

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**VEGETAÇÃO E SOLOS DE UMA FLORESTA
ESTACIONAL DO RIO GRANDE DO SUL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Michelle Dullius

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

VEGETAÇÃO E SOLOS DE UMA FLORESTA ESTACIONAL DO RIO GRANDE DO SUL

Michelle Dullius

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração Relação solo-paisagem, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência do Solo**

Orientador: Prof. Ricardo Simão Diniz Dalmolin

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

Dullius, Michelle
Vegetação e solos de uma floresta estacional do Rio
Grande do Sul / Michelle Dullius.-2012.
133 p.; 30cm

Orientador: Ricardo Simão Diniz Dalmolin
Coorientadores: Fabrício de Araújo Pedron, Sandro
Vaccaro, Solon Jonas Longhi
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Ciência do Solo, RS, 2012

1. Gradiente pedológico 2. Floresta secundária 3.
Floresta Estacional 4. Análise multivariada I. Dalmolin,
Ricardo Simão Diniz II. Pedron, Fabrício de Araújo III.
Vaccaro, Sandro IV. Longhi, Solon Jonas V. Título.

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pela autora.

© 2012

Todos os direitos autorais reservados a Michelle Dullius. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Ernesto Pereira, 700, Bairro Camobi, Santa Maria – RS. CEP 97105-140.

E-mail: mi_ufsm@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

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

**VEGETAÇÃO E SOLOS DE UMA FLORESTA ESTACIONAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

elaborada por
Michelle Dullius

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ricardo S. D. Dalmolin, Dr.
(Presidente/Orientador)

Sandro Vaccaro, Dr. (FACEBG)

Solon Jonas Longhi, Dr. (UFSM)

Fabício de Araújo Pedron, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 12 de junho de 2012.

Aos meus irmãos Ana Paula, Marcelle e Paulo, que fazem parte da minha essência, sempre me apoiando e torcendo por mim.

Ao meu pai Enésio pelos ensinamentos e ajuda financeira e a minha mãe pelo grande exemplo de lutadora e amante da vida.

Ao meu namorado Thiago, pela ajuda em todas as etapas desse trabalho e da minha vida, sem a qual nada disso seria possível...

... dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, pela possibilidade da realização do curso de mestrado.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Ricardo Simão Diniz Dalmolin, pela oportunidade da realização desse trabalho, pela confiança em mim depositada e pela orientação, que muito contribuiu para a minha formação profissional.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições e sugestões para a melhoria desse trabalho. Agradeço ao professor Solon Jonas Longhi também pelo empréstimo de materiais para a realização desse trabalho e ao professor Fabrício de Araújo Pedron pela coorientação do meu trabalho.

Ao seu Ernesto e ao professor Thomé Lovato pela disponibilidade de acesso à área de estudo, pela confiança em mim depositada, pelas conversas e contribuições na realização desse trabalho.

Às várias pessoas que me auxiliaram na obtenção dos dados do trabalho: na etapa exaustiva do levantamento da vegetação, aos amigos Francisco, Gustavo, Malcon, Marcelo, Lucas, José, Cristina, Alessandro, Maurício, Lúcio, Clair, aos familiares que também me ajudaram no campo, ao primo Matheus, ao cunhado Lucas e a irmã Ana Paula; na etapa da coleta de solos, ao pessoal do laboratório de pedologia, Jean, Alessandro, André, Marcelo e Lincon; e na cansativa etapa de análise de solos, ao amigo Marcelo, meu grande e prestativo orientador no laboratório, Lincon, Alessandro, Jean, Sara, Guilherme, Lilian e Rafael.

Aos demais colegas da pedologia, Ruiz, Ândrea e Pablo pelas contribuições na elaboração desse trabalho.

Ao pessoal dos laboratórios de química do solo, de conservação e manejo do solo e de física do solo, pelo empréstimo de equipamentos e materiais durante a análise de solos.

Aos funcionários do departamento de solos, em especial ao secretário Everton pela presteza e auxílio nas tarefas referentes à pós-graduação.

Aos colegas de pós-graduação, pela convivência e coleguismo ao longo das disciplinas.

Aos amigos que não deixaram de ser amigos, apesar do pouco tempo dedicado.

A família do meu namorado, pela amizade e ótima convivência, em especial à minha sogra, pelo apoio e auxílio em todas as dificuldades.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente na conclusão dessa difícil e importante etapa da minha vida profissional, muito obrigada!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria

CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E PEDOLÓGICA DE DOIS FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SUBTROPICAL NO REBORDO DO PLANALTO DO RS

AUTORA: MICHELLE DULLIUS

ORIENTADOR: RICARDO S. D. DALMOLIN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 12 de junho de 2012

O presente estudo foi realizado em um remanescente florestal de Floresta Estacional Subtropical no Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul, em Itaara, contendo dois estágios de sucessão: floresta secundária e capoeira, tendo como objetivo principal analisar suas características florísticas e pedológicas. Dividiu-se essa dissertação em dois estudos, com objetivos específicos de caracterizar a floresta quanto a composição florística, fitossociologia e diversidade (Estudo 1) e verificar as relações entre a estrutura fisionômica e comunitária da vegetação com o ambiente pedológico e topográfico (Estudo 2). Na floresta secundária foram alocadas 23 unidades amostrais e na capoeira 10 unidades, com dimensões de 10 x 20 m, nas quais foi amostrada a vegetação em três classes de inclusão, sendo que nas duas classes menores foram considerados os indivíduos da regeneração natural com diâmetros menores que 5 cm e na classe maior foi considerado o estrato arbóreo com indivíduos com diâmetros maiores que 5 cm; e realizada a classificação e a caracterização morfológica dos solos. Na composição florística, foram encontradas 87 espécies pertencentes a 36 famílias e na análise fitossociológica da classe do estrato arbóreo, a floresta secundária apresentou densidade de 2052 ind.ha⁻¹ e área basal de 38,50 m²ha⁻¹, enquanto a capoeira 2105 ind.ha⁻¹ de densidade e 14,24 m²ha⁻¹ de área basal. A caracterização dos solos da área amostral resultou na classificação de quatro tipos de solos, sendo eles o Neossolo Litólico, o Neossolo Regolítico, o Cambissolo Háplico e o Argissolo Vermelho. Utilizando a análise de componentes principais e de agrupamento para as variáveis de solo foram obtidos três grupos de parcelas em cada fragmento com características pedológicas e estrutura fisionômica e comunitária da vegetação distintas. Através da análise de correspondência canônica foi possível observar que as espécies distribuem-se em função da variação dos atributos pedológicos, condicionados pelo relevo da área.

Palavras-chave: Gradiente pedológico. Floresta secundária. Floresta Estacional. Análise multivariada.

ABSTRACT

**Master Dissertation
Graduate Program in Soil Science
Federal University of Santa Maria**

FLORISTIC CHARACTERIZATION AND PEDOLOGICAL OF TWO FRAGMENTS SEASONAL SUBTROPICAL FOREST IN PLATEAU SLOPE OF RS

AUTHOR: MICHELLE DULLIUS

SUPERVISOR: RICARDO S. D. DALMOLIN

Date and Location of Defense: Santa Maria, June 12th, 2012.

The study was conducted in a remnant forest Subtropical Seasonal Forest on the edge of the Plateau of Rio Grande do Sul in Itaara containing two stages of succession, secondary forest and capoeira, having as main objective to analyze floristic and soil characteristics. This dissertation was divided into two studies, with specific objectives of characterize the forest as floristic composition, phytosociology and diversity (Study 1) and to examine relationships between the physiognomy and community structure of vegetation with pedological and topographical environment (Study 2). In secondary forest 23 sampling units were placed and 10 units in capoeira with dimensions of 10 x 20 m, where the vegetation was sampled in three classes of inclusion, in the two smaller classes were considered the natural regeneration of individuals with smaller diameters than 5 cm and in largest class was considered the tree stratum of individuals with diameters larger than 5 cm, and held the classification and morphological characterization of soils. In floristic composition were found 87 species belonging to 36 families and in the analysis phytosociological of the tree stratum, the secondary forest had a density of 2052 ind.ha⁻¹ and basal area of 38.50 m².ha⁻¹, while the capoeira 2105 ind.ha⁻¹ and 14.24 m².ha⁻¹ of basal area. Soil characterization of the sampled area resulted in the classification of four types of soils, Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico, Cambissolo Háplico and Argissolo Vermelho. Using principal component analysis and cluster analysis for the soil variables were obtained three groups of plots in each fragment with pedological characteristics and physiognomy and community structure of vegetation distincts. Through the canonical correspondence analysis it was observed that the species are distributed according to the variation of pedological attributes, conditioned by the relief of the area.

Keywords: Pedological gradient. Secondary forest. Seasonal Forest. Mulivariate analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Foto ilustrativa da vegetação da Capoeira	36
Figura 2 – Foto ilustrativa da vegetação da Floresta Secundária	36
Figura 3 – Distribuição das parcelas amostrais nos fragmentos da Floresta Secundária e da Capoeira em Itaara, RS	41
Figura 4 – Representação da distribuição das subunidades amostrais das menores classes de inclusão no centro da unidade amostral da maior classe de inclusão da vegetação.....	42
Figura 5 – Curva de acumulação de espécies por número de parcelas da área de amostragem da vegetação na Floresta Secundária	47
Figura 6 – Curva de acumulação de espécies por número de parcelas da área de amostragem da vegetação na Capoeira	48
Figura 7 – Distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo da Floresta Secundária	64
Figura 8 – Distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo da Capoeira	64
Figura 9 – Distribuição de alturas dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo da Floresta Secundária.....	65
Figura 10 – Variação dos valores de altura das espécies com mais de 10 indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo da Floresta Secundária.....	66
Figura 11 – Distribuição de alturas dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo da Capoeira.....	67
Figura 12 – Variação dos valores de altura das espécies com mais de 10 indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo da Capoeira	68
Figura 13 – Foto ilustrativa da abertura de uma mini-trincheira.....	77
Figura 14 – Representação dos locais de coleta de solo dentro de uma parcela amostral e identificação das amostras compostas de solo A1, A2 e A3.....	78
Figura 15 – Variação dos dados de distribuição granulométrica dos solos da Floresta Secundária (FS) e Capoeira.	85
Figura 16 – Variação dos valores do pH e da quantidade de carbono orgânico total (COT) dos solos da Floresta Secundária (FS) e Capoeira.	85
Figura 17 – Variação dos dados de capacidade de trocas de cátions (T), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (Al%) dos solos da Floresta Secundária (FS) e Capoeira.....	86
Figura 18 – Projeção das variáveis de solo da Floresta Secundária no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2	89
Figura 19 – Projeção das parcelas da Floresta Secundária no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2	90
Figura 20 – Dendrograma de agrupamento das parcelas da Floresta Secundária pelas variáveis de solo.....	91
Figura 21 – Projeção das variáveis de solo da Capoeira no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2.	94
Figura 22 – Projeção das parcelas da Capoeira no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2.	95
Figura 23 – Dendrograma de agrupamento das parcelas da Capoeira pelas variáveis de solo	96
Figura 24 – Diagrama de ordenação das parcelas nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária.....	106
Figura 25 – Diagrama de ordenação das espécies nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária.....	107

Figura 26 – Diagrama de ordenação das parcelas nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Capoeira	110
Figura 27 – Diagrama de ordenação das espécies nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Capoeira	111

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Parâmetros de fitossociologia, diversidade, equabilidade e similaridade florística.	44
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classes de inclusão da vegetação, com limites de inclusão e dimensão da área amostral	42
Tabela 2 – Composição florística do levantamento de três classes de inclusão da vegetação em dois fragmentos florestais de Itaara e o número de indivíduos por espécie encontrados em cada classe de levantamento na Floresta Secundária e na Capoeira	49
Tabela 3 – Número de gêneros, espécies, indivíduos e proporção relativa de indivíduos por família, encontrados no levantamento da vegetação em três classes de inclusão nos dois fragmentos florestais de Itaara, RS.....	53
Tabela 4 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com indivíduos de diâmetros maiores que 5 cm na Floresta Secundária, classificadas em ordem decrescente de valor de importância	55
Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com indivíduos de diâmetros maiores que 5 cm na Capoeira, classificadas em ordem decrescente de valor de importância.....	58
Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas duas classes de regeneração na Floresta Secundária e na Capoeira, ordenadas por ordem alfabética da família	60
Tabela 7 – Índice de similaridade de Jaccard entre os diferentes níveis de levantamento da vegetação em cada fragmento florestal e entre os níveis de levantamento dos dois fragmentos florestais de Itaara, RS	70
Tabela 8 – Medidas descritivas das variáveis de solo dos dois fragmentos florestais de Itaara, RS	84
Tabela 9 – Autovalor, variância explicada e variância explicada acumulada dos componentes principais da Análise de Componentes Principais das variáveis de solo do fragmento Floresta Secundária	87
Tabela 10 – Correlação entre as componentes principais (CPs) e variáveis de solo originais da Floresta Secundária.....	88
Tabela 11 – Autovalor, variância explicada e variância explicada acumulada dos componentes principais da Análise de Componentes Principais das variáveis de solo do fragmento Capoeira	92
Tabela 12 – Correlação entre as componentes principais (CPs) e variáveis de solo originais da Capoeira.....	93
Tabela 13 – Média das variáveis de solo selecionadas pela Análise de Componentes Principais dos grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento dos fragmentos Floresta Secundária e Capoeira	98
Tabela 14 – Variáveis da vegetação da Floresta Secundária dos grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento	99
Tabela 15 – Índice de similaridade de Jaccard entre os grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento na Floresta Secundária.....	100
Tabela 16 – Variáveis da vegetação da Capoeira dos grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento	101
Tabela 17 – Índice de similaridade de Jaccard entre os grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento na Capoeira.....	102
Tabela 18 – Autovalores, correlações e variância explicada acumulada pelos eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária	104

Tabela 19 – Correlações entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária e a correlação entre as variáveis ambientais	105
Tabela 20 – Autovalores, correlações e variância explicada acumulada pelos eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Capoeira	108
Tabela 21 – Correlações entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Capoeira e a correlação entre as variáveis ambientais	109

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice A – Lista de abreviaturas das espécies incluídas nas matrizes de espécies nas Análises de Correspondência Canônica.....	127
---	------------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	230
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1	Rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul.....	25
2.2	Floresta Estacional Decidual	28
2.3	Estudos nas florestas do Rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul..	30
3	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	35
4	ESTUDO 1 – Composição florística, estrutura e diversidade da vegetação em fragmentos da Floresta Estacional Subtropical com diferentes idades de regeneração em Itaara, RS	39
4.1	INTRODUÇÃO	39
4.2	METODOLOGIA	41
4.2.1	Amostragem da vegetação	41
4.2.2	Análise dos dados.....	43
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.3.1	Suficiência amostral da vegetação.....	47
4.3.2	Composição florística	49
4.3.3	Estrutura horizontal da vegetação.....	54
4.3.3.1	Fitossociologia do Estrato Arbóreo da Floresta Secundária.....	55
4.3.3.2	Fitossociologia do Estrato Arbóreo da Capoeira.....	57
4.3.3.3	Fitossociologia da Regeneração Natural	60
4.3.4	Distribuição diamétrica e de altura do componente arbóreo da vegetação	63
4.3.5	Diversidade, equabilidade e similaridade da vegetação.....	68
4.4	CONCLUSÃO	61
5	ESTUDO 2 – Influência dos fatores pedológicos na distribuição de espécies arbóreas em dois fragmentos de Floresta Estacional Subtropical com diferentes idades de regeneração em Itaara, RS	73
5.1	INTRODUÇÃO	73
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	77
5.2.1	Caracterização dos solos e do ambiente	77
5.2.2	Análise de dados	79
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
5.3.1	Gradientes pedológicos na Floresta Secundária.....	87
5.3.2	Gradientes pedológicos na Capoeira	92
5.3.3	Estrutura da vegetação entre os diferentes grupos pedológicos na Floresta Secundária e Capoeira	97
5.3.3.1	Estrutura e similaridade da vegetação entre os grupos pedológicos na Floresta Secundária	99
5.3.3.2	Estrutura e similaridade da vegetação entre os grupos pedológicos na Capoeira ...	101
5.3.4	Influência dos gradientes ambientais na ocorrência das espécies.....	103
5.3.4.1	Influência dos gradientes ambientais na ocorrência das espécies na Floresta Secundária	104
5.3.4.2	Influência dos gradientes ambientais na ocorrência das espécies na Capoeira	108
5.3.4.3	Análise comparativa entre Floresta Secundária e Capoeira	112
5.4	CONCLUSÃO	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115

Apêndice A – Lista de abreviaturas das espécies incluídas nas matrizes de espécies nas Análises de Correspondência Canônica	127
--	------------

1 INTRODUÇÃO GERAL

O estado atual da conservação da natureza no mundo é alarmante. Com a justificativa do aumento da produção de alimentos, os países do mundo tropical substituem impiedosamente suas áreas florestadas (SILVA JÚNIOR, 2005).

Segundo Péllico Netto e Brena (1997), essa demasiada exploração florestal acarreta o rompimento de equilíbrio dos ecossistemas, causando graves consequências ao bem-estar das populações pelo desequilíbrio do balanço hídrico, pelo aumento da erosão do solo, pela degradação da fauna e flora silvestres, pela deterioração da produção de alimentos, pelos desequilíbrios meteorológicos causadores das secas ou enchentes, pelas modificações da paisagem e, até mesmo, pela poluição ambiental.

Poelking (2007) ressalta que a supressão das matas naturais em locais mais sensíveis, como em áreas acidentadas ou em margens dos cursos de água expõem o solo aos efeitos da erosão e aliada a ocupação desordenada, agravada pelo descaso com áreas passíveis de sofrerem fortes processos de degradação ambiental, deixam marcas no ambiente, a qual hoje se tornou preocupação ativa por parte de órgãos governamentais e instituições de ensino.

Uma região bastante acidentada do Rio Grande do Sul, onde o relevo atua intensamente na formação de solos pouco desenvolvidos e frágeis é a região do Rebordo do Planalto, correspondente à região de transição entre a Depressão Central e o Planalto do Estado, (DALMOLIN; PEDRON, 2004), a qual teve o uso de sua área com atividades agropecuárias, influenciada principalmente pela colonização europeia, caracterizada pela introdução de agricultura em ambientes de floresta nativa (NEUMANN et al., 2007). Essa região apresenta uma grande vulnerabilidade devido a modificação de maneira significativa na dinâmica do seu ecossistema natural (POELKING, 2007; STÜRMER, 2008; ZALAMENA, 2008) associado ao relevo altamente declivoso e solos com pequena profundidade efetiva (ZALAMENA, 2008) e encontra-se, em grande parte, composta por áreas que foram abandonadas cobertas por florestas em regeneração.

Frente ao estado de devastação das florestas e da degradação ambiental, têm aumentado o interesse pelo conhecimento científico dos ecossistemas florestais, através de pesquisas que buscam analisar os processos ecológicos, o arranjo das espécies e suas populações no espaço e no tempo, e suas interações com o meio físico e biótico (MARTINS, 2009). Porém desvendar a complexidade das interações ambientais é um desafio que

possivelmente nunca será completamente resolvido em virtude da grande riqueza de inter-relações possíveis.

Para Espírito-Santo et al. (2002), os remanescentes de vegetação conhecidos como fragmentos florestais, advindos de vários anos de desmatamento progressivo, constituem um dos maiores desafios para a conservação, destacando que esses novos ambientes criados pelo homem abrigam uma diversidade biológica ainda não calculada e altamente ameaçada.

A vegetação brasileira ainda é pouco conhecida em parte devido à grande extensão territorial do País. Para o conhecimento das floras regionais e nacional, seus potenciais diversos, bem como para o estudo das relações entre comunidades de plantas e fatores ambientais ao longo das variações da latitude, longitude, altitude, classes de solos, gradientes de fertilidade e de umidade dos solos, estudos florísticos e da estrutura da vegetação são básicos e fundamentais (SILVA JÚNIOR, 2005).

Para se promover a racionalização da utilização do espaço e recursos naturais é primordial o entendimento destes. É necessário, portanto, o levantamento das informações das variáveis ambientais que servem de base para elaboração de um plano de ação. São necessárias informações dos diferentes componentes do ecossistema, do seu comportamento e das potencialidades das terras que conduzam a uma avaliação adequada de suas possibilidades de uso, conservação e exploração sustentável (POELKING, 2007).

Nesse sentido, esse trabalho é estruturado em dois estudos, cuja base de dados provém da avaliação fitossociológica e ambiental de um remanescente florestal do Rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul, pertencente à formação florestal Floresta Estacional Subtropical, diferenciado em dois estágios sucessionais. O primeiro estudo teve como objetivo caracterizar a floresta quanto a florística, fitossociologia e a distribuição das espécies na área. No segundo, caracterizou-se a área quanto ao ambiente pedológico e topográfico e buscou-se relações entre a estrutura fisionômica e comunitária da vegetação e variáveis ambientais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul

O Planalto Sul-Brasileiro apresenta dois grandes segmentos: um com a face dominante voltada para o leste, a encosta atlântica, que no estado vai de Torres até Osório, e o outro estendendo-se para o oeste, decaindo gradativamente em altitude, indo além de Santa Maria, constituindo a encosta meridional (JARENKOW; WAECHTER, 2001). A inclinação leste-oeste da superfície do Planalto é expressiva em cerca de 800 quilômetros (km), iniciando em mais de 1000 metros (m) em Bom Jesus até 70 a 80 m em Itaqui e São Borja (ROBAINA; CRISTO; TRENTIN, 2011).

A encosta meridional do Planalto, também conhecida como Fralda da Serra Geral (RAMBO, 2005), Escarpa do Planalto Vulcânico (RIO GRANDE DO SUL, 2001), Rebordo do Planalto Meridional, Rebordo do Planalto Gaúcho ou simplesmente Rebordo, é uma região de transição entre o Planalto vulcânico e a Depressão Sedimentar da Bacia do Paraná, no Rio Grande do Sul. Sua extensão é de aproximadamente 450 km ao longo dos paralelos 29° e 30° Sul, estendendo-se do Leste, próximo ao litoral, onde se mistura com a Serra do Mar e cuja altitude das cotas mais altas pode ultrapassar 1000 m, em direção a oeste, próximo ao município de Jaguari, onde o Planalto sofre rebaixamento, com altitude entre 150 a 200 m (PEDRON; DALMOLIN, 2011). Consiste, assim, no segmento leste-oeste da Serra Geral, que também recebe denominações locais na região central como a Serra de São Martinho e representa testemunho atual de uma fase de evolução do planalto (DILL, 2007).

A região da Escarpa do Planalto Vulcânico é configurada morfologicamente por uma sucessão de patamares e escarpas, resultantes da incidência de sucessivos derrames vulcânicos. Os patamares correspondem a passagem de topo e base de derrames, cujas condições mineralógicas primárias revelam ocorrência de vidro vulcânico e baixo grau de cristalização dos minerais primários, com circulação e brotamentos de água subterrânea, que favoreceram processos pedogenéticos, resultando em solos profundos e de expressiva potencialidade em termos de macro e micronutrientes. Já as escarpas resultam da posição central dos derrames, onde as condições termodinâmicas, devido ao esfriamento mais lento da lava, ocasionaram maior grau de cristalinidade dos minerais primários, que são mais

resistentes ao intemperismo, resultando solos rasos e pedregosos (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

Robaina, Cristo e Trentin (2011) descreveram que os primeiros derrames vulcânicos foram extravasados sobre um mar de areia num deserto ainda em funcionamento, originando uma sequência de intercalações de sedimentos eólicos na porção inferior do pacote vulcânico, formando depósitos arenosos lenticulares, descontínuos. Após o encerramento do aporte de areias do Deserto Botucatu, iniciou-se um período francamente vulcânico, com um relevo condicionado ao arranjo formado pelo processo de união entre os derrames. Esse empilhamento de lava determinou o relevo do Planalto, que é a terminação meridional do extenso Planalto vulcânico do sul do Brasil.

Pedron e Dalmolin (2011) afirmam que o rebordo é formado pela dissecação do Planalto e parte da Bacia Sedimentar, onde rochas vulcânicas ácidas e básicas da Formação Serra Geral e rochas sedimentares das Formações Botucatu e Caturrita são expostas entre altitudes próximas de 150 m e além de 500 m. No conjunto, a espessura de composição básica cresce de oeste para leste, com valores da ordem de 600 m na escarpa da região nordeste do estado, onde são identificados derrames básicos, intercalados ou sobrepostos por unidades ácidas (ROBAINA, CRISTO, TRENTIN, 2011).

Todo o conjunto de litologias vulcânicas do Planalto foi afetado por expressivos falhamentos geológicos, com movimentos basculantes, que influenciaram a incisão de vales profundos e juntamente com os processos geomorfológicos coordenados principalmente pela ação das águas moldaram a atual paisagem (RAMBO, 2005), com predomínio de relevo forte ondulado, com declividade entre 20 e 45 %, a escarpado, com declividade superior a 75 % (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Além disso, a densidade da rede hidrográfica sul-rio-grandense e seu entalhamento facilitado pela frequência das juntas de resfriamento, que originaram as diáclases nas rochas vulcânicas, permitem compreender a intensa esculturação apresentada pelo Planalto (ROBAINA, CRISTO, TRENTIN, 2011).

O fator orográfico resultante da evolução geomorfológica constitui importante barreira e zona de condensação das frentes frias provenientes do sul, consolidando elevadas precipitações pluviométricas. Ferraz e Robertin (2011), analisando dados climatológicos de temperatura e precipitação da região do rebordo entre os anos de 2000 e 2004, observaram uma distribuição aproximadamente uniforme do regime de precipitação durante todo o ano, com chuvas mais fortes no fim do inverno e primavera, e um gradiente de temperatura com

diferenças entre estações do ano e também entre locais (leste e oeste), com temperaturas mais baixas em maiores altitudes, verificando a influência decisiva dos efeitos topográficos.

Essas características do relevo são favoráveis ao desenvolvimento de processos superficiais acelerados nos taludes naturais (erosões e movimentos de massa) e a preservação de uma vegetação do tipo florestal (ROBAINA; CRISTO; TRENTIN, 2011).

As combinações das condições geomorfológicas diferenciadas na região do rebordo permite a formação de diferentes tipos de solos. Em áreas mais declivosas ocorre a formação de solos rasos, pedregosos e férteis como os Neossolos, Cambissolos, enquanto que nas áreas menos declivosas formam-se solos mais profundos e ácidos como os Argissolos e Nitossolos (STRECK et al., 2008).

A coexistência de recursos hídricos associados ao solo e subsolo, aliados a disponibilidade hídrica climática, resultou em condições propícias para a formação de uma floresta com características subtropicais de grande porte nessa região, bem como conferiu condições muito favoráveis à regeneração natural das florestas, o que pode ser comprovado pela enorme incidência de vegetações secundárias em zonas agrícolas abandonadas (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

A vegetação que recobre essas encostas e as depressões adjacentes foi denominada, genericamente, de Mata da Fralda da Serra Geral (RAMBO, 2005; REITZ; KLEIN; REIS, 1988), classificada pelo sistema Fisionômico-ecológico da vegetação brasileira em Floresta Estacional Decidual (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991), devido o estrato emergente da floresta ser composto por indivíduos arbóreos caducifólios, ou seja, indivíduos que perdem suas folhas em um período desfavorável fisiologicamente, que no caso da região subtropical é na estação mais fria do ano, no inverno.

Reitz, Klein e Reis (1988), classificam a região da fralda da Serra Geral dentro da Bacia do Rio Jacuí ou Depressão Central, a qual compreende duas topografias distintas, os terrenos mais baixos, suavemente ondulados e a as encostas da fralda da Serra Geral. Esta última com densas florestas, constituídas por árvores características da floresta do Alto Uruguai, com praticamente o mesmo aspecto típico de estratificação e as mesmas espécies dominantes.

Dessa forma, as encostas do Planalto Sul-Brasileiro, principalmente na face meridional, mostram-se como áreas privilegiadas para o desenvolvimento de estudos ecológicos e fitogeográficos, por se constituírem no local de encontro e interpenetração de dois contingentes tropicais, o oeste, caracteristicamente mesófilo ou estacional (interior) e o leste, higrófilo ou pluvial (atlântico) (JARENKOW; WAECHTER, 2001).

2.2 Floresta Estacional Decidual

No Sul do Brasil podem ser distinguidas três regiões florestais distintas: a Floresta Ombrófila Densa (mata atlântica), Floresta Ombrófila Mista (mata de Araucária) e a Floresta Estacional (mata latifoliada da bacia hidrográfica Paraná-Uruguai) (KLEIN, 1984). As formações florestais, no Rio Grande do Sul, apresentam ampla variação na composição florística e na organização espacial. Essas variações devem-se principalmente a diferenças de altitude, determinadas pela presença do Planalto Sul-Brasileiro, e à proximidade ou distanciamento dos dois corredores de entrada de espécies tropicais no Estado: o leste, entre as encostas da Serra Geral e oceano Atlântico, e o oeste, ao longo da bacia dos rios Paraná-Uruguai (JARENKOW; WAECHTER, 2001).

De acordo com o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, a Floresta Estacional Decidual abrange uma área de 11.762,45 km², o que representa 4,16 % da cobertura florestal do Estado e 23,84 % da área total coberta com florestas naturais (RIO GRANDE DO SUL, 2001). A floresta estacional decidual ocorre na porção noroeste e central do estado do Rio Grande do Sul. Na porção central está presente na vertente sul da Serra Geral e em diversas áreas dos rios Jacuí, Ijuí e Ibicuí (LEITE; KLEIN, 1990). Na Depressão Central ou Bacia do Rio Jacuí, as florestas estão inseridas nas encostas da fralda da Serra Geral e nos terrenos mais baixos e suavemente ondulados ao longo das margens dos rios (REITZ; KLEIN; REIS, 1988).

Segundo Rambo (2005), a Floresta Estacional Decidual da Fralda da Serra Geral começa a oeste, próximo ao Rio Itú, afluente maior do Rio Ibicuí na margem nordeste e termina próximo a Osório, atingindo toda a Serra Geral, e somente se alargando ao longo dos rios. Portanto, limita com as pastagens da campanha ao sul e o planalto ao norte.

Veloso e Góes Filho (1982) afirmam que o conceito ecológico de Floresta Estacional Decidual está relacionado ao clima caracterizado por duas estações distintas, em relação à precipitação e temperatura, ou seja, uma estação chuvosa e outra seca, ou com acentuada variação térmica, com estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes do estrato emergente, os quais têm adaptação à deficiência hídrica ou à queda de temperatura nos meses frios, que atua como seca fisiológica nas espécies tropicais. A deciduidade durante a estação mais fria do ano resulta de reações hormonais, permanecendo em processo de hibernação, em que a estagnação do crescimento provocada pelo inverno faz com que ocorra a eliminação da

folhagem senescente, visando o novo período de crescimento, retomado somente com o início primavera (KÖNIG et al., 2002; LEITE; KLEIN, 1990).

