional Decidual, mostram a variabilidade de relações entre características ambientais e a vegetação, como por exemplo, em Rovedder et al. (no prelo) e Almeida (2010), que detectaram a presença de espécies correlacionadas à capacidade

de troca de cátions, teor de argila, acidez trocável, variando de acordo com a diferença de declividade. Dullius (2012) verificou que as espécies distribuem-se em função da variação dos atributos pedológicos, condicionados principalmente pelo relevo da área.

No entanto, ao avaliar uma topossequência, Scipioni et al. (2011), verificaram que a qualidade química e granulometria do solo não influenciaram de forma significativa a distribuição e abundância de espécies, mas sim a declividade e o grau de desenvolvimento do solo. Dullis (2012) afirma que as associações entre a distribuição das espécies e gradientes ambientais só podem se tornar verdadeiros após a repetição do mesmo padrão em diversas áreas.

## 5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do solo revelou possíveis indícios do uso pretérito da área, bem como diferenças de classes de solo, características físicas e químicas, em relação à distância do curso hídrico. Devido a boa fertilidade desse solo, não seriam necessárias práticas de correção da acidez e adubação em plantios de diversidade em técnicas de restauração ecológica na área florestal.

De uma forma geral, houve variabilidade das características edáficas ao longo da área, as espécies ocorrentes na área exibiram algumas associações de acordo com os dois diferentes sítios, mas em sua maioria estas apresentaram comportamento de generalistas, ou seja, mostraram aptidão e rusticidade, considerando que boa parte da vegetação pertence ao grupo ecológico das pioneiras e secundárias iniciais.

A distribuição da vegetação se relacionou com algumas variáveis, ao longo do gradiente ambiental, geralmente associadas à qualidade química (fósforo, pH, cálcio, alumínio, saturação por bases e CTC) e à variável física do solo referente a resistência à penetração.

## 6 CONCLUSÃO

Pode-se observar na área que atualmente está isolada, abandonada após ter sido destinada à agricultura, o processo de sucessão e restauração ecológica, com presença de espécies potenciais, sendo estas *Allophylus edulis*, *Eugenia uniflora*, *Sebastiania commersoniana*, *Myrsine umbellata*, asteráceas na regeneração natural junto com *Escallonia bifida* e *Jacaranda micrantha* no componente arbóreo. Tais espécies foram expressivas na caracterização e composição da comunidade florestal, em função da rusticidade e adaptação às condições ambientais da área, atuando como colonizadoras de ambientes ripários degradados. Nessa situação somente o isolamento já foi suficiente para promover a restauração ecológica inicial da comunidade florestal.

Verificou-se a ocorrência da dinâmica de substituição de espécies na área, processo esperado em um local em estágio de sucessão, sendo que essa situação pode ser claramente observada na análise do comportamento da espécie *Escallonia bifida*, que está apresentando redução de indivíduos na comunidade, à medida que espécies com maiores exigências ecológicas se desenvolvem.

O solo da área revelou situações distintas quanto as características químicas, físicas e morfológicas, em relação à proximidade do curso hídrico, onde as classes de Planossolo e Neossolo Flúvico condicionaram a variabilidade ambiental, no ecossistema ripário, evidenciando o uso pretérito do local em função da elevada fertilidade.

Algumas associações entre variáveis ambientais, especialmente os atributos químicos e físicos do solo foram verificadas, no entanto, a visualização de padrões quanto a distribuição das espécies conforme o gradiente ambiental ainda não está bem nítida, o que pode estar ocorrendo em função das rápidas mudanças estruturais e dinâmica da comunidade florestal da área.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.M. **Relação solo-fitossociologia em um remanescente de Floresta Estacional Decidual**. Dissertação de Mestrado, PPGEF/Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants: **APG III**. 2012. Disponível em: Angiosperm Phylogeny website, version 12: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html>. Acesso em: 01/01/2013.

ARAGÓN, R.; GROOM, M. Invasion by *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) in NW Argentina: early stage characteristics in different habitat types. **Revista Biología Tropical**. v.51, n.1, p.59-70. 2003.

ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; BARROS, P. L. C.; FRANCO, S. Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.

ARCHER, J.R.; SMITH, P.D. The relation between bulk density, available water capacity, and air capacity of soils. **Journal of Soil Science**, London, v.23, n.4, p.475-480, 1972.

BARDDAL, M.L.; RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G.R. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 37-50.

BRANCALION, P.H.S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. restauração baseada na sucessão determinística, buscando reproduzir uma floresta definida como modelo. In: RODRIGUES, R.R.; et al. (orgs). **Pacto pela restauração da mata atlântica : referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 260p.

BRASIL. **Lei Nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 15 de Julho de 2013.

