

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

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E FITOSSOCIOLÓGICOS
NO ENTORNO DE NASCENTES EM FORMAÇÕES
FLORESTAIS DO OESTE DE SANTA CATARINA**

TESE DE DOUTORADO

Paulo Alfonso Floss

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E FITOSSOCIOLÓGICOS NO
ENTORNO DE NASCENTES EM FORMAÇÕES FLORESTAIS
DO OESTE DE SANTA CATARINA**

Paulo Alfonso Floss

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

Orientador: Prof. Dr. Solon Jonas Longhi

Santa Maria, RS, Brasil

2011

F641a Floss, Paulo Alfonso
Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do oeste de Santa Catarina / por Paulo Alfonso Floss. – 2011.
154 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Solon Jonas Longhi
Coorientador: Mauro Valdir Schumacher, Paulo Renato Schneider
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2011

1 .Engenharia florestal 2. Fitossociologia 3. Mata Atlântica 4. Análise multivariada 5. Floresta Ombrófila Mista 6. Floresta Estacional Decidual
I. Longhi, Solon Jonas II. Schumacher, Mauro Valdir III. Schneider, Paulo Renato IV. Título.

CDU 630.1

Ficha catalográfica elaborada por Denise Barbosa dos Santos – CRB 10/1756
Biblioteca Central UFSM

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

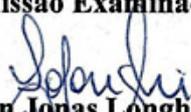
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E FITOSSOCIOLÓGICOS NO ENTORNO
DE NASCENTES EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DO OESTE DE
SANTA CATARINA**

elaborada por
Paulo Alfonso Floss

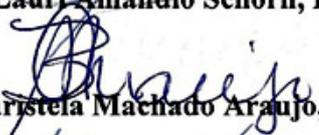
como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Engenharia Florestal

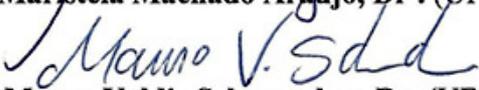
Comissão Examinadora:


Solon Jonas Longhi, Dr.
(Presidente/Orientador)


Luciano Farinha Watzlawick, Dr. (UNICENTRO)


Lauri Amândio Schorn, Dr. (FURB)


Maristela Machado Araujo, Dr.^a. (UFSM)


Mauro Valdir Schumacher, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 21 de janeiro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) pela oportunidade em realizar a pós-graduação.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pela concessão da bolsa durante o curso de pós-graduação.

Ao professor Solon Jonas Longhi pela sua amizade, paciência, humildade, ensinamentos e conhecimentos proporcionados durante todo curso de pós-graduação.

Aos co-orientadores Mauro Valdir Schumacher e Paulo Renato Schneider pelo apoio e sugestões.

Aos demais professores do PPGEF.

Ao Jorge, servidor do herbário e aos demais colegas, em especial o Malcon, pela amizade, ensinamentos e trocas, as quais realmente foram fundamentais para a realização desta tese.

Aos professores Luciano Farinha Watzlawick e Ivanor Muller, pela amizade e sugestões.

Aos professores Marcos Sobral e Ademir Reis, pelo auxílio na identificação das espécies.

Aos componentes da banca de qualificação e defesa, pelas valiosas sugestões e recomendações.

Aos funcionários do PPGEF, em especial à secretária Cerlene (Tita), pela paciência e amizade.

Ao pesquisador Dorli Mario Da Croce da Epagri/Cepaf (Chapecó), pela amizade e coleguismo ao assumir minhas atividades durante meu afastamento da empresa.

Às chefias da Epagri/Cepaf (Chapecó), Haroldo Tavares Elias e Ivan Tadeu Baldissera, pelo apoio e concessão da estrutura e funcionários para auxiliar na coleta dos dados.

Ao pesquisador Francisco Roberto C. do Espírito Santo da Epagri/Cepaf (Chapecó), pelo apoio na coleta e classificação dos solos e pelas constantes sugestões durante o desenvolvimento da tese.

À equipe de campo da Epagri/Cepaf (Chapecó), liderada pelo técnico agrícola Zeno Francisco Warken, imprescindíveis na fase de coleta dos dados.

Ao pesquisador Milton da Veiga da Epagri/Estação experimental de Campos Novos, pelo apoio na análise física do solo.

Ao amigo e gerente regional da Epagri de Maravilha, SC, Celso Luiz Bach, e ao Sr. Anselmo Lago, pelo apoio na localização de nascentes para coleta dos dados.

À chefia da Floresta Nacional de Chapecó, pela liberação das áreas para coleta dos dados e pela hospedagem.

Aos proprietários das áreas onde foram coletados os dados pelo apoio e confiança: Luis Fett/Madeira Tupi Ltda, Ponte Serrada, SC; Reimundo Reuter, Saudades, SC; Tiago Kreutz, Saudades, SC; e Pedro Mauro Schneider, Guatambu, SC.

Ao gerente da Madeireira Tupi Ltda, em Ponte Serrada, SC, e ao mateiro da mesma empresa, Daniel Geuda, bem como ao funcionário e mateiro da FLONA/Chapecó, SC; João Chaves pelo auxílio na coleta dos dados.

Ao Sr. Cesar Parise e família, pelo convívio e por ceder a casa de campo e estrutura para a coleta dos dados em Ponte Serrada, SC.

Ao Carlos (*in memoriam*), grande amigo e colaborador, sou realmente grato por ter tido a chance de dividir tantos momentos felizes ao seu lado.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esta pesquisa fosse possível.

Aos amigos do coração.

Finalmente, mas não menos importantes são os agradecimentos à minha família, já que sem seu grande apoio e dedicação não teria, com certeza, alcançado meus objetivos. À minha esposa Elzira, pelo amor, compreensão e dedicação em todas as horas. Às minhas filhas Mayara e Paula Cicília pelo entendimento da importância da realização desta etapa em minha vida e pelos seus auxílios quando precisei.

A todos eles, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

ASPECTOS ECOLÓGICOS E FITOSSOCIOLÓGICOS NO ENTORNO DE NASCENTES EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DO OESTE DE SANTA CATARINA

AUTOR: PAULO ALFONSO FLOSS
ORIENTADOR: DR. SOLON JONAS LONGHI
Santa Maria, 21 de janeiro de 2011.

O trabalho foi realizado no entorno de nascentes em fragmentos das formações fitogeográficas no Oeste do estado de Santa Catarina, tendo como objetivo principal estudar a similaridade entre elas e avaliar a correlação da distribuição da abundância das espécies com variáveis ambientais. A base de dados para o estudo foi nove nascentes, três de cada formação fitogeográfica. As amostragens foram feitas na forma de transecto cruzado, com 26 parcelas de 10 m x 20 m (200 m²) por nascente. Foram avaliadas todas as espécies arbóreo-arbustivas com diâmetro à altura do peito $\geq 5,0$ cm. As variáveis ambientais (edáficas) foram obtidas a partir de coletas compostas do solo em cada parcela. Além disso, foram medidos o desnível do solo, a exposição solar, as coordenadas geográficas e a altitude. A tese foi subdividida em cinco capítulos: o primeiro teve por objetivo determinar, por meio de análise de agrupamento, a similaridade entre as formações florestais da região de estudo, indicando que as três formações são floristicamente diferentes, havendo, portanto, a necessidade de analisar cada formação florestal em separado, por se tratar de ambientes altamente vulneráveis. No segundo, terceiro e quarto capítulos, a abundância das espécies foi correlacionada com as variáveis ambientais (edáficas e topográficas) dentro de cada formação fitogeográfica. Os resultados revelaram grande variação da vegetação entre as nascentes, apresentando espécies indicadoras para cada nascente. Além disso, neles buscou-se relacionar as espécies de maior plasticidade, denominadas de generalistas, por possuírem a capacidade de se desenvolver na maioria dos ambientes. O quinto capítulo teve por objetivo reconhecer os padrões ecológicos funcionais da comunidade arborecente de fragmentos no entorno de nascentes das formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina.

Palavras-chave: Fitossociologia. Mata Atlântica. Análise multivariada. Floresta Ombrófila Mista. Floresta Estacional Decidual.

ABSTRACT

DOCTORAL THESIS

Doctors degree Forestry Program
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

ECOLOGICAL AND PHYTOSOCIOLOGICAL ASPECTS OF THE VICINITY OF WATER SPRINGS IN FOREST FORMATIONS OF THE WESTERN PART OF THE SANTA CATARINA STATE IN BRAZIL

AUTHOR: PAULO ALFONSO FLOSS
ADVISOR: DR. SOLON JONAS LONGHI
Santa Maria, January 21th, 2011.

The present work was accomplished in the vicinity of water springs located in remaining portions of phytogeographical formations of the Western part of the Santa Catarina State in Brazil. Its main objective is to study the similarity between the formations and evaluate the relationship between the abundance of species and environmental variables. The database for this study was nine water springs, three from each phytogeographical formation. The sampling was done along two intercepting transects, with 26 plots of 10m x 20m (200m²) per spring. Every arboreal-arbustive species with a diameter at breast height greater than 5.0 cm was analyzed for this study. The environmental (edaphic) variables were obtained from samples of soil collected on each plot. Furthermore, the slope of the soil, sunlight exposure, geographical coordinates and altitude were measured and taken into account. The thesis is divided into five chapters: the first one has as its objective to determine, by means of grouping analysis, the similarity between forest formations of the area of study, indicating that the three formations are floristically different, which brings up the need of separate analysis of each forest formation given the vulnerability of the environments. In the second, third and fourth chapters the abundance of species was linked to the environmental variables (edaphic and topographic) present in each phytogeographical formation. The results unveiled a great variation of the vegetation amongst the springs, presenting particular indicator species for each one. Furthermore, the results made possible to determine the most flexible species, known as generalists, which are capable of developing in different environments. The fifth chapter has as its objective to recognize the functional ecological patterns of the arborescent community of portions of land in the vicinity of water springs of the phytogeographical formations of the Western part of the Santa Catarina State in Brazil.

Keywords: Phytosociology. Atlantic Forest. Multivariate analysis. Floresta Ombrófila Mista. Floresta Estacional Decidual.