De acordo com Klein (1983), a estrutura deste tipo florestal pode ser caracterizada por três estratos arbóreos distintos, além de um estrato arbustivo e um herbáceo. O estrato das árvores dominantes, que pode atingir de 30 a 35 m de altura, não forma uma cobertura contínua, ocorrendo como árvores emergentes. Fisionomicamente é o estrato de maior importância, caracterizando a floresta como estacional, uma vez que quase todos os indivíduos são decíduos. O estrato co-dominante, geralmente entre 20 e 25 m de altura, é bastante denso e contínuo, formado por um número pequeno de espécies características, as quais apresentam valores sociológicos elevados, sendo composto, em sua maioria, por espécies perenifólias. O estrato inferior possui um número relativamente elevado de árvores medianas, comumente entre 5 e 12 m de altura, dentre as quais algumas apresentam valores sociológicos elevados, sendo as restantes bastante raras.

Segundo Reitz, Klein e Reis (1988), fitofisionomicamente, as florestas da bacia do Rio Jacuí apresentam o mesmo aspecto típico das do Alto Uruguai, com praticamente as mesmas espécies dominantes e a mesma estratificação, porém sem algumas espécies bastante comuns no Alto Uruguai, como a canafístula (*Peltophorum dubium*) e a maria-preta (*Diatenopteryx sorbifolia*), árvores estas bastante frequentes no Alto Rio Uruguai. Em toda área de floresta de encosta da Serra Geral, o estrato emergente era dominado pela grábia (*Apuleia leiocarpa*), responsável pela fitofisionomia da floresta, bem como de outras espécies características com o angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), a cabriúva (*Myrocarpus frondosus*) e a timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*). No estrato das árvores que formam uma cobertura densa, são comuns a guajuvira (*Cordia americana*), o marmeleiro-do-mato (*Ruprechtia laxiflora*) e a batinga-vermelha (*Eugenia rostrifolia*).

Rambo (2005) descreve como uma mata virgem típica da Floresta Estacional Decidual a seguinte distribuição da vegetação: a orla da mata, a faixa marginal e a mata alta. A orla da mata constitui-se em uma verdadeira cerca viva de arbustos e ervas, entre as quais a cressiuma (*Chusquea ramosissima*) ocupa o lugar principal. A faixa marginal consiste de arbustos e árvores pequenas, como *Actinostemon concolor* (laranjeira-do-mato), *Sorocea bonplandii* (cincho), *Urera baccifera* (urtigão) e espécies de *Abutilon* e *Boehmeria*. A mata alta compõe-se das seguintes espécies típicas: *Phytolacca dioica* (umbú), *Zanthoxylum* spp. (mamica-de-cadela), *Cedrela fissilis* (cedro), *Cabralea canjerana* (cangerana), *Cordia trichotoma* (louro), *Myrocarpus frondosus* (cabriúva), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), *Apuleia leiocarpa* (grábia), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), *Luehea divaricata* (açoi-

cavalo), *Cordia americana* (guajuvira), *Ocotea* spp. e *Nectandra* spp. (canelas) e *Vitex megapotamica* (tarumã).

Conforme o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, a Floresta Estacional Decidual apresenta 229 espécies, distribuídas em 63 famílias botânicas, com um volume comercial médio de 155,5 m³ por hectare (ha) e 830,3 árvores/ha com diâmetro a altura do peito (DAP) \geq 10 centímetros, onde se destacam as seguintes espécies: *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Alchornea triplinervia* (tanheiro), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Casearia sylvestris* (chá-de-bugre), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), *Cordia americana* (guajuvira), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-branco) e *Allophylus edulis* (chal-chal) (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

Atualmente existe uma discussão a respeito da terminologia dessa floresta empregada para a região do rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul trazida na obra de Schumacher et al. (2011), pelas incertezas de ainda existirem de fato as duas florestas estacionais definidas, Decidual e Semidecidual, no Estado. Dessa forma, nesse trabalho será adotada a terminologia proposta pelos autores citados – Floresta Estacional Subtropical, termo esse criado pelo botânico Roberto Klein na década de 70.

2.3 Estudos nas florestas do Rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul

No Rio Grande do Sul diversos trabalhos vêm sendo realizados sobre a flora do estado, com finalidades como descrição e caracterização da estrutura de comunidades vegetais, crescimento de espécies específicas de interesse econômico, dinâmica de populações, entre outros. Dentre esses trabalhos, a Floresta Estacional localizada na região do Rebordo do Planalto Meridional vem sendo pesquisada em diferentes aspectos no intuito de obter informações básicas que sirvam de embasamento e subsídio para a elaboração de programas de recuperação e preservação da biodiversidade existente nos remanescentes dessa floresta, visto que a constante conversão de áreas florestais em áreas agrícolas e a degradação das florestas remanescentes implicam na ameaça de extinção de diversas espécies que necessitam de ações de recuperação.

A área do Rebordo do Planalto do RS comporta a maior área de floresta nativa do estado e é o mais expressivo corredor ecológico da Floresta Estacional Subtropical no estado (SCHUMACKER et al., 2011), composta, na maior parte, por florestas secundárias com áreas de diferentes tamanhos, com diferentes estágios de regeneração e tipos de perturbações sofridas.

No esforço de realizar estudos integrados sobre os remanescentes das florestas estacionais subtropicais do Rebordo do Planalto Meridional, um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Santa Maria com o apoio de outras instituições buscou conhecer e analisar esses ecossistemas de perto. Vaccaro iniciou estudos acerca das florestas em torno da cidade de Santa Tereza, onde realizou estudos buscando informações sobre a composição florística e a fitossociologia (VACCARO; HESS; LONGHI, 1992), e em fragmentos de florestas com diferentes idades de regeneração (VACCARO, 1997), a classificação das espécies em categorias sucessionais (VACCARO; LONGHI; BRENA, 1999), além do posterior estudo da dinâmica e modelos de estimação do incremento em área basal das árvores desses fragmentos (VACCARO, 2002; VACCARO et al., 2003). Para melhor compreensão da sucessão dessas florestas, Longhi et al. (2005) avaliaram quali e quantitativamente o banco de sementes das espécies arbóreas nos mesmos fragmentos. Brun, E. (2004) investigou o comportamento dessas florestas quanto a ciclagem de nutrientes, por meio da estimação dos teores e quantidades de micronutrientes contidos na biomassa vegetal acima do solo e com base nos resultados, Brun, F. (2007) elaborou modelos para descrever o acúmulo de carbono para sete espécies arbóreas. Ainda, Wojciechowski et al. (2009) aplicaram métodos de geoestatística nas áreas dessas florestas afim de identificar a variabilidade e dependência espacial de atributos físicos e químicos do solo.

Vogel (2005) também estudou a ciclagem de nutrientes em outra área do Rebordo, no município de Itaara, onde quantificou o estoque de nutrientes no solo; avaliou a deposição de serapilheira e de folhas de diferentes espécies arbóreas nativas; quantificou os nutrientes na serapilheira e nas folhas das diferentes espécies; e quantificou a biomassa acima do solo, e os nutrientes.

Estudos sobre a composição florística e a estrutura da vegetação também foram realizados em alguns morros testemunhas do Planalto Meridional, localizados na cidade de Santa Maria. Destacam-se o trabalho de Machado e Longhi (1990), no qual os autores analisaram a vegetação do “Morro do Elefante”, um dos morros de maior elevação e mais característico de Santa Maria; e Longhi et al. (2000), no qual caracterizou-se a vegetação do “Cerro Mariano da Rocha”. Nesses mesmos locais também foram realizados estudos sobre a

ciclagem de nutrientes dessas florestas, como Cunha et al. (1993) e König et al. (2002), respectivamente. Outros estudos fitossociológicos nos morros testemunhas em Santa Maria foram de Bearzi, Poltronieri e Longhi (1992) no morro das Três Marias; e Dias et al. (1996) nos morros Cerrito e Cerro Mariano da Rocha. Nesse último morro Araújo et al. (2000) avaliaram a distribuição das espécies florestais. Giehl et al. (2007) também avaliaram os padrões de distribuição espacial das espécies mais abundantes de um trecho de Floresta Estacional em Santa Maria.

Dentre os trabalhos inseridos na linha de pesquisa da fitossociologia realizados na região do Rebordo do Planalto em Floresta Estacional Subtropical citam-se alguns como: Silva, Longhi e Fleig (1992) no município de Silveira Martins; Hack et al. (2005) em Jaguari; Markus e Freitas (2011) em Teutônia; Rosa, Longhi e Ludwig (2008) na reserva do Capão de Tupanciretã; alguns realizados em matas ciliares como: Silva, Longhi e Fleig (1992) em Silveira Martins; Budke et al. (2004) no arroio Passo das Tropas em Santa Maria e Callegaro et al. (2012) em Jaguari.

Destacam-se também os inventários florestais realizados na região do rebordo, onde Brena e Longhi inventariaram florestal na região central do Estado, incluindo nove municípios, compostos pelos sete municípios da região da Quarta Colônia (Silveira Martins, Ivorá, São João do Polêsine, Faxinal do Soturno, Dona Francisca, Nova Palma e Pinhal Grande) e mais os municípios de Agudo e Restinga Seca (BRENA; LONGHI, 2002), além do inventário florestal contínuo realizado em todo o estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

Na perspectiva de conhecer a influência dos contingentes florísticos sobre a estrutura destas florestas, Jarenkow e Waechter (2001) realizaram um levantamento fitossociológico de uma floresta localizada no município do Vale do Sol para detectar a estrutura comunitária do componente arbóreo e a participação local dos diferentes contingentes florísticos. Lindenmaier e Budke (2006), através da descrição da estrutura do componente arbóreo, analisaram os padrões de diversidade e de distribuição das espécies num fragmento de Floresta Estacional na bacia do rio Jacuí, além de identificar a contribuição de diferentes contingentes migratórios na formação desta floresta. Na mesma linha de pesquisa, Sühs, Putzke e Budke (2010) verificaram a influência dos diferentes contingentes florísticos sobre a composição e estrutura de uma sinússia florestal localizada na porção meridional do Planalto Sul-Brasileiro, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) da Universidade de Santa Cruz do Sul, no município de Sinimbu. Além disso, Sühs e Budke (2011) determinaram a distribuição espacial das espécies arbóreas mais abundantes nessa sinússia florestal.

Em relação a outro aspecto da estrutura da floresta, a identificação de grupos ou padrões diferenciados na vegetação foi avaliada por meio de técnicas de agrupamento nos trabalhos de Araujo et al. (2001) no Cerro Mariano da Rocha; Araujo et al. (2004) em uma mata ciliar em Cachoeira do sul e Avila et al. (2011) em dois fragmentos de mata ciliar em Ijuí.

Buscando o aprofundamento no conhecimento sobre a vegetação da floresta do rebordo do Planalto, Scipioni realizou um estudo em um fragmento florestal na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim, localizada no Município de São Martinho da Serra, com o objetivo de avaliar as correlações existentes entre a composição florística das espécies arbóreas sobre diferentes condições topográficas e pedológicas, tanto para os estratos arbóreo-arbustivos (SCIPIONI et al., 2010) como para a regeneração natural (SCIPIONI et al., 2009).

Entretanto, ainda se sabe pouco sobre a estrutura da vegetação das encostas erodidas da Serra Geral no Rio Grande do Sul, uma vez que o difícil acesso e a declividade dificultam a realização de trabalhos em várias áreas do Rebordo (SÜHS; PUTZKE; BUDKE, 2010). Até o momento, poucos estudos foram realizados no local tratando da estrutura da vegetação e raros são os estudos que investigam as relações existentes entre os fatores ambientais e a ocorrência e distribuição das espécies florestais. Botrel et al. (2002) afirmam que conclusões sobre a distribuição de espécies face a variáveis ambientais somente devem se aproximar de uma generalização após muitas repetições do mesmo padrão em diversas áreas.

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um remanescente florestal no Rebordo do Planalto, situado na região central do RS, em uma propriedade particular da Sociedade Mario Hiriart (SOMAH), no município de Itaara, tendo como referência as coordenadas 29°30'S e 53°46'W.

A área do Rebordo apresenta relevo ondulado a montanhoso, com altitudes entre 300 e 500 m. Nessa região ocorrem diferentes classes de solo, predominando os Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Cambissolos Háplicos e Chernossolos Argilúvicos (STRECK et al., 2008).

O clima da região é denominado subtropical, pertencente à variedade “Cfa”, definida por apresentar temperatura do mês mais frio, entre -3 °C e 18 °C, e do mês mais quente, superior a 22 °C, conforme o sistema de classificação de Köppen. A precipitação média anual, bem distribuída durante todo o ano, está entre 1.500 e 1.750 mm (MORENO, 1961).

A vegetação da área está inserida na fitofisionomia denominada Floresta Estacional Subtropical.

A vegetação objeto desse estudo foi amostrada em dois fragmentos adjacentes que se encontram em estágios diferentes de regeneração, sendo que um caracteriza uma capoeira com área de aproximadamente dois hectares e o outro, em estágio mais avançado de regeneração, uma floresta secundária com área de aproximadamente cinco hectares.

Os fragmentos estão situados na parte superior de uma encosta, onde o sentido principal da declividade é na direção sudoeste-nordeste, e a diferença de altitude entre a parte mais alta e mais baixa da área amostral da encosta é de aproximadamente 30 m, caracterizando um pequeno gradiente topográfico.

A capoeira é composta predominantemente por arvoretas de pequenos diâmetros e com alturas em torno de 6 m, que ocorrem em alta densidade, porém não formam um dossel contínuo, caracterizando, assim, um ambiente florestal relativamente aberto à entrada de luz, como pode ser visualizado na figura 1.



Figura 1 – Foto ilustrativa da vegetação da Capoeira

A floresta secundária, representada pela figura 2, apresenta uma fisionomia florestal típica, onde predominam árvores com diâmetros intermediários e com alturas em torno de 10 m, as quais formam um dossel uniforme.

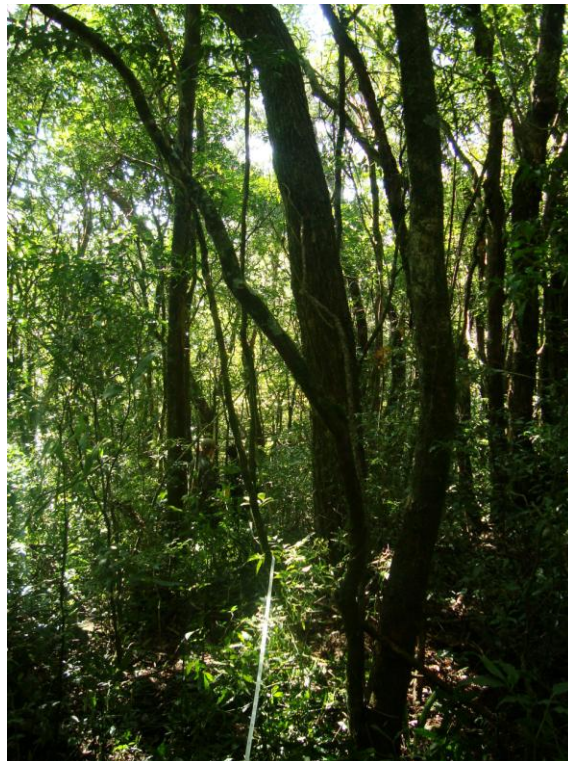


Figura 2 – Foto ilustrativa da vegetação da Floresta Secundária

O dossel mais fechado da floresta secundária torna o seu interior um ambiente mais sombreado, o que permite o acúmulo de serapilheira e a presença de arbustos e espécies regenerantes tolerantes à sombra, como pode ser notado na figura 2.

4 ESTUDO 1 – Composição florística, estrutura e diversidade da vegetação em dois fragmentos da Floresta Estacional Subtropical com diferentes idades de regeneração em Itaara, RS

4.1 INTRODUÇÃO

Ao longo de sua história na Terra, o homem transformou drasticamente a paisagem, buscando adequar o ambiente às suas necessidades. Depois de muitos anos de devastação, muitas formas de vida foram perdidas em diversas regiões, sem o conhecimento de suas existências (VARGAS; OLIVEIRA, 2007).

A pressão antrópica configura um quadro bastante delicado, tendo em vista que ações de conservação e/ou recuperação desses ambientes incorrem, necessariamente, em estoque de informações técnicas específicas e, principalmente, integradas, abordando diversas áreas do conhecimento, como geologia, geomorfologia, pedologia e climatologia (CURCIO et al., 2006), além da área florestal.

A ciência que se ocupa do estudo quantitativo da composição florística, estrutura, funcionamento, dinâmica, distribuição e relações ambientais das comunidades vegetais é a fitossociologia, também conhecida como ecologia quantitativa, que se apoia muito em taxonomia vegetal e tem estreita relação com a fitogeografia e as ciências naturais (MARTINS, 1990); e entender os padrões de estruturação das comunidades vegetais é um dos seus principais objetivos (GIEHL; BUDKE, 2011).

Estudos florísticos e fitossociológicos das florestas são essenciais para a conservação da diversidade, pois fornecem o conhecimento do estado atual dos fragmentos e subsídios para planos de recuperação destes. Além disso, a obtenção e padronização dos atributos de diferentes ambientes florísticos e fisionômicos são atividades básicas para a conservação e preservação, possibilitando a proposição de modelos mais adequados de manejo de florestas (OLIVEIRA; AMARAL, 2004).

Segundo Silva et al. (2012), para que se alcance o uso sustentável dos recursos florestais e se garanta sua conservação, o conhecimento das relações florísticas e do comportamento fitossociológico do componente arbóreo de florestas secundárias é uma informação inicial básica, porém essencial.

Nesse sentido, uma região que merece maior atenção é a do Rebordo do Planalto ou encosta da Serra Geral, uma região de transição entre a Depressão Central e o Planalto do Rio Grande do Sul, onde o relevo de declividades acentuadas atua intensamente na formação de solos pouco desenvolvidos e frágeis, e onde a floresta desempenha um papel importante na manutenção destes solos, além de formar um importante corredor ecológico no estado.

Nesse contexto, esse estudo insere-se na busca de melhor entendimento das transformações sucedidas em fragmentos abandonados na região do Rebordo do Planalto e que se encontram em processo de regeneração, através do estudo de suas comunidades vegetais; para servir de apoio em projetos de recuperação e regimes de manejo, orientando as políticas de conservação da biodiversidade.

Esse estudo tem como objetivo caracterizar a vegetação arbóreo-arbustiva de dois fragmentos florestais com idades diferentes de regeneração localizados no rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul, por meio de uma análise descritiva da composição, estrutura, diversidade, equabilidade e similaridade da vegetação.

4.2 METODOLOGIA

4.2.1 Amostragem da vegetação

Foi realizado um inventário florestal, adotando-se o método de amostragem sistemática com unidades amostrais ou parcelas de área fixa distribuídas de forma a cobrir os dois fragmentos que compõem a área de estudo. As parcelas possuem dimensões de 20 x 10 m e foram distribuídas distanciadas em 10 metros entre si, ao longo de transectos. Esses transectos percorrem a parte superior da encosta, orientados no sentido de maior declividade (sudoeste-nordeste) do terreno, e distribuídos sistematicamente em intervalos de 40 metros entre si. A alocação das parcelas foi feita com auxílio de aparelho de GPS (*Global Position System*), bússola e balizas; e, para a materialização das mesmas, utilizou-se trenas, balizas e estacas de madeira. Na floresta secundária foram distribuídas 23 parcelas em quatro transectos e na capoeira 10 parcelas em dois transectos, como mostra a figura 3.

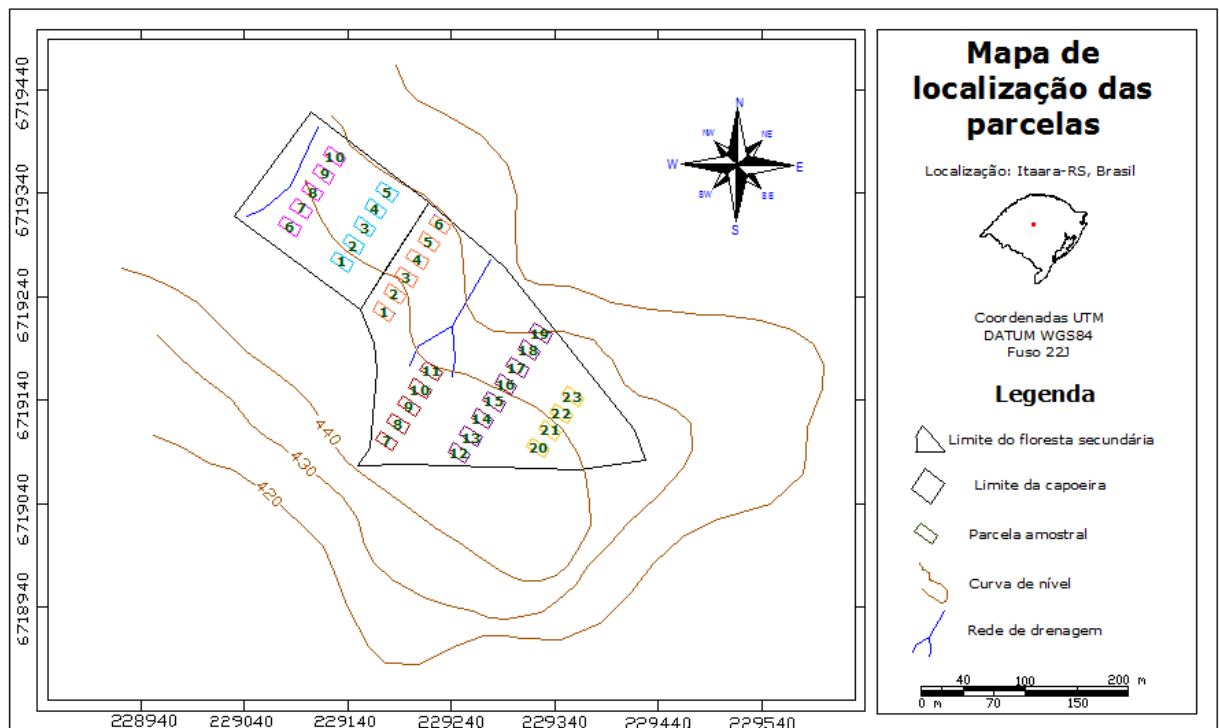


Figura 3 – Distribuição das parcelas amostrais nos fragmentos da Floresta Secundária e da Capoeira em Itaara, RS

No levantamento da vegetação foram utilizadas três classes de inclusão resumidas na tabela 1, sendo a primeira denominada de Regeneração 1 (R1), na qual foram considerados os indivíduos das espécies arbóreas e arbustivas com altura (h) ≥ 50 cm e diâmetro a altura do peito (1,30 m de altura acima do solo) menor que 2 cm. A segunda classe, em que foram considerados os indivíduos com DAP entre 2 e 5 cm, foi chamada de Regeneração 2 (R2); e a terceira classe, denominada Estrato Arbóreo (EA), incluiu os indivíduos com DAP ≥ 5 cm.

Tabela 1 – Classes de inclusão da vegetação, com limites de inclusão e dimensão da área amostral

Classe	Dimensão (m)	Área (m ²)	Limites de inclusão (cm)
I – Estrato arbóreo (EA)	10 x 20	200	CAP $\geq 15,7$
II – Regeneração 2 (R2)	5 x 5	25	$15,7 \leq \text{CAP} < 6,3$
III – Regeneração 1 (R1)	2 x 2	4	$h \geq 0,5$ e CAP $< 6,3$

Na etapa de verificação dos indivíduos selecionados em cada classe de inclusão, optou-se por mensurar a circunferência a altura do peito (CAP), pois essa medida incorre em erros menores na estimativa da área basal do que o diâmetro caso ocorra algum erro na medição da árvore.

Para a classe da regeneração 1 foram utilizadas subunidades de 4 m² (2 x 2 m), enquanto que para a classe da regeneração 2 foram utilizadas subunidades de 25 m² (5 x 5 m) e para o estrato arbóreo, parcelas de 10 x 20 m. As subunidades das duas classes menores foram locadas no centro da parcela da classe maior, como ilustra a figura 4.

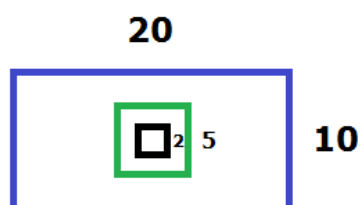


Figura 4 – Representação da distribuição das subunidades amostrais das menores classes de inclusão no centro da unidade amostral da maior classe de inclusão da vegetação

A área total amostrada foi de 0,66 ha, distribuídos em 23 parcelas (0,46 ha) no fragmento da floresta secundária e 10 parcelas (0,2 ha) no fragmento da capoeira.

Na Regeneração 1 foi registrado o nome científico e a altura total dos indivíduos amostrados. Na Regeneração 2, os indivíduos amostrados foram identificados e mensuradas sua altura e circunferência a altura do peito (CAP).

No estrato arbóreo, as parcelas foram divididas em duas subunidades de 10 x 10 m, onde foram levantados os indivíduos vivos e mortos, ainda em pé, exceto lianas. Os indivíduos com caules múltiplos foram medidos quando a raiz da soma dos quadrados de suas CAPs era superior a 15,7 cm (equivalente a 5 cm de DAP). As árvores localizadas sobre as bordas das unidades amostrais foram consideradas, desde que no mínimo metade de sua circunferência estivesse no interior da unidade amostral. Para cada indivíduo foram registrados o nome científico, a circunferência a altura do peito, a altura total e a altura de copa. Após as anotações, cada indivíduo recebeu uma etiqueta de alumínio, com sua numeração correspondente, para o seu futuro monitoramento. Nas medições de circunferência foi usada fita métrica graduada em milímetros e nas estimativas das alturas foi usada vara graduada em metros.

Para as espécies não identificadas a campo, coletou-se material botânico, com auxílio de budoque e podão, o qual recebeu uma etiqueta com um código para posterior identificação no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da UFSM.

4.2.2 Análise dos dados

A suficiência amostral do levantamento florístico foi verificada pela curva de acumulação de espécies, na qual é apresentado graficamente o número total de espécies para cada nova unidade amostral incluída no levantamento (KERSTEN; GALVÃO, 2011). Na construção da curva foi utilizado o procedimento *bootstrap* que permite obter a curva de acumulação de espécies por meio da aleatorização na ordem da entrada das parcelas, possibilitando criar curvas médias em intervalos de confiança empíricos de 95 % (EFRON, 1982 apud FLOSS, 2011). A curva de acumulação de espécies foi obtida com auxílio do programa PC-ORD 5.10 (MCCUNE; MEFFORD, 2006).

Para analisar a composição florística dos fragmentos a nomenclatura das espécies encontradas na amostragem foi verificada de acordo com as bases de dados TreeAtlas 2.0

(OLIVEIRA-FILHO, 2010) e a Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012 (FORZZA et al., 2012).

Após a coleta a campo, os dados foram processados no *software Microsoft Office Excel 2007*, no qual foram calculados os parâmetros fitossociológicos (Quadro 1).

Parâmetro/ Índice	Unidade	Fórmula	Variável
Diâmetro a altura do peito	cm	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$	CAP = circunferência à altura do peito em cm; $\pi = \text{PI} = 3,1415\dots$;
Área basal	m ²	$g = \frac{\pi * DAP^2}{40000}$	DAP = diâmetro à altura do peito em cm; $\pi = \text{PI} = 3,1415\dots$;
Densidade absoluta	ind.ha ⁻¹	$DA = \frac{n_i}{\text{área}}$	n_i = Número de indivíduos da espécie i ;
Densidade relativa	%	$DR = \frac{n_i}{N} * 100$	n_i = Número de indivíduos da espécie i ; N = Número total de indivíduos amostrados;
Frequência absoluta	%	$FA = \frac{k_i}{K} * 100$	k_i = Número de unidades amostrais onde a espécie i ocorre; K = Número total de unidades amostrais;
Frequência relativa	%	$FR = \frac{FA_i}{\sum FA} * 100$	FA_i = Frequência absoluta da espécie i ; $\sum FA$ = Frequência absoluta de todas as espécies;
Dominância absoluta	m ² ha ⁻¹	$DoA = \sum_{i=1}^n g_i$	g = Área basal da espécie i ;
Dominância relativa	%	$DoR = \frac{DoA_i}{G} * 100$	G = Área basal total/hectare;
Valor de importância	%	$VI = \frac{DR + DoR + FR}{3}$	
Índice de diversidade de Shannon		$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$ Onde: $p_i = \frac{n_i}{N}$	S = número de espécies na comunidade vegetal; p_i = Proporção de indivíduos da i -ésima espécie; n_i = número de indivíduos amostrados para a espécie i ; N = número total de indivíduos amostrados.
Índice de equabilidade de Pielou		$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$	H' = índice de Shannon para a comunidade vegetal; S = número de espécies na comunidade vegetal
Índice de similaridade de Jaccard		$S_j = \frac{a}{(a + b + c)}$	a = número de espécies comuns em ambas as parcelas; b = número de espécies exclusivas da parcela 1; c = número de espécies exclusivas da parcela 2;

Quadro 1 – Parâmetros de fitossociologia, diversidade, equabilidade e similaridade florística

A caracterização da estrutura horizontal da vegetação dos dois fragmentos florestais foi feita a partir do cálculo dos seguintes parâmetros fitossociológicos: Densidade absoluta (DA), Densidade relativa (DR), Dominância absoluta (DoA), Dominância relativa (DoR), Frequência absoluta (FA), Frequência relativa (FR), e Valor de importância (VI). Esses parâmetros são tradicionalmente abordados na literatura e a descrição completa de cada um deles pode ser encontrada em Moro e Martins (2011), Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), entre outros. Destaca-se que as árvores mortas amostradas, foram caracterizadas separadamente, e não foram incluídas nos cálculos da estrutura horizontal, pois as mortas pertencem a várias espécies e os cálculos na Fitossociologia são feitos para espécies individualmente, além de que grandes densidade e dominância de árvores mortas não significam restrição ao desenvolvimento de outras espécies, pois elas não competem mais pelos recursos do meio (DURIGAN, 2009).

A estrutura diamétrica da comunidade foi ilustrada através de um gráfico com a distribuição das frequências das árvores em classes de diâmetro. A primeira classe iniciou em 5 cm de DAP, e a amplitude de classe foi definida em cinco centímetros, que segundo Soares, Paula Neto e Souza (2011), é uma das amplitudes usuais nos trabalhos realizados no Brasil.

Para caracterizar a estrutura vertical da vegetação foram exploradas a distribuição das classes de alturas da comunidade e a distribuição das alturas das espécies mais abundantes, com mais de 10 indivíduos. O intervalo de classe foi definido em um metro. Segundo Durigan (2009) não existe uma base estatística segura para a estratificação vertical, e o usual é fazer uma separação arbitrária das classes de alturas, e separar o dossel em superior, intermediário e inferior.