BRASIL, **Decreto Estadual Nº 44.186**, de 19 de dezembro de 2005. Disponível em: <http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id4710.htm>. Acesso em: 25/10/2012.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia: base para el estudio de las comunidades vegetales**. 3.ed. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820 p.

BRENA, D. A.; LONGHI S. J. **Inventário Florestal**. In: ITAQUI, J. (org.) Quarta Colônia: inventários técnicos. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002. 44p.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2. ed. Iowa: Brown Publishers, 1984. 226 p.

BUDKE, J.C.; GIEHL, E.L.H.; ATHAYDE, E.A.; EISINGER, S.M.; ZÁCHIA, R.A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta bot. bras.** 18(3): 581-589. 2004.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42.

BUSATO, L.C.; JUNIOR, R.C.; VIEIRA, J.; ESPERANÇA, A.A.F.; MARTINS, S.V. Aspectos ecológicos na produção de sementes e mudas para a restauração. In: MARTINS, 2012 (ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Editora UFV, Viçosa. Minas Gerais. 2012. 293p.

CALLE-RENDÓN, B.R.; MORENO, F.; CÁRDENAS-LÓPEZ, D. Relación entre suelos y estructura del bosque en la Amazonía colombiana **Rev. Biol. Trop.** (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 59 (3): 1307-1322, 2011.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v.1. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1040p.

CHOKKALINGAN, U.; JONG, W.D. **Secondary Forest: a working definition and tipology**. International Forestry Review, 3 ed. 2001, 19-24p.

CÔRREA, R.S.; BRUN, E.J.; ROPPA, C.; SCHUMACHER, M.V. Comportamento nutricional de algumas espécies nativas em Santa Tereza. In: SCHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J. BRUN, E. J.; KILCA, R. V. (eds). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria, 2011, 320p.

CQFS, COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal dos estados do RIO Grande do SUL E DE Santa Catarina. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10 ed. Porto alegre, 2004. 400p.

DE MARCHI, T.C.; JARENKOW, J.A. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 241-248, jul./dez. 2008.

DIAS, C. A.; MELLO, S. C.; CASTAMAN, D. et al. Estudo florístico e fitossociológico do município de Santa Maria, RS. I Etapa: Depressão Central - Morros Testemunha. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAI DO MERCOSUL 1. Santa Maria, 1996. **Anais ...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1986. p. 97-118, 1996.

DICK, G.; D'AVILA, M. Avaliação das síndromes de dispersão de diásporos em fragmentos de Floresta Estacional Decidual como subsídio para a restauração ecológica. In: IV Simpósio de Restauração Ecológica: Desafios atuais e futuros. **Anais...** São Paulo, 16 a 18 de novembro de 2011. p 251.

DULLIUS, M. **Vegetação e solos de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado, PPGCS/Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

DURIGAN, G. Estrutura e diversidade de Comunidades florestais. In: MARTINS, S.V. (Org). **Ecologia de Florestas Tropicais no Brasil**. Viçosa, MG. Ed.: UFV, 2012. p371.



DURIGAN, G.; ENGEL, V.L. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir?. In: MARTINS, S.V. (org). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. UFV: Viçosa, MG. 2012. 293p.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SAITO, M.; BAITELLO, J.B. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.4, p.369-381, 2000.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações técnicas florestais**, Brasília, v.5, n.1, p.69, 2003.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; LIBANO, A.M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B.A. da.S. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2007. 60p

FELFILI, J.M.; ROITMAN, I.; MEDEIROS, M.M; SANCHEZ, M. Procedimentos e métodos de amostragem de vegetação. In: FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa, MG, Ed UFV, 2011. 95p.

FELKER, R.M.; ROVEDDER, A.P.M.; SOMAVILLA, T.M.; PECATI, A.; LANZARIN, K.; HUMMEL, R. Diversidade florística da floresta estacional em processo de restauração na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. In: II REFOREST: Simpósio Nacional sobre Restauração Florestal. **Anais...** Viçosa, MG. 07 a 09 de agosto de 2013.

FERREIRA, A.G.; CASSOL, B.; ROSA, S.G.T.; SILVEIRA, T. S.; STIVAL, A.L.; SILVA, A.A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 15, n. 2, 231-242p., 2001.

FERREIRA JUNIOR, W.G.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SILVA, A.F. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais da Mata Atlântica. In: MARTINS, S.V. (Org). **Ecologia de Florestas Tropicais no Brasil**. Viçosa, MG. Ed.: UFV, 2012. 371p.

FONSECA, R.C.B.; FONSECA, I.C.B. Utilização de métodos estatísticos multivariados na caracterização do mosaico sucessional em floresta semidecidual. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 351-359, 2004.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L.E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, 1995. 753-767 p.