LISTA DE TABELAS

2 METODOLOGIA GERAL DA PESQUISA

Tabela 1 - Coordenadas geográficas, altitudes e dados climáticos (médias históricas) das nove nascentes avaliadas em três formações fitogeográficas no Oeste do estado de Santa Catarina.....	28
---	----

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Relação de famílias, espécies com as respectivas abreviaturas, nome vulgar e abundância de indivíduos no conjunto das três nascentes (1,56 ha de área amostral) de cada formação florestal, na região Oeste do estado de Santa Catarina.....	45
Tabela 2 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 234 parcelas, 65 espécies, cinco variáveis ambientais e uma variável espacial em nove nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina. Correlações internas “ <i>intraset</i> ” e entre os conjuntos de dados “ <i>interaset</i> ” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações > 0,5 são salientadas em negrito.....	53

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Parâmetros fitossociológicos (por hectare) das espécies, de um conjunto de 78 parcelas de três nascentes avaliadas na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008.	71
Tabela 2 - Variáveis químicas, físicas e topográficas dos solos em 78 amostras de solo superficial (0-20 cm de profundidade) coletadas nas parcelas para amostrar três nascentes de Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008. Os valores são médias ± desvios padrão nas 26 parcelas de cada uma das três nascentes.....	75
Tabela 3 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 78 parcelas, 30 espécies e cinco variáveis edáficas nas três nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008. Correlações internas “ <i>intraset</i> ” e entre os conjuntos de dados “ <i>interaset</i> ” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações > 0,5 são salientadas em negrito.....	77
Tabela 4 - Análise de espécies indicadoras (ISA) e generalistas, espécies com mais de 10 indivíduos, realizada em três nascentes (1,56 ha) na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008.....	80

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Parâmetros fitossociológicos (por hectare) das espécies, de um conjunto de 78 parcelas de três nascentes avaliadas na Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009.....	94
Tabela 2 - Variáveis químicas, físicas e topográficas dos solos em 78 amostras de solo superficial (0-20 cm de profundidade) coletadas nas parcelas para amostrar três nascentes de Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009. Os valores são médias ± desvios padrão nas 26 parcelas de cada uma das três nascentes.....	99

Tabela 3 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 78 parcelas, 40 espécies e cinco variáveis ambientais (edáficas) nas três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), em Saudades e Guatambu, SC, 2009. Correlações internas “intrasel” e entre os conjuntos de dados “interasel” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações > 0,5 são salientadas em negrito.	100
Tabela 4 - Análise de espécies indicadoras (ISA) e generalistas - espécies com mais de 10 indivíduos - realizada em três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009.....	104

CAPÍTULO IV

Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos (por hectare) das espécies, de um conjunto de 78 parcelas de três nascentes avaliadas na Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008.....	116
Tabela 2 - Variáveis químicas, físicas e topográficas dos solos em 78 amostras de solo superficial (0-20 cm de profundidade) coletadas nas parcelas para amostrar três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Os valores são médias ± desvios padrão nas 26 parcelas de cada uma das três nascentes.....	120
Tabela 3 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 78 parcelas, 35 espécies e quatro variáveis edáficas nas três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Correlações internas “intrasel” e entre os conjuntos de dados “interasel” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações > 0,5 são salientadas em negrito.....	121
Tabela 4 - Análise de Espécies Indicadoras (ISA) e generalistas - espécies com mais de 10 indivíduos - realizada em três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008.	124

CAPÍTULO V

Tabela 1 - Listagem das espécies com abundância (4,68 ha) nos domínios fitogeográficos (FES, FEI, FOMS) com grupos sucessionais (GS): pioneiras (PI) ou não-pioneiras (NP). As síndromes de dispersão (SD) de diásporos: anemocórica (An), autocórica (Au) ou zoocórica (Zo) e o porte na maturidade (PM), como: pequeno (P), médio (M) e grande (G), amostradas em nascentes do Oeste do estado de Santa Catarina.....	136
Tabela 2 - Tabelas de contingência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de indivíduos arbórescentes por grupo sucessional e síndrome de dispersão nas três formações fitogeográficas do Oeste de do estado de Santa Catarina.....	145
Tabela 3 - Tabelas de contingência cruzando-se a distribuição das frequências observadas e esperadas (entre parênteses) entre as síndromes de dispersão e grupo sucessional das espécies arbórescentes registradas no entorno de nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina, Brasil.....	146
Tabela 4 - Riqueza e diversidade de espécies das comunidades arbórescentes em nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina.....	146

LISTA DE FIGURAS

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1- Regiões bioclimáticas do estado de Santa Catarina. (Adaptado de Carpanezi et al., 1988)..... 20

2 METODOLOGIA GERAL DA PESQUISA

Figura 2 - Localização das áreas de estudo no Oeste do estado de Santa Catarina..... 27

Figura 3 - Disposição das parcelas no entorno das nascentes..... 29

CAPÍTULO I

Figura 1 - Curva de acumulação de espécies (linha contínua), intervalos de confiança empíricos de 95% (linhas tracejadas), no entorno de nascentes de três formações fitogeográficas no Oeste do estado de Santa Catarina (área amostral composta de 234 parcelas de 200 m², totalizando 4,68 hectares)..... 43

Figura 2 - Classificação das unidades amostrais (234 parcelas) do entorno de nove nascentes (FOMS, FEI e FES) em grupos através do método TWINSPAN, no Oeste do estado de Santa Catarina. (O significado dos nomes abreviados pode ser observado na Tabela 1)..... 50

Figura 3 - Classificação das unidades amostrais do entorno de nove nascentes (FOMS, FEI e FES) em grupos através do método TWINSPAN, no Oeste do estado de Santa Catarina, com ausência da *Casearia sylvestris* na análise. (O significado dos nomes abreviados pode ser observado na Tabela 1)..... 51

Figura 4 - Diagrama de ordenação das parcelas nos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Retificada (DCA), com base na abundância das 65 espécies em 234 parcelas nas nove nascentes avaliadas nas formações florestais do Oeste do estado de Santa Catarina e sua correlação com cinco variáveis ambientais (drenagem, saturação por bases, saturação por alumínio, potássio e altitude) e uma variável espacial (latitude), selecionadas pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) e inseridas no diagrama da DCA para interpretação a posteriori..... 55

Figura 5 - Diagrama de ordenação das espécies produzido pela Análise de Correspondência Retificada (DCA), nos dois primeiros eixos, com base na abundância das 65 espécies em 234 parcelas nas nove nascentes avaliadas nas formações florestais do Oeste do estado de Santa Catarina e sua correlação com cinco variáveis ambientais (drenagem, saturação por bases, saturação por alumínio, potássio e altitude) e uma variável espacial (latitude), selecionadas pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) e inseridas no diagrama da DCA para interpretação a posteriori. O significado dos nomes abreviados pode ser observado na Tabela 1. 56

Figura 6 - Diagrama de Venn da composição florística por formação florestal no Oeste do estado de Santa Catarina, mostrando: N = número de espécies em cada formação; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as formações..... 58

CAPÍTULO II

Figura 1 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 78 parcelas de três nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), correlacionadas

com variáveis ambientais (vetores). Ponte Serrada, SC, 2008. Onde: P = fósforo; K = potássio.....	78
Figura 2 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos as 30 espécies com mais de 10 indivíduos de três nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), correlacionadas com variáveis edáficas (vetores). Ponte Serrada, SC, 2008. Onde: P = fósforo; K = potássio. O significado das abreviaturas das espécies está na Tabela 4.....	79
Figura 3 - Diagrama de Venn da composição florística por nascente na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008. Mostrando: N = número de espécies em cada nascente; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as nascentes.....	81

CAPÍTULO III

Figura 1 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 78 parcelas de três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores), Saudades e Guatambu, SC, 2009.....	101
Figura 2 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 40 espécies com mais de 10 indivíduos nas três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores), Saudades e Guatambu, SC, 2009. O significado das abreviaturas das espécies está na Tabela 4.....	102
Figura 3 - Diagrama de Venn da composição florística por nascente na Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009. Mostrando: N = número de espécies em cada nascente; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as nascentes.....	105

CAPÍTULO IV

Figura 1 - Diagrama de ordenação das parcelas produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 78 parcelas de 3 nascentes na Floresta Estacional Inferomontana (FEI), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores). Onde: Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio, Guatambu e Chapecó, SC, 2008.	122
Figura 2 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 35 espécies com mais de 10 indivíduos em três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Onde: Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio. O significado das abreviaturas das espécies está na Tabela 4.....	123
Figura 3 - Diagrama de Venn da composição florística por nascente na Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Mostrando: N = número de espécies em cada nascente; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as nascentes.....	126

CAPÍTULO V

Figura 1 - Distribuição das porcentagens de espécies (A) e árvores (B) por grupo sucessional em nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina. Em que: PI: pioneira, NP: não pioneira.	139
Figura 2 - Distribuição da abundância de indivíduos ≥ 5 cm de DAP em classes	142

crescentes de diâmetro nas nascentes das três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina.	
Figura 3 - Distribuição das porcentagens de espécies (A) e árvores (B), por síndrome de dispersão em nascentes das três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina. Em que An: anemocoria, Au: autocoria, Zo: zoocoria e Umid: dispersão pela umidade.....	143
Figura 4 - Distribuição da abundância de indivíduos ≥ 5 cm de DAP em classes crescentes de altura nas nascentes das três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina.	144

LISTA DE ABREVIATURAS

- An – Anemocórica
- APG – Angiosperm Phylogeny Group
- APP – Área de Preservação Permanente
- Au – Autocórica
- CA – Análise de Correspondência
- CAP – Circunferência à Altura do Peito
- CCA – Análise de Correspondência Canônica
- CEPAF – Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar
- CTC – Capacidade de troca de cátions
- DA – Densidade Absoluta
- DAP – Diâmetro à Altura do Peito
- DCA – Análise de Correspondência Retificada
- DoA – Dominância Absoluta
- DoR – Dominância relativa
- DR – Densidade relativa
- EECN – Estação Experimental de Campos Novos
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
- FA – Frequência Absoluta
- FR – Frequência relativa
- FEI – Floresta Estacional Inferomontana
- FES – Floresta Estacional Submontana
- FLONA – Floresta Nacional
- FOM – Floresta Ombrófila Mista
- FOMS – Floresta Ombrófila Mista Superomontana
- GS – Grupos Sucessionais
- HDCF – Herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria
- Hm – Altura máxima
- ISA – Análise de Espécies Indicadoras

m% – Saturação por alumínio
MO – Matéria orgânica
NCA – Nome Científico Abreviado
N1 – Nascente um
N2 – Nascente dois
N3 – Nascente três
NP – Não pioneira
PI – Pioneira
PM – Porte na maturidade
PPT – Precipitação pluviométrica
RL – Reserva Legal
SC – Santa Catarina
SD – Síndromes de Dispersão
TM – Temperatura média
TWINSPAN – Two Way Indicator Species Analysis
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
Ug% – Umidade gravimétrica percentual
UR – Umidade relativa
V% – Saturação por bases
VI – Valor de Importância
VIE – Valor Indicador Esperado
VIO – Valor Indicador Observado
Zo – Zoocórica

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
1 REFERENCIAL TEÓRICO	19
1.1 Contexto histórico da colonização do Oeste catarinense	19
1.2 Formações fitogeográficas do Oeste catarinense	20
1.3 Grupos ecológicos na sucessão florestal	22
1.4 Métodos multivariados da análise dos dados	23
2 METODOLOGIA GERAL DA PESQUISA	25
2.1 Áreas de estudo	25
2.2 Amostragem	28
2.3 Coleta dos dados	29
2.3.1 Dados bióticos	29
2.3.2 Dados abióticos	30
2.3.2.1 Variáveis topográficas do terreno	30
2.3.2.2 Propriedades físicas e químicas do solo	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO I – SIMILARIDADE FLORÍSTICA ENTRE NASCENTES EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DO OESTE DE SANTA CATARINA	36
RESUMO	36
ABSTRACT	37
INTRODUÇÃO	38
1 MATERIAIS E MÉTODOS	40
1.1 Análise dos dados	40
1.1.1 Suficiência amostral	40
1.1.2 Análise multivariada	40
1.1.3 Similaridade florística	42
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
2.1 Suficiência amostral	43
2.2 Composição florística	44
2.3 Classificação e caracterização dos grupos florísticos	44
2.4 Ordenação por Análise de Correspondência Retificada (DCA)	53
2.5 Similaridade entre as formações florísticas	57
3 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CAPÍTULO II - ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA SUPEROMONTANA NO OESTE DE SANTA CATARINA	64
RESUMO	64
ABSTRACT	65
INTRODUÇÃO	66
1 MATERIAIS E MÉTODOS	67
1.1 Análise dos dados	67