Para analisar a diversidade, equabilidade e a similaridade florística da vegetação, foram utilizados o índice de diversidade de Shannon (H'), o índice de equabilidade de Pielou (J') (KENT; COKER, 1992) e o índice de similaridade de Jaccard (S_j) (FELFILI; REZENDE, 2003). Para o cálculo do S_j foram sorteadas 10 parcelas do fragmento da floresta secundária a fim de obter o mesmo número de UA para os dois fragmentos. Esses índices são apresentados no quadro 1.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Suficiência amostral da vegetação

O levantamento da vegetação consistiu na amostragem total de uma área de 0,66 ha, distribuídos em 33 parcelas de 200 m² cada, na qual foram encontradas 87 espécies arbóreo-arbustivas somando os três níveis de inclusão da vegetação dos dois fragmentos florestais. Considerando os fragmentos separados, foram encontradas 78 espécies na floresta secundária em 23 parcelas e 53 espécies na capoeira em 10 parcelas.

Para avaliar se o número de parcelas amostradas em cada fragmento foi suficiente utilizou-se a curva de acumulação de espécies, recomendada por diversos pesquisadores como Hack et al. (2005), Ivanauskas, Rodrigues e Nave (1999) e Longhi et al. (2000). Nessa curva, o número acumulado de espécies encontradas é plotado em relação ao aumento progressivo da área amostrada, sendo que a área mínima de amostragem corresponde ao ponto onde a curva torna-se praticamente horizontal, ou seja, um aumento da área de amostragem não implica num acréscimo significativo no número de espécies.

A suficiência amostral florística para a floresta secundária pode ser verificada pela curva de acumulação de espécies da figura 5.

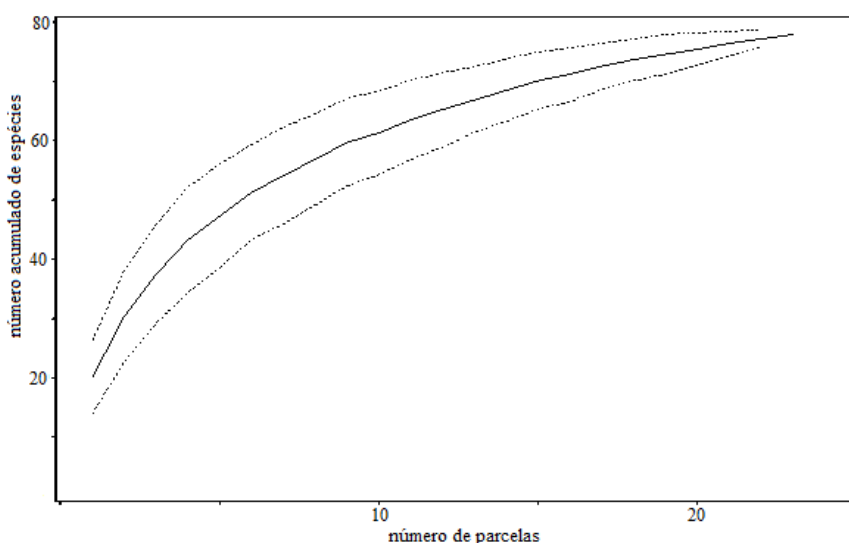


Figura 5 – Curva de acumulação de espécies por número de parcelas da área de amostragem da vegetação na Floresta Secundária

Analisando a figura 5, pode-se considerar que a amostragem da vegetação da floresta secundária em 23 parcelas foi suficiente, pois observa-se uma tendência a estabilização no final da curva de acumulação de espécies, significando que um aumento no número de parcelas amostradas não aumentaria consideravelmente o número total de espécies encontradas.

A suficiência amostral florística para a capoeira pode ser examinada pela curva de acumulação de espécies da figura 6.

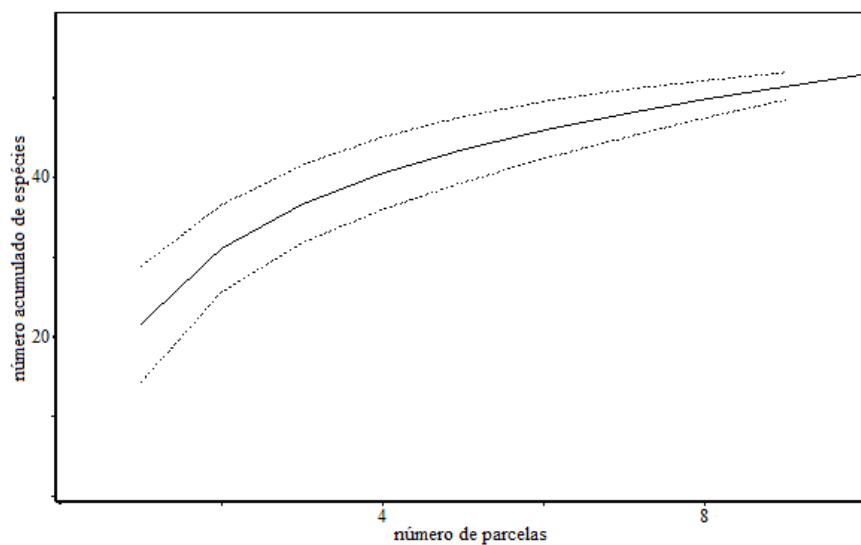


Figura 6 – Curva de acumulação de espécies por número de parcelas da área de amostragem da vegetação na Capoeira

Analisando a curva apresentada na figura 6, pode-se observar uma tendência a estabilização da curva de acumulação de espécies, significando que um aumento no número de parcelas amostradas não aumentaria significativamente o número total de espécies encontradas, indicando assim, que a amostragem florística da capoeira em 10 parcelas foi satisfatória.

4.3.2 Composição florística

Foram amostrados 2259 indivíduos na soma dos três níveis de levantamento, em toda área de amostragem, repartidos em 518 indivíduos na classe Regeneração 1 – R1 (312 na floresta secundária e 206 na capoeira), 376 na classe Regeneração 2 – R2 (167 na floresta secundária e 209 na capoeira) e 1365 na classe Estrato Arbóreo - EA (944 na floresta secundária e 421 na capoeira).

As famílias, espécies e o número de indivíduos em cada classe de inclusão encontrados na floresta secundária e na capoeira estão listados na tabela 2.

Tabela 2 – Composição florística do levantamento de três classes de inclusão da vegetação em dois fragmentos florestais de Itaara e o número de indivíduos por espécie encontrados em cada classe de levantamento na Floresta secundária e na Capoeira

Família / Espécie	Fragmento					
	Floresta Secundária			Capoeira		
	R1	R2	Arbóreo	R1	R2	Arbóreo
Anacardiaceae						
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1		115	2		68
<i>Schinus molle</i> L.						9
Annonaceae						
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer			4			
Aquifoliaceae						
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	4	1	16	1		12
Arecaceae						
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	2		3			2
Asteraceae						
<i>Bacharis</i> sp.				2		
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera			4	21	14	32
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera			1	1		8
Bignoniaceae						
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> Mattos			3			2
Boraginaceae						
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.		1	7			1
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.			3			
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	1		2			
Cannabaceae						
<i>Celtis</i> sp.	1					
Cardiopteridaceae						
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	1		13			
Celastraceae						
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	1					
<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	2		1			

(continua)

(continuação)

Tabela 2 – Composição florística do levantamento de três classes de inclusão da vegetação em dois fragmentos florestais de Itaara e o número de indivíduos por espécie encontrados em cada classe de levantamento na Floresta secundária e na Capoeira

Família / Espécie	Fragmento					
	Floresta Secundária			Capoeira		
	R1	R2	Arbóreo	R1	R2	Arbóreo
Ebenaceae						
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.		1	18			
Erythroxylacaceae						
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.			15	1		20
Euphorbiaceae						
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	2		1			
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong			2			
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	1		4			
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs		5	26			1
Fabaceae						
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart			13	8	5	12
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.			1			
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton			2	5		4
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong			1			
<i>Inga virescens</i> Benth.						2
<i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.	1	8	18	1	2	6
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	1	3	4			
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	6	2	15			
Lamiaceae						
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke		2	26		3	7
Lauraceae						
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees			1			1
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	3		6			
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees			2	1		
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	2		9	1		9
Loganiaceae						
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	2		5		2	10
Malvaceae						
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.		4	40			7
Melastomataceae						
<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin				7		
Meliaceae						
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.		1	7			
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.			2			15
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	15	4	1			
Moraceae						
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.			3			
Myrtaceae						
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	2	2	9			1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg			2			
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	1					
<i>Eugenia involucrata</i> DC.		1	8			1
<i>Eugenia uniflora</i> L.		1	2	1	1	3
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.						1
<i>Myrceugenia myrtooides</i> O.Berg				2	2	1
<i>Myrcia oblongata</i> DC.		1	6	67	131	53

(continuação)

Tabela 2 – Composição florística do levantamento de três classes de inclusão da vegetação em dois fragmentos florestais de Itaara e o número de indivíduos por espécie encontrados em cada classe de levantamento na Floresta secundária e na Capoeira

Família / Espécie	Fragmento					
	Floresta Secundária			Capoeira		
	R1	R2	Arbóreo	R1	R2	Arbóreo
Myrtaceae						
<i>Myrcia palustris</i> DC.			5	2		2
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand		1				
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand		1	1			1
Phytolaccaceae						
<i>Phytolacca dioica</i> L.			1			
Piperaceae						
<i>Piper aduncum</i> L.	8			1		
<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steudel	1					
Primulaceae						
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.			1	1	1	3
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	2	13	87	9	4	6
Quillajaceae						
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Mart.			22	3		13
Rosaceae						
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	6		4	1		
Rubiaceae						
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl.	4	14	9	2	5	13
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	4			8		
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	200	5		9		
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.) DC.			4			
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.	1					
Rutaceae						
<i>Citrus reticulata</i> Blanco		1				
<i>Citrus X aurantium</i> L.			1			
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	1	14	88	3	6	33
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.			6			
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	4	7			3
Salicaceae						
<i>Banara tomentosa</i> Clos		1	2			
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	2	17	2	2	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	21	154		8	2
<i>Xylosma</i> sp.	1	1	2			7
Sapindaceae						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	4	2	29	1	2	1
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	2			1	1	1
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	16	38	29	22	3	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	1	11	30	2	6	14
Sapotaceae						
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.			1			
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	5		12	4	3	14
Solanaceae						
<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	2					
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.						1
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal			1			

(conclusão)

Tabela 2 – Composição florística do levantamento de três classes de inclusão da vegetação em dois fragmentos florestais de Itaara e o número de indivíduos por espécie encontrados em cada classe de levantamento na Floresta secundária e na Capoeira

Família / Espécie	Fragmento					
	Floresta Secundária			Capoeira		
	R1	R2	Arbóreo	R1	R2	Arbóreo
Styracaceae						
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	1		9			1
Symplocaceae						
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.		1	1	2		
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.				2		18
Thymelaeaceae						
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.				18		
Total	312	167	944	206	209	421

Onde: R1 = regeneração 1 e R2 = regeneração 2.

Quando se trata da composição florística em cada um dos três níveis do levantamento da vegetação arbórea e arbustiva, a classe de maior riqueza florística foi a do Estrato Arbóreo (EA), seguida pela R1, e pela R2.

No EA foram encontradas 73 espécies, sendo que na floresta secundária foram encontradas 66 espécies e na capoeira 43. Das 73 espécies, 36 (49 %) são comuns aos dois fragmentos; 30 ocorrem somente na floresta secundária e sete ocorrem apenas na capoeira.

Alguns estudos realizados na mesma formação florestal encontraram menor riqueza de espécies que a encontrada na floresta secundária, como o de Jarenkow e Waechter (2001) que encontraram 55 espécies em uma floresta de encosta bem preservada no município de Vale do Sol (utilizando como nível de inclusão DAP > 5 cm e área amostral de 1 ha), Scipioni et al. (2010) que encontraram 60 espécies em uma floresta de encosta no município de São Martinho da Serra (nível de inclusão DAP > 9,5 cm e área amostral de 1,12 ha) e Vaccaro, Longhi e Brena (1999) que encontraram 48 espécies em uma floresta secundária no município de Santa Tereza (nível de inclusão DAP > 3,2 cm e área amostral de 0,2 ha) e 42 espécies em capoeirão no mesmo município. A riqueza florística encontrada na capoeira foi semelhante com a encontrada por Vaccaro, Longhi e Brena (1999) no capoeirão em Santa Tereza.

A classe R1 exibiu 54 espécies, sendo que na floresta secundária foram encontradas 39 e na capoeira 31 espécies. Das 54 espécies, 16 (30 %) foram encontradas nos dois fragmentos, 23 (42 %) são exclusivas da floresta secundária e 15 (28 %) da capoeira.

A classe R2 foi a mais pobre em espécies, onde foram encontradas 41 espécies, ocorrendo 31 na floresta secundária e 22 na capoeira. Apenas 29 % (12) das 41 espécies

encontradas são comuns aos ambos os fragmentos, e 47 % (19) foram encontradas apenas na floresta secundária e 24 % (10) exclusivas da capoeira.

Quanto à composição florística geral, foram encontradas 87 espécies arbóreas e arbustivas, pertencentes a 67 gêneros e 36 famílias botânicas (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de gêneros, espécies, indivíduos e proporção relativa de indivíduos por família, encontrados no levantamento da vegetação em três classes de inclusão nos dois fragmentos florestais de Itaara, RS

Família	Nº Gêneros	Nº Espécies	Nº indivíduos	Nº relativo de indivíduos
Anacardiaceae	2	2	195	8,63
Annonaceae	1	1	4	0,18
Aquifoliaceae	1	1	34	1,51
Arecaceae	1	1	7	0,31
Asteraceae	3	3	83	3,67
Bignoniaceae	1	1	5	0,22
Boraginaceae	1	3	15	0,66
Cannabaceae	1	1	1	0,04
Cardiopteridaceae	1	1	14	0,62
Celastraceae	2	2	4	0,18
Ebenaceae	1	1	19	0,84
Erythroxylacaceae	1	1	36	1,59
Euphorbiaceae	3	4	42	1,86
Fabaceae	8	8	120	5,31
Lamiaceae	1	1	38	1,68
Lauraceae	2	4	35	1,55
Loganiaceae	1	1	19	0,84
Malvaceae	1	1	51	2,26
Melastomataceae	1	1	7	0,31
Meliaceae	3	3	45	1,99
Moraceae	1	1	3	0,13
Myrtaceae	6	11	312	13,81
Phytolaccaceae	1	1	1	0,04
Piperaceae	1	2	10	0,44
Primulaceae	1	2	127	5,62
Quillajaceae	1	1	38	1,68
Rosaceae	1	1	11	0,49
Rubiaceae	4	5	278	12,31
Rutaceae	3	5	168	7,44
Salicaceae	3	4	225	9,96
Sapindaceae	3	4	216	9,56
Sapotaceae	1	2	39	1,73
Solanaceae	2	3	4	0,18
Styracaceae	1	1	11	0,49
Symplocaceae	1	2	24	1,06
Thymelaeaceae	1	1	18	0,80
Total	67	87	2259	100

A família com maior riqueza de espécies foi Myrtaceae com 11 espécies, seguida por Fabaceae com oito, Rubiaceae e Rutaceae com cinco, e Euphorbiaceae, Lauraceae, Salicaceae e Sapindaceae com quatro espécies cada, como mostra a tabela 3.

A predominância da família Myrtaceae é apontada na maioria dos levantamentos feitos no Estado, visto que é a família com o maior número de espécies do Rio Grande do Sul (REITZ; KLEIN; REIS, 1988). A família Fabaceae também se destaca em alguns trabalhos realizados na Floresta Estacional Subtropical no Estado, como no trabalho de Vaccaro, Longhi e Brena (1999), em fragmentos de diferentes estágios sucessionais em Santa Tereza; Jarenkow e Waechter (2001), em floresta de encosta no Vale do Sol; e Scipioni (2008), na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim no município de São Martinho da Serra.

Analisando o número de indivíduos por família na tabela 3, observa-se que a família Myrtaceae apresentou também o maior percentual de indivíduos por família, com 13,81 %, seguida por Rubiaceae com 12,31 %, Salicaceae com 9,96 %, Sapindaceae com 9,56 % e Anacardiaceae com 8,63 %. Destaca-se ainda que 16 famílias (44 % do total) possuem menos de um por cento dos indivíduos, enquanto as cinco famílias citadas respondem juntas por mais de 54 % dos indivíduos amostrados.

4.3.3 Estrutura horizontal da vegetação

Na estrutura horizontal da vegetação da classe do Estrato Arbóreo de toda área amostral estimou-se uma densidade de 2070 indivíduos por hectare (ind.ha^{-1}) e área basal de $31,16 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. Considerando os dois fragmentos separadamente, a floresta secundária apresentou estimativas de densidade de 2052 ind.ha^{-1} e área basal de $38,50 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, enquanto que a estimativa de densidade na capoeira foi de 2105 ind.ha^{-1} e área basal de $14,24 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. Esses valores denotam que a densidade de árvores dos dois fragmentos são elevadas e semelhantes entre si. A grande diferença entre a estrutura dos fragmentos está na área basal, onde a floresta secundária apresenta mais que o dobro da área basal da capoeira, evidenciando as maiores dimensões das árvores na floresta secundária.

Na classe do EA foram amostradas 1365 árvores vivas e mais 114 árvores mortas, a grande maioria dessas últimas encontrada na floresta secundária (96), representando 7,71 % do total de árvores amostradas. Provavelmente esse número elevado de árvores mortas deve-se ao estágio de sucessão em que a floresta secundária se encontra, sendo que as

florestas secundárias apresentam maior porcentagem de árvores mortas, devido, dentre outros fatores, ao processo natural de sucessão em que ocorre substituição de espécies pioneiras (LONGHI et al., 1999).

4.3.3.1 Fitossociologia do Estrato Arbóreo da Floresta Secundária

Os parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies amostradas na classe do EA na floresta secundária constam na tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com indivíduos de diâmetros maiores que 5 cm na Floresta Secundária, classificadas em ordem decrescente de valor de importância

Espécie	DA (ind.ha ⁻¹)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	VI (%)
<i>Lithrea molleoides</i>	250	12,2	100	6,37	8,9806	23,33	13,96
<i>Helietta apiculata</i>	191	9,3	91	5,82	5,5052	14,30	9,81
<i>Casearia sylvestris</i>	335	16,3	96	6,09	2,6704	6,94	9,78
<i>Myrsine umbellata</i>	189	9,2	78	4,99	1,2605	3,27	5,83
<i>Ilex brevicuspis</i>	35	1,7	43	2,77	4,2229	10,97	5,15
<i>Quillaja brasiliensis</i>	48	2,3	61	3,88	2,7480	7,14	4,45
<i>Luehea divaricata</i>	87	4,2	61	3,88	1,4516	3,77	3,96
<i>Matayba elaeagnoides</i>	65	3,2	57	3,60	0,8797	2,29	3,02
<i>Cupania vernalis</i>	63	3,1	61	3,88	0,2223	0,58	2,51
<i>Allophylus edulis</i>	63	3,1	43	2,77	0,4301	1,12	2,32
<i>Diospyros inconstans</i>	39	1,9	48	3,05	0,5977	1,55	2,17
<i>Sebastiania commersoniana</i>	57	2,8	43	2,77	0,3078	0,80	2,11
<i>Ocotea pulchella</i>	20	1,0	26	1,66	1,2635	3,28	1,97
<i>Parapiptadenia rigida</i>	33	1,6	39	2,49	0,6512	1,69	1,92
<i>Casearia decandra</i>	37	1,8	52	3,32	0,2016	0,52	1,88
<i>Vitex megapotamica</i>	57	2,8	30	1,94	0,3469	0,90	1,86
<i>Erythroxylum deciduum</i>	33	1,6	30	1,94	0,7236	1,88	1,80
<i>Machaerium paraguariense</i>	39	1,9	43	2,77	0,2043	0,53	1,74
<i>Albizia niopoides</i>	28	1,4	30	1,94	0,3589	0,93	1,42
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	26	1,3	26	1,66	0,2500	0,65	1,19
<i>Styrax leprosus</i>	20	1,0	26	1,66	0,2994	0,78	1,13
<i>Citronella paniculata</i>	28	1,4	22	1,39	0,2232	0,58	1,11
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	15	0,7	30	1,94	0,1693	0,44	1,04
<i>Nectandra megapotamica</i>	13	0,6	17	1,11	0,4512	1,17	0,97
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	20	1,0	22	1,39	0,1424	0,37	0,90
<i>Eugenia involucrata</i>	17	0,8	22	1,39	0,0915	0,24	0,82
<i>Cabralea canjerana</i>	15	0,7	13	0,83	0,3347	0,87	0,81

(continua)

(conclusão)

Tabela 4 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com indivíduos de diâmetros maiores que 5 cm na Floresta Secundária, classificadas em ordem decrescente de valor de importância

Espécie	DA (ind.ha ⁻¹)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	VI (%)
<i>Cordia americana</i>	15	0,7	22	1,39	0,1159	0,30	0,81
<i>Chomelia obtusa</i>	20	1,0	17	1,11	0,1314	0,34	0,80
<i>Prunus myrtifolia</i>	9	0,4	17	1,11	0,3301	0,86	0,80
<i>Ocotea puberula</i>	4	0,2	9	0,55	0,6055	1,57	0,78
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	9	0,4	17	1,11	0,1569	0,41	0,65
<i>Myrcia palustris</i>	11	0,5	17	1,11	0,0661	0,17	0,60
<i>Zanthoxylum fagara</i>	13	0,6	13	0,83	0,1114	0,29	0,59
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	7	0,3	13	0,83	0,1974	0,51	0,55
<i>Randia ferox</i>	9	0,4	17	1,11	0,0291	0,08	0,54
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	9	0,4	13	0,83	0,1004	0,26	0,51
<i>Strychnos brasiliensis</i>	11	0,5	13	0,83	0,0388	0,10	0,49
<i>Cordia ecalyculata</i>	7	0,3	13	0,83	0,1168	0,30	0,48
<i>Annona neosalicifolia</i>	9	0,4	13	0,83	0,0434	0,11	0,46
<i>Myrcia oblongata</i>	13	0,6	9	0,55	0,0613	0,16	0,45
<i>Sapium glandulosum</i>	4	0,2	9	0,55	0,1875	0,49	0,42
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	2	0,1	4	0,28	0,3243	0,84	0,41
<i>Cedrela fissilis</i>	4	0,2	9	0,55	0,1684	0,44	0,40
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	7	0,3	9	0,55	0,1046	0,27	0,38
<i>Sorocea bonplandii</i>	7	0,3	9	0,55	0,0198	0,05	0,31
<i>Nectandra lanceolata</i>	2	0,1	4	0,28	0,1814	0,47	0,28
<i>Xylosma</i> sp.	4	0,2	9	0,55	0,0297	0,08	0,28
<i>Cordia trichotoma</i>	4	0,2	9	0,55	0,0247	0,06	0,28
<i>Dalbergia frutescens</i>	4	0,2	9	0,55	0,0161	0,04	0,27
<i>Eugenia uniflora</i>	4	0,2	9	0,55	0,0136	0,04	0,27
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	4	0,2	9	0,55	0,0123	0,03	0,27
<i>Banara tomentosa</i>	4	0,2	9	0,55	0,0111	0,03	0,26
<i>Myrocarpus frondosus</i>	9	0,4	4	0,28	0,0210	0,05	0,25
<i>Apuleia leiocarpa</i>	2	0,1	4	0,28	0,0739	0,19	0,19
<i>Gochnatia polymorpha</i>	2	0,1	4	0,28	0,0625	0,16	0,18
<i>Phytolacca dioica</i>	2	0,1	4	0,28	0,0382	0,10	0,16
<i>Myrsine coriacea</i>	2	0,1	4	0,28	0,0280	0,07	0,15
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	2	0,1	4	0,28	0,0252	0,07	0,15
<i>Myrcianthes pungens</i>	2	0,1	4	0,28	0,0155	0,04	0,14
<i>Symplocos tetrandra</i>	2	0,1	4	0,28	0,0117	0,03	0,14
<i>Schaefferia argentinensis</i>	2	0,1	4	0,28	0,0084	0,02	0,13
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	2	0,1	4	0,28	0,0069	0,02	0,13
<i>Citrus X aurantium</i>	2	0,1	4	0,28	0,0069	0,02	0,13
<i>Actinostemon concolor</i>	2	0,1	4	0,28	0,0063	0,02	0,13
<i>Trichilia elegans</i>	2	0,1	4	0,28	0,0043	0,01	0,13
Total geral	2052	100	1570	100	38,4954	100	100

Analisando os valores de densidade absoluta (DA) da tabela 4, observa-se que as espécies mais abundantes foram *Casearia sylvestris* com 335 ind.ha⁻¹, *Lithrea molleoides* com

250 ind.ha⁻¹, *Helietta apiculata* com 191 ind.ha⁻¹ e *Myrsine umbellata* com 189 ind.ha⁻¹, representando juntas 47 % do somatório da DR, ou seja, praticamente metade das árvores do EA encontradas na floresta secundária foi dessas quatro espécies. Observa-se, ainda, que 14 espécies (21,21 %) ocorreram com a menor abundância, de 2 ind.ha⁻¹ ou 0,1 % da DR cada.

Em relação à frequência absoluta (FA), a espécie *Lithrea molleoides* foi a mais frequente, atingindo o valor máximo de 100 % de FA, pois ocorreu em todas as UAs, seguida pelas espécies *Casearia sylvestris* que ocorreu em 96 % das UAs, *Helietta apiculata* em 91 % e *Myrsine umbellata* em 78 %, sendo essas as espécies de maior dispersão na floresta secundária. Por outro lado, 15 espécies foram encontradas com a menor dispersão no fragmento, 4 % de FA, ocorrendo apenas em uma única parcela.

Quanto a dominância absoluta (DoA), a espécie de maior dominância foi *Lithrea molleoides* com 8,981 m²ha⁻¹ de área basal, seguida por *Helietta apiculata* com 5,505 m²ha⁻¹ e *Ilex brevicuspis* com 4,223 m²ha⁻¹, sendo que a soma da dominância dessas três espécies equivale a 48,6 % da DoR, representando juntas praticamente metade da área basal da floresta secundária.

Observa-se, na tabela 4, através da porcentagem do valor de importância (VI), que a principal espécie da floresta secundária é a *Lithrea molleoides* com a maior porcentagem do VI, de 13,96 %, devido a sua elevada densidade, grande dispersão e grande dominância na área. Outras espécies com altas porcentagens do VI foram *Helietta apiculata*, com 9,81 %, devido aos seus valores relativamente altos de densidade, frequência e dominância; *Casearia sylvestris*, com 9,78 %, influenciado principalmente pela sua elevada abundância e grande dispersão. A espécie *Myrsine umbellata* também apresentou alta porcentagem do VI (5,83 %), graças aos valores relativamente altos de densidade e frequência. Essas mesmas espécies também foram encontradas entre as mais importantes no trabalho de Longhi et al. (1999), em um fragmento florestal em Santa Maria.

Constata-se ainda, analisando os valores de VI, que 42 espécies (63,64 %) respondem com menos de um por cento do VI cada.

4.3.3.2 Fitossociologia do Estrato Arbóreo da Capoeira

Os parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies amostradas na classe do EA na capoeira constam na tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com indivíduos de diâmetros maiores que 5 cm na Capoeira, classificadas em ordem decrescente de valor de importância

Espécie	DA (ind.ha ⁻¹)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	VI (%)
<i>Lithrea molleoides</i>	340	16,2	100	6,33	4,8226	33,86	18,78
<i>Myrcia oblongata</i>	265	12,6	100	6,33	0,7835	5,50	8,14
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	160	7,6	80	5,06	0,7715	5,42	6,03
<i>Helietta apiculata</i>	165	7,8	70	4,43	0,7517	5,28	5,85
<i>Erythroxylum deciduum</i>	100	4,8	80	5,06	0,8860	6,22	5,35
<i>Symplocos uniflora</i>	90	4,3	80	5,06	0,6172	4,33	4,56
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	70	3,3	60	3,80	0,4561	3,20	3,44
<i>Quillaja brasiliensis</i>	65	3,1	50	3,16	0,5638	3,96	3,40
<i>Casearia sylvestris</i>	75	3,6	60	3,80	0,4028	2,83	3,40
<i>Chomelia obtusa</i>	65	3,1	70	4,43	0,2190	1,54	3,02
<i>Matayba elaeagnoides</i>	70	3,3	60	3,80	0,2531	1,78	2,97
<i>Albizia niopoides</i>	60	2,9	60	3,80	0,2131	1,50	2,71
<i>Schinus molle</i>	45	2,1	60	3,80	0,2633	1,85	2,59
<i>Ilex brevicuspis</i>	60	2,9	40	2,53	0,3288	2,31	2,56
<i>Gochnatia polymorpha</i>	40	1,9	40	2,53	0,3953	2,78	2,40
<i>Ocotea pulchella</i>	45	2,1	40	2,53	0,3561	2,50	2,39
<i>Strychnos brasiliensis</i>	50	2,4	30	1,90	0,1382	0,97	1,75
<i>Vitex megapotamica</i>	35	1,7	40	2,53	0,1421	1,00	1,73
<i>Myrsine umbellata</i>	30	1,4	50	3,16	0,0820	0,58	1,72
<i>Luehea divaricata</i>	35	1,7	40	2,53	0,1179	0,83	1,67
<i>Machaerium paraguariense</i>	30	1,4	40	2,53	0,1516	1,06	1,67
<i>Xylosma</i> sp.	35	1,7	30	1,90	0,2018	1,42	1,66
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	10	0,5	20	1,27	0,3492	2,45	1,40
<i>Myrsine coriacea</i>	15	0,7	30	1,90	0,1254	0,88	1,16
<i>Dalbergia frutescens</i>	20	1,0	30	1,90	0,0637	0,45	1,10
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	15	0,7	30	1,90	0,0504	0,35	0,99
<i>Eugenia uniflora</i>	15	0,7	20	1,27	0,1264	0,89	0,96
<i>Styrax leprosus</i>	5	0,2	10	0,63	0,2483	1,74	0,87
<i>Myrcia palustris</i>	10	0,5	20	1,27	0,0356	0,25	0,66
<i>Inga virescens</i>	10	0,5	10	0,63	0,0633	0,44	0,52
<i>Casearia decandra</i>	10	0,5	10	0,63	0,0265	0,19	0,43
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	10	0,5	10	0,63	0,0258	0,18	0,43
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	5	0,2	10	0,63	0,0384	0,27	0,38
<i>Myrceugenia myrtoides</i>	5	0,2	10	0,63	0,0258	0,18	0,35
<i>Eugenia uruguayensis</i>	5	0,2	10	0,63	0,0206	0,14	0,34
<i>Myrcianthes pungens</i>	5	0,2	10	0,63	0,0201	0,14	0,34
<i>Cordia americana</i>	5	0,2	10	0,63	0,0186	0,13	0,33
<i>Sebastiania commersoniana</i>	5	0,2	10	0,63	0,0182	0,13	0,33
<i>Allophylus edulis</i>	5	0,2	10	0,63	0,0169	0,12	0,33
<i>Nectandra lanceolata</i>	5	0,2	10	0,63	0,0161	0,11	0,33
<i>Eugenia involucrata</i>	5	0,2	10	0,63	0,0136	0,10	0,32
<i>Allophylus guaraniticus</i>	5	0,2	10	0,63	0,0110	0,08	0,32
<i>Solanum pseudoquina</i>	5	0,2	10	0,63	0,0104	0,07	0,31
Total geral	2105	100	1580	100	14,2421	100	100

Analisando os parâmetros fitossociológicos apresentados na tabela 5, observa-se que as espécies de maior abundância foram *Lithrea molleoides* com 340 ind.ha⁻¹, *Myrcia oblongata* com 265 ind.ha⁻¹, *Helietta apiculata* com 165 ind.ha⁻¹ e *Dasyphyllum spinescens* com 160 ind.ha⁻¹, representando um percentual total de 44,2 % da densidade relativa da capoeira. Por outro lado, 12 espécies (27,91 %) possuem a menor abundância da capoeira, de 5 ind.ha⁻¹ ou 0,2 % da DR.