GAUCH, H. G. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 180p.

GEE, G. W.; BAUDER J. W. **Methods of soil Analysis**. Second edition. Madison. WI: American Society of Agronomy-Soil Science Society of America. 1986.

GIEHL, E.L.H. (coord). **Flora Digital do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 2012. Disponível em: <http://ufrgs.br/floradigital>. Acesso em:05/03/2012.

GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas**. Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1999. 48p.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 3 ed. Oxford: Blackwel Scientific, 1982. (Studies in Ecology, v.9).

GONG, Z.; ZHANG, X.; CHEN, J.; ZHANG, G. Origin and development of soil science in ancient China. **Geoderma**. 115 (p 3-13), 2003.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 528p.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, p. 185-206, 2001.

HATTORI, E. K. O; NAKAJIMA, J. N. A família Asteraceae na Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental Galheiros, Perdizes. Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** n. 59, v. 4. p. 687-749, 2008.

HERRMANN, M. L . DE P.; ROSA, R. DE O. **Relevo**. In : IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro; 1990. p 55-84.

HIGUCHI, P.; SILVA, A.C.; FERREIRA, T.S.; SOUZA, S.T.; GOMES, J.P.; SILVA, K.M.; SANTOS, K.F.; LINKE, C.; PAULINO, P.S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 79-90, jan.-mar., 2012.

HILL, M. O.; BUNCE, R. G. H.; SHAW, M. W. Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification, and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. **The Journal of Ecology**, v. 63, n.2, p.597-613, 1975.

HOLDRIDGE, L.R. **Ecologia baseada em zonas de vida**. San Jose: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1978.

HÜLLER, A.; RAUBER, A.; WOLSKI, M.S.; ALMEIDA, N.L.; WOLSKI, S.R.S. Estrutura fitossociológica da vegetação arbórea do parque natural municipal de Santo Ângelo, Santo Ângelo, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 629-639, out.-dez., 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25/04/2013

ISERNHAGEN, I.; BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G.; GANDOLFI, S. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. In: RODRIGUES, R.R.; et al. (orgs). **Pacto pela**

**restauração da mata atlântica : referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo : LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009. 260p.

IVANAUSKAS, N.M.; ASSIS, M.C. Formações florestais brasileiras. In: MARTINS, S.V. (Org). **Ecologia de Florestas Tropicais no Brasil.** Viçosa, MG. Ed.: UFV, 2012. 371p.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (eds) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2009, p. 45-71.

JARENKOW, J.A.; WAECHTER, J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revta brasil. Bot.,** São Paulo, V.24, n.3, p.263-272, set. 2001.

JENNY, H. **Factors of soil formation.** A System of Quantitative Pedology. New York: McGraw-Hill, 1941. 281p.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e restauração da Floresta Tropical. In: KAGEYAMA, P. et al. (orgs). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais.** Botucatu: FEPAF, 1ª ed. 2008, 340 p.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach.** New York: John Wiley and Sons, 1992, 363p.

KERSTEN, R.A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso.** Viçosa, MG, Ed UFV, 2011. 95p.

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

KILCA, R.V.; LONGHI, S.J. **A composição florística e estrutura das florestas secundárias no rebordo do Planalto Meridional.** In: SCHUMACHER, M. V. et al.(eds). A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria, 2011, 320p.

KILCA, R.V. **A sucessão secundária na Floresta Estacional Decidual Subtropical do Rio Grande do Sul, Brasil.** Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2014.

KLEIN, R. M. Síntese ecológica da floresta estacional da bacia do rio jacui e importância do reflorestamento com essências nativas (RS). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1989, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, 1984. 3v, . 2. p 265-278

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. **Geografia do Brasil: Região Sul.** In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. v.2, 1990, p.113-150.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** Campinas: SBCS/SNLCS, 3 ed. 1996, 83p.

LESCURE, J.P.; BOULET, R. Relationships between Soil and Vegetation in a Tropical Rain Forest in French Guiana. **Biotropica** 17(2): pp 155-164. 1985.

LIEBSCH, D.; ACRA, L.A. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de floresta ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR. **Rev. Acad.**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 167-175, abr./jun. 2007.

LOMBARDI, J.A. 2010. Oleaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB119907>).

LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KRÜGEL, M.; et al. Padrões de distribuição espacial de espécies florestais em fragmento de mata ciliar, São Pedro do Sul, RS, Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 8., 2000, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata, 2001. p. 549-555.

LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J. B.; FREITAS, R. A.; CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.115-133, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol 1, 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. p.295.