1.1.1 Estrutura horizontal	67
1.1.2 Análise multivariada	68
1.1.3 Similaridade florística	69
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
2.1 Composição florística	70
2.2 Análise das correlações espécie-ambiente	75
2.3 Similaridade florística entre nascentes	81
3 CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

CAPÍTULO III - ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES EM FLORESTA ESTACIONAL SUBMONTANA NO OESTE DE SANTA CATARINA	87
RESUMO	87
ABSTRACT	88
INTRODUÇÃO	89
1 MATERIAIS E MÉTODOS	90
1.1 Análise dos dados	90
1.1.1 Estrutura horizontal	90
1.1.2 Análise multivariada	91
1.1.3 Similaridade florística	92
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
2.1 Composição florística	93
2.2 Análise das correlações espécie-ambiente	98
2.3 Similaridade florística entre nascentes	105
3 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

CAPÍTULO IV - ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES EM FLORESTA ESTACIONAL INFEROMONTANA NO OESTE DE SANTA CATARINA	109
RESUMO	109
ABSTRACT	110
INTRODUÇÃO	111
1 MATERIAIS E MÉTODOS	112
1.1 Análise dos dados	112
1.1.1 Estrutura horizontal	112
1.1.2 Análise multivariada	113
1.1.3 Similaridade florística	114
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	115
2.1 Composição florística	115
2.2 Análise das correlações espécie-ambiente	119
2.3 Similaridade florística entre nascentes	126
3 CONCLUSÕES	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127

CAPÍTULO V - ECOLOGIA FUNCIONAL DE ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES DO OESTE DE SANTA CATARINA	130
RESUMO	130

ABSTRACT	131
INTRODUÇÃO	132
1 MATERIAIS E MÉTODOS	134
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	135
3 CONCLUSÕES	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA RECUPERAÇÃO DE NASCENTES NO OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA	152

APRESENTAÇÃO

No último século, em razão da expansão econômica e urbana no Oeste catarinense, houve uma grande perda na diversidade das formações florestais na região. Infelizmente, apesar de o Brasil possuir uma legislação ambiental bastante antiga e rigorosa, tal fato não foi suficiente para conter a degradação ambiental advinda do desmatamento de áreas ciliares no entorno das nascentes da região Oeste de Santa Catarina. A grande destruição dos recursos naturais desta região, especialmente a partir da década de 40, fez com que a maioria das nascentes ficasse desprotegida de vegetação natural.

Compreende-se por nascente o afloramento do lençol freático, que origina uma fonte de água ou curso de água. Em razão do seu valor inestimável para sobrevivência das propriedades agrícolas e abastecimento de áreas urbanas, o cuidado com estas áreas deve ser especial. A nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade (BRASIL, 2005), de forma contínua e abundante.

Esses ecossistemas revelam-se frágeis por estarem situados, na maioria dos casos, em vales, pois, com isso, sofrem mais severamente os impactos da interferência humana sobre a bacia. Tal destruição está provocando sérios efeitos: diminuição da infiltração de água no solo, assoreamento das nascentes e consequente diminuição gradativa dos cursos d'água.

Concomitante a isso, existe o aumento constante no consumo de água tanto nas propriedades rurais da região Oeste de Santa Catarina – que se deve ao incremento e concentração da produção de suínos, aves e bovinocultura de leite – quanto nos perímetros urbanos. Nos últimos anos, além do aumento do consumo de água, também têm se tornado cada vez mais recorrentes e intensos os períodos de seca, os quais promovem gastos exorbitantes para o poder público – custos que vão desde a perfuração de poços até o transporte de água para suprir, sobretudo, as necessidades da população rural e das suas atividades agrícolas básicas.

Essa perspectiva poderia ser amenizada com trabalhos mais consistentes de recomposição da floresta ciliar e proteção no entorno das nascentes. Contudo, estudos florísticos detalhados revelam-se extremamente escassos no Oeste catarinense, especialmente aqueles relacionados às áreas de preservação no entorno de nascentes. Nesse contexto, visando atender a demanda por dados sobre a composição das espécies florestais para a recomposição dessas áreas, os quais proporcionem resultados mais sustentáveis, torna-se

imprescindível o estudo florístico e fitossociológico nas nascentes das diferentes formações florestais dessa região.

O presente estudo foi estruturado em cinco capítulos, cuja base de dados provém da avaliação fitossociológica e ambiental do entorno de nove nascentes em três formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Floresta Estacional Inferomontana (FEI) e Floresta Estacional Submontana (FES) - classificação de Veloso et al. (1991) com algumas adaptações realizadas por Oliveira-Filho (2009).

O primeiro capítulo teve como objetivo básico realizar um estudo da similaridade florística entre as três formações fitogeográficas. No segundo, terceiro e quarto capítulos, as três formações fitogeográficas foram estudadas isoladamente, quanto aos aspectos florísticos e fitossociológicos. Por meio das análises multivariadas (detalhadas em cada capítulo), buscou-se correlacionar a abundância das espécies com variáveis edáficas e topográficas e conhecer os grupos de espécies indicadoras e generalistas de florestas ciliares no entorno das nascentes de cada formação fitogeográfica.

Já no quinto capítulo foi estudada a ecologia funcional das espécies arbóreo-arbustivas, com objetivo de reconhecer padrões ecológicos funcionais da comunidade arborescente das formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina e verificar a possibilidade de utilizar esses padrões na elaboração de estratégias para restauração ambiental em áreas degradadas do entorno de nascentes.

Finalizando a tese, foi elaborado um item sobre considerações finais e recomendações para recuperação de nascentes na região de abrangência do estudo. Também se realizou uma lista de espécies florestais recomendadas para plantio em cada formação fitogeográfica e um grupo de espécies generalistas, as quais podem ser utilizadas na recuperação de nascentes em todas as regiões. Finalmente, foram descritas algumas recomendações para replicações desta metodologia em outras formações florestais.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Contexto histórico da colonização do Oeste catarinense

A colonização do Oeste do estado de Santa Catarina, que ocorreu a partir do Rio Uruguai e de seus afluentes, foi marcada pelo empenho na conquista de suas fronteiras e pelo interesse da sua exploração econômica por meio das frentes de colonização, visando à riqueza de suas terras. Sua história de ocupação e colonização perdurou quatro ciclos econômicos: pecuária, erva-mate, madeira e agroindustrial, que ali se configuraram através das pequenas propriedades e de mão-de-obra familiar (BAVARESCO, 2003).

No final da década de 1920, entraram em declínio os ciclos da pecuária e da erva-mate e iniciou-se o processo de colonização e o ciclo da madeira. As empresas colonizadoras, ao receber uma determinada área para colonizar, exploravam a madeira mais nobre e, só depois, vendiam as terras aos colonos. Dessa forma, a indústria madeireira logo começou a destacar-se. A partir de 1940, aumentou significativamente o número de vilas e povoados no Oeste catarinense. Descendentes de alemães, italianos e, em menor número, poloneses, bem como de outros povos, deslocavam-se do Rio Grande do Sul para as novas terras, a fim de explorar a riqueza em madeiras existentes e, aos poucos, substituir a monocultura da exploração madeireira por policultivos agrícolas. No entanto, plantavam-se, preferencialmente, as espécies vegetais destinadas ao autoconsumo (agricultura de subsistência) (WAIBEL, 1949).

A madeira nobre, extraída sem controle, esgotou-se rapidamente. As madeiras exploraram intensamente as reservas em face da inexistência de política governamental e do imediatismo. Deste modo, o estado perdeu parte importante de sua cobertura florestal natural. Com o fim do ciclo da madeira, que durou poucas décadas, surgiram os frigoríficos, que encontraram ali uma considerável oferta de matéria-prima baseada na produção da suinocultura, bovinocultura, avicultura e culturas anuais (CUNHA, 1982).

A degradação ambiental advinda do desmatamento das florestas ciliares, incluindo áreas do entorno das nascentes, juntamente com o ciclo agroindustrial, aumentou a poluição ambiental gerada pelo lançamento indiscriminado de resíduos de suínos, aves e pecuária leiteira ao meio ambiente, ocasionando sérios problemas de poluição das águas, o qual se agravou ainda mais com o excesso de agrotóxicos utilizados na agricultura. Nesse aspecto, a

região Oeste, além de ser destaque pela poluição de seus mananciais de água, enfrenta graves problemas por demandas crescentes de água para consumo humano e pecuário (BAVARESCO, 2005).

1.2 Formações fitogeográficas do Oeste catarinense

A região Oeste do Estado de Santa Catarina ocupa uma área de aproximadamente 25.000 km², em altitudes que variam de 200 m a mais de 1.300 m. Essa variação altitudinal remete também para uma grande variação em sua vegetação. Na figura 1, estão delimitadas as duas maiores formações fitogeográficas dessa região de acordo com (CARPANEZZI et al., 1988).

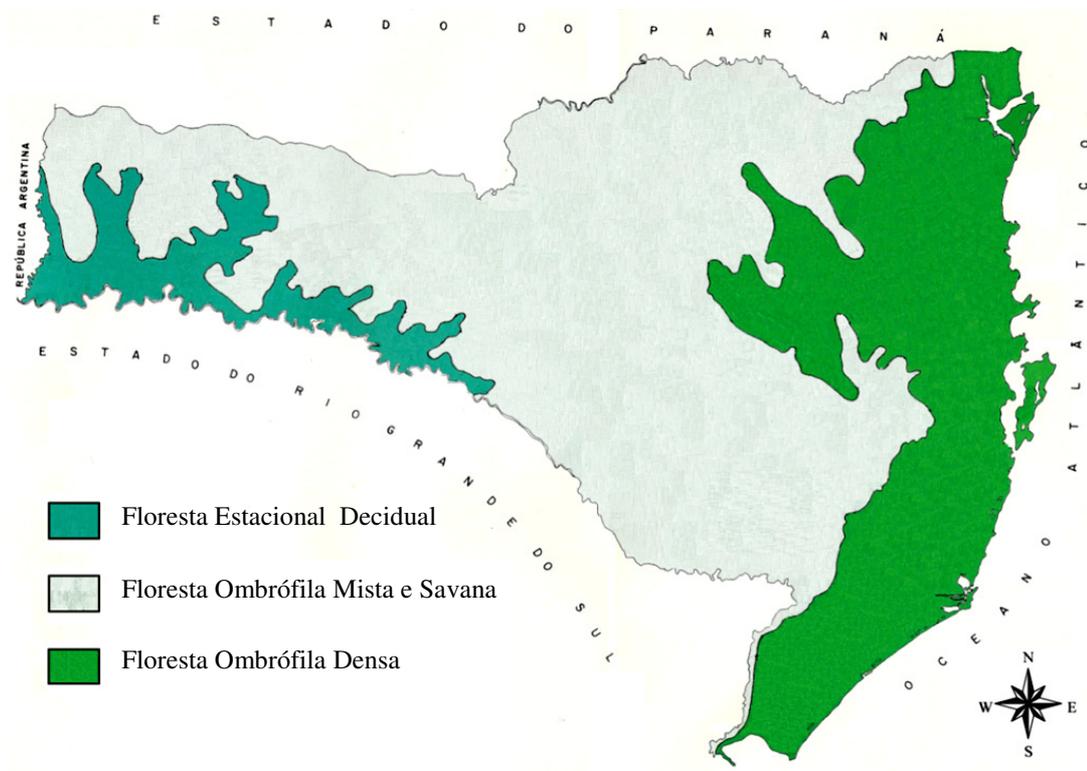


Figura 1- Regiões bioclimáticas do estado de Santa Catarina. (Adaptado de Carpanezzi et al., 1988).