Quanto à frequência absoluta, as espécies de maior dispersão na capoeira foram *Lithrea molleoides* e *Myrcia oblongata* com 100 % de FA, ocorrendo em todas as UAs, seguidas por *Dasyphyllum spinescens*, *Erythroxylum deciduum* e *Symplocos uniflora*, as quais foram encontradas em 80 % das UAs. No entanto, 15 espécies (34,88 %) apresentaram a menor dispersão na capoeira, que foi de 10 % de FA, ocorrendo apenas em uma única parcela (Tabela 5).

Em relação à dominância absoluta, o maior valor foi da espécie *Lithrea molleoides*, de 4,82 m²ha⁻¹, que representa 33,86 % da área basal total do EA da capoeira. Esse valor foi superior a cinco vezes o segundo maior valor de DoA, da espécie *Erythroxylum deciduum*, com 0,89 m²ha⁻¹ de área basal. Destaca-se, assim, a grandeza da superioridade da *Lithrea molleoides* quanto à dominância em relação às demais espécies. Outras espécies de maiores dominâncias foram *Myrcia oblongata* com 0,78 m²ha⁻¹, *Dasyphyllum spinescens* com 0,77 m²ha⁻¹ e *Helietta apiculata* com 0,75 m²ha⁻¹ de área basal, que somadas resultam no valor de 56,28 % da DoR (Tabela 5).

Devido aos altos valores de densidade, dominância e frequência, a espécie *Lithrea molleoides* destacou-se com a maior porcentagem do VI, de 18,72 %, podendo ser considerada a espécie mais importante da capoeira. Demais espécies que se destacaram com altas porcentagens de VI foram *Myrcia oblongata*, com 8,11 %, *Dasyphyllum spinescens*, com 6,00 %, *Helietta apiculata*, com 5,83 %, e *Erythroxylum deciduum*, com 5,32 %.

Analisando conjuntamente a estrutura horizontal do EA da floresta secundária e da capoeira, pode-se observar que *Lithrea molleoides* foi considerada a principal espécie para ambos os fragmentos. Nota-se também que na capoeira essa espécie é bastante superior as demais, o que não acontece tão evidentemente na floresta secundária.

4.3.3.3 Fitossociologia da Regeneração Natural

O levantamento da regeneração natural consistiu na amostragem de 894 indivíduos em duas classes de regeneração nos dois fragmentos, em uma área amostral total de 957 m².

Os parâmetros fitossociológicos das espécies de cada classe de regeneração encontradas na floresta secundária e na capoeira constam na tabela 6, onde estão destacados em negrito os maiores valores para os parâmetros fitossociológicos das espécies de cada fragmento.

Na floresta secundária foram encontrados 312 indivíduos na classe Regeneração 1 e, através da tabela 6, observa-se que a espécie mais importante em termos de densidade e frequência foi a *Psychotria leiocarpa*, respondendo por 64,10 % dos indivíduos encontrados e ocorrendo em 91 % das parcelas amostradas (FA = 0,91). Outras espécies que foram encontradas em 39 % das parcelas foram *Cupania vernalis* e *Trichilia elegans*, ambas com aproximadamente 5 % de densidade relativa.

Na classe Regeneração 2 foram amostrados 167 indivíduos na floresta secundária, com destaque de espécies mais abundantes para *Cupania vernalis*, com 22,75 % de DR, *Casearia sylvestris*, com 12,57 %, *Chomelia obtusa*, *Helietta apiculata* e *Myrsine umbellata*, com aproximadamente 8 % e *Matayba elaeagnoides*, com 6,59 % de DR. Entre as espécies citadas, apenas as duas primeiras ocorreram em mais de 50% das parcelas (FA > 0,5) (Tabela 6).

Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas duas classes de regeneração na Floresta Secundária e na Capoeira, ordenadas por ordem alfabética da família

Família / Espécie	Fragmento											
	Floresta Secundária						Capoeira					
	R1			R2			R1			R2		
	DR	FA	FR	DR	FA	FR	DR	FA	FR	DR	FA	FR
Anacardiaceae												
<i>Lithrea molleoides</i>	0,32	0,04	0,94							0,96	0,20	3,70
Aquifoliaceae												
<i>Ilex brevicuspis</i>	1,28	0,09	1,89	0,60	0,04	1,01	0,49	0,10	1,23			
Arecaceae												
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,64	0,09	1,89									
Asteraceae												
<i>Bacharis</i> sp.							0,97	0,10	1,23			
<i>Dasyphyllum spinescens</i>							10,19	0,40	4,94	6,70	0,40	7,41
<i>Gochnatia polymorpha</i>							0,49	0,10	1,23			

(continua)

(continuação)

Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas duas classes de regeneração na Floresta Secundária e na Capoeira, ordenadas por ordem alfabética da família

Família / Espécie	Fragmento											
	Floresta Secundária						Capoeira					
	R1			R2			R1			R2		
	DR	FA	FR	DR	FA	FR	DR	FA	FR	DR	FA	FR
Boraginaceae												
<i>Cordia americana</i>				0,60	0,04	1,01						
<i>Cordia trichotoma</i>	0,32	0,04	0,94									
Cannabaceae												
<i>Celtis</i> sp.	0,32	0,04	0,94									
Cardiopteridaceae												
<i>Citronella paniculata</i>	0,32	0,04	0,94									
Celastraceae												
<i>Maytenus aquifolia</i>	0,32	0,04	0,94									
<i>Schaefferia argentinensis</i>	0,64	0,04	0,94									
Ebenaceae												
<i>Diospyros inconstans</i>				0,60	0,04	1,01						
Erythroxylaceae												
<i>Erythroxylum deciduum</i>										0,48	0,10	1,85
Euphorbiaceae												
<i>Actinostemon concolor</i>	0,64	0,09	1,89									
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,32	0,04	0,94									
<i>Sebastiania commersoniana</i>				2,99	0,09	2,02						
Fabaceae												
<i>Albizia niopoides</i>							3,88	0,50	6,17	2,39	0,40	7,41
<i>Dalbergia frutescens</i>										2,39	0,10	1,85
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>												
<i>Machaerium paraguariense</i>	0,32	0,04	0,94	4,79	0,30	7,07	0,49	0,10	1,23	0,96	0,20	3,70
<i>Myrocarpus frondosus</i>	0,32	0,04	0,94	1,80	0,04	1,01						
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1,92	0,26	5,66	1,20	0,09	2,02						
Lamiaceae												
<i>Vitex megapotamica</i>				1,20	0,04	1,01				1,44	0,20	3,70
Lauraceae												
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,96	0,13	2,83									
<i>Ocotea puberula</i>							0,49	0,10	1,23			
<i>Ocotea pulchella</i>	0,64	0,09	1,89				0,49	0,10	1,23			
Loganiaceae												
<i>Strychnos brasiliensis</i>	0,64	0,04	0,94							0,96	0,10	1,85
Malvaceae												
<i>Luehea divaricata</i>				2,40	0,09	2,02						
Melastomataceae												
<i>Miconia hyemalis</i>							3,40	0,40	4,94			
Meliaceae												
<i>Cabralea canjerana</i>				0,60	0,04	1,01						
<i>Trichilia elegans</i>	4,81	0,39	8,49	2,40	0,17	4,04						
Myrtaceae												
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,64	0,09	1,89	1,20	0,04	1,01						
<i>Eugenia rostrifolia</i>	0,32	0,04	0,94									
<i>Eugenia involucrata</i>				0,60	0,04	1,01						
<i>Eugenia uniflora</i>				0,60	0,04	1,01	0,49	0,10	1,23	0,48	0,10	1,85
<i>Myrceugenia myrtoides</i>							0,97	0,20	2,47	0,96	0,20	3,70

(conclusão)

Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas duas classes de regeneração na Floresta Secundária e na Capoeira, ordenadas por ordem alfabética da família

Família / Espécie	Fragmento											
	Floresta Secundária						Capoeira					
	R1			R2			R1			R2		
	DR	FA	FR	DR	FA	FR	DR	FA	FR	DR	FA	FR
<i>Myrcia oblongata</i>				0,60	0,04	1,01	32,52	1,00	12,35	62,68	1,00	18,52
<i>Myrcia palustris</i>						0,97	0,20	2,47				
<i>Myrcianthes gigantea</i>				0,60	0,04	1,01						
<i>Myrcianthes pungens</i>				0,60	0,04	1,01						
Piperaceae												
<i>Piper aduncum</i>	2,56	0,09	1,89				0,49	0,10	1,23			
<i>Piper mikanianum</i>	0,32	0,04	0,94									
Primulaceae												
<i>Myrsine coriacea</i>							0,49	0,10	1,23	0,48	0,10	1,85
<i>Myrsine umbellata</i>	0,64	0,09	1,89	7,78	0,35	8,08	4,37	0,60	7,41	1,91	0,20	3,70
Quillajaceae												
<i>Quillaja brasiliensis</i>							1,46	0,20	2,47			
Rosaceae												
<i>Prunus myrtifolia</i>	1,92	0,17	3,77				0,49	0,10	1,23			
Rubiaceae												
<i>Chomelia obtusa</i>	1,28	0,13	2,83	8,38	0,35	8,08	0,97	0,20	2,47	2,39	0,10	1,85
<i>Psychotria carthagenensis</i>	1,28	0,17	3,77				3,88	0,50	6,17			
<i>Psychotria leiocarpa</i>	64,10	0,91	19,81	2,99	0,22	5,05	4,37	0,50	6,17			
<i>Rudgea parquioides</i>	0,32	0,04	0,94									
Rutaceae												
<i>Citrus reticulata</i>				0,60	0,04	1,01						
<i>Helietta apiculata</i>	0,32	0,04	0,94	8,38	0,22	5,05	1,46	0,20	2,47	2,87	0,30	5,56
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,32	0,04	0,94	2,40	0,13	3,03						
Salicaceae												
<i>Banara tomentosa</i>				0,60	0,04	1,01						
<i>Casearia decandra</i>	0,32	0,04	0,94	1,20	0,09	2,02	0,97	0,10	1,23	0,96	0,10	1,85
<i>Casearia sylvestris</i>	0,64	0,09	1,89	12,57	0,52	12,12				3,83	0,60	11,11
<i>Xylosma</i> sp.	0,32	0,04	0,94	0,60	0,04	1,01						
Sapindaceae												
<i>Allophylus edulis</i>	1,28	0,17	3,77	1,20	0,09	2,02	0,49	0,10	1,23	0,96	0,20	3,70
<i>Allophylus guaraniticus</i>	0,64	0,09	1,89				0,49	0,10	1,23	0,48	0,10	1,85
<i>Cupania vernalis</i>	5,13	0,39	8,49	22,75	0,57	13,13	10,68	0,60	7,41	1,44	0,20	3,70
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,32	0,04	0,94	6,59	0,35	8,08	0,97	0,10	1,23	2,87	0,30	5,56
Sapotaceae												
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1,60	0,17	3,77				1,94	0,20	2,47	1,44	0,20	3,70
Solanaceae												
<i>Cestrum strigilatum</i>	0,64	0,09	1,89									
Styracaceae												
<i>Styrax leprosus</i>	0,32	0,04	0,94									
Symplocaceae												
<i>Symplocos tetrandra</i>				0,60	0,04	1,01	0,97	0,20	2,47			
<i>Symplocos uniflora</i>							0,97	0,20	2,47			
Thymelaeaceae												
<i>Daphnopsis racemosa</i>							8,74	0,60	7,41			
Total	100	4,61	100	100	4,30	100	100	8,1	100	100	5,4	100

Onde: R1 = Regeneração 1, R2 = Regeneração 2, DR = Densidade Realtiva, FA = Frequência Absoluta e FR = Frequência Relativa.

Na capoeira foram encontrados 206 indivíduos na classe Regeneração 1 e 209 na Regeneração 2. Na tabela 6, destaca-se a espécie *Myrcia oblongata* como a mais abundante nas duas classes de levantamento, representada por 32,52 % da DR na R1 e 62,68 % na R2, e ocorrendo em todas as parcelas da capoeira. Além da *Myrcia oblongata*, na R1 destacam-se também as espécies *Cupania vernalis*, *Dasyphyllum spinescens* e *Daphnopsis racemosa* com altas densidades, com 10,68; 10,19 e 8,74 % da DR, respectivamente. As espécies que foram encontradas em mais da metade das parcelas, além da *Myrcia oblongata*, foram *Cupania vernalis*, *Daphnopsis racemosa* e *Myrsine umbellata*.

Na R2 a espécie *Dasyphyllum spinescens* aparece como a segunda espécie mais abundante, com apenas 6,7 % da DR e *Casearia sylvestris* como a segunda espécie mais frequente, aparecendo em 60 % das parcelas (Tabela 6).

4.3.4 Distribuição diamétrica e de altura do componente arbóreo da vegetação

Para avaliar a estrutura diamétrica e de altura da comunidade arbóreo-arbustiva amostrada, foram construídos gráficos da distribuição diamétrica e de altura do Estrato Arbóreo dos dois fragmentos florestais.

Na floresta secundária foram amostrados 944 indivíduos no Estrato Arbóreo, que apresentaram DAP máximo de 61,17 cm e médio de 12,77 cm. Para a distribuição de frequências por classes de diâmetro dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo da floresta secundária, foram estabelecidas 10 classes com amplitude de 5 cm cada, representadas na figura 7. No eixo das abscissas está o centro das classes de diâmetro e no eixo das ordenadas a frequência observada de árvores.

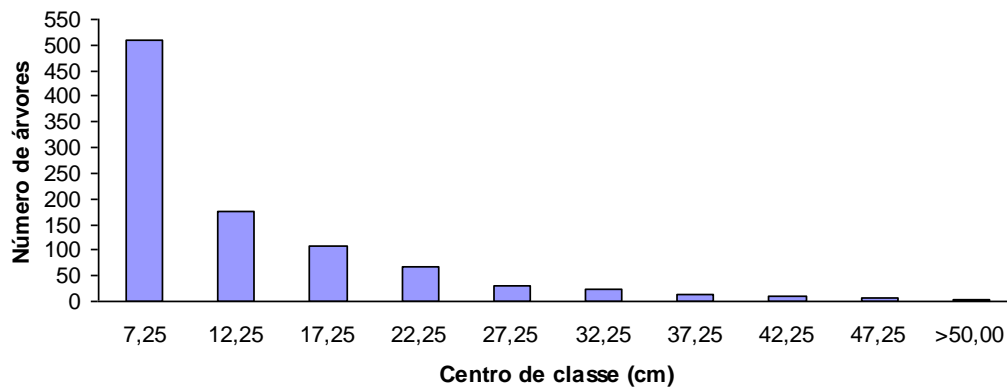


Figura 7 – Distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na Floresta Secundária

Analisando o gráfico da figura 7, observa-se que a maior frequência de indivíduos, 509 (53,92 %), pertence a primeira classe diamétrica, ou seja, possuem diâmetros entre 5 e 10 cm. A segunda classe, de 10 a 15 cm, inclui 175 indivíduos (18,54 %), e a partir dessa classe ocorre redução gradativa do número de indivíduos. Essa distribuição de frequências diamétrica é característica de florestas inequidâneas (LONGHI et al., 1999), onde nas menores classes ocorre o maior número de indivíduos característicos de espécies de sub-bosque ou regenerantes de espécies de médio e grande porte.

Para a distribuição diamétrica dos 421 indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na capoeira, o valor máximo de diâmetro encontrado foi de 27,69 cm, obtendo-se uma amplitude diamétrica de 22,69 cm, distribuída em quatro classes diamétricas, conforme pode ser observado na figura 8.

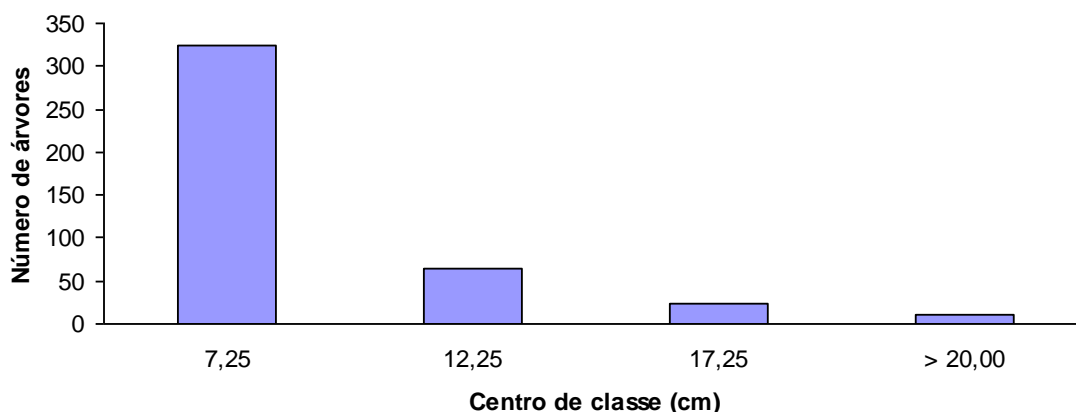


Figura 8 – Distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na Capoeira

Observa-se, na figura 8, que a grande maioria dos indivíduos, 324 (76,96 %), compõe a classe de 5 a 10 cm de DAP, enquanto que a segunda classe apresenta 64 indivíduos (15,20 %) e as duas últimas somam 33 árvores, o que corresponde a 7,84 % dos indivíduos.

Nota-se que o grau de desenvolvimento em diâmetro das árvores da capoeira é pequeno (poucas classes de diâmetro) se comparado com a floresta secundária. Essa comparação da distribuição diamétrica dos fragmentos tem por objetivo apenas elucidar a diferença no porte (diâmetro) das árvores de cada fragmento, reforçando o que já foi observado na comparação entre a área basal de cada fragmento.

Quanto à distribuição das alturas das árvores, foram elaborados gráficos para a comunidade e para as espécies mais abundantes de cada fragmento.

Para a comunidade da floresta secundária, observa-se, através da figura 9, que a classe de altura de maior frequência de indivíduos foi a de 7 a 8 m, com 22,88 % dos indivíduos presentes nessa classe. A maioria dos indivíduos, cerca de 70 %, estão nas classes de altura entre 5 e 11 m. No entanto, nota-se, ainda, um considerável número de árvores (17,6 %) nas classes de alturas superiores (centros de classe de 11,5 a 16,5).

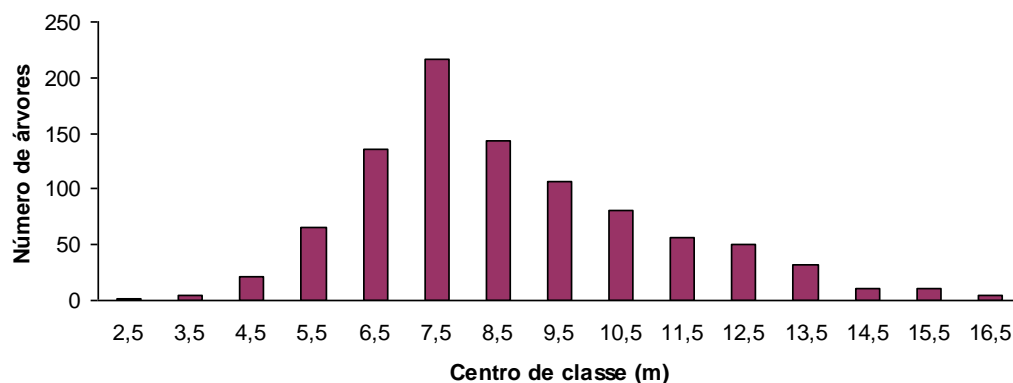
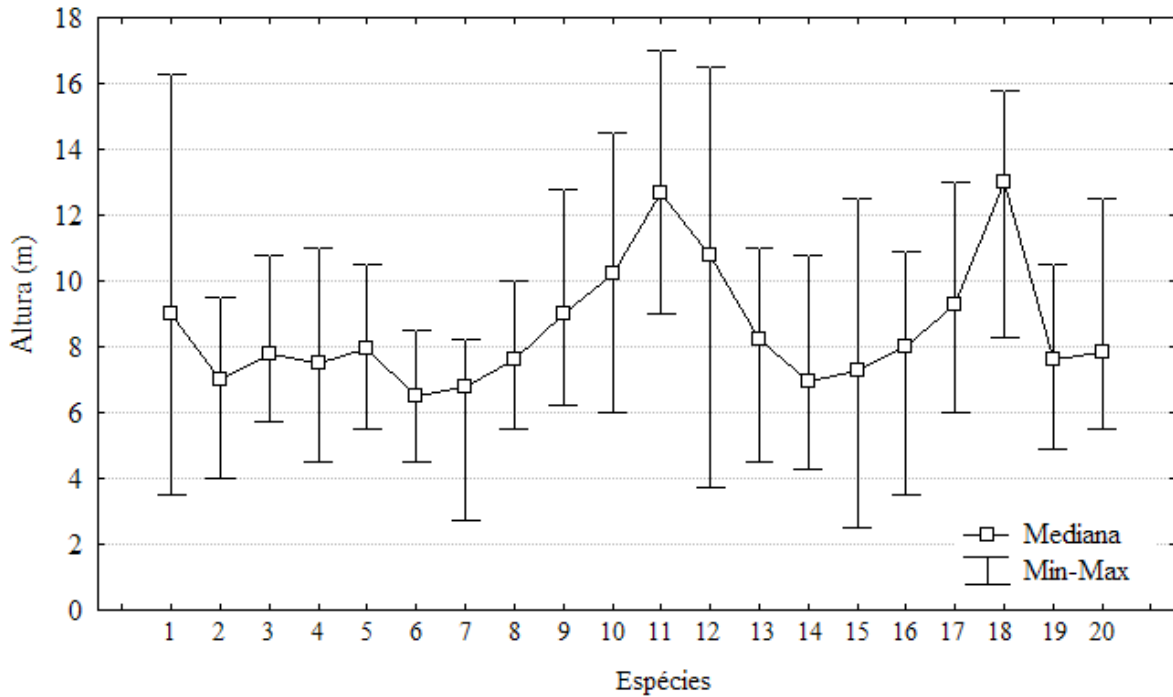


Figura 9 – Distribuição de alturas dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na Floresta Secundária

Visualizando a distribuição das alturas na figura 9, não é possível separar diferentes estratos de altura da vegetação arbórea na floresta secundária. Nesse aspecto, Durigan (2009) faz uma crítica de que as distribuições de altura obtidas de dados que utilizam como critério de inclusão o diâmetro são irrealistas, pois limitam a amostragem da vegetação.

Para melhor entender a distribuição de alturas na floresta secundária, foi feito um gráfico com a relação dos valores de altura mínima, máxima e mediana das espécies com mais de 10 indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo, a fim de investigar a existência de espécies características de algum estrato de altura (Figura 10).



- | | | |
|---------------------------------------|--|---|
| 1 - <i>Albizia niopoides</i> ; | 8 - <i>Diospyros inconstans</i> ; | 15 - <i>Matayba elaeagnoides</i> ; |
| 2 - <i>Allophylus edulis</i> ; | 9 - <i>Erythroxylum deciduum</i> ; | 16 - <i>Myrsine umbellata</i> ; |
| 3 - <i>Casearia decandra</i> ; | 10 - <i>Helietta apiculata</i> ; | 17 - <i>Parapiptadenia rigida</i> ; |
| 4 - <i>Casearia sylvestris</i> ; | 11 - <i>Ilex brevicuspis</i> ; | 18 - <i>Quillaja brasiliensis</i> ; |
| 5 - <i>Chrysophyllum marginatum</i> ; | 12 - <i>Lithrea molleoides</i> ; | 19 - <i>Sebastiania commersoniana</i> ; |
| 6 - <i>Citronella paniculata</i> ; | 13 - <i>Luehea divaricata</i> ; | 20 - <i>Vitex megapotamica</i> . |
| 7 - <i>Cupania vernalis</i> ; | 14 - <i>Machaerium paraguariense</i> ; | |

Figura 10 – Variação dos valores de altura das espécies com mais de 10 indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na Floresta Secundária

Analisando a figura 10, percebe-se que as espécies mais abundantes na floresta secundária apresentam grande amplitude de alturas, não evidenciando, dessa forma, espécies características de estratos de altura dentro da floresta. No entanto, dentre as espécies com mais de 10 indivíduos presentes, destaca-se *Ilex brevicuspis*, *Lithrea molleoides*, e *Quillaja brasiliensis* alcançando maiores alturas. *Albizia niopoides*, apesar de apresentar poucos indivíduos, possui a maior amplitude em altura, semelhante à *Lithrea molleoides*, cuja abundância é a maior da floresta. A maioria das espécies possui porte médio e algumas

apresentam pequenas alturas, como *Cupania vernalis*, *Citronella paniculata*, *Allophylus edulis* e *Diospyros inconstans*.

De maneira geral, a floresta secundária possui baixo porte, com poucos indivíduos ultrapassando 15 m de altura e alguns característicos do sub-bosque, sendo considerada uma floresta secundária jovem e sem a formação de estratos definidos.

A distribuição das alturas para a comunidade da capoeira está representada na figura 11. As alturas do Estrato Arbóreo da capoeira variaram de 2,6 a 10,5 m, com média de 6,02 m. Observa-se, na figura 11, que mais da metade dos indivíduos (57,01 %) possui alturas entre 5 e 7 m e a grande maioria (88,12 %) fica entre 4 e 8 m de altura.

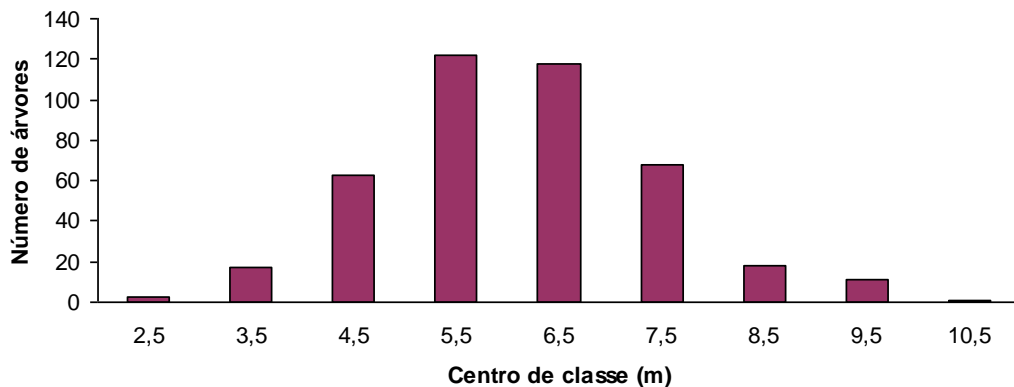


Figura 11 – Distribuição de alturas dos indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na Capoeira

A relação dos valores de altura mínima, máxima e mediana das espécies com mais de 10 indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na capoeira está representada na figura 12.

Observa-se, na figura 12, que todas as espécies mais abundantes possuem alturas intermediárias, com medianas entre 5 e 7 m, com exceção da espécie *Chomelia obtusa*, a qual apresenta indivíduos mais baixos, entre 3 e 4,8 m. Entre as espécies que apresentam indivíduos mais altos, estão *Dasyphyllum spinescens*, a qual está bem representada em toda variação da altura, *Helietta apiculata*, *Erythroxylum deciduum*, *Albizia niopoides*, *Chrysophyllum marginatum* e *Quillaja brasiliensis*.

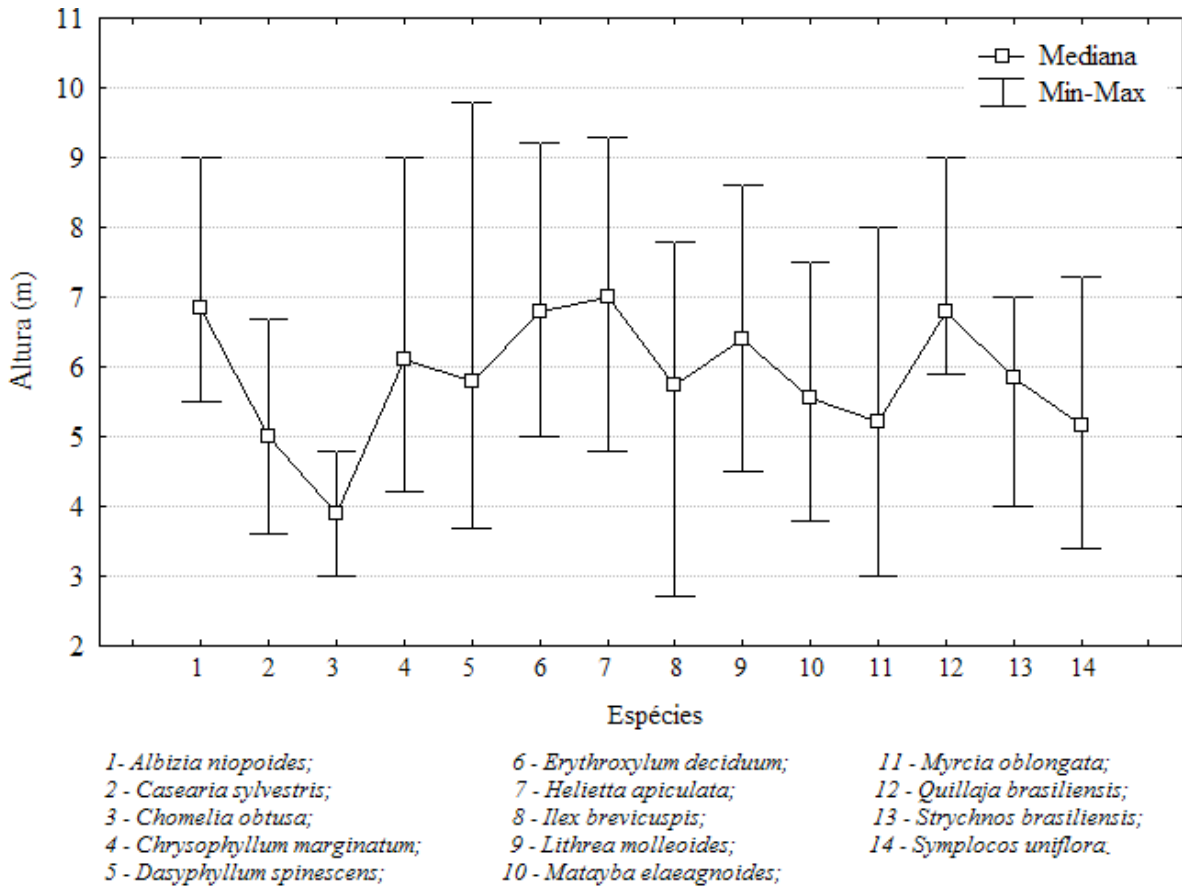


Figura 12 – Variação dos valores de altura das espécies com mais de 10 indivíduos amostrados no Estrato Arbóreo na Capoeira

De maneira geral, assim como a floresta secundária, a capoeira possui baixo porte, com apenas um indivíduo ultrapassando 10 m de altura, sem formar estratos de altura por ser um fragmento em regeneração bastante jovem.