MAGNAGO, L. F. S.; MARTINS, S. V.; VENZKE, T. S.; IVANAUSKAS, N. M. Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica como referência para a restauração florestal. In: MARTINS, S.V. (org). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. UFV: Viçosa, MG. 2012. 293p.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação**. Porto Alegre: Ed. EST, 2002. 118p.

MARTINI, A. M. Z. **Estrutura e dinâmica populacional de três espécies arbóreas tropicais**. Dissertação de mestrado. UNICAMP, Campinas, 1996.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; CALEGARI, L. Sucessão Ecológica: Fundamentos e Aplicações na Restauração de Ecossistemas Florestais. In: MARTINS, S.V. (Org). **Ecologia de Florestas Tropicais no Brasil**. Viçosa, MG. Ed.: UFV, 2012. p371.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**, v.3.12. Oregon: MjM Software Design. 1997. 40p.

McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. **Multivariate statistics for wildlife and ecology research**. Springer Science and Business Media, New York. 2000.

MENDONÇA, J.F.B. **Solo: substrato da vida**. Embrapa. 2ª ed. Brasília, DF. 2010.129p.

MEURER, E.J.; ANGHINONI, I. A solução do solo. In: MEURER, E.J. (org.) **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 4ª ed. 2010. 266p.

MEURER, E.J.; RHEINHEIMER, D.R.; BISSANI, C.A. Fenômenos de sorção em solos. In: MEURER, E.J. (org.) **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 4ª ed. 2010. 266p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 2000. **Lei Nº 9.985, 2000**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 06. nov. 2011.

MORENO, J. A . **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 83 p.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de Levantamento do componente arbóreo-arbustivo In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.) **Fitosociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2011. 556 p.

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

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1974. 547p.

NARVAES, I.; 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. **Revista Ciência Florestal**, v. 18, 2008, p 233-245.

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

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara. 1988. 434p.

OLIVEIRA FILHO, A. T. **TreeAtlas 2.0, Flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; CARVALHO, D.A.; FONTES, M.A.L.; VAN DEN BERG, E.; CURI, N.; CARVALHO, W.A.C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma florestasemidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasil. Bot.**, V.27, n.2, p.291-309, abr.-jun. 2004.

OPA. Organização para Proteção Ambiental. In: **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. Fundação Cargill. Ed.AGWM, São Paulo, 2007. p. 18.

PEDRON, F.A.; DALMOLIN, R.S.D. Solos da região do rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J. BRUN, E. J.; KILCA, R. V.(eds). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria, 2011, 320 p.

- PIANKA, E.R. On r-and K-selection. **American Naturalist**, v. 104, n.927, p.592-597, 1970.
- PIJL, L. V. D. **Principles of dispersal in higher plants**. 2. ed. Berlim: Springer-Verlag, 1982.
- PILLAR, V.D. Suficiência amostral. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Eds). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: Rima. p.25-43. 2004.
- PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F.; DIAS, H.C.T.; KUNZ, S.H. Influence of environmental variables on the shrub and tree species distribution in two Semi-deciduous Forest sites in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v.56, n.3, p. 1557-1569, 2008.
- POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em Florestas do Brasil. In: MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; CALEGARI, L. Sucessão Ecológica: Fundamentos e Aplicações na Restauração de Ecossistemas Florestais. In: MARTINS, S.V. (Org). **Ecologia de Florestas Tropicais no Brasil**. Viçosa, MG. Ed.: UFV, 2012. p371.
- POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. **Ciclagem de nutrientes em florestas nativas**. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: IPEF, 2005, 427p.
- PRICHTETT, W. L.; FISHER, R. **Properties and management of forest soil**. 2nd ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1987. 488 p.
- PRODAN, M. et al. **Mensura forestal**. San José: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1997. 586 p.
- PUIG, H. O papel dos solos sobre a distribuição dos agrupamentos e das espécies florestais tropicais. In: **A Floresta Tropical Úmida**. São Paulo-Editora UNESP, 2008. pgs 113-114.
- RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: Selbach, 1956. 471p.
- REICHERT, J.M.; REINERT, D.L. Relação solo-água-planta na produção florestal. In: **Solos Florestais**. Material Didático, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2009. 290p.
- REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação** 1 (1), p. 28-36, 85-92. . 2003
- REIS, A.; TRES, R.D.; SIMINSKI, A. **Restauração de áreas degradadas: imitando a natureza**. Material didático do Curso de RAD. Florianópolis, SC. 2006. 90p.
- REIS, A.; TRES, D. A. **Nucleação: Integração das comunidades naturais com a paisagem**. In: Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas. Fundação Cargill. Ed.AGWM, São Paulo, 2007. p. 29 – 55.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. et al. (orgs). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, 1ª ed. 2008, 340 p.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Sellowia, 1983. 525p.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Disponível no site: [www.ufsm.br/ifcrs](http://www.ufsm.br/ifcrs). Acessado em 26/09/2011.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares**. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 235-247.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (eds) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2009, p. 45-71.