A Floresta Estacional ou Floresta Latifoliada do Oeste de Santa Catarina localiza-se nas margens do Rio Uruguai e seus afluentes, em altitudes que variam entre 200 e 900m. Essa formação é caracterizada especialmente pela presença de *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida*, *Cordia americana* e *Cedrela fissilis* (KLEIN, 1978).

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucárias faz parte do bioma da Mata Atlântica. Localizada na região Sul, é a vegetação predominante, sendo considerada uma das áreas mais desmatadas do Brasil. Essa formação fitogeográfica cobria uma área equivalente a 164.042,75 km², porém, atualmente, estima-se que os remanescentes florestais foram reduzidos para apenas 9% desse total (HIROTA, 2005). A floresta com araucárias cobria aproximadamente dois terços do estado de Santa Catarina, desde a divisa com a Argentina até os platôs da Serra Geral. No Oeste do estado, sua principal área de ocorrência é da região central em direção ao estado do Paraná (KLEIN, 1978; LEITE e KLEIN, 1990).

A principal característica que identifica essa formação fitogeográfica é a presença da *Araucaria angustifolia*, além de outras espécies associadas, destacando-se a *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Dicksonia sellowiana* (KLEIN, 1978; SANTA CATARINA, 1986).

As formações fitogeográficas do Oeste catarinense de acordo com a classificação de Veloso et al. (1991) e algumas adaptações realizadas por Oliveira-Filho (2009) em relação ao gradiente de altitude passam a ter a seguinte nomenclatura: a Floresta com Araucária foi classificada como Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), pois se insere na faixa altitudinal superior a 900 m. As Florestas Estacionais são separadas em Floresta Estacional Submontana (FES), quando localizadas entre 300 e 500 m de altitude, e em Floresta Estacional Inferomontana, (FEI) quando localizadas entre 500 e 900 m de altitude.

A Floresta Estacional Inferomontana (FEI), denominada por autores como Klein (1978) e Leite e Klein (1990) de Floresta de Transição, por estar localizada entre a Floresta Estacional Decidual e a Floresta Ombrófila Mista na região central do Oeste de Santa Catarina e por possuir muitas espécies de ambas as formações fitogeográficas e também de características próprias. Algumas dessas espécies relacionadas por Reitz et al. (1983) e Vaccaro e Longhi (1995) são *Diatenopteryx sorbifolia*, *Ateleia glazioviana*, *Alsophila setosa*.

1.3 Grupos ecológicos na sucessão florestal

Sucessão ecológica é um processo dinâmico que envolve gradativas variações na composição da estrutura de uma comunidade, cujo processo pode se iniciar mediante ações de perturbação ou não, estando disponíveis para a colonização de plantas e animais. Após atravessar diversas mudanças em ritmos cada vez mais lentos, tem-se uma comunidade denominada *clímax* (HORN, 1974).

Budowski (1965) classificou as espécies em quatro grupos ou estágios ecológicos: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e *clímax*:

- As espécies pioneiras: se desenvolvem em clareiras, nas bordas da floresta ou em locais abertos, sendo claramente dependentes de condições de maior luminosidade, não ocorrendo, em geral, no sub-bosque. Essas espécies geralmente têm vida curta, no entanto, apresentam grande importância na preparação do ambiente para os grupos ecológicos subsequentes;
- secundárias iniciais: espécies que se desenvolvem em clareiras pequenas ou mais raramente no sub-bosque, em condições de algum sombreamento. Podem também ocorrer em áreas de antigas clareiras, nesse caso, ao lado de espécies pioneiras;
- secundárias tardias: são as espécies que germinam e conseguem crescer nas condições de meia-sombra;
- *clímax*: são denominadas de espécies de sombra, do sub-bosque, atingindo a maturidade sob o dossel.

Para Rodrigues (1995), as espécies pioneiras têm função cicatrizadora de ambientes perturbados. No outro extremo das pioneiras ocorrem as espécies *clímax*, que são as espécies finais na substituição sequencial de espécies na sucessão. Entre esses extremos, existe um grande número de espécies com características intermediárias. Quando as características se assemelham mais às das espécies pioneiras, essas espécies são denominadas de secundárias iniciais, e quando são mais parecidas com as espécies *clímax*, são denominadas de secundárias tardias.

A classificação proposta por Gandolfi et al. (1995) apresenta apenas três grupos: pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias. Esses autores evitam a denominação de espécie *clímax*, em primeiro lugar para evitar a discussão sobre esse conceito e, em segundo, por reconhecerem que muitas espécies típicas de sub-bosque ocorrem tanto nos estádios mais maduros, como em outras etapas do processo sucessional. Com isso, optaram por adotar apenas três categorias sucessionais.

1.4 Métodos multivariados da análise dos dados

A análise multivariada da vegetação foi desenvolvida para explorar padrões complexos de sua relação com o ambiente e sua distribuição espacial, através do uso de matrizes de dados, de maneira analítica e quantitativa (PALMER, 2005). Normalmente, são utilizadas para analisar grande número de variáveis simultaneamente (JAMES e MCCULLOCH, 1990).

De acordo com McGarigal et al. (2000), existem diversas vantagens no uso da análise multivariada em estudos ecológicos, sendo que as principais são: a) retratam melhor o caráter multidimensional e a natureza multivariada dos sistemas ecológicos naturais; b) facilitam trabalhar com grandes conjuntos de dados com diversas variáveis; c) permitem combinar as variáveis de maneira otimizada; d) permitem a exploração de conjuntos de dados complexos para detectar padrões e relações através dos quais hipóteses podem ser geradas e testadas.

As técnicas de análise multivariada são realizadas basicamente por duas metodologias: **a) classificação:** que tem por objetivo agrupar um conjunto de indivíduos com base em seus atributos, buscando detectar possíveis padrões e ordem em um grupo de dados (KENT e COKER, 1992). Os métodos de classificação são considerados de análise direta de gradientes ambientais, pois trabalham com uma única matriz de dados, a matriz de vegetação, de presença/ausência ou de densidade.

Existem diversas formas de classificação da vegetação que podem ser divididas em métodos subjetivos e objetivos. O método objetivo TWINSpan (*Two Way Indicator Species Analysis*) é amplamente utilizado em estudos de vegetação desde o seu desenvolvimento por Hill et al. (1975). Esse método fundamenta-se no refinamento progressivo de um único eixo e parte do princípio de que para cada grupo de amostras exista um grupo correspondente de espécies, chamadas indicadoras. Essas espécies são as que ocorrem com maior peso que as demais em um dos lados da divisão. Espécies preferenciais, são as que apresentam duas vezes mais chances de ocorrer em um lado da divisão que do outro (FELFILLI et al., 2007). Para considerar uma divisão significativa, o autovalor deverá ser maior que 0,3 e, quando ocorrerem divisões com autovalor inferior a 0,3, os dados serão homogêneos e as divisões da classificação não apresentarão significado ecológico e, nesse caso, poderão ser descartados (KENT e COKER, 1992).

b) ordenação: é um termo utilizado para descrever uma série de técnicas estatísticas multivariadas, que têm como propósito principal reduzir a alta dimensionalidade dos dados

florísticos obtidos em estudo de ecologia de comunidades, permitindo uma melhor interpretação do universo estudado, com a menor perda possível de informação (MCGARIGAL et al., 2000), produzindo um novo sistema de coordenadas, em que as unidades amostrais com composição similar de espécies estarão próximas nesse novo espaço de dimensões reduzidas, denominado espaço fatorial (GAUCH, 1982; TER BRAAK, 1995). Um bom método de ordenação é aquele que, além de reduzir a alta dimensionalidade dos dados, também revela fatores ecológicos (KENKEL e ORLOCCI, 1986).

As técnicas de ordenação são divididas em dois grupos principais de análise: as indiretas e as diretas. Nas indiretas, como, por exemplo, a Análise de Correspondência Retificada (DCA) e a Análise de Espécies Indicadoras (ISA), as matrizes de dados são analisadas de maneira independente e as técnicas se baseiam em distâncias e autoanálises. Por outro lado, nas análises diretas, como, por exemplo, a Análise de Correspondência Canônica (CCA), as matrizes de dados são analisadas conjuntamente (FELFILLI et al., 2007).

A Análise de Correspondência Retificada (DCA) é uma técnica baseada em um conjunto de dados que tem distribuição unimodal e não linear, usando uma técnica de ordenação com base na média recíproca. A DCA é voltada para conjuntos de dados ecológicos e a terminologia é baseada em amostras e espécies. Esta possui o objetivo de corrigir duas distorções apresentadas pela Análise de Correspondência (CA), o efeito de compressão e o efeito de arco (HILL e GAUCH, 1980). Essa correção é feita redimensionando o eixo para igualar o máximo possível a variação dentro dos valores da amostra de espécies ao longo do eixo da ordenação da amostra. Uma maneira de potencializar a interpretação dos dados de vegetação a partir da DCA constitui-se em empregá-la complementarmente ao TWINSpan, pois enquanto o TWINSpan mostra visivelmente as divisões e as espécies indicadoras e preferenciais das amostras, a DCA mostra melhor o distanciamento das amostras através da espacialização dos dados no eixo de ordenação (FELFILLI e RESENDE, 2003).

Por outro lado, segundo Dufrêne e Legendre (1997), o objetivo mais comum da Análise de Espécies Indicadoras (ISA) é detectar e descrever o valor de diferentes espécies de uma comunidade de acordo com indicação de condições ambientais. O método combina informações sobre a concentração da abundância de espécies de um determinado grupo e a fidelidade de ocorrência de uma espécie em um determinado grupo. Produz valores indicadores para cada espécie em cada grupo. Esses valores são testados para a significância estatística, utilizando uma técnica de randomização.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) se diferencia das demais análises, pois ela é composta por duas matrizes, uma de variáveis ambientais e outra de espécies com suas respectivas abundâncias. Na matriz principal, as linhas são as parcelas e as colunas são as espécies. Na segunda matriz, as linhas são as mesmas da matriz principal, mas as colunas são as variáveis ambientais. Essa análise multivariada é preferencialmente indicada quando o objetivo é estudar mais profundamente as relações entre as variáveis ambientais e a abundância de espécies (TER BRAAK, 1986, 1994).

2 METODOLOGIA GERAL DA PESQUISA

2.1 Áreas de estudo

A região Oeste do estado de Santa Catarina está inserida na região subtropical, sob domínio da Mata Atlântica. Nas partes mais baixas, margeando o Rio Uruguai e seus afluentes, estão localizadas Florestas Estacionais e, nas áreas mais altas, as Florestas com Araucária. As formações fitogeográficas foram classificadas conforme Veloso et al. (1991) com algumas adaptações realizadas por Oliveira-Filho (2009) em relação ao gradiente altitudinal. Dessa forma, a Floresta com Araucária foi classificada como Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), pois se insere na faixa altitudinal superior a 900 m. As Florestas Estacionais foram distinguidas em Floresta Estacional Submontana (FES), quando localizadas entre 300 e 500 m de altitude, e Floresta Estacional Inferomontana (FEI), quando localizadas entre 500 e 900 m de altitude.

Em cada formação fitogeográfica foram localizadas três nascentes pontuais, que são aquelas que apresentam a ocorrência do afloramento de água em um único ponto do terreno (DAVIDE et al., 2002). O critério básico para seleção das nascentes para o estudo foi o tamanho do fragmento suficiente para demarcação das parcelas, com, no mínimo, mais 20 m para cada lado da nascente, para evitar o efeito de borda. Além disso, a vegetação deveria estar conservada e se mostrar em estado avançado de sucessão ecológica, representando da melhor forma a composição florística original da região.