4.3.5 Diversidade, equabilidade e similaridade da vegetação

A diversidade da floresta secundária calculada pelo Índice de Diversidade de Shannon (H') para o Estrato Arbóreo resultou no valor de 3,24. Esse valor pode ser considerado um alto valor de diversidade se comparado a outros trabalhos realizados na Floresta Estacional Subtropical do Estado, em que utilizaram o mesmo critério de inclusão na amostragem da vegetação, como o realizado por Longhi et al. (1999) em um fragmento florestal na região de

Santa Maria, onde encontraram H' de 3,12 com riqueza florística de 79 espécies; e Jarenkow e Waechter (2001) no Vale do Sol, com H' de 2,24 e 55 espécies encontradas. Em outros estudos realizados em mata ciliar, foram encontrados valores de H' de 2,73 por Budke et al. (2004), na região de Santa Maria; e de 3,02 por Avila et al. (2011), em Ijuí.

Para a capoeira foi encontrado o valor de 3,10 de H' para o Estarto Arbóreo, valor superior ao encontrado por Vaccaro, Longhi e Brena (1999) de 2,91 de H' para um capoeirão de 27 anos em Santa Tereza, onde amostraram os indivíduos com CAP maior que 10 cm em 0,2 ha, área de amostragem semelhante a esse estudo.

Porém, com base nesses resultados obtidos por diferentes autores na mesma formação florestal é difícil realizar comparações, pois os procedimentos de amostragem não são padronizados, sendo o índice de diversidade de Shannon influenciado por estes. O índice de diversidade também é influenciado pela uniformidade nas proporções indivíduos/espécies dentro da comunidade, além do estágio sucessional em que se encontra a floresta. Narvaes, Brena e Longhi (2005) afirmam que diferentes valores de diversidade também são influenciados pelo histórico de uso da floresta.

O valor de equabilidade de Pielou (J') encontrado para a floresta secundária foi de 0,77, e para a capoeira de 0,82, indicando baixa dominância ecológica, ou seja, ocorrendo uma uniformidade na distribuição de número de indivíduos por espécie. Scipioni (2008) encontrou J' semelhante de 0,81 no município de São Martinho da Serra na mesma formação florestal do presente estudo.

Quanto à similaridade florística encontrada pelo índice de Jaccard (S_J), apresentada na tabela 7, pode-se observar que a maior similaridade entre os diferentes níveis de levantamento da vegetação foi entre os estratos arbóreos dos dois fragmentos apresentando similaridade de espécies intermediária de 0,53. As comparações feitas entre os níveis de levantamento da vegetação na capoeira revelaram valores de similaridade semelhantes e intermediários, entre 0,4 e 0,5, com similaridade em ordem decrescente: EA x R2 (0,49); R2 x R1 (0,45); EA x R1 (0,41). As comparações feitas entre os níveis de levantamento da vegetação na floresta secundária (FS) mostraram valores de similaridades baixos de 0,23, 0,31 e 0,35 entre EA x R1, R2 x R1 e EA x R2, respectivamente. Já as demais comparações entre os levantamentos dos dois fragmentos mostraram pouca similaridade, com valores entre 0,22 e 0,34, com exceção do EA da floresta secundária contra a R2 da capoeira, com 0,41 de valor de similaridade.

Tabela 7 – Índice de similaridade de Jaccard entre os diferentes níveis de levantamento da vegetação em cada fragmento florestal e entre os níveis de levantamento dos dois fragmentos florestais de Itaara, RS

	EA-FS	R2-FS	R1-FS	EA-Cap	R2-Cap	R1-Cap
EA-FS	1					
R2-FS	0,35	1				
R1-FS	0,23	0,31	1			
EA-Cap	0,53	0,26	0,22	1		
R2-Cap	0,41	0,28	0,24	0,49	1	
R1-Cap	0,34	0,28	0,28	0,41	0,45	1

Onde: EA-FS = Estrato arbóreo da floresta secundária, R2-FS = Regeneração 2 da floresta secundária, R1-FS = Regeneração 1 da floresta secundária, EA-Cap = Estrato arbóreo da Capoeira, R2-Cap = Regeneração 2 da Capoeira, R1-Cap = Regeneração 1 da Capoeira.

Pode-se inferir pelos valores de similaridade que novas espécies estão aparecendo na regeneração da floresta secundária, provavelmente devido ao ambiente umbrófilo no interior da floresta, promovendo condições favoráveis ao aparecimento de espécies tolerantes à sombra, indicando, assim, um estágio sucessional mais avançado da floresta secundária.

4.4 CONCLUSÃO

Os fragmentos com estágios diferentes de regeneração apresentam comunidades relativamente transitórias, ou seja, estão em processo de trocas sucessionais, onde espécies abundantes no estrato arbóreo da floresta secundária são raras na regeneração da mesma, e espécies comuns na capoeira não ocorrem mais na regeneração da floresta secundária, devido às mudanças nas condições ambientais da floresta ao longo do crescimento das árvores, acarretando substituição de espécies mais sensíveis a essas mudanças.

Constata-se que a espécie *Lithrea molleoides* é uma pioneira agressiva que ocupa o espaço no desenvolvimento inicial da sucessão e consegue manter-se importante na floresta por longo período de regeneração. Projeta-se que no transcurso da sucessão, essa espécie irá desaparecer na floresta secundária, tendo em vista que foi raramente encontrada nas classes de regeneração.

Espécies como *Myrcia oblongata* e *Dasyphyllum spinescens* demonstraram no presente estudo características de espécies pioneiras de ciclo curto, pois são espécies comuns na capoeira e raras ou ausentes na regeneração da floresta secundária.

Por outro lado, infere-se que algumas espécies raras na floresta secundária tendem a se tornar comuns no vindouro processo de regeneração da floresta, como, por exemplo, *Trichilia elegans*, *Actinostemom concolor*, *Sorocea bonplandii*, *Cedrela fissilis* e *Cordia trichotoma*.

Os fragmentos florestais em regeneração constituem florestas jovens com estrutura e composição de espécies diferentes das florestas primárias típicas da Floresta Estacional Subtropical. Contudo, apresentam alta diversidade de espécies, revelando a importância da sua conservação.

O monitoramento da vegetação desses fragmentos florestais é importantíssimo para a maior compreensão do transcurso da sucessão florestal.

5 ESTUDO 2 – Influência dos fatores pedológicos na distribuição de espécies arbóreas em dois fragmentos de Floresta Estacional Subtropical com diferentes idades de regeneração em Itaara, RS

5.1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais em todo o mundo permanecem ameaçadas pela degradação descontrolada e pela sua conversão para outros tipos de uso da terra, sob a influência da crescente demanda por produtos florestais, da expansão agrícola e do mau manejo dos recursos naturais existentes. Os impactos da perda da biodiversidade pela degradação das florestas aparecem sob a forma de erosão do solo, danos aos *habitats* silvestres e degradação das áreas de bacias, deterioração da qualidade da vida e escassez dos recursos para a promoção do desenvolvimento local (SIMINSKI et al., 2004).

A vegetação do Estado do Rio Grande do Sul encontra-se profundamente modificada. A exploração intensiva de espécies madeiráveis, a qual, aliada à derrubada da floresta e com o posterior avanço da fronteira agrícola, reduziu os maciços florestais a escassos remanescentes de florestas fragmentadas, comprometendo a manutenção da diversidade biológica e a conservação destes locais (LONGHI et al., 1999). A conservação desses remanescentes florestais é fundamental para a manutenção do ecossistema; e uma correta orientação técnica a essas comunidades é necessária, evitando a exploração não sustentável dos recursos florestais (HIGUCHI et al., 2012).

Como subsídio de estratégias de conservação e restauração dos remanescentes florestais, um maior conhecimento sobre os padrões florísticos e estruturais das florestas é fundamental, 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 (HIGUCHI et al., 2012).

Nas várias comunidades vegetais, as plantas formam um conjunto equilibrado, tanto entre si, quanto com os animais que nela vivem, bem como com o solo e com os demais fatores ambientais. Nesses ecossistemas, as espécies possuem mecanismos próprios para adaptação no meio em que vivem, ou seja, são adaptadas ao local. Embora as plantas

dependam da natureza do substrato, existem comunidades para as quais o clima assume dominância; outras que têm o solo como principal determinante; e outras, ainda, exigem solo e clima particulares. Existe, ainda, a compensação de um fator ecológico determinante por outro, ou seja, uma formação basicamente climática poderá ser edáfica em um ambiente diferente ou vice-versa. Por exemplo, no Brasil, a floresta atlântica é uma formação climática nas serras litorâneas, enquanto que no planalto central, as suas comunidades são edáficas, pois o ambiente sendo mais seco, elas persistem nos pontos onde o solo é mais favorável; neste caso, o solo compensa o clima. Porém, não se devem ignorar as demais condições ambientais. Em diferentes locais os fatores ambientais variam na intensidade com que ocorrem e, das várias combinações de diferentes intensidades de diferentes fatores surgem as vegetações características de cada local (KENT; COKER, 1992; KUNIYOSHI; RODERJAN, 1987).

Essa heterogeneidade ambiental é resultado da diversidade de fatores que interagem nas comunidades e a resposta das espécies a esses fatores faz com que cada local tenha algumas características próprias, possibilitando observar tendências (FAGUNDES et al., 2007). Esta complexa realidade deve ser levada em consideração quando se busca meios de conservar a incalculável e ameaçada riqueza que é a diversidade biológica dos remanescentes florestais.

Reserva-se que os fatores que afetam as repostas da composição florística de uma dada área também estão relacionados com a escala de observação. Em escala mais geral para a mais detalhada, a variação da vegetação é indicada pela biosfera, biomas mundiais, ecossistemas regionais, ecossistemas locais e habitats ou organismos individuais (FELFILI; REZENDE, 2003).

De acordo com Schaefer et al. (2009), o quadro fitofisionômico e florístico brasileiro mostra-se fortemente influenciado pela natureza do substrato subjacente, especialmente dos solos que sustentam as formações vegetais e são responsáveis pela maior ou menor oferta de nutrientes e água às espécies vegetais que sobre eles se desenvolvem. Desde muito tempo, os levantamentos pedológicos efetuados no Brasil separam fases de vegetação, evidenciando assim uma estreita associação das classes de solos com a vegetação sobrejacente, que muitas vezes serve de guia para a separação das manchas de solos no campo. Dessa forma, há uma enorme riqueza e variedade de relações edáficas e vegetacionais, específicas de cada bioma brasileiro, que operam ainda em escalas regionais e locais, formando uma vasta cadeia de interações pedológicas desde a macroescala até a escala local.

Essas relações já são observadas em vários estudos realizados no Brasil, principalmente na região central do país, que têm mostrado que um dos principais fatores que

atuam na composição florística e estrutura das florestas é a heterogeneidade ambiental, cujos efeitos podem ser observados mesmo no interior de pequenos fragmentos, em estudos que buscam principalmente as relações entre as variáveis pedológicas e topográficas e a distribuição de espécies arbóreas (BOTREL et al., 2002; CARVALHO et al., 2005; COSTA et al., 2011; DALANESI; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2004; ESPÍRITO-SANTO et al., 2002; FLOSS, 2011; GIEHL; JARENKOW, 2008; HIGUCHI et al., 2012; MACHADO et al., 2008; MARTINS et al., 2003; OLIVEIRA-FILHO et al., 2004; RODRIGUES et al., 2007; SCIPIONI et al., 2010; SIQUEIRA; ARAÚJO; SCHIAVINI, 2009; SOUZA et al., 2003).

Entretanto, na Floresta Estacional Subtropical do estado do Rio Grande do Sul ainda são poucos os trabalhos que investigam essas relações existentes entre os fatores ambientais e a ocorrência e distribuição das espécies florestais.

Dessa forma, é essencial o estudo mais aprofundado dessas relações para o entendimento de fatores ambientais que influenciam a estruturação das florestas na Floresta Estacional Subtropical, destacando primordial importância para o solo, pois este é o substrato onde se dá o crescimento e desenvolvimento de comunidades vegetais. Assim, de posse das informações de relação entre fatores ambientais e vegetação, a tomada de decisões em trabalhos de planejamento, conservação e manejo de florestas e/ou recuperação de áreas degradadas que necessitem de ações humanas, tornar-se-á facilitada e fidedigna.

A partir dos resultados do capítulo anterior, esse estudo tem como objetivo analisar os fatores ambientais pedológicos e topográficos e verificar suas relações com a estrutura fisionômica e comunitária da vegetação em um remanescente de Floresta Estacional Subtropical no Rebordo do Planalto em Itaara - RS.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Caracterização dos solos e do ambiente

A caracterização dos solos foi realizada na mesma área amostral utilizada no levantamento da vegetação descrita no Estudo 1.

A classificação e a caracterização morfológica dos solos foram feitas no campo por meio da abertura de uma mini-trincheira (Figura 13) no centro de cada parcela e tradagens distribuídas em toda parcela, sendo obtidas as informações classe do solo até o segundo nível categórico de subordem, conforme EMBRAPA (2006), profundidade do sólum, textura e cor dos horizontes do perfil do solo, conforme Santos et al. (2005).



Figura 13 – Foto ilustrativa da abertura de uma mini-trincheira

Em cada parcela foram coletadas três amostras compostas de solo, formadas por três amostras simples cada. As amostras compostas de solo foram coletadas em profundidade de 0-10 cm, em três locais da parcela, no sentido da sua diagonal, como mostra a figura 14. Nesses pontos também foi medida a espessura da serapilheira na superfície do solo.

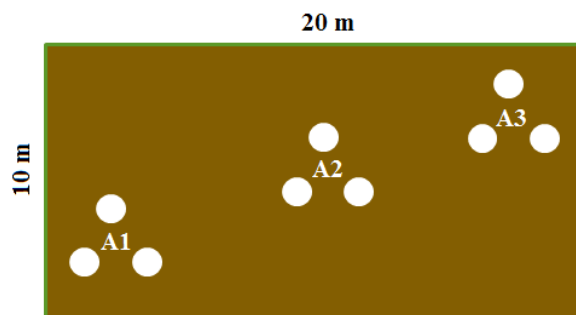


Figura 14 – Representação dos locais de coleta de solo dentro de uma parcela amostral e identificação das amostras compostas de solo A1, A2 e A3

As amostras de solo foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e secas ao ar. As amostras de cada parcela foram denominadas de amostra 1 (A1), amostra 2 (A2) e amostra 3 (A3) (Figura 14), para a sua identificação na separação das frações de solo, sendo, que depois de secas, as amostras de solos A2 (coletadas no centro das parcelas) foram separadas por peneiras em frações de cascalhos (2 a 20 mm) e terra fina (menor que 2 mm) e as demais amostras, A1 e A3, foram apenas destorroadas com rolo e passadas em peneiras de 2 mm, para obter somente a terra fina. A separação da fração cascalho foi feita somente em uma das amostras devido ao tempo demasiado gasto no processo de separação.

Foi realizada a análise granulométrica na fração terra fina, através do método da pipeta e as análises químicas – pH, bases trocáveis: potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al) e alumínio trocável – conforme metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997). A determinação de carbono orgânico no solo foi realizada pelo método Mébius modificado para realização no bloco de digestão segundo Yeomans e Bremner (1988) e Nelson e Sommers (1996). A amostra que continha mais de 5% de matéria orgânica foi separada e feita a remoção da sua matéria orgânica com H_2O_2 (EMBRAPA, 1997), antes da análise granulométrica. A partir dos dados analíticos foram calculadas a soma de bases (S), a capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC ou T); a capacidade de troca de cátions efetiva (S+Al); a saturação por alumínio (Al%) e a saturação por bases (V%).

O índice de vermelho (iv) foi calculado a partir da cor do solo em cada parcela, para obtenção de um valor numérico representativo apropriado ao uso nas análises dos dados. O iv foi calculado pela expressão: $iv = [(10-h).c]/v$, onde “c” e “v” são os valores numéricos do croma e do valor, respectivamente, e “h” é o número que precede o YR no matiz (TORRENT; SCHWERTMANN; SCHULZE, 1980).

Para obter as variáveis topográficas altitude e declividade foi construído o modelo digital do terreno (MDT), utilizando-se as curvas de nível na escala 1:50000 das cartas topográficas do Serviço Geográfico Brasileiro (SGB). No programa SAGA-GIS as curvas de nível foram interpoladas pela técnica *Thin Plate Spline* (TIN) e, através das informações das altitudes da área de estudo, foram calculadas as declividades em graus das unidades amostrais.

5.2.2 Análise de dados

Primeiramente os dados das variáveis de solo foram organizados e resumidos através de uma análise descritiva de dados, visando conhecer melhor as características da área amostrada; seguindo com a análise simultânea das variáveis de solo, utilizando-se técnicas de análises multivariadas, realizadas com auxílio do *software* Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004). Os métodos de estatística multivariada são utilizados com o intuito de simplificar ou facilitar a interpretação do fenômeno que está sendo estudado por meio da construção de índices ou variáveis alternativas que sintetizam a informação original dos dados; construir grupos de elementos amostrais que apresentem similaridade entre si, possibilitando a segmentação do conjunto de dados original; investigar as relações de dependência entre variáveis; comparar populações ou validar suposições através de testes de hipóteses (MINGOTI, 2007).

Para a seleção das variáveis de solo mais significativas na variação dos dados, utilizou-se a técnica de ordenação análise de componentes principais (ACP), cujo objetivo é o de explicar a estrutura da variância e covariância de um vetor aleatório, cujas coordenadas são as p -variáveis aleatórias, através da construção de combinações lineares das variáveis originais, que são chamadas de componentes principais e são não correlacionadas (MINGOTI, 2007). A pressuposição da normalidade da distribuição dos dados não é requisito necessário para o uso dessa técnica.

Cada componente da ACP possui um autovalor que representa a contribuição relativa do componente na explicação da variância total dos dados, e cada variável tem um escore para cada componente que em conjunto são conhecidos como os escores dos componentes. Para cada componente toda variável tem um escore correspondente e quanto mais próximo de 1 ou -1, que é o mais distante de zero, mais importante é a variável em termos de ponderação nesse componente (KENT; COKER, 1992). Cada variável é representada por um vetor, cujo

comprimento está relacionado à sua variância e sua direção com seus escores com os componentes.

A ideia central da análise baseia-se na identificação das medidas responsáveis pelas maiores variações entre os dados e na eliminação de variáveis originais que possuam pouca informação (GOTELLI; ELLISON, 2011; VICINI; SOUZA, 2005).

A ACP pode produzir a ordenação de espécies, parcelas e variáveis ambientais (FELFILI et al., 2007) e é usada apenas para explorar dados e gerar hipóteses, podendo ser usado como método auxiliar de outros, como por exemplo, da análise de agrupamento.

Para aplicar a ACP, as variáveis foram padronizadas pelas suas respectivas médias e desvios padrões, gerando-se novas variáveis centradas em zero e com variâncias iguais a 1, afim de evitar inclinações para aquelas variáveis com maiores variações, com grandes unidades de medida (GOTELLI; ELLISON, 2011; KENT; COKER, 1992; MINGOTI, 2007). A variável porcentagem de silte foi excluída da análise por possuir uma combinação linear perfeita com as porcentagens de areia e argila, como recomendado por Mingoti (2007).

Após a seleção das variáveis mais representativas em relação à variância total na ACP, uma análise de agrupamento foi realizada afim de obter grupos de parcelas mais semelhantes quanto a essas variáveis. A análise de agrupamento ou análise de *cluster* tem como objetivo dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si em relação às variáveis que neles foram medidas, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas variáveis (MINGOTI, 2007).

Foi utilizado o método de agrupamento hierárquico aglomerativo, cujo dendrograma foi obtido utilizando como medida de dissimilaridade a distância euclidiana e como método de ligação o método de Ward, que não pressupõe normalidade dos dados, e que parte do princípio que cada elemento do conjunto de dados observado é um grupo isolado e em cada passo da análise é calculada a soma de quadrados dentro de cada grupo e unido os grupos que minimizam a soma de quadrados entre grupos. Para evitar a discrepância das unidades de medidas utilizaram-se os dados padronizados (MINGOTI, 2007). A escolha do número final de grupos foi baseada na análise do comportamento do nível de fusão ou distância de ligação, efetuando o corte no dendrograma no passo que apresente um “ponto de salto” relativamente grande em relação aos demais valores de distância.

Os grupos encontrados foram comparados em relação à média dos parâmetros da estrutura fisionômica (densidade, área basal, diâmetro e altura) e comunitária (riqueza e diversidade de espécies, e similaridade) da vegetação resultantes do estudo 1.

Por fim, uma análise direta de gradiente foi realizada, usada para exibir a variação da vegetação em relação aos fatores ambientais, utilizando dados ambientais para ordenar amostras da vegetação. Como o nome sugere, os dados ambientais são usados diretamente para organizar a informação na vegetação (KENT; COKER, 1992).

Para verificar a relação da distribuição das espécies com os gradientes ambientais, foi correlacionada a distribuição das abundâncias das espécies com as variáveis ambientais por meio de uma ordenação gerada pela análise de correspondência canônica (ACC). Esta técnica constrói as combinações lineares de variáveis ambientais, ao longo da qual as distribuições das espécies são maximamente separadas, e mostra, em um diagrama de ordenação, os padrões de variação na composição da comunidade que pode ser melhor explicada pelas variáveis ambientais e também visualiza aproximadamente os "centros" das distribuições de espécies ao longo de cada uma das variáveis ambientais (TER BRAAK, 1986).

Diferente das análises indiretas, a ACC incorpora a correlação e regressão entre dados florísticos e fatores ambientais. Assim, a entrada de dados na ACC consiste não apenas em uma matriz de espécies por parcela, mas também de uma segunda matriz de variáveis ambientais por parcela e seu diagrama final resulta não só nos padrões de variação da composição florística, mas também demonstra as principais relações entre as espécies e cada uma das variáveis ambientais (KENT; COKER, 1992). O método usa regressões múltiplas para selecionar combinações lineares das variáveis ambientais que explicam a maior parte da variação dos escores das espécies em cada eixo. Em cada ciclo de interação, uma regressão múltipla é realizada entre os escores da ordenação das parcelas (variável dependente) e várias combinações das variáveis ambientais (variáveis independentes). Os valores calculados de melhor ajuste da combinação das variáveis ambientais que resultam na mais alta variância explicada nos escores do eixo original são então tomados como uma estimativa melhorada daqueles escores da ordenação das parcelas no eixo. A interação da ACC continua com outra regressão múltipla realizada para melhorar o ajuste na próxima interação e assim por diante.

O diagrama de ordenação da ACC exibe parcelas, espécies e variáveis ambientais conjuntamente, onde espécies e parcelas são representadas por pontos, e cada variável ambiental, por uma seta ou vetor. A seta para uma variável ambiental aponta na direção da máxima mudança dessa variável ambiental através do diagrama, e o tamanho da seta é proporcional a magnitude da mudança nessa direção. As variáveis ambientais com maiores setas são mais fortemente correlacionadas com os eixos da ordenação do que aquelas com setas curtas, e são mais intimamente relacionadas com o padrão de variação da comunidade,

mostradas no diagrama de ordenação. Cada espécie (ou parcela) representada por ponto pode ser relacionada com cada variável ambiental, representada por seta, desenhando uma linha perpendicular a partir da seta até o ponto que representa a espécie. A ordem na qual os pontos são projetados na seta da sua ponta para baixo através da origem indica a posição das espécies em relação a variável ambiental representada pela seta em questão, o que corresponde aproximadamente ao *ranking* da média ponderada das espécies em relação a variável ambiental. As espécies com suas projeções perpendiculares próximas ou além da ponta da seta será fortemente correlacionada positivamente com a seta e influenciada por ela; e aquela espécie projetada na extremidade oposta da seta será menos fortemente afetada (TER BRAAK, 1987). Esse diagrama possibilita a melhor visualização de um padrão de variação da comunidade bem como das características principais responsáveis pelas distribuições das espécies ao longo das variáveis ambientais (TER BRAAK, 1987).

Para testar a probabilidade de acerto das relações encontradas entre a matriz ambiental, composta por fatores pedológicos e topográficos, e a matriz de espécies, empregou-se o teste de permutação de Monte Carlo (GOTELLI; ELLISON, 2011).

As variáveis ambientais, constituídas por fatores pedológicos, topográficos e vegetacionais, foram padronizadas e reduzidas à média zero (TER BRAAK, 1987).

Na ACC, foi utilizada a rotina de seleção progressiva de variáveis ambientais, associada a testes de Monte Carlo com 999 permutações para verificar a significância das mesmas e selecionar as significativas a 5% de nível de significância (MACHADO et al., 2008), utilizando-se o *software* CANOCO versão 4.5 (TER BRAAK; SMILAUER, 2002).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização dos solos da área amostral resultou na classificação de quatro tipos de solos, sendo eles o Neossolo Litólico, o Neossolo Regolítico, o Cambissolo Háplico e o Argissolo Vermelho. O primeiro solo foi classificado na maior parte da área amostral: em 22 parcelas e mais quatro em associação com Neossolo Regolítico, num total de 78,79 % do número de parcelas. O Argissolo Vermelho foi classificado em cinco parcelas, localizadas nos locais de menor declividade e altitude e o Cambissolo Háplico em apenas duas parcelas, em altitudes intermediárias. Os solos encontrados estão de acordo com as informações obtidas em levantamentos semidetalhados de solos realizados na mesma região do estudo (MIGUEL, 2010; POELKING, 2007).

Os resultados das análises das amostras de solos em toda a área amostral de 0,66 ha podem ser resumidos pelas medidas descritivas de posição, dispersão e separatrizes apresentadas na tabela 8.

Analisando as medidas descritivas apresentadas na tabela 8, destacam-se três conjuntos de variáveis com comportamentos semelhantes em relação às medidas de tendência central e dispersão de seus dados.

As variáveis areia fina, areia total, silte, argila, pH, acidez potencial (H+Al), potássio (K) e saturação por bases (V%) constituem um conjunto de variáveis com pequena amplitude de valores, com dados concentrados em torno da média e pequena dispersão, no qual destaca-se valores de coeficiente de variação (CV) inferiores a 30 %.

Um segundo conjunto de variáveis possui um grau de afastamento um pouco maior em relação às suas medidas de posição e variabilidade intermediária, com valores de CV entre 30 e 60 %, o qual é composto pelas variáveis: areia grossa, matéria orgânica (MO), carbono orgânico total (COT), cálcio (Ca), soma de bases (S), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), capacidade de troca de cátions efetiva (S+Al) e índice de vermelho (iv).

As variáveis restantes: cascalho, alumínio (Al), magnésio (Mg), saturação por alumínio (Al%) e profundidade, caracterizaram-se pela grande amplitude de valores e grande variabilidade, demonstrada pelos valores de CV superiores a 60 % e atingindo o valor máximo de 114 % de CV.

Tabela 8 – Medidas descritivas das variáveis de solo dos dois fragmentos florestais de Itaara, RS

Medidas Variáveis	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	1º Quartil	3º Quartil	Desvio padrão	CV (%)
Cascalho (gkg⁻¹)	47,51	41,59	2,72	158,69	16,99	59,11	40,17	85
Areia fina (%)	17,89	17,79	13,66	25,65	16,27	19,25	2,39	13
Areia grossa (%)	6,00	5,13	2,18	14,57	4,49	7,51	2,71	45
Areia total (%)	23,88	23,84	18,28	35,03	21,96	25,49	3,30	14
Silte (%)	48,33	48,46	40,92	53,66	46,87	49,82	3,03	6
Argila (%)	27,79	27,96	23,47	33,18	27,02	28,99	2,21	8
pH	5,62	5,64	4,83	6,52	5,35	5,88	0,38	7
MO (%)	10,27	9,57	4,65	21,14	7,61	12,16	3,84	37
COT (gkg⁻¹)	59,56	55,50	26,95	122,64	44,12	70,56	22,29	37
H+Al (cmolckg⁻¹)	10,82	10,20	7,27	21,40	8,32	11,91	3,06	28
Al (cmolckg⁻¹)	0,40	0,30	0,06	1,09	0,19	0,69	0,30	74
K (cmolckg⁻¹)	0,69	0,73	0,44	0,93	0,57	0,80	0,13	19
Ca (cmolckg⁻¹)	8,21	8,12	2,39	15,59	4,88	10,57	3,67	45
Mg (cmolckg⁻¹)	4,08	2,94	0,91	10,72	2,14	5,27	2,79	68
S (cmolckg⁻¹)	12,98	12,29	3,74	25,86	7,39	17,81	6,21	48
T (cmolckg⁻¹)	23,79	22,58	12,77	45,71	18,22	28,39	7,64	32
S+Al (cmolckg⁻¹)	13,38	12,36	4,83	26,05	8,31	17,95	6,13	46
V%	52,24	53,18	27,18	74,39	42,39	60,47	12,58	24
Al%	4,27	2,06	0,31	22,57	1,16	5,07	4,85	114
Profundidade (cm)	33,94	15,00	5,00	90,00	10,00	50,00	29,78	88
Índice de vermelho	2,89	3,33	0,00	6,67	1,67	3,33	1,60	56

Onde: CV = coeficiente de variação; MO = matéria orgânica; COT = carbono orgânico total; H+Al = hidrogênio mais alumínio ou acidez potencial; Al = alumínio; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0; S+Al = capacidade de troca de cátions efetiva; V% = percentagem de saturação por bases; Al% = percentagem de saturação por alumínio.

Na tabela 8, pode-se observar, ainda, que para o segundo e o terceiro conjunto de variáveis descritos acima, a média e a mediana não são semelhantes. Isso acontece nos casos em que existem valores extremos nas medições de alguma variável, e como a média é fortemente influenciada por esses valores, a mediana seria a melhor medida de posição central para representar essas variáveis.