ROSA, S.F.; LONGHI, S.J.; LUDWIG, M.P. Aspectos florísticos e fitossociológicos da reserva capão de Tupanciretã, Tupanciretã, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 15-25, jan.-mar., 2008.

ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; COELHO, R.M.; MENK, J.R.F.; ROCHA, F.T.; PFEIFER, R.M.; DEMARIA, I.C. Relação Solos/Vegetação em Área Natural no Parque Estadual Porto Ferreira, São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 45-61, jun. 2005.

ROVEDDER, A.P.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; DALMOLIN, R.S.D.; REICHERT, J.M.; SCHENATO, R.B. Compreensão e aplicabilidade do conceito de solo florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 519-530, jul.-set., 2013.

ROVEDDER, A.P.M. et al. Relação solo-vegetação em remanescente de Floresta Estacional Decidual na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. (no prelo).

RUGGIERO, P.G.C.; PIVELLO, V.R.; SPAROVEK, G.; TERAMOTO, E.; NETO, A.G.P. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? **Acta bot. bras.** 20(2): 383-394. 2006.

SCIPIONI, M.C.; LONGHI, S.J.; PEDRON, F.A.; ARAUJO, M.M. **Análise dos padrões florísticos e estruturais da comunidade arbórea-arbustiva em gradientes de solo e relevo**. In: SCHUMACHER, M. V. et al.(eds). A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria, 2011, 320p.

SCIPIONI, M.C.; LONGHI, S.J.; REINERT, D.J.; ARAUJO, M.M.; PEDRON, F. de A. Distribuição do compartimento arbóreo em gradiente de relevo e solos na encosta Meridional da Serra Geral, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p. 1295-1301, jun, 2010.

SCHAEFER, C.R.G.R.; MENDONÇA, B.A.F.; JÚNIOR, W.G.F.; VALENTE, E.L.; CORRÊA, G.R. Relações Solo-vegetação em alguns Ambientes Brasileiros: Fatores edáficos e florística. In: MARTINS, S.V. (Org). **Ecologia de Florestas Tropicais no Brasil**. Viçosa, MG. Ed.: UFV, 2012. 371p.

SCHENATO, R.B. **Dinâmica do fósforo de sedimentos de uma pequena bacia hidrográfica de cabeceira**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SCHILLING, A.C.; BATISTA, J.L.F.; COUTO, H.Z. Ausência de estabilização da curva de acumulação de espécies em florestas tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 101-111, jan.-mar., 2012.

SCHORN, L. A.; LANZER, S. **Fitossociologia Florestal**. Material didático – Apostila, 2009.

SCHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J. BRUN, E. J.; KILCA, R. V. (eds). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria, 2011, 320p.

SCOTTI, M.S.V. **Dinâmica da Vegetação em Remanescente de Floresta Estacional Subtropical**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. 2012.

SILVA, F. DE A.S.E.; AZEVEDO, C.A.V. **Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows**. Campina Grande, SP. 2002.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 2 ed. Viçosa, Mg; Ed UFV, 2011. pg 175-177.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógmas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2ªed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA. Nova Odessa, SP. 2008. 675 p.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim n.1). 1983. 9p.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto alegre: EMATER/RS – ASCAR, 2008. 222p.

TABARELLI, M.; MACHADO, P. F. dos S.; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos de um trecho de mata ciliar do rio Ibicuí, nos Municípios de Alegrete e São Francisco de Assis, RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: CEPEF/FATEC – UFSM, 1992. p.416-428.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector method for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, v. 67, p. 1167-1179, 1986.

TER BRAAK, C. J. F. Ordination. In: JONGMAN, R. H. G; TER BRAAK, C. J. F.; VAN TONGEREN, O. F. R. (Eds.) **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: University Press Cambridge, 1995. p.91-173.



TOLEDO, L.O.; ANJOS, L.H.C.; COUTO, W.H.; CORREIA, J.R.; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F. Análise multivariada de atributos pedológicos e fitossociológicos aplicada na caracterização de ambientes de Cerrado no norte de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.33, n.5, p. 957-968, 2009.

TROEH, F. R., THOMPSON, L. M. **Soil and soil fertility**. Oxford: Blackwell Publishing, 6. ed., 2005. 489 p.

SILVA, L.F. **Solos tropicais** – aspectos pedológicos, ecológicos, ecológicos e de manejo. São Paulo: Brasiliis Editora, 1996. 137p.