As três nascentes (N1, N2 e N3) da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS) foram localizadas em um fragmento com mais de 2.000 hectares no município de Ponte Serrada-SC. Essa área foi usada como local de manejo e corte seletivo das espécies considerada nobres, sobretudo da *Aracucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* e *Cedrela fissilis*, o que pode ter descaracterizado a estrutura dessas espécies na formação atual. Entretanto, a última intervenção com retirada de madeira ocorreu a aproximadamente 20 anos.

Na Floresta Estacional Submontana (FES), as nascentes um e dois (N1 e N2) foram localizadas em fragmentos florestais com florestas secundárias no município de Saudades-SC: a nascente um (N1), em fragmento com 40 hectares, e a nascente dois (N2), em fragmento com aproximadamente 30 hectares. Segundo relatos dos atuais proprietários, há cerca de 30 a 40 anos, estas áreas foram utilizadas para cultivos agrícolas. Já a nascente três (N3) foi localizada no município de Guatambu-SC, em um pequeno fragmento florestal de 10 hectares, a aproximadamente 1,5 km do Rio Uruguai, e em virtude do terreno pedregoso, provavelmente nunca tenha sido utilizada como área agrícola. No entanto, existe a possibilidade de ter ocorrido nesse local a retirada de grande parte das árvores de espécies mais nobres. Além disso, é um fragmento muito recortado e possui muita influência antrópica, pois é utilizado como área de pastoreio.

As três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI) foram localizadas em fragmentos florestais pertencentes à reserva ambiental da Floresta Nacional de Chapecó (FLONA). As nascentes um e dois (N1 e N2) foram localizadas na Gleba 1, município de Guatambu-SC, e a nascente três (N3) foi localizada na Gleba 2, no município de Chapecó-SC. Essas glebas possuem em conjunto uma área de 1.606 hectares, dos quais 1.043 ha são de florestas naturais (secundárias). Essas áreas foram adquiridas pelo Governo Federal no início da década de 60 para formação dessa reserva. Nessa época, eram utilizados como pastagens sob floresta raleada e para reduzir o preço das desapropriações, os proprietários tiveram o direito de retirar todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 30 cm. Dessa forma, para este estudo, essas florestas secundárias em estágio avançado estavam com cerca de 50 anos desde a última intervenção (Figura 2).

Na Tabela 1, são apresentadas as coordenadas geográficas, altitude e dados climáticos médios (precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa) em cada uma das nascentes por formação fitogeográfica. Os dados climáticos da Floresta Estacional Submontana (FES) e da Floresta Estacional Inferomontana (FEI) são provenientes da Estação Meteorológica da Epagri de Chapecó, SC, em altitude de 679 m (média histórica entre 1974 e 2009). Os dados climáticos da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS) são

provenientes da Estação Meteorológica da Epagri instalada no município de Ponte Serrada, SC, em altitude de 1.100 m (precipitação e temperatura média, período entre 1987 e 2009; umidade relativa entre 1987 e 2006). Ambas as estações meteorológicas foram as mais próximas das nascentes avaliadas nessas formações fitogeográficas. As temperaturas médias históricas das Estações Meteorológicas de Ponte Serrada, SC e Chapecó, SC, foram de 16,7 °C e 19 °C, respectivamente. A partir destas temperaturas foram estimadas as temperaturas, em relação a sua altitude, para cada nascente nas três formações fitogeográficas.

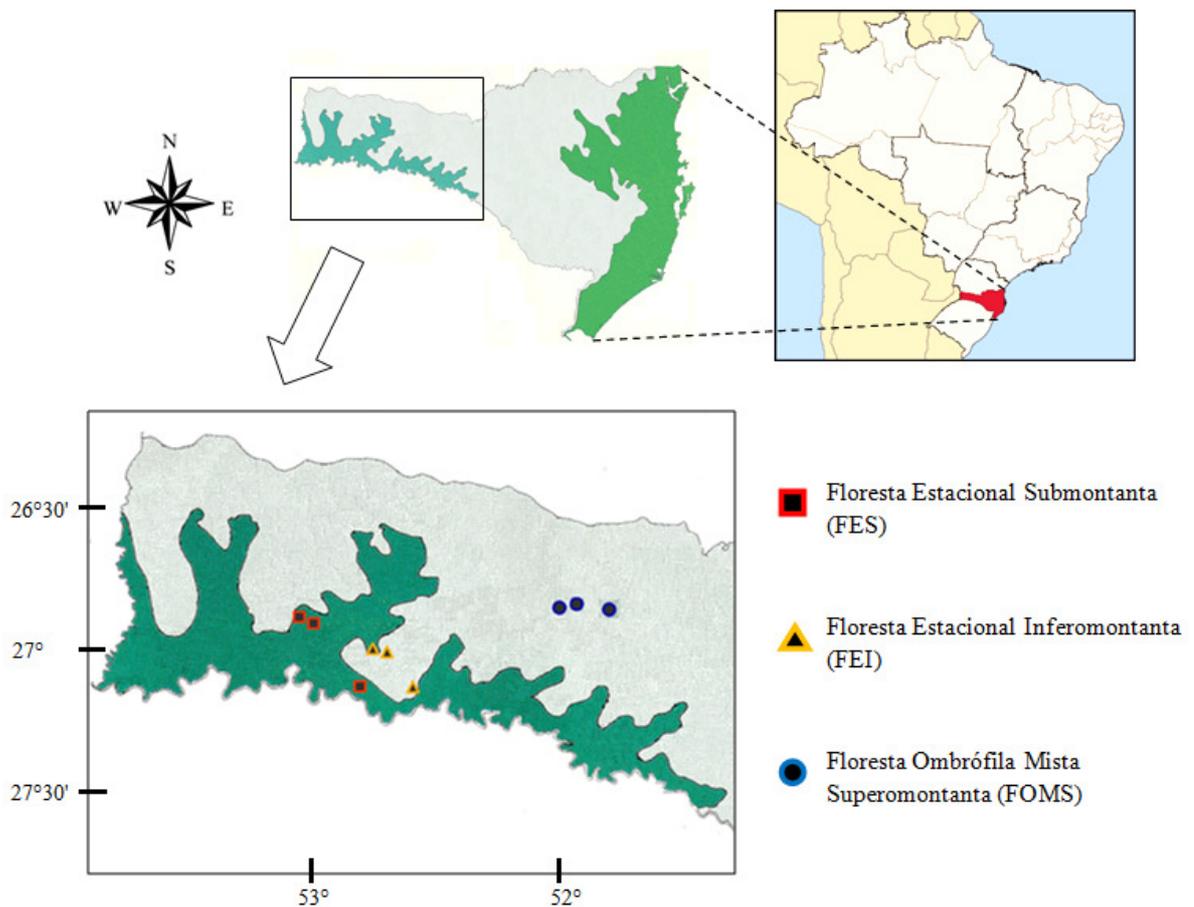


Figura 2 - Localização das áreas de estudo no Oeste do Estado de Santa Catarina.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas, altitudes e dados climáticos (médias históricas) das nove nascentes avaliadas em três formações fitogeográficas no Oeste do estado de Santa Catarina.

Formações Fitogeográficas	Nascentes (Número)	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	PPT (mm)	TM (°C)	UR (%)
Floresta Estacional Submontana (FES)	N1	26°52'33''	53°03'57''	392	2.042	20,5	72,12
	N2	26°52'59''	53°02'30''	398	2.042	20,5	72,12
	N3	27°10'51''	52°49'44''	404	2.042	20,5	72,12
Floresta Estacional Inferomontana (FEI)	N1	27°06'28''	52°47'05''	513	2.042	19,8	72,12
	N2	27°06'21''	52°46'50''	585	2.042	19,5	72,12
	N3	27°10'55''	52°36'51''	685	2.042	19,0	72,12
Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS)	N1	26°49'16''	51°59'45''	1.054	2.267	16,9	75,54
	N2	26°49'23''	51°58'03''	1.001	2.267	17,2	75,54
	N3	26°49'13''	51°59'36''	1.032	2.267	17,0	75,54

Onde: PPT = precipitação pluviométrica; TM = temperatura média; UR = umidade relativa.

2.2 Amostragem

As nascentes foram amostradas na forma de um transecto cruzado, originados no “olho d’água” que dá início ao curso de água. Foram demarcadas duas parcelas de 10m x 20m no entorno da fonte, como ponto central, e quatro parcelas em cada uma das quatro direções (acima, abaixo, direita e esquerda). A direção “abaixo” foi sempre no sentido da formação do córrego, direcionando o transecto cruzado. Foram demarcadas mais duas parcelas (10 m x 20 m) em cada direção (45°) entre as parcelas acima descritas, totalizando 26 unidades amostrais e 5.200 m² avaliados em cada nascente (Figura 3) e um conjunto de 78 parcelas em cada formação fitogeográfica. O formato de transecto cruzado para estudar nascentes também foi utilizado por Pinto et al. (2005), porém, contemplando apenas 1.900 m² de área amostral por nascente.

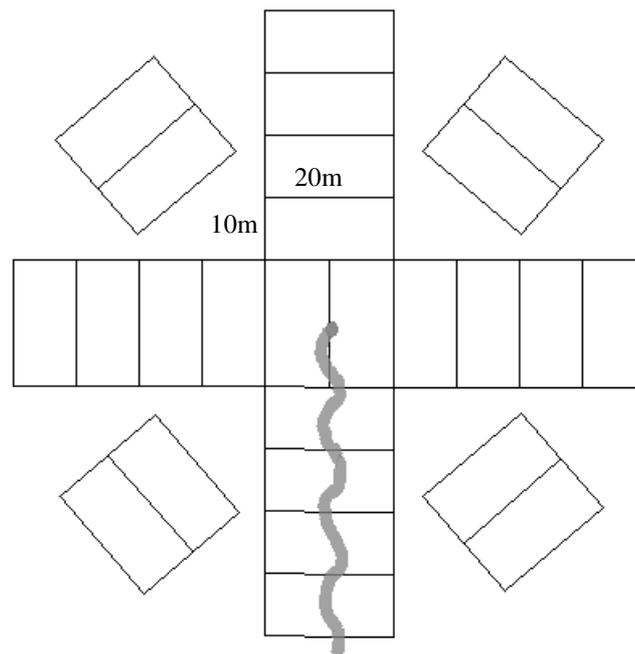


Figura 3 - Disposição das parcelas no entorno das nascentes.

2.3 Coleta dos dados

A coleta dos dados bióticos (vegetação) e abióticos (variáveis ambientais edáficas e topográficas) foi realizada no período de fevereiro/2008 a junho/2009, nas três formações florestais avaliadas no Oeste do estado de Santa Catarina.

2.3.1 Dados bióticos

Foram avaliadas todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) acima de 15,7 cm, equivalendo a um diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 5,0 cm, medidos com fita métrica e à altura total medida com hipsômetro Vertex III, sendo que, para as árvores bifurcadas mediu-se apenas o DAP e a altura do maior fuste que se enquadravam nos critérios de inclusão. Das espécies que apresentaram dificuldade de identificação no campo, foram coletados materiais botânicos para posterior identificação no Herbário do Departamento de

Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria. As espécies de difícil identificação foram enviadas para especialistas de outras instituições.