De caráter exploratório, estão representadas algumas diferenças nas variáveis de solo entre a área de 0,46 ha da floresta secundária e a área de 0,2 ha da capoeira, nas figuras 15, 16 e 17.

A figura 15 apresenta a variação dos dados da distribuição granulométrica dos solos dos dois fragmentos florestais.

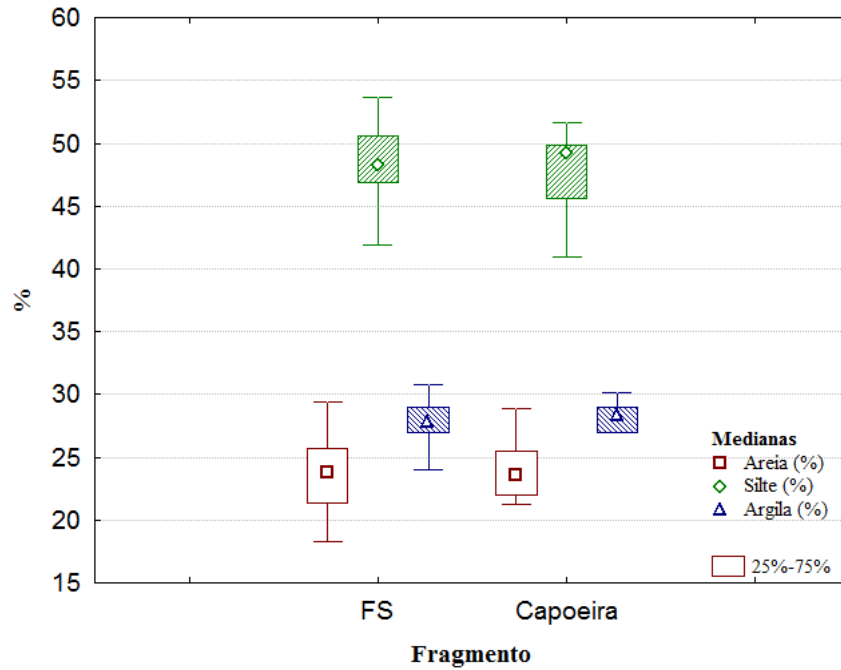


Figura 15 – Variação dos dados de distribuição granulométrica dos solos da Floresta Secundária (FS) e Capoeira.

Observam-se valores semelhantes das medianas nas porcentagens de areia, silte e argila entre os dois fragmentos, com maior amplitude na distribuição dos dados de areia e argila na floresta secundária em relação à capoeira (Figura 15).

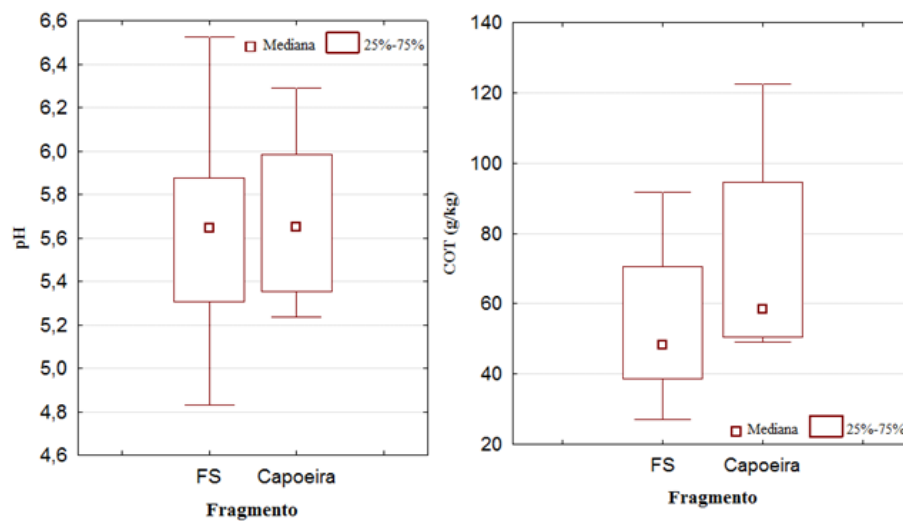


Figura 16 – Variação dos valores do pH e da quantidade de carbono orgânico total (COT) dos solos da Floresta Secundária (FS) e Capoeira.

A figura 16 mostra a distribuição dos dados de pH e carbono orgânico (COT) dos solos, em que a mediana do pH é semelhante nos dois fragmentos, enquanto que a mediana da quantidade de carbono orgânico é mais elevada na capoeira. A floresta secundária apresentou maior variação nos valores de pH, com valores mais baixos e mais altos do que a capoeira. Menezes (2008) também encontrou maior amplitude de pH em solos de floresta do que em solos de capoeira em Itaara.

A floresta secundária também apresentou menores teores de carbono orgânico, enquanto a capoeira exibiu teores elevados de carbono orgânico. Resultado esse contrário ao encontrado por Menezes (2008) e Stürmer (2008), que encontraram maiores valores de carbono orgânico em solos de floresta em relação aos solos de capoeira. Tal fato pode ser devido às áreas de capoeira estudadas pelos autores serem mais jovens e formadas predominantemente por gramíneas. Além disso, os resultados encontrados podem indicar que como estratégia de recuperação da área da capoeira com mais recente histórico de perturbação, a vegetação esteja investindo maior aporte de energia na produção de folheto, depositando maior conteúdo de serapilheira e em processo mais acelerado de ciclagem de nutrientes (KÖNIG et al., 2002).

A figura 17 mostra graficamente a distribuição dos dados de capacidade de troca de cátions (T), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (Al%) dos solos dos dois fragmentos florestais.

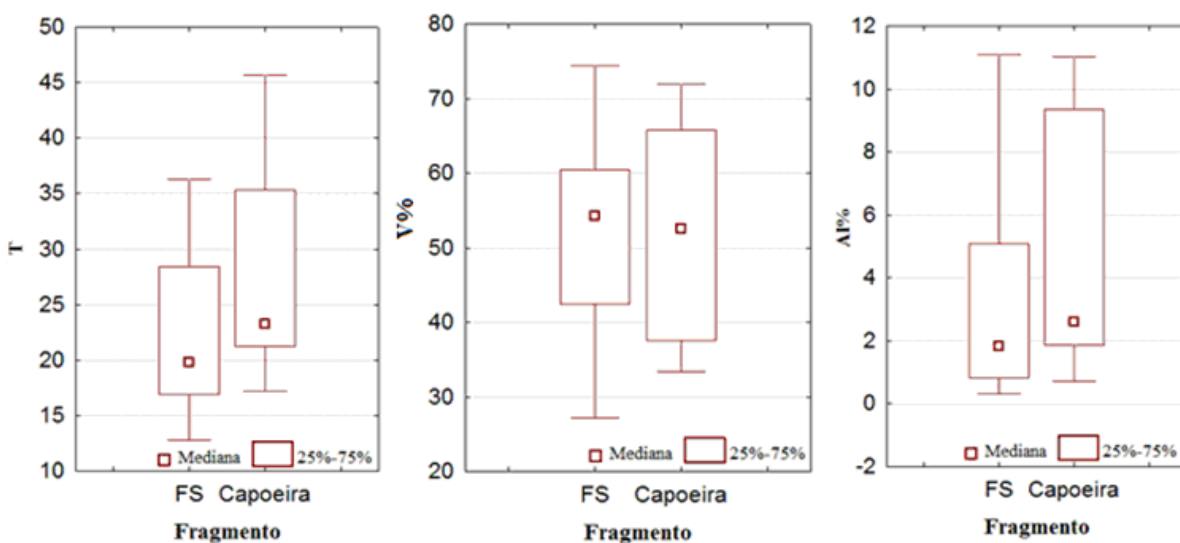


Figura 17 – Variação dos dados de capacidade de trocas de cátions (T), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (Al%) dos solos da Floresta Secundária (FS) e Capoeira.

Observam-se valores de medianas diferentes das variáveis entre os fragmentos na figura 17, sendo mais próximas para a variável saturação por bases (V%), o que indica que a diferença entre as medianas da capacidade de troca de cátions (T) deve-se à diferença na acidez potencial entre os fragmentos, cujos maiores valores são encontrados na capoeira e que provavelmente está correlacionado com o maior teor de matéria orgânica, a qual tem grande capacidade de reter íons. A saturação por alumínio (Al%) aparece com praticamente a mesma amplitude de dados entre os dois fragmentos, porém a floresta secundária apresenta 75 % dos dados com valores de saturação de Al inferiores a 5% e uma menor parte de teores mais elevados com grande variação, enquanto na capoeira a saturação por alumínio é maior, com metade dos valores distribuídos entre 1,9 e 9,4 %.

5.3.1 Gradientes pedológicos na Floresta Secundária

A aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) para obtenção das variáveis de solo mais importantes na floresta secundária resultou nos autovalores e porcentagens de explicação da variância dos componentes principais apresentadas na tabela 9.

Tabela 9 – Autovalor, variância explicada e variância explicada acumulada dos componentes principais da Análise de Componentes Principais das variáveis de solo do fragmento Floresta Secundária

Componente Principal	Autovalor	Variância explicada (%)	Variância explicada acumulada (%)
1	9,43	55,44	55,44
2	2,32	13,67	69,11
3	1,79	10,53	79,64
4	1,07	6,31	85,95
5	0,71	4,15	90,11
6	0,52	3,05	93,16
7	0,36	2,14	95,30
8	0,33	1,93	97,23
9	0,21	1,21	98,44
10	0,13	0,77	99,21
11	0,06	0,35	99,57
12	0,04	0,25	99,82
13	0,03	0,17	99,98
14	0,00	0,02	100,00

Observa-se que as componentes principais mais importantes podem ser resumidas em quatro, as quais possuem autovalor maior que um (destacados em negrito na tabela 9), e explicam juntas 85,95 % da variância total dos dados.

A tabela 10 apresenta as correlações das variáveis de solo com as quatro componentes principais (CPs) mais importantes, onde as variáveis mais representativas das CPs, com correlação maior em valor absoluto que 0,7, estão destacadas em negrito.

Tabela 10 – Correlação entre as componentes principais (CPs) e variáveis de solo originais da Floresta Secundária

Variáveis de solo	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
Cascalho (g/kg)	0,24	0,43	0,29	-0,76
Areia (%)	-0,27	0,14	-0,80	-0,17
Argila (%)	0,26	-0,12	0,74	0,32
pH	0,85	0,38	-0,12	0,17
MO (%)	0,86	-0,25	0,07	0,08
H+Al (cmolc/kg)	0,19	-0,73	0,25	-0,40
Al (cmolc/kg)	-0,37	-0,84	-0,17	-0,04
K (cmolc/Kg)	0,84	-0,11	-0,17	-0,25
Ca (cmolc/kg)	0,96	-0,07	0,03	0,08
Mg (cmolc/kg)	0,82	-0,24	-0,39	0,04
S (cmolc/kg)	0,97	-0,15	-0,16	0,06
T (cmolc/kg)	0,92	-0,36	-0,06	-0,07
S+Al (cmolc/kg)	0,96	-0,19	-0,17	0,06
V%	0,93	0,27	-0,18	0,10
Al%	-0,69	-0,58	-0,05	0,05
Profundidade (cm)	-0,75	-0,02	-0,25	0,26
Índice de vermelho	-0,82	-0,04	-0,25	-0,11

Onde: MO = matéria orgânica; H+Al = hidrogênio mais alumínio ou acidez potencial; Al = alumínio; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0; S+Al = capacidade de troca de cátions efetiva; V% = percentagem de saturação por bases; Al% = percentagem de saturação por alumínio.

Verifica-se na tabela 10 que apenas uma variável, a quantidade de cascalho, é altamente correlacionada com a CP 4, apenas areia e argila são bem correlacionadas com a CP 3, acidez potencial (H+Al) e Al mais correlacionadas com a CP 2 e pH, matéria orgânica, profundidade, índice de vermelho e as variáveis relacionadas às bases trocáveis são altamente

correlacionadas com a CP 1, sendo que esta é responsável por mais da metade da variação dos dados (55,44%).

A relação entre as variáveis de solo com as CPs mais representativas 1 e 2 é visualizada no gráfico da figura 18.

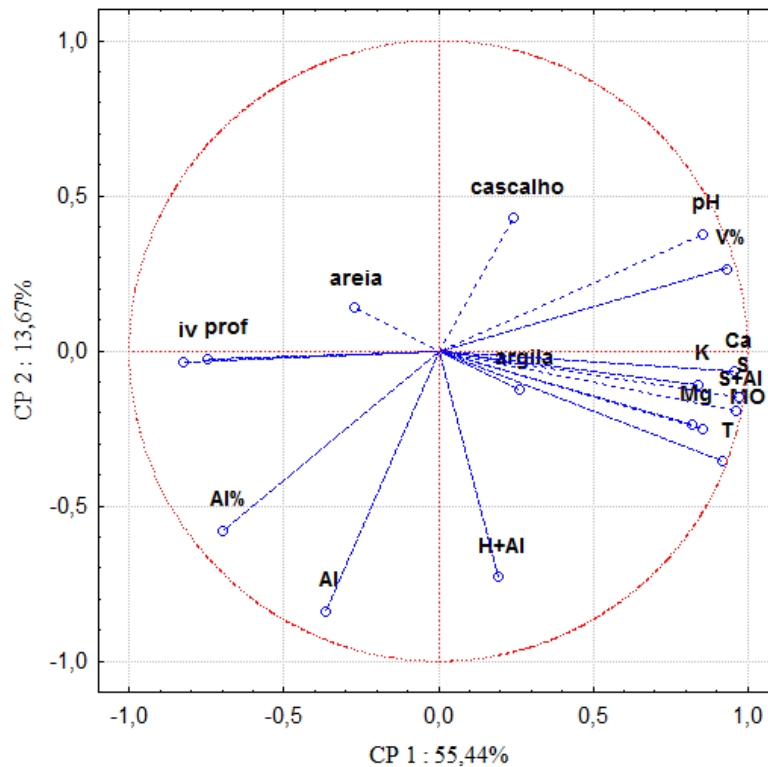


Figura 18 – Projeção das variáveis de solo da Floresta Secundária no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2

Onde: iv = índice de vermelho; prof = profundidade; Al% = saturação por alumínio; Al = alumínio; H+Al = acidez potencial; MO = matéria orgânica; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0; S+Al = capacidade de troca de cátions efetiva; V% = percentagem de saturação por bases.

Na figura 18, as variáveis mais afastadas da origem e que estão mais próximas do círculo unitário são as mais representativas da variação dos dados, sendo que as variáveis mais afastadas da origem no sentido horizontal representam a CP 1 e as mais afastadas da origem no sentido vertical representam a CP 2. Observa-se que as variáveis profundidade (prof) e índice de vermelho (iv) que estão do lado esquerdo do gráfico são correlacionadas com a CP 1 inversamente às variáveis pH, matéria orgânica (MO) e bases trocáveis (K, Ca, Mg, S, S+Al, T, V%), que estão do lado direito do gráfico. Isso significa que os locais mais profundos e mais vermelhos são mais ácidos e mais pobres em matéria orgânica e bases

trocáveis. Em relação à CP 2, as variáveis mais representativas são o alumínio e a acidez potencial (H+Al) que estão mais afastadas da origem e aparecem na parte inferior do gráfico.

Na figura 19, pode-se visualizar a relação das parcelas plotadas no plano das CPs 1 e 2, onde as parcelas são identificadas pelo número da parcela precedida pela letra P e sucedida pela abreviatura do tipo de solo.

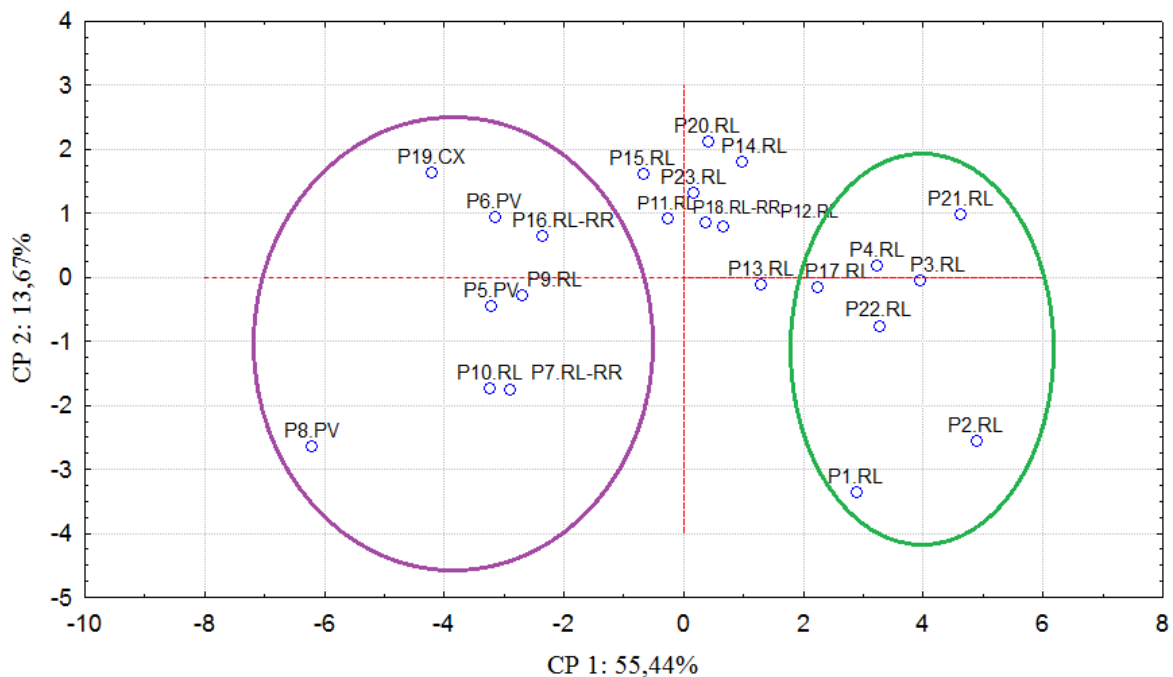


Figura 19 – Projeção das parcelas da Floresta Secundária no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2

Pode-se perceber na representação gráfica das parcelas (Figura 19) a formação de dois grupos de parcelas mais afastadas da origem e estas estão distribuídas de acordo com a sua representatividade em relação às variáveis de solos mais importantes das CPs 1 e 2, e as demais parcelas que estão mais próximas da origem devem ser mais similares e com menor variação dessas variáveis. Analisando as figuras 18 e 19, pode-se concluir que o grupo de parcelas da esquerda do gráfico da figura 19 é o que melhor representa as variáveis profundidade, índice de vermelho e alumínio, que aparecem do lado esquerdo do gráfico da figura 18. Já o grupo de parcelas do lado direito do gráfico da figura 19 é o que melhor representa as variáveis pH, matéria orgânica e as variáveis relacionadas às bases trocáveis, que aparecem do lado direito do gráfico da figura 18. Nota-se que o primeiro grupo de

parcelas é formado por diferentes tipos de solos, como Neossolo Litólico (RR), associação de solos entre Neossolo Litólico e Regolítico (RL-RR), Cambissolo Háplico (CX) e Argissolo Vermelho (PV), enquanto que o segundo grupo é formado apenas por Neossolo Litólico. Dessa forma, a formação desses grupos faz sentido, sendo que o primeiro grupo é formado por solos naturalmente mais profundos e avermelhados, sendo bem drenados, enquanto que o segundo grupo é formado por solos naturalmente mais rasos, eutróficos, ricos em matéria orgânica e com boa reserva de nutrientes (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Para a confirmação da existência de diferentes *habitats* formados por grupos de parcelas influenciados pela maior variação dos dados de solo, aplicou-se uma Análise de Agrupamento (AA), utilizando-se as variáveis de solo que estavam mais correlacionadas com a CP 1, encontradas na ACP, que foram pH, MO, K, Ca, Mg, S, T, S+Al, V%, profundidade e índice de vermelho. A Análise de Agrupamento, cujo dendrograma foi obtido pelo método de ligação Ward, resultou na formação de três diferentes grupos de parcelas, tomando como referência o corte feito no passo que ocorreu um salto grande na distância de ligação, como mostra a figura 20, onde as parcelas são identificadas pelo número da parcela precedida pela letra P e sucedida pela abreviatura do tipo de solo.

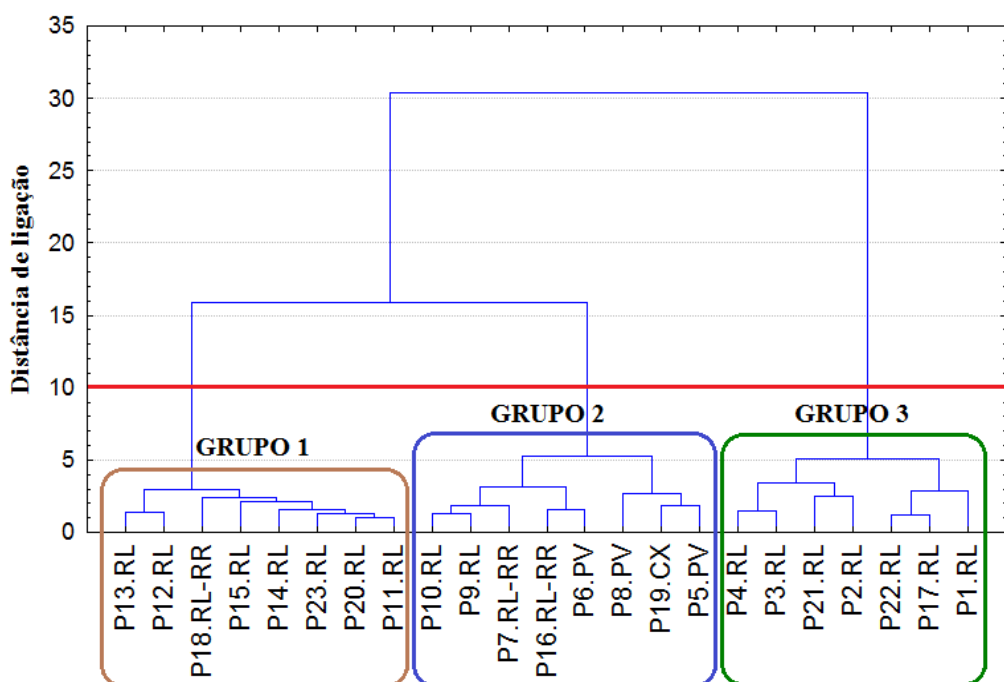


Figura 20 – Dendrograma de agrupamento das parcelas da Floresta Secundária pelas variáveis de solo

A Análise de Agrupamento confirmou os grupos formados pela Análise de Componentes Principais que representam a maior variação dos dados de solos. Nota-se, pela figura 20, que o primeiro grupo é o mais homogêneo, com as menores distâncias de ligação entre as parcelas, enquanto o grupo 3 é o mais diferente dos demais, com uma distância de ligação elevada com os outros grupos.

5.3.2 Gradientes pedológicos na Capoeira

A aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) para obtenção das variáveis de solo mais representativas na capoeira resultou nos autovalores e porcentagens de variância explicada dos componentes principais apresentadas na tabela 11. Ressalta-se que para as análises feitas nos dados da capoeira optou-se por excluir a parcela 10, por esta apresentar perturbações que a diferenciou das demais em relação a sua estrutura comunitária da vegetação.

Tabela 11 – Autovalor, variância explicada e variância explicada acumulada dos componentes principais da Análise de Componentes Principais das variáveis de solo do fragmento Capoeira

Componente Principal	Autovalor	Variância explicada (%)	Variância acumulada explicada (%)
1	8,49	49,96	49,96
2	3,67	21,59	71,55
3	2,32	13,66	85,21
4	1,39	8,20	93,42
5	0,78	4,58	98,00
6	0,20	1,15	99,15
7	0,11	0,62	99,77
8	0,04	0,23	100,00

Observa-se que as componentes principais mais importantes podem ser resumidas em quatro, as quais possuem autovalor maior que um (destacados em negrito na tabela 11), e explicam juntas 93,42 % da variância total dos dados.

A tabela 12 apresenta as correlações das variáveis de solo com as quatro CPs mais importantes, onde as variáveis mais representativas das quatro primeiras CPs, com correlação maior em valor absoluto que 0,7, estão destacadas em negrito.

Tabela 12 – Correlação entre as componentes principais (CPs) e variáveis de solo originais da Capoeira

Variáveis de solo	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
Cascalho (g/kg)	-0,27	0,19	0,05	0,92
Areia (%)	0,16	-0,20	0,88	0,20
Argila (%)	-0,36	0,48	-0,73	0,18
pH	0,71	0,67	-0,09	0,07
MO (%)	0,84	-0,52	-0,10	0,00
H+Al (cmolc/kg)	0,21	-0,97	0,03	-0,09
Al (cmolc/kg)	-0,83	-0,47	-0,06	-0,14
K (cmolc/kg)	-0,06	-0,44	-0,62	0,15
Ca (cmolc/kg)	0,99	-0,04	0,09	0,03
Mg (cmolc/kg)	0,98	-0,03	-0,07	0,06
S (cmolc/kg)	0,99	-0,04	0,01	0,05
T (cmolc/kg)	0,84	-0,53	0,02	-0,01
S+Al (cmolc/kg)	0,99	-0,06	0,01	0,04
V%	0,74	0,67	-0,03	0,01
Al%	-0,88	-0,32	-0,10	-0,03
Profundidade (cm)	-0,21	0,67	0,37	-0,56
Índice de vermelho	-0,60	0,01	0,66	0,31

Onde: MO = matéria orgânica; H+Al = hidrogênio mais alumínio ou acidez potencial; Al = alumínio; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0; S+Al = capacidade de troca de cátions efetiva; V% = percentagem de saturação por bases; Al% = percentagem de saturação por alumínio.

Verifica-se na tabela 12 que as CPs 2, 3 e 4 apresentam apenas uma ou duas variáveis bem correlacionadas, a quantidade de cascalho na CP 4, porcentagem de areia e argila na CP 3 e acidez potencial (H+Al) na CP 2, enquanto que a CP 1 apresenta como variáveis mais representativas o pH, a matéria orgânica, Al, Ca, Mg, S, T, S+Al, V% e Al%, sendo que esta CP é responsável por praticamente a metade da variação dos dados (49,96 %).

A relação das variáveis de solo com as CPs mais representativas 1 e 2 é visualizada no gráfico da figura 21.

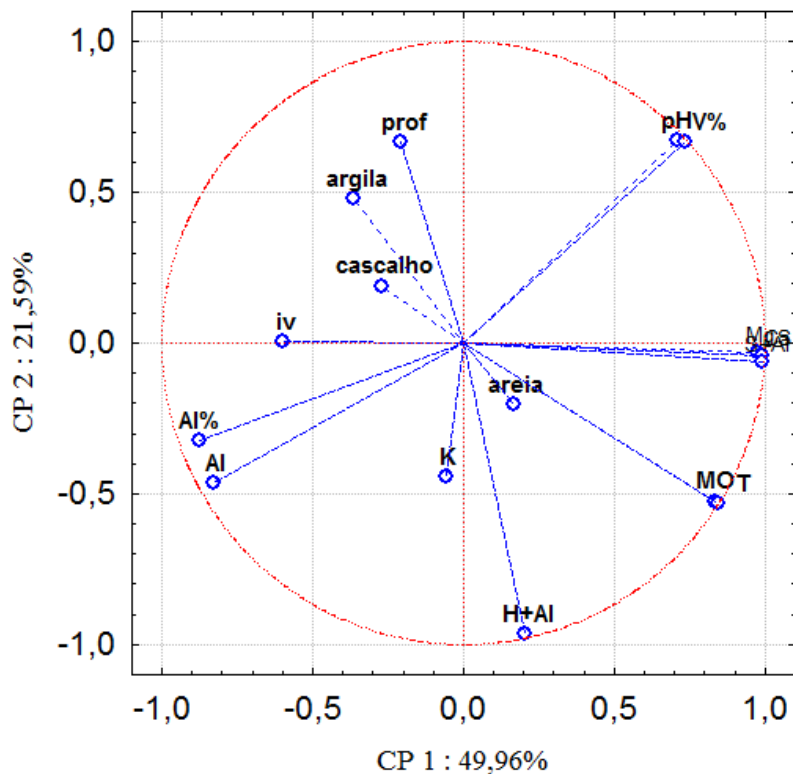


Figura 21 – Projeção das variáveis de solo da Capoeira no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2.

Onde: iv = índice de vermelho; prof = profundidade; Al% = saturação por alumínio; Al = alumínio; H+Al = acidez potencial; MO = matéria orgânica; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; S = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0; S+Al = capacidade de troca de cátions efetiva; V% = percentagem de saturação por bases.

Na figura 21, observa-se que as variáveis mais afastadas e próximas do círculo unitário são as mais representativas das CPs 1 e 2, em que no eixo da CP 1 aparecem como mais representativas as variáveis pH, V%, Ca, Mg, S, S+Al, T e MO do lado direito e inversamente proporcionais às variáveis Al% e Al que aparecem do lado esquerdo do gráfico. Isso significa que os locais com maior porcentagem de Al são mais ácidos e pobres em matéria orgânica e bases trocáveis. Em relação à CP 2, a variável mais representativa é a acidez potencial (H+Al) que está mais afastada da origem e aparece na parte inferior do gráfico.

Na figura 22, pode-se visualizar a relação das parcelas plotadas no plano das CPs 1 e 2, onde as parcelas são identificadas pelo número da parcela precedida pela letra P e sucedida pela abreviatura do tipo de solo.