VACCARO, S. **Crescimento de uma Floresta Estacional Decidual, em três estágios sucessionais, no município de Santa Tereza, RS, Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.1-18. 1999.

VICINI, L; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 215p.

VOLPATO, G.H.; LOPES, E.V.; ANJOS, L.; MARTINS, S.V. O papel ecológico das aves dispersoras de sementes na restauração ecológica. In: MARTINS, S.V. (org). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. UFV: Viçosa, MG. 2012. 293p.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. **Spatial dynamics of a primary succession: nucleation**. *Journal of Ecology*, 1974, p. 417-428.

WILDE, S. A. **Forest soils: their properties and relation to silviculture**. New York: The Ronald Press Company, 1958. 536 p.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A** – Autovetores gerados por Análise de Componentes Principais, para a regeneração natural (R1 e R2), avaliada em 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

Classe Espécies	R1 (2011)				R2 (2011)		R2 (2012)	
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP1	CP2	CP1	CP2
L_divar	-,163	,150	-,063	<b>,348</b>	,165	<b>,508</b>	-	-
Asteracea	<b>,660</b>	-,162	-,088	-,199	-,313	<b>-,604</b>	-	-
S_comm	<b>,750*</b>	-,309	,126	-,014	<b>0,768*</b>	-0,69	-,315	<b>-,715*</b>
M_elaea	<b>-,606</b>	,212	-,349	-,193	-	-	,357	<b>,620</b>
C_vern	,144	<b>,776*</b>	,091	-,325	-	-	-	-
O_pub	-,072	-,095	<b>,639</b>	-,227	-	-	-	-
Canela_sp	-,373	<b>-,469</b>	,008	-,050	-	-	-	-
N_meg	,174	-,425	-,118	<b>-,528</b>	<b>-,657</b>	-,140	-	-
E.bifi	,109	-,058	<b>-,686</b>	-,184	-,160	<b>,717*</b>	<b>,450</b>	-,109
M_umbel	,345	,006	,022	<b>,458</b>	<b>,637</b>	,414	<b>-,704*</b>	-,256
C_sylv	<b>-,367</b>	-,291	,223	-,102	<b>-,621</b>	-,022	<b>,702*</b>	-,311
A_edul	-,276	,284	-,166	<b>,524</b>	-,233	<b>,673</b>	<b>,643</b>	-,424
M_ilic	<b>-,543</b>	,087	,043	-,150	-	-	-	-
P_myrt	,223	<b>,827*</b>	,111	-,320	<b>,660</b>	-,206	-	-
Piper	-,349	-,165	<b>,300</b>	,068	<b>,641</b>	-,151	-	-
E_unif	<b>,620</b>	,068	,377	,056	<b>,740*</b>	,030	,242	<b>-,724*</b>
Psicotria	-,236	-,049	-,176	<b>-,569</b>	-	-	-	-
Cestrum	-	-	-	-	<b>,459</b>	-,427	-	-
M.parag	-	-	-	-	-,204	<b>,324</b>	-	-
S.gland	-	-	-	-	<b>,411</b>	,377	-	-
D.frutes	-	-	-	-	-	-	<b>-,402</b>	-,219

Onde: Autovetores em negrito = variável correspondente ao respectivo CP (componente principal/eixo); \* = autovetor significativo.

**APÊNDICE B** – Autovetores gerados por Análise de Componentes Principais, para o estrato arbóreo (A1 + A2), avaliado em 2011 e 2012, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

Classe Espécies	A1 + A2 (2011)		A1 + A2 (2012)	
	CP1	CP2	CP1	CP2
L.divar	,054	<b>,723*</b>	-,470	<b>-,501</b>
S.comm	<b>-,608</b>	,592	<b>-,579</b>	-,099
M.elaeag	<b>-,937*</b>	-,216	<b>-,831*</b>	-,050
O.pub	<b>-,623</b>	,546	-	-
C.canj	<b>-,478</b>	-,438	-	-
N.megap	<b>,749*</b>	,203	-,163	<b>-,857*</b>
E.bifida	-,089	<b>-,745*</b>	,221	<b>,876*</b>
M.umbel	<b>,860*</b>	-,007	<b>,682</b>	-,533
J.micr	,074	<b>,802*</b>	<b>-,700*</b>	-,425
C.sylves	<b>,837*</b>	,091	,661	<b>-,683</b>
A.edulis	<b>-,490</b>	,268	<b>-,495</b>	,105
S.romanz	<b>,663</b>	,248	<b>,654</b>	-,026
P.myrti	<b>,752*</b>	,341	-	-
E.unifl	<b>-,603</b>	,449	-,465	<b>,616</b>
S.gland	<b>,803*</b>	-,144	<b>,828*</b>	,119

Onde: Autovetores em negrito = variável correspondente ao respectivo CP (componente principal/eixo); \* = autovetor significativo.