2.3.2 Dados abióticos

2.3.2.1 Variáveis topográficas do terreno

Como variáveis topográficas do terreno foram avaliadas a declividade média em cada parcela (10 m x 20 m) e a exposição solar das nascentes. A declividade foi medida com hipsômetro Vertex III, com leitura em percentagem na linha central das parcelas em direção à nascente. A exposição solar foi medida em graus com uma bússola de navegação a partir do Norte magnético, tomando esse ponto como origem (zero grau), com valores crescentes no sentido horário. Após obtenção dos valores em graus, estes foram transformados em radianos para compor a matriz de dados.

2.3.2.2 Propriedades físicas e químicas do solo

Para determinar as propriedades físicas e químicas do solo foram coletadas com trado holandês oito amostras simples (sistemáticas dentro da parcela) do solo superficial (0-20 cm de profundidade), as quais foram misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta em cada parcela de 200 m². Esta amostragem resultou em aproximadamente 1 dm³ de solo por parcela, que foi assim dividido: 200 g de solo foram armazenadas em cápsulas de alumínio devidamente numeradas, tampadas e vedadas com fita crepe, para determinação da umidade do solo; 200 g de solo foram armazenadas em sacos plásticos para determinação da granulometria, e o restante do solo, também armazenado em sacos plásticos, foi usado para determinação das propriedades químicas do solo.

A análise granulométrica foi realizada no laboratório de análise física do solo da Estação Experimental de Campos Novos, SC (Epagri/EECN). As proporções de areia, silte e argila foram utilizadas como base para determinar as classes de drenagem, através da

metodologia proposta por Claessen (1997) e Prado (2005), assim caracterizadas: 1 – mal drenado (>60% de argila); 2 – moderadamente drenado (>35<60% de argila); 3 – bem drenado (>15<35% de argila) e 4 – fortemente drenado (< 15% de argila). A exposição solar de cada nascente foi utilizada apenas como variável ambiental categórica na Análise de Correspondência Canônica (CCA), para ser inserida ao diagrama produzido pela Análise de Correspondência Retificada (DCA), somente para uma interpretação *a posteriori*.

Para a análise química do solo, foi adotada a metodologia da rede de laboratórios Rolas, descrita em Tedesco et al. (1995). As análises foram feitas no Laboratório de Solos do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Epagri/Cepaf), Chapecó, SC. As variáveis químicas do solo obtidas foram: pH (Água), teores de P, K, Al, Ca, Mg, acidez potencial (H+Al), matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases, saturação por bases (V%) e saturação com alumínio (m%), Ca/Mg, Ca/K e Mg/K. Nesse laboratório, também foi determinada a umidade gravimétrica do solo (Ug%), utilizando a metodologia proposta por Claessen (1997), assim descrita: as amostras de solos transportadas em embalagens (cápsulas de alumínio) impermeáveis e vedadas foram levadas ao laboratório onde se retirou a tampa e determinou-se a massa da cápsula + solo úmido; foram colocadas na estufa a 105°C por, pelo menos, 24 horas; foram deixadas esfriando dentro da estufa; a massa da cápsula + solo seco foi determinada; foi retirada a amostra de solo e determinada a massa da cápsula; foram efetuados os cálculos e obtida a umidade gravimétrica percentual (Ug%).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAVARESCO, P. R. **Os ciclos econômicos do extremo oeste catarinense: modernização, progresso e empobrecimento**. 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2003.

BAVARESCO, P. R. **Ciclos Econômicos Regionais: Modernização e Empobrecimento no Extremo Oeste Catarinense**. Chapecó: Argos, 2005. 219 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005** - Publicada no DOU no 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63 - CAPÍTULO II - Da Classificação dos Corpos de Água - Seção I - Das Águas Doces. 283 p. Brasília: CONAMA, 2005.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain Forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, San Jose, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CARPANEZZI, A. et al. **Zoneamento ecológico para plantios florestais do Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 113 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documento 21).

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p.

CUNHA, I. J. **Evolução econômico-industrial de Santa Catarina**. Florianópolis: FCC Edições, 1982.

DAVIDE, A. C. et al. **Nascente**: o verdadeiro tesouro da propriedade rural – o que fazer para conservar as nascentes nas propriedades rurais. Lavras: UFLA/CEMIG, 2002. 20 p.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, Washington, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

FELFILLI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 5, n. 1).

FELFILI, J. M. et al. **Análise multivariada em estudos da vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2007. 60 p. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 9, n. 1).

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. Estudo florístico e caráter sucessional das espécies arbustivoarbóreas de uma floresta mesófila semidecidual no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GAUCH, H. G. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 298 p.

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

HILL, M. O.; GAUCH, H. G. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 42, p. 47-58, 1980.

HIROTA, M. M. Monitoramento da cobertura da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. de G. (Org.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005. p. 59-65.

HORN, H. S. The ecology of secondary succession. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Huston, v. 5, p. 25-37, 1974.

JAMES, F. C.; MCCULLOCH, C. E. Multivariate analysis in ecology and systematic: panacea or Pandora's box? **Annual Review of Ecology and Systematics**. Huston, v. 21, p. 129-166, 1990.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Org.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, p. 249-269.

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

KENKEL, N. C.; ORLOCI, L. Applying metric and nonmetric multidimensional scaling to ecological studies: some new results. **Ecology**, Ithaca, v. 67, p. 919-928, 1986.

KLEIN, R. M. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In: REITZ, R. (Org.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

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

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

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 237-258, 2009.

PALMER, M. W. **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em <http://ordination.okstate.edu>. Acesso em 19/04/2010.

PINTO, L. V. A. et al. Distribuição das espécies arbóreo-arbustivas ao longo do gradiente de umidade do solo de nascentes pontuais da bacia hidrográfica do ribeirão santa cruz, Lavras, MG. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 294-305, jul./set. 2005.

PRADO, H. do. **Solos do Brasil-gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo de solos**. 4.ed. Piracicaba, 2005. 281 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34-35, 1983. 525 p.

RODRIGUES, R. R. A sucessão florestal. In: MORELLATO, P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. (Orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: UNICAMP, 1995, p. 30-36.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.

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

TER BRAAK, C. J. F. Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods. **Ecoscience**, Québec, v. 1, p. 127-140, 1994.

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

VACCARO, S.; LONGHI, S. J. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 33-53, 1995.

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, 123 p.

WAIBEL, L. Princípios da colonização européia no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, Ano 11, n. 2, p. 159-216, abr./jun. 1949.

CAPÍTULO I

SIMILARIDADE FLORÍSTICA ENTRE NASCENTES EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DO OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a similaridade, a composição florística e a presença de espécies indicadoras ou preferenciais no entorno de nascentes em formações florestais na região Oeste do estado de Santa Catarina. A metodologia aplicada para obtenção dos dados fundamentou-se na avaliação do entorno de nove nascentes na forma de transecto cruzado, orientados na direção da formação do córrego. Em cada nascente, foram demarcadas 26 parcelas de 200 m², totalizando uma área amostral de 4,68 hectares no conjunto das nove nascentes. Foram avaliadas todas as espécies arbóreo-arbustivas com diâmetro à altura do peito $\geq 5,0$ cm e, para compor as variáveis ambientais (edáficas e topográficas), foram coletadas amostras compostas de solo até 20 cm de profundidade em todas as parcelas. Foram amostrados 7148 indivíduos, distribuídos em 50 famílias, 91 gêneros e 116 espécies. As famílias com maior riqueza florística foram Fabaceae (16 espécies), Myrtaceae (15) e Lauraceae (9). Concluiu-se que as três formações fitogeográficas (Floresta Ombrófila Mista Superomontana, Floresta Estacional Inferomontana e Floresta Estacional Submontana) são diferentes floristicamente entre si, com espécies indicadoras e/ou preferenciais para cada formação, o que evidenciou a necessidade de analisá-las separadamente.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Análise Multivariada. Twinspan. Floresta ciliar.

CHAPTER I

FLORISTIC SIMILARITY BETWEEN WATER SPRINGS IN FOREST FORMATIONS OF THE WESTERN PART OF THE SANTA CATARINA STATE IN BRAZIL

ABSTRACT

The objective of this work is to study the similarity, the floristic composition, and the presence of indicator or preferential species in the vicinity of water springs located in the forest formations of the Western region of the State of Santa Catarina in Brazil. The methodology of this work is based on the evaluation of data collected in the vicinity of nine water springs along two intercepting transects, directed towards the formation of the stream. Twenty-six small plots of land of 200m² each were established for each water spring, adding up to a sample area of 4.68 hectare when all nine springs are taken into account. Every arboreal-arbustive species with a diameter at breast height greater than 5.0 cm was analyzed and samples of soil up to 20cm deep were collected in every plot to determine environmental variables (edaphic and topographic). 7148 individuals were sampled, distributed in 50 families, 91 genera and 116 species. The families that presented the highest floristic richness were Fabaceae (16 species), Myrtaceae (15) and Lauraceae (9). The Grouping Analysis by means of the TWINSpan (Two-Way Indicator Species Analysis) method together with the ordination method by means of the Detrended Correspondence Analysis (DCA) show that the three phytogeographical formations (Floresta Ombrófila Mista Superomontana, Floresta Estacional Inferomontana and Floresta Estacional Submontana) are floristically different between one another, with particular indicator or preferential species for each formation, which brought up the need of a separate analysis of each of them.

Keywords: Atlantic Forest. Multivariate Analysis. Twinspan. Cilicar Forest.

INTRODUÇÃO

No século XX, em razão da colonização e da exploração econômica, houve uma extensa devastação da vegetação original do Oeste catarinense. Tal perda prejudicou essencialmente os recursos hídricos dessa região, fundamentais tanto para a economia quanto para a fauna e flora locais. A flora ficou reduzida a remanescentes florestais esparsos e a maioria se encontra intensamente perturbada pela intervenção humana.

Indubitavelmente, as nascentes constituem a base das formações hídricas, revelando-se fundamentais para as atividades humanas e para a preservação das espécies da fauna e da flora da região. O aumento da fronteira agrícola e o crescimento urbano-industrial regionais e, conseqüentemente, o aumento populacional afetam diretamente essas formações florestais e hídricas. Assim, torna-se essencial a conservação e recomposição desses ambientes, mediante restabelecimento dos corredores biológicos e do fluxo gênico, de fundamental importância para a fauna e a flora, tanto quanto para o desenvolvimento e o crescimento sustentável. Segundo Silva e Scariot (2003), estudos fitossociológicos, florísticos e estruturais de remanescentes florestais são fundamentais, tornando-se o ponto de partida para a adoção de critérios e metodologias visando ao seu manejo, conservação e recuperação.

O Oeste catarinense possui uma superfície de aproximadamente 25.000 km², com variação de altitude desde 200 até mais de 1200 m. Essa ampla variação de altitude gera diversos microclimas com características próprias, os quais apresentam particularidades que determinam o desenvolvimento de grupos de espécies arbóreas em suas formações fitogeográficas.

O clima predominante dessa região é o subtropical úmido com chuvas bem distribuídas. As formações fitogeográficas são pertencentes ao bioma Mata Atlântica, com predomínio da Floresta Ombrófila Mista, da Floresta Estacional e de algumas áreas com campos naturais de altitude (LEITE e KLEIN, 1990; VELOSO et al., 1991).