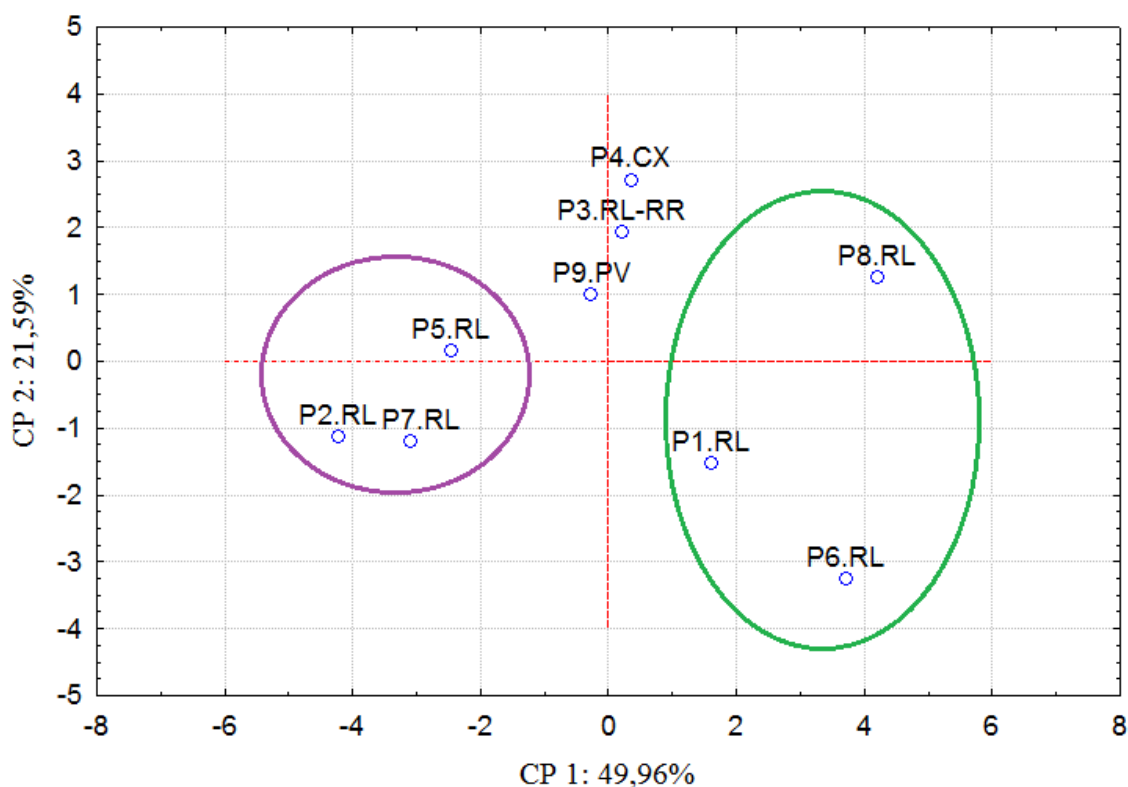


Figura 22 – Projeção das parcelas da Capoeira no plano principal entre as Componentes Principais (CPs) 1 e 2.

A distribuição gráfica das parcelas mostra dois grupos mais representativos das variáveis da CP 1 (Figura 22), sendo que o grupo da direita do gráfico, formado por três parcelas de Neossolo Litólico respondem pelas variáveis da direita do gráfico da figura 21 e o grupo da esquerda, também formado por três parcelas de Neossolo Litólico, representam as variáveis da esquerda do gráfico da figura 21. Isso demonstra que apesar dos grupos pertencerem ao mesmo tipo de solo, esses apresentam características pedológicas diferentes, justificando assim a importância da sua separação pelos dados das variáveis pedológicas. Pedron e Dalmolin (2011) confirmam que os Neossolos eutróficos e ricos em cátions trocáveis são comuns na região do rebordo, assim como os Neossolos distróficos que podem apresentar teores elevados de alumínio, condicionados pelo clima, relevo e nesse caso, provavelmente pelo histórico de uso.

Nota-se ainda, na figura 22, um grupo representativo da CP 2, formado por três parcelas de diferentes tipos de solos, relacionados de maneira inversa com a variável acidez potencial, ou seja, apresentam os menores valores de H+Al, principalmente os tipos de solo

Cambissolo Háplico e a associação entre Neossolo Litólico e Regolítico, que estão mais afastados da origem do que o Argissolo Vermelho.

Para a confirmação dos grupos de parcelas formados na Análise de Componentes Principais que foram influenciados pelas variáveis de solo de maior variação, aplicou-se a Análise de Agrupamento, utilizando-se as variáveis que estavam mais correlacionadas com a CP 1, encontradas na ACP, que foram Ca, Mg, S, S+Al, Al%, T, MO, Al, V% e pH. A Análise de agrupamento, cujo dendrograma foi obtido pelo método de ligação Ward, resultou na formação de três diferentes grupos de parcelas, tomando como referência o corte feito no passo que ocorreu um salto grande na distância de ligação, como mostra a figura 23.

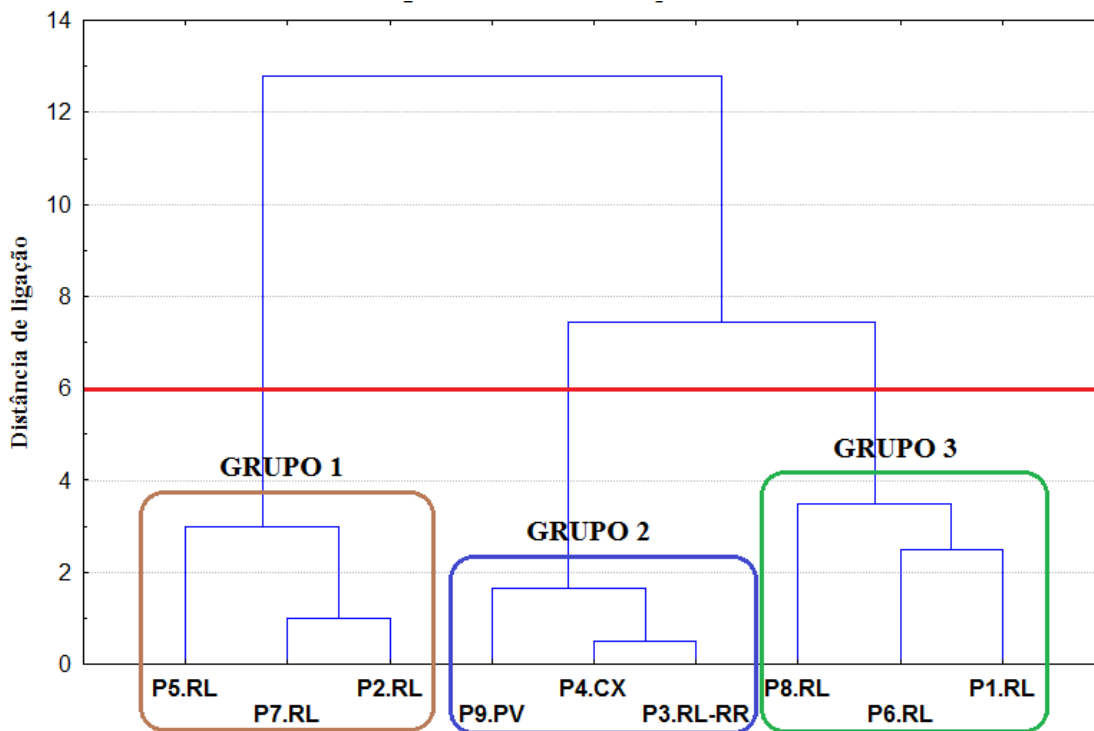


Figura 23 – Dendrograma de agrupamento das parcelas da Capoeira pelas variáveis de solo

A Análise de Agrupamento realizada com as variáveis de solo selecionadas a partir da Análise de Componentes Principais confirmou os grupos de parcelas descritos anteriormente, agrupando as parcelas da mesma forma. O segundo grupo formado, como mostra a figura 23, é o mais homogêneo, com as menores distâncias de ligação entre as parcelas e o grupo 1 é o mais diferente dos demais, com uma distância de ligação maior com os outros grupos.

5.3.3 Estrutura da vegetação entre os diferentes grupos pedológicos na Floresta Secundária e Capoeira

Os dois fragmentos apresentaram conjuntos semelhantes de variáveis de solo de maior variabilidade, sendo que na floresta secundária as variáveis mais significativas foram pH, MO, K, Ca, Mg, S, T, S+Al, V%, profundidade e índice de vermelho, enquanto na capoeira as variáveis Ca, Mg, S, S+Al, Al%, T, MO, Al, V% e pH constituíram-se as mais significativas. A partir dessas variáveis, foram formados diferentes grupos de parcelas em cada fragmento.

As diferenças entre os grupos formados pela Análise de Agrupamento na floresta secundária podem ser constatadas pelas médias das variáveis de solos apresentadas na tabela 13. Um grupo de parcelas da floresta secundária (Grupo 2 da AA) foi formado pelas parcelas com os tipos de solo Neossolo Litólico, associação de solos entre Neossolo Litólico e Regolítico, Cambissolo Háptico e Argissolo Vermelho, que apresentaram maior profundidade; cores mais avermelhadas, indicando melhor drenagem desses solos; menores teores de bases trocáveis, possuindo caráter distrófico ($V\% < 50\%$); menores teores de matéria orgânica e pH extremamente ácido (média de 5,18), conforme critério da EMBRAPA (2006). O segundo grupo (Grupo 3 da AA) que mais se diferenciou foi formado por parcelas com apenas o tipo de solo Neossolo Litólico, que apresentou características contrárias do primeiro grupo, com solos mais rasos, menos vermelhos, com maiores reservas de nutrientes e matéria orgânica, caráter eutrófico ($V\% > 50\%$), alta capacidade de troca de cátions e pH moderadamente ácido (média de 5,94). O terceiro grupo (Grupo 1 da AA) foi formado por solos mais semelhantes entre si e com características mais parecidas com o segundo grupo.

As diferenças entre os grupos formados pela Análise de Agrupamento da capoeira podem ser constatadas pelas médias das variáveis de solos apresentadas na tabela 13. As variáveis que melhor representaram a heterogeneidade da área da capoeira – Ca, Mg, S, S+Al, Al%, T, MO, Al, V% e pH – diferenciaram dois grupos de parcelas de Neossolo Litólico com características distintas, em que um grupo (Grupo 3 da AA) apresentou maiores reservas de nutrientes e matéria orgânica, caráter eutrófico, alta capacidade de troca de cátions, pH moderadamente ácido (média de 5,86) e menor teor de Al, enquanto o outro grupo (Grupo 1 da AA) apresentou maiores teores de Al e menores teores de bases trocáveis e matéria orgânica, caráter distrófico e pH extremamente ácido (média de 5,36). O terceiro grupo (Grupo 2 da AA) foi formado por outros tipos de solos, Argissolo Vermelho, Cambissolo

Háplico e associação entre Neossolo Litólico e Regolítico, que apresentaram características mais parecidas com o segundo grupo.

Tabela 13 – Média das variáveis de solo selecionadas pela Análise de Componentes Principais dos grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento dos fragmentos Floresta Secundária e Capoeira

Variáveis	Floresta secundária			Capoeira		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
pH	5,73	5,18	5,94	5,36	5,93	5,86
M.O. (%)	8,71	6,52	13,61	9,46	9,98	18,28
COT (g/kg)	50,52	37,81	78,96	54,90	57,85	106,06
Ca (cmolc/kg)	8,03	4,12	12,44	5,38	9,12	13,08
K (cmolc/kg)	0,68	0,54	0,83	0,77	0,72	0,78
Mg (cmolc/kg)	3,05	1,49	6,63	2,58	5,28	8,96
S (cmolc/kg)	11,76	6,15	19,89	8,73	15,13	22,83
S+Al (cmolc/kg)	11,88	6,72	20,27	9,50	15,49	23,16
T (cmolc/kg)	21,49	15,91	30,73	21,67	23,94	38,97
V (%)	54,95	38,51	64,93	40,30	63,46	59,02
Al (cmolc/kg)	0,12	0,58	0,38	0,78	0,36	0,33
Al (%)	1,03	9,05	1,81	8,43	2,37	1,49
Profundidade (cm)	21,25	58,75	12,14	25	68,33	8,33
Índice de vermelho	3,02	4,65	1,52	2,78	2,22	1,67

A interpretação dos fatores de solo quanto aos limites considerados “baixos” ou “altos” nas condições nutricionais do desenvolvimento de uma planta vai depender da espécie ou conjunto de espécies consideradas (PILLAR; JACQUES; BOLDRINI, 1992), o que para a vegetação de espécies arbóreas nativas encontradas nesse estudo não existem critérios formulados sobre estudos do rendimento relativo das espécies em diferentes solos por longo período relacionado com os teores dos nutrientes no solo.

A partir do agrupamento das parcelas por diferenças pedológicas, verificou-se se essas diferenças refletem no desenvolvimento da vegetação quanto à sua estrutura e diversidade, sendo comparadas entre os grupos formados em cada fragmento.

5.3.3.1 Estrutura e similaridade da vegetação entre os grupos pedológicos na Floresta Secundária

Para facilitar a comparação da vegetação dos grupos pedológicos na floresta secundária e evitar problemas causados por diferentes intensidades amostrais em comparações entre índices de diversidade de espécies foi excluída uma parcela do grupo 1 e uma parcela do grupo 2 para obter o mesmo número de parcelas entre os grupos (OLIVEIRA-FILHO et al., 2004). As parcelas excluídas nos dois grupos foram as que se agruparam por último na AA, sendo essas a parcela 18 no grupo 1 e a parcela 8 no grupo 2.

Os dados da estrutura da vegetação foram tabelados por grupo de parcelas da AA e estão apresentados na tabela 14.

Tabela 14 – Variáveis da vegetação da Floresta Secundária dos grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento

Variáveis da vegetação	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Número de parcelas	7	7	7
Número de indivíduos	279	260	307
Número de indivíduos por hectare (ind./ha)	1993	1857	2193
Área basal (m ²)	5,30	4,67	6,10
Área basal por hectare (m ² /ha)	37,83	33,37	43,60
Altura máxima (m)	16,50	17,00	17,00
Altura média (m)	8,67	9,06	8,14
Diâmetro máximo (cm)	49,21	61,17	55,27
Diâmetro médio (cm)	12,78	12,64	12,93
Altura de copa média (m)	2,02	2,57	1,94
Altura de copa máxima (m)	6,00	6,30	7,00
Número de espécies	46	38	48
Índice de Shannon (H')	3,17	2,87	3,17
Índice de equabilidade de Pielou (J')	0,83	0,79	0,82
Número de espécies exclusivas	4	5	12

Observa-se na tabela 14 que o grupo 3 apresentou a maior densidade de indivíduos (307), assim como os maiores valores de área basal (6,10 m²) e de diâmetro médio (12,93 cm), enquanto que os menores valores para essas variáveis foram encontrados no grupo 2, de 260 indivíduos, 4,67 m² e 12,64 cm, respectivamente. Porém, em relação à altura

média das árvores e das copas das árvores aconteceu o inverso, sendo que o grupo 2 apresentou valores maiores que o grupo 3. Os valores dessas variáveis no grupo 1 foram intermediários entre os grupos 2 e 3.

Em relação ao número de espécies, os grupos 2 e 3 também foram os que mais se diferenciaram, sendo que no grupo 3 ocorreram 48 espécies, 10 a mais que o grupo 2 e apenas 2 a mais que o grupo 1. Dessa forma, os grupos 1 e 3 apresentaram maior índice de diversidade de Shannon (H'), de 3,17 em relação ao grupo 2, com índice de 2,87. Nenhum dos grupos apresentou dominância ecológica por poucas espécies, apresentando índices de equabilidade próximos de 1. O grupo 3 ainda apresentou o maior número de espécies exclusivas, com 12 espécies incomuns aos outros grupos. O grupo 1 e 2 apresentaram números semelhantes de espécies exclusivas, de quatro e cinco, respectivamente (Tabela 14).

Os índices de similaridade de Jaccard calculados entre os pares dos grupos de parcelas estão apresentados na tabela 15.

Tabela 15 – Índice de similaridade de Jaccard entre os grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento na Floresta Secundária

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Grupo 1	1		
Grupo 2	0,58	1	
Grupo 3	0,57	0,41	1

A tabela 15 mostra que os grupos de parcelas com menor similaridade na composição de espécies foram os grupos 2 e 3, com um índice de 0,41, enquanto que a comparação feita entre os grupos 1 e 2 e entre os grupos 2 e 3 resultaram em índices intermediários de similaridade florística, de 0,58 e 0,57, respectivamente.

Com as comparações feitas entre os diferentes grupos de parcelas, verifica-se que as condições do solo influenciam a estrutura fisionômica e comunitária da vegetação na floresta secundária, visto que as maiores diferenças nos parâmetros da vegetação foram encontradas entre os dois grupos que também apresentaram as maiores diferenças nos fatores pedológicos. Nos solos mais profundos, mais pobres em bases trocáveis e teores de matéria orgânica, e mais ácidos, a vegetação foi menos densa e com indivíduos mais altos (grupo 2), enquanto que nos solos mais ricos em nutrientes e menos ácidos, porém mais rasos, a vegetação foi mais densa, com maior número de espécies e com indivíduos com maiores dimensões em

diâmetro (grupo 3). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Oliveira-Filho et al. (2004) na comparação feita entre a classe de solo Neossolo Litólico e outras classes de solos mais profundos, Neossolo Regolítico e Cambissolo Húmico, em um fragmento florestal em Minas Gerais, onde encontrou maior densidade de árvores e maior diversidade, bem como maior número de indivíduos com as menores alturas no Neossolo Litólico dos que nos outros solos.

Os grupos 2 e 3 apresentaram a menor similaridade florística apontada pelo índice de similaridade, denotando que o grupo 3 deve possuir espécies mais exigentes em nutrientes, enquanto o grupo 2 espécies oligótrofas.

5.3.3.2 Estrutura e similaridade da vegetação entre os grupos pedológicos na Capoeira

Os dados resumidos das variáveis da vegetação da capoeira dos grupos pedológicos encontrados na AA estão apresentados na tabela 16.

Tabela 16 – Variáveis da vegetação da Capoeira dos grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Número de parcelas	3	3	3
Número de indivíduos	113	133	151
Número de indivíduos por hectare (ind./ha)	1883	2217	2517
Área basal (m ²)	0,75	0,98	1,00
Área basal por hectare (m ² /ha)	12,57	16,25	16,75
Altura máxima (m)	9,30	10,50	9,00
Altura média (m)	5,94	6,30	5,97
Diâmetro máximo (cm)	27,69	25,45	25,15
Diâmetro médio (cm)	8,41	8,81	8,30
Altura de copa máxima (m)	3,50	3,50	4,00
Altura de copa média (m)	1,67	1,55	1,58
Número de espécies	30	29	27
Índice de Shannon (H')	2,98	2,88	2,80
Índice de equabilidade de Pielou (J')	0,88	0,86	0,85
Número de espécies exclusivas	6	3	5

Observa-se na tabela 16 que o grupo 3 apresentou a maior densidade de indivíduos, com 151 indivíduos e o grupo 1 a menor densidade, com 113 indivíduos. O grupo 3 também apresentou a maior área basal de 1,00 m², porém bem próxima do grupo 2, com 0,98 m², enquanto o grupo 1 apresentou a menor área basal de 0,75 m². O grupo 2 apresentou os maiores valores de altura média e diâmetro médio em relação aos outros grupos que apresentaram valores menores e semelhantes. As alturas médias de copa foram semelhantes entre os grupos, com maior valor para o grupo 1, de 1,67.

Em relação à diversidade florística, não houve grandes diferenças entre os grupos, sendo que o grupo 1 apresentou 30 espécies, uma a mais que o grupo 2 e três a mais que o grupo 3, e H' um pouco mais elevado que os demais grupos (Tabela 16). O grupo 1 apresentou seis espécies exclusivas, semelhante ao grupo 3 que apresentou cinco, enquanto o grupo 2 apresentou o menor número de espécies exclusivas, de apenas três.

Os índices de similaridade de Jaccard calculados entre os pares dos grupos de parcelas estão apresentados na tabela 17.

Tabela 17 – Índice de similaridade de Jaccard entre os grupos de parcelas encontrados na Análise de Agrupamento na Capoeira

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Grupo 1	1		
Grupo 2	0,60	1	
Grupo 3	0,46	0,56	1

Os grupos 1 e 2 apresentaram o maior índice de similaridade, de 0,60, seguidos pelos grupos 2 e 3, com 0,56, e os grupos com menor similaridade florística foram o 1 e o 3, com índice de 0,46, como mostra a tabela 17.

O grupo 3, de parcelas com solos mais férteis, com maiores reservas de nutrientes e matéria orgânica, alta capacidade de troca de cátions, pH mais alto e menor teor de Al, exibiram maior densidade de indivíduos arbóreos, somando uma área basal um pouco maior e uma diversidade de espécies um pouco menor que os demais grupos pedológicos. O grupo 1, com solos com características mais restritivas quanto à fertilidade, com maiores teores de Al e menores teores de bases trocáveis e matéria orgânica, e mais ácidos, mostraram o menor número de indivíduos, a menor área basal e a menor altura média, porém com a diversidade de espécies um pouco mais elevada que os demais grupos. Os maiores valores de altura média

e diâmetro médio foram medidos nos solos do grupo 2, com maior profundidade e com menor influência da variação dos dados de fertilidade.

Apesar da área amostral da capoeira não apresentar diferenças tão nítidas na estrutura da vegetação, devido seu tamanho reduzido, percebe-se que a floresta mais jovem se comporta de maneira diferente que a floresta mais velha quanto à riqueza de espécies, sendo que a maior riqueza de espécies na floresta secundária foi encontrada nos solos com maior qualidade nutritiva, enquanto que na capoeira a maior riqueza foi encontrada nos solos mais pobres em nutrientes e mais ácidos, destacando assim a importância das espécies pioneiras da capoeira na reconstrução dos solos mais esgotados.

5.3.4 Influência dos gradientes ambientais na ocorrência das espécies

A análise da influência dos gradientes ambientais na distribuição das espécies nos fragmentos estudados foi realizada através da Análise de Correspondência Canônica (ACC). A ACC foi realizada para cada fragmento em separado, visto que os mesmos apresentam variação dos dados de solos diferentes, assim como os parâmetros de vegetação.

A matriz de espécies usada na ACC foi composta pelo número de indivíduos das espécies por parcela. Optou-se por excluir da matriz de espécies as que apresentavam pequenos números de indivíduos, pois essas contribuem pouco ou quase nada na ordenação dos dados (OLIVEIRA-FILHO et al., 2004). Também foram excluídas as espécies com números altos extremos de indivíduos em relação às demais, que possuíam também as maiores frequências (mais de 90% das parcelas), que poderiam causar desvios na análise (TER BRAAK, 1987).

A matriz das variáveis ambientais utilizada na ACC foi constituída por todas as variáveis pedológicas já citadas, adicionadas às variáveis topográficas, altitude e declividade, medida da espessura da manta e densidade de indivíduos da regeneração por parcela.

5.3.4.1 Influência dos gradientes ambientais na ocorrência das espécies na Floresta Secundária

Na floresta secundária, 22 espécies foram incluídas na matriz de espécies, depois de serem excluídas as espécies com sete ou menos indivíduos e as espécies com abundância muito superior às demais (valores extremos).

Na rotina de seleção das variáveis ambientais, cinco variáveis foram significativas no teste de Monte de Carlo e incluídas na análise. Os autovalores, as correlações e a variância explicada por cada eixo da ACC estão resumidos na tabela 18.

Tabela 18 – Autovalores, correlações e variância explicada acumulada pelos eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Autovalor	0,273	0,195	0,161	0,156
Correlação espécie-ambiente	0,885	0,914	0,906	0,800
Variância explicada acumulada				
Espécie	11,5	19,7	26,5	33,1
Relação espécie-ambiente	30,9	53,0	71,3	88,9

Na tabela 18, observa-se que os quatro eixos foram bem relacionados com as variáveis ambientais, apresentando correlações múltiplas espécie-ambiente maior ou igual a 0,8. Porém, a importância da associação é expressa melhor pelo autovalor, pois ele mede quanto da variação dos dados das espécies é explicado pelo eixo e, por conseguinte, pela relação com as variáveis ambientais (TER BRAAK, 1995). Os autovalores dos quatro eixos foram baixos, de 0,16 a 0,27, admitindo a existência de gradientes ambientais curtos, nos quais ocorre maior variação na abundância das espécies do que na substituição delas (TER BRAAK, 1995). No entanto, os autovalores obtidos foram maiores do que outro estudo semelhante também realizado na encosta do rebordo do Planalto (SCIPIONI et al., 2010), no qual os autovalores dos dois primeiros eixos foram de 0,19 e 0,13.

A variância total explicada dos dados das espécies pelos dois primeiros eixos foi de apenas 19,7 %, indicando que grande proporção da variância não foi explicada, o que é muito comum em dados de vegetação (TER BRAAK, 1987), e que poderia ser explicada por outras variáveis ambientais importantes não avaliadas, porém, nem sempre facilmente perceptíveis

e/ou mensuráveis, como, por exemplo, a competição e luminosidade, associadas aos fatores de dispersão e polinização das espécies. Apesar disso, a significância das relações espécie-ambiente não foi prejudicada e o primeiro autovalor (0,273) explicou a maior variação dos dados da relação espécie-ambiente, cerca de 31 %, e junto com o segundo autovalor de 0,195 explicaram um total de 53% dos dados da relação espécie-ambiente.

As variáveis selecionadas na ACC foram areia fina, pH, Mg, profundidade e índice de vermelho, apresentadas na tabela 19, com as correlações entre os dois primeiros eixos de ordenação e as correlações entre si. As correlações com valor absoluto maior que 0,5 aparecem destacadas em negrito na tabela 19.

Tabela 19 – Correlações entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária e a correlação entre as variáveis ambientais

	Eixo 1	Eixo 2	ar.fi	pH	Mg	Prof
ar.fi	0,382	-0,303	-			
pH	0,712	-0,106	0,259	-		
Mg	0,199	0,019	0,222	0,694	-	
Prof	-0,577	-0,603	-0,102	-0,640	-0,510	-
Iv	-0,461	-0,225	-0,067	-0,717	-0,658	0,762

Onde: ar.fi = areia fina; prof = profundidade, Mg = magnésio e iv = índice de vermelho.

As variáveis mais correlacionadas com o eixo 1 foram o pH e a profundidade, sendo que a profundidade também foi a mais correlacionada com eixo 2 (Tabela 19). As correlações entre as variáveis foram altas em ordem decrescente entre iv e profundidade; iv e pH; Mg e pH; iv e Mg; profundidade e pH, e profundidade e Mg.

A ACC está representada pelos diagramas de ordenação das espécies e parcelas separadas em relação às variáveis ambientais para maior clareza (Figuras 24 e 25).

Observa-se nos diagramas de ordenação nas figuras 24 e 25, que as variáveis ambientais pH e profundidade, mais fortemente correlacionadas com os eixos de ordenação, são representadas por setas maiores do que aquelas mais fracamente correlacionadas, com setas menores e, portanto, são mais estreitamente relacionadas com o padrão de variação da distribuição das parcelas e espécies mostrados nos diagramas.

A figura 24 mostra claramente o padrão de distribuição das parcelas em função dos tipos de solo, identificadas pelo número da parcela e abreviatura dos tipos de solo,

representados por diferentes símbolos, associados às variáveis ambientais profundidade (Prof), índice de vermelho (iv), areia fina (ar.fi), pH e magnésio (Mg).

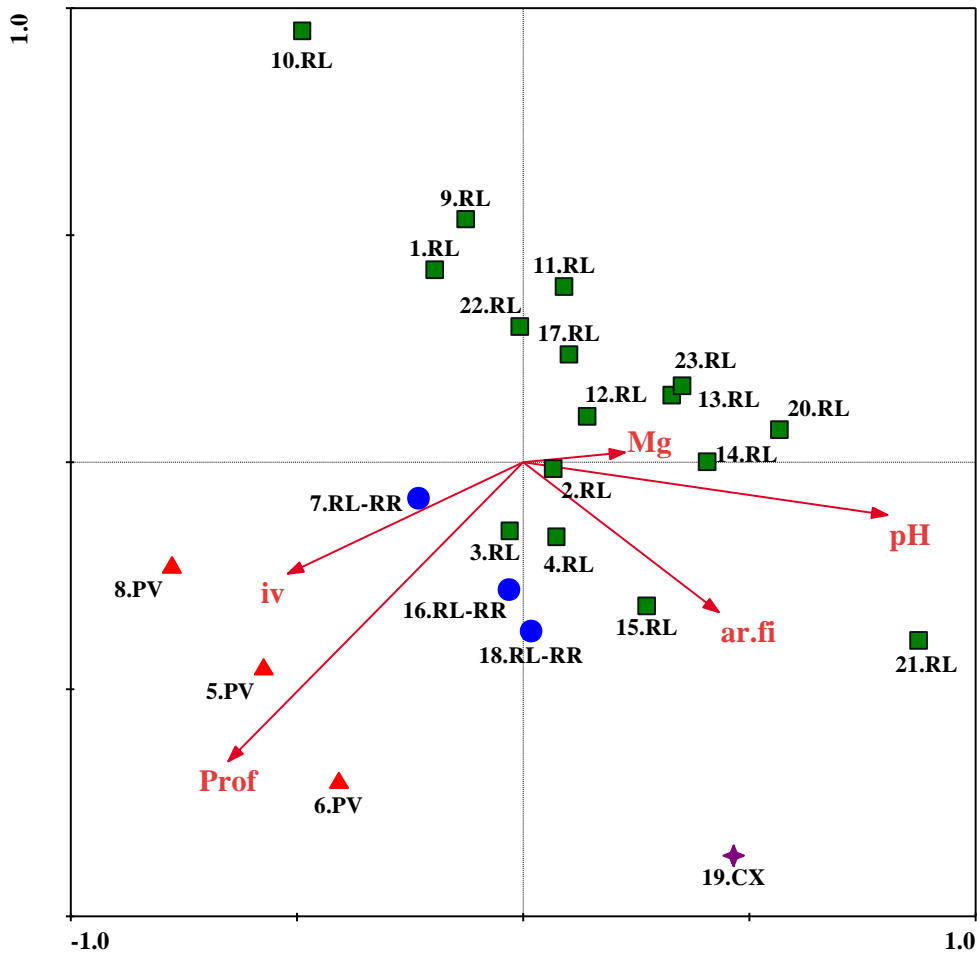


Figura 24 – Diagrama de ordenação das parcelas nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária

As parcelas de Argissolo Vermelho aparecem no canto esquerdo inferior do diagrama da figura 24 associadas às maiores profundidades e maiores índices de vermelho, e também aos menores valores de pH. As parcelas com associação entre Neossolo Litólico e Regolítico aparecem próximas a parte central do diagrama associadas aos valores intermediários de pH e profundidade. Percebe-se que as parcelas de Neossolo Litólico estão associadas às menores profundidades e apresentam-se mais dispersas em relação à variação do pH, apresentando no lado direito do diagrama parcelas de solos associadas a pH mais elevado e no lado esquerdo

algumas parcelas associadas aos menores valores de pH. A única parcela de Cambissolo Háplico mostra-se associada positivamente com as variáveis profundidade, areia fina e pH.

A figura 25 mostra o padrão de distribuição das espécies em função das variáveis ambientais profundidade (Prof), índice de vermelho (iv), areia fina (ar.fi), pH e magnésio (Mg) no diagrama de ordenação da ACC. As espécies abreviadas no diagrama da figura 25 estão listadas com o nome completo no apêndice A.