**APÊNDICE C** – Descrição morfológica geral das duas classes de solo identificadas em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

**Classificação morfológica do solo – Parque Estadual Quarta Colônia**

**PLANOSSOLO HÁPLICO EUTRÓFICO ARÊNICO**

Horizontes

**A** – 0-50 cm: blocos subangulares, pequena-média, siltosa, pouco plástico, pouco pegajoso, de friável a macio, plana difusa. Cor 7,5 YR, 3/3 (marrom escuro). Teor de umidade atual de 6,9%.

**Bt** – 50-100 cm: blocos angulares, média-grande, pouco firme a firme, sedosa, plástica, pouco pegajosa. Cor 7,5 YR, 3/3 (marrom escuro)

\* Espessura da serapilheira:  $\pm$  3 mm; raízes em todo o perfil (finas-médias), com poucas raízes grossas.

**NEOSSOLO FLÚVICO**

Horizontes

**A1** – 0-28 cm: blocos subangulares, fraca, pequena, friável, áspero, não plástico, não pegajoso, transição plana e difusa. Cor 10 YR, 3/3 (marrom escuro). Teor de umidade atual de 3,1%.

**C2** – 28 -66 cm: blocos angulares e subangulares, média, moderada, friável a pouco firme, áspero, não plástico, não pegajoso, transição plana e difusa. Cor 7,5 YR, 3/3 (marrom escuro).

**C3** – 66-100 cm: áspero, arenoso (predomínio de areia fina, um pouco mais de silte em relação à C2), não plástico, não pegajoso. Cor 5 YR, 3/2 (marrom escuro avermelhado).

\* Espessura da serapilheira: 1 cm; raízes abundantes, médias e grossas até 26 cm de profundidade; até 66 cm poucas raízes finas.

**APÊNDICE D** - Medidas descritivas\* das variáveis ambientais avaliadas em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, RS.

Variáveis	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
<b>pH</b> <sub>P1</sub>	5,46	5,4	5,1	5,8	0,18	3,35
<b>pH</b> <sub>P2</sub>	5,40	5,4	5,0	5,7	0,16	3,05
<b>Ca</b> <sub>P1</sub>	6,41	7,2	2,4	8,9	2,14	33,47
<b>Ca</b> <sub>P2</sub>	5,05	6,3	1,6	8,9	3,04	60,2
<b>Mg</b> <sub>P1</sub>	2,42	1,9	1,2	7,8	1,52	62,9
<b>Mg</b> <sub>P2</sub>	2,68	2,0	0,9	10,7	2,16	80,7
<b>K</b> <sub>P1</sub>	0,43	0,42	0,09	0,80	0,17	40,5
<b>K</b> <sub>P2</sub>	0,3	0,3	0,05	0,58	0,14	48,7
<b>Al</b> <sub>P1</sub>	0,16	0,10	0	0,8	0,21	134,3
<b>Al</b> <sub>P2</sub>	0,23	0,20	0	0,6	0,22	97,7
<b>HA</b> <sub>P1</sub>	4,51	4,4	3,5	6,2	0,84	18,7
<b>HA</b> <sub>P2</sub>	4,0	3,9	2,8	5,5	0,87	21,8
<b>CTCef</b> <sub>P1</sub>	9,4	9,9	5,9	11,6	1,59	16,9
<b>CTCef</b> <sub>P2</sub>	12,1	12,5	7,2	17,5	3,39	28,1
<b>CTCpH</b> <sub>P1</sub>	13,7	14,4	10,1	16,2	1,81	13,2
<b>CTCpH</b> <sub>P2</sub>	12,1	12,5	7,2	17,5	3,39	28,1
<b>m</b> <sub>P1</sub>	1,84	0,90	0	10,5	2,68	145,1
<b>m</b> <sub>P2</sub>	2,93	4,0	0	6,8	2,68	91,46
<b>V</b> <sub>P1</sub>	66,9	66,6	52,0	75,5	5,9	8,92
<b>V</b> <sub>P2</sub>	65,58	65,3	57,8	77,6	5,7	8,75
<b>MO</b> <sub>P1</sub>	2,83	3,0	1,5	4,5	0,84	29,7
<b>MO</b> <sub>P2</sub>	1,53	1,5	1,1	2,0	0,24	16,3
<b>Arg</b> <sub>P1</sub>	18,2	19,0	9,0	26,0	4,6	25,27
<b>Arg</b> <sub>P2</sub>	22,8	22,0	14,0	32,0	4,7	20,5
<b>Pmelich</b> <sub>P1</sub>	16,08	10,9	4,5	34,6	10,7	66,9
<b>Pmelich</b> <sub>P2</sub>	10,2	9,3	2,2	23,8	7,05	70,4
<b>Poros total (%)</b>	51,17	50,5	42,5	60,7	5,5	10,7
<b>Macroporos (%)</b>	20,0	19,2	12,4	25,2	3,9	19,4
<b>Microporos (%)</b>	31,17	31,2	23,8	36,5	3,4	10,9
<b>Densidade (g cm<sup>3</sup>)</b>	1,7	1,68	1,3	2,0	0,18	11,12
<b>Resistência 0-5 cm (MPa)</b>	1,9	1,9	0,55	3,7	1,12	59,2
<b>Resistência 5-10 cm (MPa)</b>	5,7	5,6	1,46	11,5	2,3	39,7
<b>Resistência 10-15 cm (MPa)</b>	6,5	6,0	2,8	14,2	2,9	45,1
<b>Resistência 15-20 cm (MPa)</b>	8,1	7,8	4,0	12,4	2,2	27,7