A Floresta Ombrófila Mista é conhecida também como Floresta com Araucária ou Mata de Pinhais, pois a *Araucaria augustifolia*, sendo a espécie mais expressiva, constitui o estrato superior dessa floresta. Além dessa espécie, ainda destacam-se: *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis*, *Cedrela fissilis*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Dicksonia sellowiana*. A Floresta Ombrófila Mista compreende as florestas localizadas no Planalto e Oeste dos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, em áreas isoladas nos estados de São Paulo,

Rio de Janeiro e Minas Gerais. Além dessas regiões nacionais, podem ser encontradas no Nordeste da Argentina e Sudeste do Paraguai (KLEIN, 1978; LEITE e KLEIN, 1990). No Oeste catarinense, esta floresta ocorre, em sua maioria, na área fronteiriça com o estado do Paraná, em altitudes superiores a 800m. A Floresta Ombrófila Mista (FOM) também é denominada “mata preta” pela coloração escura das copas das araucárias.

A Floresta Estacional ou Floresta Latifoliada do Oeste de Santa Catarina localiza-se nas margens do Rio Uruguai e seus afluentes, em altitudes que variam entre 200 e 900m. Essa formação é caracterizada especialmente pela presença de *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida*, *Cordia americana* e *Cedrela fissilis* (KLEIN, 1978). Na região de sua ocorrência, há uma acentuada variação térmica, com estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes do estrato emergente, o qual tem queda acentuada da temperatura nos meses frios, que atua como seca fisiológica nas espécies tropicais sendo, por isso, conhecida como Floresta Estacional Decidual (VELOSO e GÓES FILHO, 1982).

O contato entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Decidual é denominada por muitos autores de Floresta de Transição (KLEIN, 1978; LEITE e KLEIN, 1990). Assim, em razão das peculiaridades destacáveis que a diferencia das outras duas formações florestais observadas, a Floresta de Transição foi considerada uma nova formação fitogeográfica, denominada de Floresta Estacional Inferomontana (FEI).

Estudos florísticos, além de recentes, são escassos nessa região, principalmente aqueles relacionados a florestas ciliares e nascentes. São restritos a algumas dissertações e/ou artigos acadêmicos. Nesse meio, destaca-se o artigo de Vibrans et al. (2008), no qual são utilizados métodos de análise multivariada para diferenciar as formações fitogeográficas do Oeste e Planalto catarinense, estudo que faz parte do projeto piloto do inventário florístico do estado de Santa Catarina.

Assim, os principais objetivos do presente trabalho foram: a) caracterizar a composição florística do entorno das nascentes das formações fitogeográficas estudadas; b) determinar suas similaridades florísticas; c) identificar variáveis ambientais explicativas para separação das formações fitogeográficas; d) verificar a existência de espécies indicadoras e/ou preferenciais para cada formação fitogeográfica.

1 MATERIAIS E MÉTODOS

A descrição do local do estudo, amostragem e coleta dos dados foram inseridos no item da apresentação desta tese.

1.1 Análise dos dados

1.1.1 Suficiência amostral

Partindo-se do conjunto de dados das parcelas das diferentes formações fitogeográficas, a suficiência amostral foi determinada pela curva espécie-área obtida por meio da aleatorização da entrada das parcelas, utilizando o procedimento *bootstrap* por permutação, proposto por Efron (1982). Esse procedimento cria curvas médias em intervalos de confiança empíricos de 95%. Assim, as curvas médias obtidas apresentam curvatura menor do que as curvas espécie-área usuais, que levam em conta a ordem de observação das parcelas, mostrando a falta de aleatoriedade na ocorrência das espécies, aparecendo patamares em que possíveis suficiências amostrais só são facilmente observadas nas curvas usuais. O procedimento utilizado (*bootstrap* por permutação) permite testar a hipótese de nulidade de ausência de efeito estrutural nos dados.

1.1.2 Análise multivariada

Existem diversas formas de classificação da vegetação e elas podem ser divididas em métodos subjetivos e objetivos. Neste trabalho, optou-se por utilizar o método objetivo TWINSpan (*Two Way Indicator Species Analysis*), que é amplamente utilizado em estudos de vegetação desde seu desenvolvimento por Hill et al. (1975). Esse método de classificação é hierárquico, divisível, politético e fundamenta-se no refinamento progressivo de um único

eixo obtido pelo método de ordenação de médias recíprocas (*Reciprocal Averaging* - RA). Nesse sentido, parte do princípio de que para cada grupo de amostras exista um grupo correspondente de espécies, chamadas indicadoras. Essas espécies são as que ocorrem com maior peso que as demais em apenas um dos lados da divisão. Espécies preferenciais são as que apresentam duas vezes mais chances de ocorrer em um lado da divisão que do outro (FELFILLI et al., 2007). Para considerar uma divisão significativa, o autovalor deverá ser maior que 0,3 e, quando ocorrerem divisões com autovalor inferior a 0,3, os dados serão homogêneos e as divisões da classificação não apresentarão significado ecológico e, nesse caso, poderão ser descartados (KENT e COKER, 1992).

Para Laven (1982) e Felfilli e Rezende (2003), uma forma de potencializar a interpretação dos dados da vegetação após a aplicação do método TWINSpan é fazer uma Análise de Correspondência Retificada (*Detrended Correspondence Analyses* - DCA).

Existem dois grupos principais de técnicas de ordenação: as análises diretas e as indiretas dos gradientes. Nas análises indiretas, as matrizes de dados, como, por exemplo, de vegetação e variáveis ambientais, são analisadas independentemente, com técnicas baseadas em distâncias e em autoanálises (DCA). Já nas análises diretas, como a Análise de Correspondência Canônica (CCA), as matrizes de dados são analisadas em conjunto (FELFILLI et al., 2007). Neste sentido, como método complementar para obter uma ordenação das parcelas e das espécies que melhor representam as diferentes formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina, foram realizadas DCAs com a mesma matriz de espécies utilizada no método TWINSpan, sem a interferência das variáveis ambientais, como acontece na CCA (KENT e COKER, 1992).

No entanto, para facilitar e enriquecer a interpretação da DCA, foram selecionadas cinco variáveis ambientais (edáficas e topográficas), com alta correlação na CCA, como a saturação por bases (V);

$$V = \frac{100.SB}{CTC(pH7,0)} = \frac{100.(Ca^{2+} + Mg^{2+} K^+ + (Na^+))}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + (Na^+) + H^+ + Al^{3+}}$$

saturação por alumínio (m);

$$m = \frac{100.Al^{3+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + (Na^+) + Al^{3+}}$$

drenagem, altitude e teores de Potássio (K^+), de um total de 18 e de uma variável espacial (latitude). Após análises sucessivas de CCAs, foram gradativamente eliminadas as variáveis redundantes ou com baixa correlação (PALMER, 2005). Essas variáveis selecionadas pela

CCA foram ajustadas como setas ao diagrama produzido pela DCA, para uma interpretação *a posteriori* dos resultados da ordenação (SANTOS, 2009).

Para fazer a classificação pelo método TWINSpan e a ordenação pela DCA e CCA, foi constituída uma matriz com as sessenta e cinco (65) espécies (colunas) que apresentaram dez ou mais indivíduos no conjunto das duzentas e trinta e quatro (234) parcelas (linhas) das nove nascentes avaliadas. Espécies menos abundantes foram eliminadas das análises porque apresentam menor contribuição na classificação e ordenação dos dados (MARCHANT, 2002; SOUZA et al., 2003; RODRIGUES et al., 2007).

Normalmente, as técnicas de ordenação necessitam da transformação ou padronização dos dados para evitar o efeito de arco ou “ferradura”. Com isso, para compensar os desvios causados por algumas parcelas com elevado número de indivíduos, os valores de abundância das espécies foram logaritmizados para realizar as análises da DCA e CCA (TER BRAAK, 1995). As análises de TWINSpan, DCA e CCA foram todas processadas pelo programa *Pc-Ord for Windows* versão 5.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2006).

1.1.3 Similaridade florística

Para estudar a similaridade florística entre as formações fitogeográficas, foi construída uma matriz de presença e ausência das espécies nas parcelas. A partir dessa matriz, foi calculado o Índice de Similaridade de Jaccard (Ij). Este índice varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, maior a similaridade florística (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

$$I_j = \frac{C}{A + B - C}$$

Em que:

Ij = índice de similaridade de Jaccard;

A = número de espécies presentes no local A;

B = número de espécies presentes no local B;

C = número de espécies presentes em ambos os locais (A e B).

Além disso, foi utilizado o Diagrama de Venn como forma ilustrativa para demonstrar as similaridades.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Suficiência amostral

A suficiência amostral foi calculada utilizando o procedimento *bootstrap* por permutação (EFRON, 1982) para gerar curvas não dependentes da ordem de entrada dos dados, a partir do conjunto das 234 parcelas. Como esse procedimento cria uma curva contínua, observou-se que após uma amostragem superior a 150 parcelas houve o acréscimo de poucas espécies, indicando que a amostragem foi suficiente para caracterizar a florística das nascentes estudadas (Figura 1).

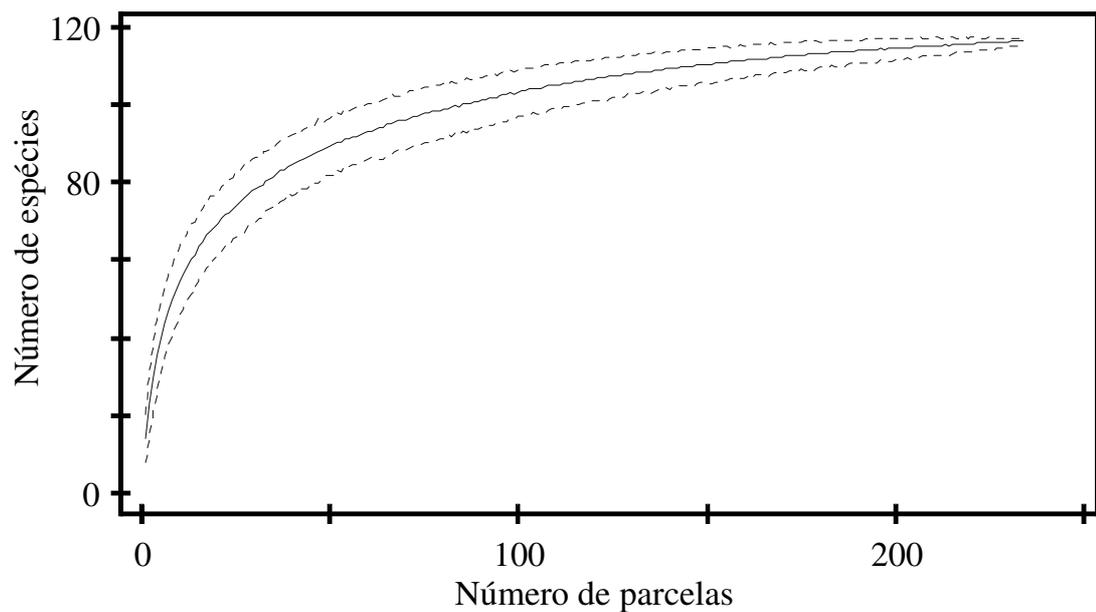


Figura 1 - Curva de acumulação de espécies (linha contínua), intervalos de confiança empíricos de 95% (linhas tracejadas), no entorno de nascentes de três formações fitogeográficas no Oeste do estado de Santa Catarina (área amostral composta de 234 parcelas de 200 m², totalizando 4,68 hectares).

2.2 Composição Florística

Considerando o conjunto das nove nascentes (4,68 ha de área amostral) nas três formações fitogeográficas, foram encontradas 116 espécies arbóreas, 91 gêneros, 50 famílias, uma espécie não identificada e árvores mortas. Das 50 famílias, 10 apresentaram somente um ou dois indivíduos. Fabaceae, com 16 espécies, constitui a família mais numerosa, seguida de Myrtaceae (15), Lauraceae (9), Meliaceae (5) e Sapindaceae (5) (Tabela 1).