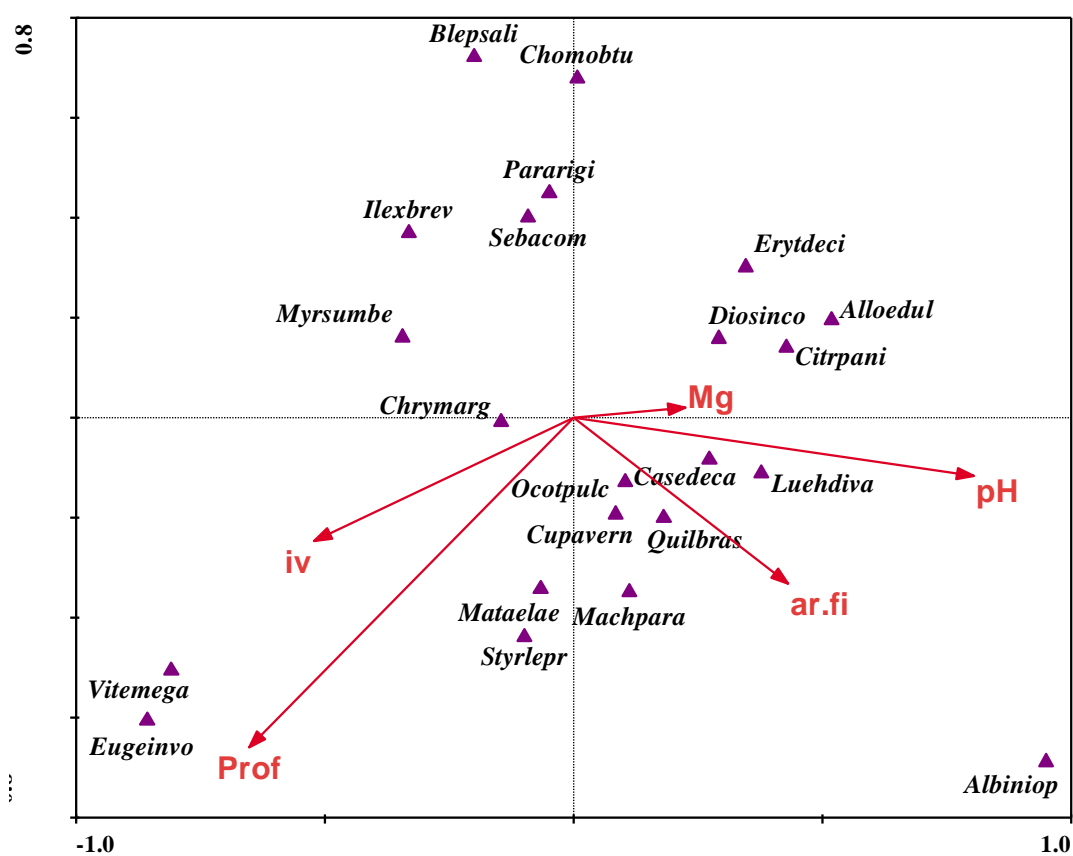


Figura 25 – Diagrama de ordenação das espécies nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Floresta Secundária

A ordenação das espécies pelas variáveis ambientais representada no diagrama da figura 25 associada com o diagrama da figura 24 mostra que as espécies *Eugenia involucrata* e *Vitex megapotamica* são mais abundantes nas parcelas de Argissolo Vermelho, solos com maiores profundidades e índices de vermelho, e as espécies *Styrax leprosus*, *Matayba elaeagnoides* e *Machaerium paraguariense*, também associadas positivamente com a

profundidade, índice de vermelho e com a quantidade de areia fina, devem ser mais abundantes em locias com associação entre os solos Neossolo Litólico e Regolítico. *Blepharocalyx salicifolius* e *Chomelia obtusa* também aparecem fortemente associadas com a profundidade e o índice de vermelho na parte superior do diagrama, porém de maneira negativa, juntamente com as espécies *Parapiptadenia rigida*, *Sebastiania commersoniana*, *Erythroxylum deciduum*, *Allophylus edulis*, *Citronella paniculata* e *Diospyros inconstans*, sendo as quatro últimas espécies também relacionadas com maiores valores de pH, os quais influenciam também a distribuição das espécies *Luehea divaricata* e *Casearia decandra*. As espécies mais correlacionadas com menores valores de pH foram *Ilex brevicuspis* e *Myrsine umbellata*. As espécies associadas com menores profundidades e com a variação do pH devem ser mais abundantes nos Neossolos Litólicos.

A relação da ordenação da espécie *Albizia niopoides* é semelhante à ordenação da parcela de Cambissolo Háplico, sugerindo uma maior abundância da espécie nessa parcela.

5.3.4.2 Influência dos gradientes ambientais na ocorrência das espécies na Capoeira

Para gerar a matriz de espécies da capoeira foram excluídas as espécies com dois ou menos indivíduos e duas espécies mais abundantes da área amostral, sendo incluídas 23 espécies na matriz final de espécies usada na ACC.

A partir dos testes de Monte Carlo na rotina de seleção das variáveis ambientais, foram incluídas apenas três variáveis na análise. Os autovalores, as correlações e a variância explicada por cada eixo da ACC estão resumidos na tabela 20.

Tabela 20 – Autovalores, correlações e variância explicada acumulada pelos eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Capoeira

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Autovalor	0,352	0,231	0,198	0,176
Correlação espécie-ambiente	0,972	0,934	0,930	0,000
Variância explicada acumulada				
Espécie	26,5	43,9	58,8	72,0
Relação espécie-ambiente	45,1	74,6	100,0	0,0

Observa-se na tabela 20 que os autovalores dos eixos foram baixos, admitindo a existência de gradientes ambientais curtos, nos quais ocorre maior variação na abundância das espécies do que na substituição delas. No entanto, a variância total explicada dos dados das espécies pelos dois primeiros eixos foi relativamente alta, de 43,9 %, indicando que um pouco mais da metade da variância não foi explicada por esses dois eixos. O primeiro autovalor apresentou um valor mais alto de 0,352 e explicou grande parte da variação dos dados da relação espécie-ambiente (45,1 %), e junto com o segundo autovalor, de 0,231, explicaram um total de quase 75% da variação dos dados da relação espécie-ambiente. Os três primeiros eixos foram altamente correlacionados com as variáveis ambientais, apresentando correlações múltiplas espécie-ambiente maiores que 0,9.

As variáveis selecionadas na ACC foram altitude, índice de vermelho e silte, apresentadas na tabela 21, com as correlações entre os dois primeiros eixos de ordenação e as correlações entre si. As correlações com valor absoluto maior que 0,5 estão destacadas em negrito na tabela 21.

Tabela 21 – Correlações entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação da Análise de Correspondência Canônica da Capoeira e a correlação entre as variáveis ambientais

	Eixo 1	Eixo 2	Alt	Silt
Alt	0,968	0,077	-	
Silt	0,702	-0,064	0,686	-
iv	-0,422	0,815	-0,369	-0,219

Onde: Alt = altitude; Silt = silte e iv = índice de vermelho.

A variável ambiental altitude foi altamente correlacionada com o eixo 1, com valor de correlação próximo de 1, seguida pela variável silte que também foi bem correlacionada com o eixo 1, e a variável índice de vermelho foi altamente correlacionada com o eixo 2 (Tabela 21). As correlações entre as variáveis somente foi alta entre altitude e silte, sendo que as variáveis altitude e índice de vermelho não são correlacionadas, assim como silte e iv.

A ACC está representada pelos diagramas de ordenação das espécies e parcelas separadas em relação às variáveis ambientais (Figuras 26 e 27).

As variáveis ambientais são representadas nos diagramas por setas, notando-se que a variável silte possui uma seta menor por ser menos correlacionada com o eixo 1 e está próxima da seta da altitude por ser correlacionada com esta, como mostram as figuras 26 e 27.

A figura 26 mostra o diagrama de ordenação da ACC com o padrão de distribuição das parcelas, identificadas pelo número da parcela e abreviatura dos tipos de solo, representados por diferentes símbolos, em função das variáveis ambientais altitude (alt), silte (silt) e índice de vermelho (iv).

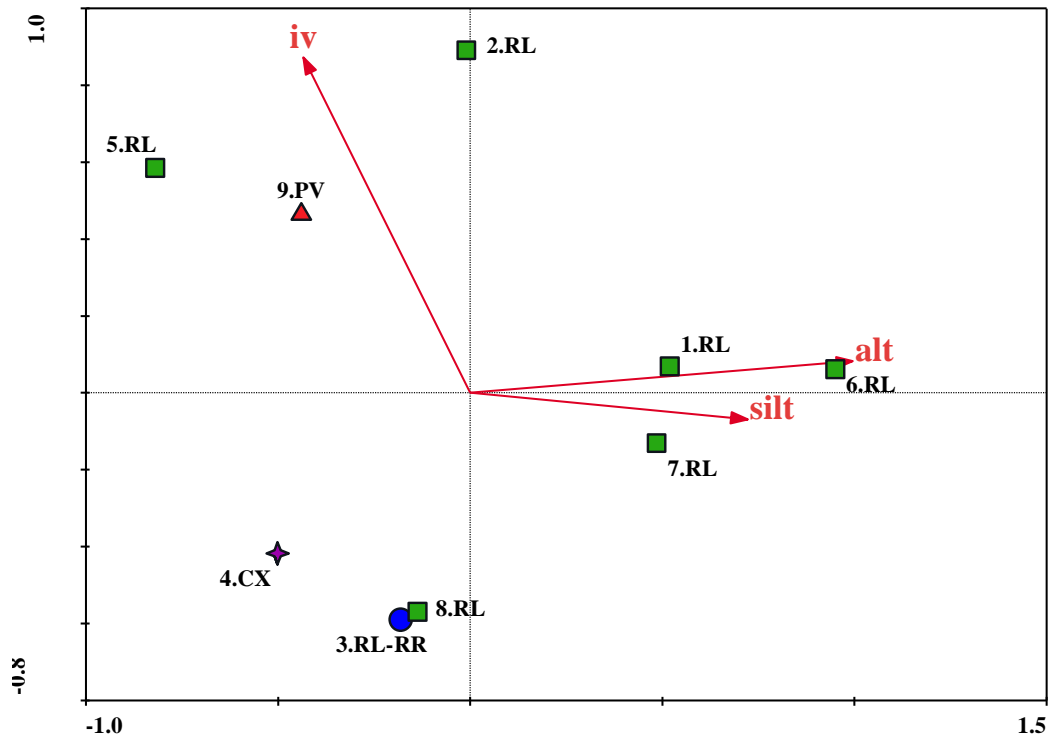


Figura 26 – Diagrama de ordenação das parcelas nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Capoeira

O diagrama da figura 26 mostra a distribuição das parcelas separadas em três grupos com parcelas mais próximas entre si. Um grupo de três parcelas aparece na parte superior do diagrama associado positivamente ao índice de vermelho, sendo que duas parcelas desse grupo também estão associadas às menores altitudes. No lado direito do diagrama aparece outro grupo com três parcelas de Neossolo Litólico associadas às maiores altitudes e quantidades de silte. E ainda um terceiro grupo aparece na parte inferior do diagrama, constituído por três parcelas com diferentes tipos de solo, Cambissolo Háplico, Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico, associados às menores altitudes e menores índices de vermelho. Nota-se que os tipos de solo mais profundos aparecem no lado esquerdo do

diagrama associados às altitudes menores, devido às áreas mais baixas representarem ambientes deposicionais que permitem a formação de solos com maior profundidade (MENEZES, 2008).

A figura 27 mostra o padrão de distribuição das espécies em função das variáveis ambientais altitude (alt), silte (silt) e índice de vermelho (iv) no diagrama de ordenação da ACC. As espécies abreviadas no diagrama da figura 27 estão listadas com o nome completo no apêndice A.

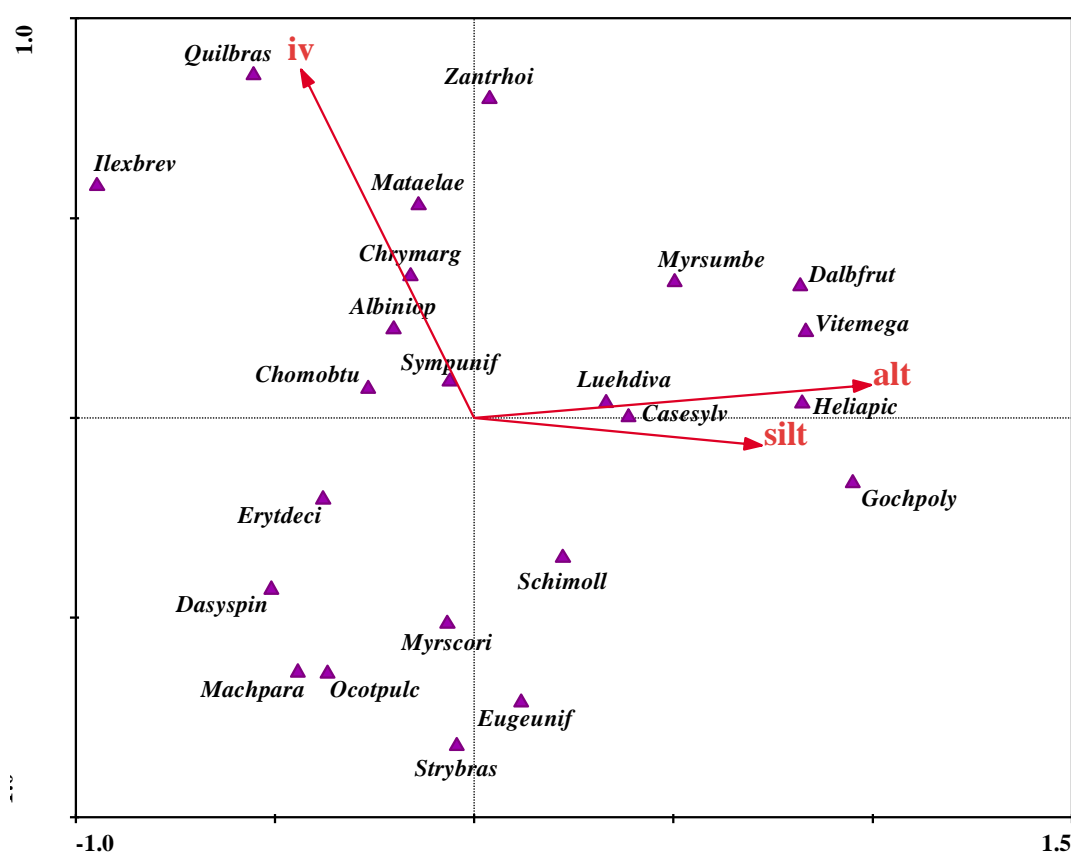


Figura 27 – Diagrama de ordenação das espécies nos eixos 1 e 2 produzido pela Análise de Correspondência Canônica da Capoeira

O diagrama de ordenação das espécies da figura 27 mostra um grupo de espécies com maior abundância de indivíduos arbóreos nas maiores altitudes e em locais com mais silte no lado direito do diagrama. Dentre elas, destacam-se as espécies *Dalbergia frutescens*, *Vitex megapotamica*, *Gognatchia polymorpha* e *Hellieta apiculata*. Algumas espécies aparecem

mais associadas positivamente com solos com maior índice de vermelho, como *Quillaja brasiliensis*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Matayba elaeagnoides* e *Ilex brevicuspis*, que também está associada a menores altitudes. Nos locais de menores altitudes também aparecem *Machaerium paraguariense*, *Ocotea pulchella*, *Dasyphyllum spnescens* e *Erythroxylum deciduum* como espécies associadas. E as espécies *Strychnos brasiliensis*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine coriacea* e *Schinus molle* aparecem distribuídas em locais com menores valores de índice de vermelho.

5.3.4.3 Análise comparativa entre Floresta Secundária e Capoeira

Através das correlações entre as espécies e variáveis ambientais para cada fragmento, observou-se que a variável índice de vermelho influencia a ordenação das espécies na floresta secundária e na capoeira. Essa variável pode estar associada à drenagem e a quantidade de matéria orgânica no solo, que, por conseguinte, influenciam as condições do solo quanto a sua fertilidade.

Nos locais com maiores índices de vermelho ocorre maior abundância das espécies *Vitex megapotamica* e *Eugenia involucrata*, associadas também aos solos mais profundos, na floresta secundária, e maior abundância das espécies *Quillaja brasiliensis*, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Ilex brevicuspis*, na capoeira. Sugere-se, assim, que essas espécies têm preferências por solos mais vermelhos, sendo esses provavelmente mais bem drenados, com menor quantidade de matéria orgânica e nutrientes, e com maior acidez, como confirmado pelas análises anteriores. Dentre as espécies citadas, Floss (2011) indica a espécie *Ilex brevicuspis* como indicadora de solos ácidos e a espécie *Zanthoxylum rhoifolium* como generalista, sem possuir preferências por condição de substrato, em um trabalho realizado em nascentes de diferentes formações florestais no oeste de Santa Catarina.

Em locais com os menores índices de vermelho aparecem como mais abundantes as espécies *Blepharocalyx salicifolius* e *Chomelia obtusa*, associadas também com solos rasos, na floresta secundária, e as espécies *Strychnos brasiliensis*, *Eugenia uniflora*, *Myrsine coriacea* e *Schinus molle*, na capoeira. Essas espécies têm preferências por locais menos vermelhos, o que indica locais mais ricos em matéria orgânica e nutrientes, bem como menos ácidos. A espécie *Strychnos brasiliensis* também foi encontrada por Machado et al.

(2008) em maior abundância em solos de *status* nutricional mais elevado e com maior disponibilidade de água em um fragmento florestal em Minas Gerais.

5.4 CONCLUSÃO

Os solos dos fragmentos florestais em diferentes idades de regeneração apresentaram gradientes pedológicos que refletiram no padrão de distribuição das espécies arbóreas, e que, por conseguinte, exibiram características fisionômicas diferentes entre e dentro dos fragmentos.

Os métodos de análise de gradientes facilitaram e mostraram coerência nos aspectos da distribuição das parcelas e espécies associadas às variáveis pedológicas, em que a relação melhor explicada entre a vegetação e o substrato foi indicada por variações físicas do solo, de profundidade e textura, e as condições do local quanto a acidez e a cor ao longo do gradiente topográfico.

Contudo, houve significativa variância da distribuição de espécies não explicada na análise de gradiente, que pode ser explicada por outras variáveis ambientais não avaliadas ou combinações mais complexas entre elas, que nem sempre são perceptíveis e/ou mensuráveis.

Destarte, padrões de distribuição das espécies só podem se tornar verdadeiras após repetições do mesmo padrão em diversas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, M. M. et al. Padrões de distribuição espacial de espécies florestais em fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria-RS, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 1., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM - Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, 2000. p.345-360.

ARAUJO, M. M. et al. Aspectos fitossociológicos em fragmento de floresta Estacional Decidual: agrupamento e associação de espécies. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM - Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, 2001. p. 519-537.

ARAUJO, M. M. et al. 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.

AVILA, A. L. et al. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.

BEARZI, R. C.; POLTRONIERI, V. C.; LONGHI, S. J. Estrutura fitossociológica do Morro de Três Marias em Santa Maria – RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: CEPEF/FATEC – UFSM, 1992. p. 376-394.

BOTREL, R. T. et al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, n.2, p. 195-213, 2002.

BRUN, E. **Biomassa na Floresta Estacional Decidual de Santa Tereza, RS**. 2004. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

BRUN, F. G. K. **Dinâmica do Carbono Orgânico em Espécies Arbóreas de uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul**. 2007. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BUDKE, J.C. et al. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.3, p. 581-589, 2004.

CALLEGARO, R. M. et al. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional decidual ripária em Jaguari, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 305-311, 2012.

CARVALHO, D. A. et al. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n.2, p. 329-345, 2005.

COSTA, M. P. et al. Estrutura e diversidade da comunidade arbórea de uma Floresta Superomontana, no Planalto de Poços de Caldas (MG). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 711-725, 2011.

CUNHA, G. C. et al. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.3, n.1, p. 35-64, 1993.

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

DALANESI, P. E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.4, p.737-757, 2004.

DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. de A. Distribuição dos solos no ambiente. In: FÓRUM SOLOS & AMBIENTE, 1., 2004, Santa Maria. **Solos & Ambiente**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2004. 167 p.

DIAS, C. A. et al. Estudo florístico e fitossociológico do município de Santa Maria, RS. I etapa: Depressão Central - morros testemunha. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL - O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996. p. 97-118.

DILL, P. R. J. **Gestão ambiental em bacias hidrográficas**. 2007. 160f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

DURIGAN, G. Estrutura e Diversidade de Comunidades Florestais. In: MARTINS, S. V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, Universidade federal de Viçosa, 2009. 261 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. ver. atualiz. Rio de Janeiro: 1997. 212p. il. (EMBRAPA/CNPS-RJ. Documentos, 1).

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

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B. et al. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 331-356, 2002.

FAGUNDES, L M. et al. Florística e estrutura do estrato arbóreo de dois fragmentos de florestas decíduas às margens do rio Grande, em Alpinópolis e Passos, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 65-78, 2007.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: UNB, 2003. 68 p. (Comunicações técnicas florestais, 1).

FELFILI, J. M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: UNB, 2007. 60 p. (Comunicações Técnicas Florestais, 9).

FERRAZ, S. E. T.; ROBERTI, D. R. Padrões climáticos na região do extremo sul do Planalto Meridional brasileiro. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Orgs.) **A Floresta Estacional Subtropical** - Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria, RS: Editora Pallotti, 2011. 320p.

FLOSS, P. A. **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do oeste de Santa Catarina**. 2011. 154f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

FORZZA, R. C. et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>> Acesso: 02 fev. 2012.

GIEHL, E. L. H. et al. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 137-145, 2007.

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p.741-753, 2008.

GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C. Aplicação do método científico em estudos fitossociológicos no Brasil: em busca de um paradigma. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.) **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa: Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2011. 556 p.

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

HACK, C. et al. Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Jaguari, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n. 5, p.1083-1091, 2005.

HIGUCHI, P. et al. 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, 2012.

BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Inventário Florestal. In: ITAQUI, J. (Ed.) **Quarta Colônia: inventários técnicos, flora e fauna**. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002. 256p.

IVANAUSKAS, N. M; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.56, p. 83-99, 1999.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis**. London: Behaven Press., 1992. 363p.

KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos In: FELFILI, J. M et al. (Eds.) **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, Universidade federal de Viçosa, 2011. 556 p.

KLEIN, R. M. Aspectos fitofisionômicos da Floresta Estacional na fralda da Serra Geral (RS). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34, Porto Alegre, 1983. **Anais...**, Porto Alegre: UFRGS, 1983. p.73-110.

KLEIN, R. M. Meliáceas. In: Reitz, R. (ed.), **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1984. 138p.

KÖNIG, F. G. et al. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria, RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002.

KUNIYOSHI, Y; RODERJAN, C. **Vegetação: formações florestais do Brasil**. Curitiba: UFPR, 1987 (Cadernos Técnicos FUPEF).

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

LINDENMAIER, D. S.; BUDKE, J. C. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma Floresta Estacional na bacia do Rio Jacuí, sul do Brasil. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, n. 57, p. 193-216, 2006.

LONGHI, S. J. et al. 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.

LONGHI, S. J. et al. 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. et al. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 359-370, 2005.

MACHADO, P. F. S.; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos e fitossociológicos do Morro do Elefante, Santa Maria, RS. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 20, n. 3-4, p. 261-280, 1990.

MACHADO, E. L. M. et al. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 287-302, 2008 .

MARKUS, E.; FREITAS, E. M. Florística arbórea de uma porção de mata de encosta do morro da Harmonia, Teutônia, Rio Grande Do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 62, p. 263-272, 2011.

MARTINS, F. R. Esboço histórico da fitossociologia florestal no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 36., 1990, Brasília. **Anais...** Brasília: UNB, 1990. p. 33-58.

MARTINS, S. V. et al. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.172-181, 2003.

MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, Universidade federal de Viçosa, 2009. 261 p.

MCCUNE, B.; MEFFORD M. J. PC-ORD. **Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 5.10. 2006.

MENEZES, F. P. **Substâncias húmicas em solos de diferentes feições geomorfológicas no rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

MIGUEL, P. **Caracterização pedológica, uso da terra e modelagem da perda de solo em áreas de encosta do rebordo do Planalto do RS**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte, MG: Ed. UFMG, 2007. 297 p.

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

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

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

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

NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: SPARKS, D. L. et al. (Eds.) **Methods of soil analysis: chemical methods**. Madison: American Society of America, 1996.

NEUMANN, P. S. et al. Agroindústria familiar de massas na região da quarta colônia do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina, **Anais...** Londrina: SOBER, 2007.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n.1, p. 21-34, 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, p. 291-309, 2004.

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.

PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D. Solos da região do rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.) **A Floresta Estacional Subtropical - Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria, RS: Editora Pallotti, 2011. 320p.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A., **Inventário Florestal**. Curitiba/Santa Maria: Editado pelos autores, 1997, 314p.

PILLAR, V. D.; JACQUES, A. V. A.; BOLDRINI, I. I. Fatores ambientais relacionados à variação de um campo natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 8, p. 1089-1101, 1992.

POELKING, E. L. **Aptidão, evolução e conflitos de uso das terras no município de Itaara, RS**. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3. ed. São Leopoldo-RS: Unisinos, 2005. 456 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, SUDESUL, 1988. 525 p.

RIO GRANDE DO SUL, **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEMA/UFSM/DEFAP/FDF, 2001 (Boletim Informativo).

ROBAINA, L. E. S.; CRISTO, S. S. V.; TRENTIN, R. Considerações geológicas e geomorfológicas sobre o rebordo do Planalto no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.) **A Floresta Estacional Subtropical** - Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria, RS: Editora Pallotti, 2011. 320p.

RODRIGUES, L. A. et al. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.25-35, 2007.

ROSA, S. F. L.; 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, 2008.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92p.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores edáficos e florística. In: MARTINS, S. V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV. Universidade federal de Viçosa, 2009. 261 p.

SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.) **A Floresta Estacional Subtropical** - Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria, RS: Editora Pallotti, 2011. 320p.

SCIPIONI, M. C. **Análise dos padrões florísticos estruturais da comunidade arbórea-arbustiva e da regeneração natural em gradientes ambientais na floresta estacional, RS, Brasil**. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SCIPIONI, M. C. et al. Regeneração natural de um fragmento da Floresta Estacional Decidual na reserva biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 675-690, 2009.

SCIPIONI, M. C. et al. 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, 2010.

SILVA, L. C.; LONGHI, S. J.; FLEIG, F. D. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo do “Ecomuseu da Quarta Colônia” – Silveira Martins. In: CONGRESSO ESTADUAL FLORESTAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata, v. 1, 1992. p. 357-375.

SILVA, A. C. et al. Relações florísticas e fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 22, n. 1, p.193-206, 2012.

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na reserva ecológica do IBGE, DF. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 147-158, 2005.

SIMINSKI, A. et al. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: estrutura e diversidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 21-33, 2004.

SIQUEIRA, A. S.; ARAUJO, G. M.; SCHIAVINI, I. Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de floresta estacional decidual no vale do rio Araguari, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.10-21, 2009.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 272p.

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

STATSOFT, Inc. (2004). **STATISTICA** (data analysis software system), version 7.

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

STÜRMER, S. L. K. **Infiltração de água em Neossolos Regolíticos do Rebordo do Planalto do Rio grande do Sul**. 2008.104f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

SÜHS, R. B.; PUTZKE, J.; BUDKE, L. C. Relações florístico-geográficas na estrutura de uma floresta na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 635-646, 2010.

SÜHS, R. B.; BUDKE, J. C. Spatial distribution, association patterns and richness of tree species in a seasonal forest from the Serra Geral formation, southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 3, p. 605-617, 2011.

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. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 69, p. 69-77, 1987.

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.

TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. **CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide**: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca: Microcomputer Power, 2002. 500p.

TORRENT, J.; SCHWERTMANN, U.; SCHULZE, D. G. Iron oxide mineralogy of some soils of two river terrace sequences in Spain. **Geoderma**, Amsterdam, v.23, p.191- 208, 1980.

VACCARO, S.; HESS, A. F.; LONGHI, S. J. Estudo da composição florística e estrutura da vegetação arbórea da sede do município de Santa Tereza - RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2 v., v. 1. 1992. p. 395-415.

VACCARO, S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS**. 1997. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

VACCARO, S; LONGHI, S. J.; BRENA, D. 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.

VACCARO, S. **Crescimento de uma Floresta Estacional Decidual, em três estágios sucessionais, no município de Santa Tereza, RS, Brasil**. 2002. 157f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

VACCARO, S. et al. Incremento em área basal de árvores de uma floresta estacional decidual, em três fases sucessionais, no município de Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 131-142, 2003.

VARGAS, D.; OLIVEIRA, P. L. Composição e estrutura florística do componente arbóreo-arbustivo do sub-bosque de uma mata na encosta sul do Morro Santana, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 58, p. 187-214, 2007.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira** - classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: Ministério das Minas e Energia, Divisão de Vegetação, Projeto RADAMBRASIL, 1982. 85p. (Boletim Técnico, Série Vegetação, 1).

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

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

VOGEL, H. L. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara-RS, Brasil**. 2005. 94f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

WOJCIECHOWSKI, J. C. et al. Geoestatística aplicada ao estudo das características físico-químicas do solo em áreas de floresta estacional decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 383-391, 2009.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do Rebordo do Planalto – RS.** 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

Apêndice A – Lista de abreviaturas das espécies incluídas nas matrizes de espécies nas Análises de Correspondência Canônica

Capoeira		Floresta Secundária	
Espécie	Abreviatura	Espécie	Abreviatura
<i>Albizia niopoides</i>	Albiniop	<i>Albizia niopoides</i>	Albiniop
<i>Casearia sylvestris</i>	Casesylv	<i>Allophylus edulis</i>	Alloedul
<i>Chomelia obtusa</i>	Chomobtu	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Blepsali
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Chrymarg	<i>Casearia decandra</i>	Casedeca
<i>Dalbergia frutescens</i>	Dalbfrut	<i>Chomelia obtusa</i>	Chomobtu
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	Dasyspin	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Chrymarg
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erytdec	<i>Citronella paniculata</i>	Citrpani
<i>Gochnatia polymorpha</i>	Gochpoly	<i>Cupania vernalis</i>	Cupavern
<i>Helieta apiculata</i>	Heliapic	<i>Diospyros inconstans</i>	Diosinco
<i>Ilex brevicuspis</i>	Ilexbrev	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erytdec
<i>Luehea divaricata</i>	Luehdiva	<i>Ilex brevicuspis</i>	Ilexbrev
<i>Machaerium paraguariense</i>	Machpara	<i>Luehea divaricata</i>	Luehdiva
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Mataelae	<i>Machaerium paraguariense</i>	Machpara
<i>Myrsine coriacea</i>	Myrscori	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Mataelae
<i>Myrsine umbellata</i>	Myrsumbe	<i>Myrsine umbellata</i>	Myrsumbe
<i>Ocotea pulchella</i>	Ocotpulc	<i>Ocotea pulchella</i>	Ocotpulc
<i>Quillaja brasiliensis</i>	Quilbras	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Pararigi
<i>Schinus molle</i>	Schimoll	<i>Quillaja brasiliensis</i>	Quilbras
<i>Strychnos brasiliensis</i>	Strybras	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Sebacom
<i>Symplocos uniflora</i>	Sympunif	<i>Styrax leprosus</i>	Styrlepr
<i>Vitex megapotamica</i>	Vitemega	<i>Vitex megapotamica</i>	Vitemega
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Zantrhoi		