Onde: P1 = profundidade do solo de 0-10 cm; P2 = profundidade do solo de 10-20 cm; CV = coeficiente de variação; DP = desvio padrão; \* Análises realizadas com auxílio do software Bioestat versão 5.5.

**APÊNDICE E** – Autovetores gerados por Análise de Componentes Principais, para as variáveis ambientais, avaliadas em 2011, em área de Floresta Estacional Decidual Aluvial, no Parque Estadual Quarta Colônia, RS.

Variáveis	Eixo	
	CP1	CP2
pH_p1	-,506	<b>-,690</b>
Ca_p1	<b>,879*</b>	,185
Mg_p1	-,592	<b>-,623</b>
K_p1	-,781	,064
Al_p1	,253	<b>,691</b>
HAL_p1	,348	<b>,641</b>
CTCef_p1	<b>,731</b>	-,291
CTCph_p1	<b>,705</b>	-,295
m_p1	,166	<b>,614</b>
V_p1	,176	<b>-,850</b>
MO_p1	-,341	-,564
Pmelich_p1	<b>-,888*</b>	,050
pH_p2	,316	<b>-,855*</b>
Ca_p2	<b>,851*</b>	-,071
Mg_p2	-,597	,142
K_p2	-,416	,297
Al_p2	-,055	<b>,827*</b>
HAL_p2	,536	,528
CTCef_p2	<b>,827*</b>	-,015
CTCph_p2	<b>,823*</b>	-,075
m_p2	-,061	<b>,829*</b>
V_p2	,705	-,442
MO_p2	,495	-,420
Pmelich_p2	<b>-,891*</b>	-,041
Arg_P1	<b>,706</b>	-,246
Arg_P2	,694	-,256
Porostot	-,149	<b>,917*</b>
Micporos	,502	,533
Macporos	-,362	<b>,857*</b>
pen0a5	<b>,931*</b>	,039
pen5a10	<b>,854*</b>	,333
pen10a15	<b>,834*</b>	,317
pen15a20	,272	<b>,816*</b>

Onde: Autovetores em negrito = variável correspondente ao respectivo CP (componente principal/eixo); \* = autovetor significativo; p1 = profundidade de 0-10 cm; p2 = profundidade de 10-20 cm.

**APÊNDICE F** - Lista de abreviaturas das espécies incluídas nas matrizes de espécies nas análises multivariadas (TWINSPAN, PCA e CCA).

S.comm - *Sebastiania commersoniana*

E.unifl - *Eugenia uniflora*

M.umbel - *Myrsine umbellata*

N.megap - *Nectandra megapotamica*

A.edul - *Allophylus edulis*

Aster - espécie da família Asteraceae

M.elaeag - *Matayba elaeagnoides*

M.muel - *Maytenus muelleri*

C.sylves - *Casearia sylvestris*

P.myrti - *Prunus myrtifolia*

P.aduncum - *Piper aduncum*

P.rigida - *Parapiptadenia rigida*

S.romanz - *Syagrus romanzoffiana*

E.bifida - *Escallonia bifida*

S.gland - *Sapium glandulosum*

M.fronde - *Myrocarpus frondosus*

O.pub - *Ocotea puberula*

J.micr - *Jacaranda micrantha*

C.amer - *Cordia americana*

D.frut - *Dalbergia frutescens*

L.divar - *Luehea divaricata*

C.canj - *Cabrera canjerana*

C.fiss - *Cedrela fissilis*

Ficus - Ficus não identificado

C.vern - *Cupania vernalis*

Lauraceae - espécie da família Lauraceae não identificada

Psychotria - *Psychotria* sp.

Cestrum - *Cestrum* sp.