Em toda área de amostragem (4,68 ha), foram mensurados 7148 indivíduos. A família Sapindaceae foi a mais numerosa, com 1108 indivíduos (cinco espécies), seguida da Dicksoniaceae com 1097 indivíduos (uma espécie). Na sequência, aparecem a Lauraceae (801 indivíduos), Fabaceae (552), Rubiaceae (551), Salicaceae (480) e Myrtaceae (406). Em conjunto, essas sete famílias apresentaram 4995 indivíduos, correspondendo a 69,88% do total. A família Dicksoniaceae (*Dicksonia sellowiana*) representou 15,35% do total de indivíduos, e a Sapindaceae (cinco espécies) representou 15,50%. Os indivíduos da família Dicksoniaceae estão concentrados nas nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), e a família Sapindaceae possui a maioria de suas espécies com indivíduos distribuídos nas nascentes das três formações fitogeográficas (Tabela 1).

De acordo com a observação de Gentry (1988), a família Fabaceae tende a diminuir o número de espécies à medida que aumenta a altitude. Na Floresta Estacional Submontana (FES) aparece com 14 espécies, na Floresta Estacional Inferomontana (FEI), com 10 espécies e na FOMS, com apenas seis espécies.

2.3 Classificação e caracterização dos grupos florísticos

Através da análise pelo método TWINSpan, foram obtidos inicialmente os seguintes agrupamentos das 234 parcelas nas nove nascentes avaliadas (Figura 2).

A primeira divisão com autovalor 0,5517 ($> 0,30$) indicou haver alta diferenciação florística, formando dois grandes grupos: um com todas as unidades amostrais das nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), à esquerda, e as demais parcelas das seis nascentes avaliadas na Floresta Estacional Inferomontana (FEI) e Floresta Estacional Submontana (FES) em outro grupo, à direita. Esses resultados mostram haver maior similaridade florística entre as florestas estacionais em relação à FOMS.

Tabela 1 - Relação de famílias, espécies com as respectivas abreviaturas, nome vulgar e abundância de indivíduos no conjunto das três nascentes (1,56 ha de área amostral) de cada formação florestal, na região Oeste do estado de Santa Catarina.

Família / Espécie	Código	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS
Adoxaceae					
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltldl.	Sam aus	Sabugueiro	2	2	1
Anacardiaceae					
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Sch ter	Aroeira	2	0	1
Annonaceae					
<i>Annona rugulosa</i> H.Rainer	Ann rug	Ariticum	11	29	7
Apocynaceae					
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	Asp aus	Guatambu	0	0	2
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Tab cat	Forquilha	42	0	0
Aquifoliaceae					
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Ile bre	Caúna	1	0	15
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Ile mic	Congonha	1	4	0
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Ile par	Erva-mate	1	33	104
Araliaceae					
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Sch mor	Caixeta	1	0	0
Araucariaceae					
<i>Araucária angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Ara ang	Pinheiro-brasileiro	13	20	6
Arecaceae					
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Sya rom	Coqueiro	20	2	2
Asteraceae					
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Das spi	Agulheiro	6	9	3
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	Pip ang	Vassourão-branco	1	3	0
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	Ver dis	Vassourão-preto	0	0	6
<i>Vernonia</i> sp	Ver sp	Vassourão	0	3	0
Bignoniaceae					
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Jac mic	Caroba	2	5	6
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Jac pub	Carobinha	2	0	0
Boraginaceae					
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.E.Mill.	Cor ame	Guajuvira	138	66	0
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Cor tri	Louro-pardo	3	2	0
Canellaceae					
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwanke) Occhioni	Cap din	Pimenteira	0	0	18

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família / Espécie	Código	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS
Cannabaceae					
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Cel igu	Esporão-de-galo	99	15	3
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Tre mic	Grandiúva	2	2	0
Celastraceae					
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	May aqu	Espinheira-santa	2	0	0
Clethraceae					
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Cle sca	Caujuja	0	0	2
Cunoniaceae					
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Lam ter	Guaraperê	0	1	57
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	Wei pau	Gramimunha	0	0	3
Cyatheaceae					
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	Als set	Xaxim-de-espinho	19	188	15
Dicksoniaceae					
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Dic sel	Xaxim	0	18	1079
Elaeocarpaceae					
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Slo mon	Sapopema	0	0	51
Erythroxylaceae					
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St. -Hil.	Ery dec	Cocão	1	2	0
Euphorbiaceae					
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.	Alc sid	Tanheiro	8	0	0
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	Gym con	Laranjeira-do-mato	32	5	0
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Sap gla	Leiteiro	29	20	15
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. & Dows	Seb com	Branquilha	7	0	19
Fabaceae					
<i>Acacia tucumanensis</i> Griseb.	Aca tuc	Napindá	7	2	11
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Alb nio	Angico-branco	6	0	0
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Apu lei	Grápia	4	0	0
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Ate gla	Timbó	1	44	0
<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	Cal twe	Topete-de-cardeal	12	1	0
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Dal fru	Rabo-de-mico	22	15	67
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Ery fal	Corticeira-da-serra	0	0	1
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Hol bal	Alecrim	2	2	0
<i>Inga vera</i> Willd.	Ing ver	Ingá	4	0	6
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Lon nit	Rabo-de-bugio	78	6	26
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Mac par	Jacarandá-branco	1	2	0
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Mim sca	Bracatinga	0	0	1
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Myr fro	Cabreúva	64	40	0
<i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.) Brenan	Par rig	Angico-vermelho	111	9	0

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família / Espécie	Código	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS
Fabaceae					
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Pel dub	Canafístula	1	2	0
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Bau for	Pata-de-vaca	4	0	0
Lamiaceae					
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Vit meg	Tarumã	77	1	0
Lauraceae					
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart. ex Nees.	Cry mos	Canela-fogo	0	12	0
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr	End pan	Canela-do-brejo	0	0	12
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	Nec gra	Canela-fedida	0	0	246
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Nec lan	Canela-amarela	21	26	0
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Nec meg	Canela-preta	37	88	25
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Oco ind	Canela	119	122	0
<i>Ocotea odorífera</i> (Vell.) Rohwer	Oco odo	Canela-sassafrás	0	4	0
<i>Ocotea porosa</i> (Nees) Barroso	Oco por	Imbuia	0	0	18
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Oco pub	Canela-guaicá	39	6	26
Loganiaceae					
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Str bra	Espinho-cruzeiro	3	0	1
Malvaceae					
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Lue div	Açoita-cavalo	154	60	0
Melastomataceae					
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	Mic pet	Pixirica	0	1	0
Meliaceae					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cab can	Cangerana	15	16	0
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Ced fis	Cedro	24	9	17
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Gua mac	Catiguá-morcego	8	0	0
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Tri cat	Catiguá	4	2	0
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Tri ele	Pau-de-ervilha	3	72	0
Moraceae					
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Fic lus	Figueira	3	0	0
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	Mac tin	Tajuva	1	0	0
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Sor bon	Cincho	5	18	0
Myrtaceae					
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	Cam gua	Sete-capotes	19	2	0
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Cam xan	Guabiroba	44	55	105

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família / Espécie	Código	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS
Myrtaceae					
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	Eug bur	Guamirim (2)	1	0	0
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Eug inv	Cerejeira	3	7	3
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Eug pyr	Uvaia	1	0	1
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	Eug ros	Batinga	0	2	0
<i>Eugenia schuechiana</i> O.Berg	Eug sch	Guamirim	2	0	0
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Eug uni	Pitangueira	29	3	0
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	Myr mie	Aperta-guela	6	11	1
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	Myr myr	Guamirim-branco	0	0	64
<i>Myrcia bombycina</i> (O.Berg.) Nied.	Myr bom	Guamirim-vermelho	0	2	26
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	Myr sel	Piúna	0	7	2
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Myr gig	Araçá	0	0	1
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	Myr pun	Guabiju	5	0	0
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg.	Myr ten	Cambuim	0	0	4
Phytolaccaceae					
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phy dio	Umbu	3	0	0
<i>Seguieria aculeata</i> Jacq.	Seg acu	Espinho-de-porco	62	7	10
Polygonaceae					
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Rup lax	Marmeleiro	36	4	2
Primulaceae					
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Myr umb	Capororoça	23	18	13
Rosaceae					
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pru myr	Pessegueiro-bravo	0	9	0
Ubiaceae					
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	Cou con	Pasto-de-anta-preto	0	380	160
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	Psy lei	Grandiúva-d'anta	0	11	0
Rutaceae					
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Bal rie	Pau-marfim	21	3	0
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Pil pen	Jaborandi	41	12	0
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	Zan pet	Teta-de-porca	4	5	0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Zan rho	Mamica-de-cadela	11	1	3
Salicaceae					
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Ban tom	Guaçatunga-preta	8	10	118
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Cas dec	Guaçatunga-branca	35	26	80
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cas syl	Chá-de-bugre	122	81	0

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família / Espécie	Código	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS
Sapindaceae					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	All edu	Chal-chal	135	60	45
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	All gua	Olho-de-pomba	20	14	220
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cup ver	Camboatá-vermelho	68	82	152
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Dia sor	Maria-preta	26	190	0
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Mat ela	Camboatá-branco	84	12	0
Sapotaceae					
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Chr gon	Aguaí	2	0	0
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Chr mar	Aguaí-vermelho	46	27	0
Simaroubaceae					
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	Pic cre	Pau-amargo	2	3	2
Styracaceae					
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Sty lep	Carne-de-vaca	24	11	47
Symplocaceae					
<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.	Sym tet	Sete-sangria	0	3	0
Urticaceae					
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Ure bac	Urtigão	1	3	0
Verbenaceae					
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	Cit sol	Cuíca-de-galinha	0	0	2
Violaceae					
<i>Hybanthus bigibbosus</i> (A. St.-Hil.) Hassl.	Hyb big	Erva-veado	0	1	0
Winteraceae					
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Dri bra	Cataia	0	0	2
Total			2162	2051	2935

Onde: FES = Floresta Estacional Submontana; FEI = Floresta Estacional Inferomontana; FOMS = Floresta Ombrófila Mista Superomontana.

A terceira divisão, com autovalor de 0,3501 ($> 0,30$), separou posteriormente o grupo da direita, formado na primeira divisão, em dois grupos. Na esquerda, separou o grupo das unidades amostrais das três nascentes da FEI e praticamente todas as parcelas da nascente três (N3) da FES, e no grupo da direita, as parcelas das nascentes um (N1) e dois (N2) da FES. Ou seja, a maior parte das unidades amostrais da nascente três (N3) da FES se agruparam com as parcelas das três nascentes da FEI.

Diante disso e de posse da planilha de dados, observou-se que a *Casearia sylvestris* apareceu com 81 indivíduos entre as parcelas das três nascentes da FEI, com 122 na nascente três da FES e com ausência total nas parcelas das outras duas nascentes dessa formação

fitogeográfica (Tabela 1). O fragmento onde foi avaliada a nascente três da FES é pequeno e recortado, possui substrato rochoso e apresenta perturbação devido ao acesso do gado em toda a área, o que facilita a colonização dessa espécie pioneira. De acordo com alguns autores, a *Casearia sylvestris* é muito rústica e se desenvolve com facilidade nesses ambientes, independente das características de fertilidade do solo (SONDA et al. 1999; FACANALI, 2004).

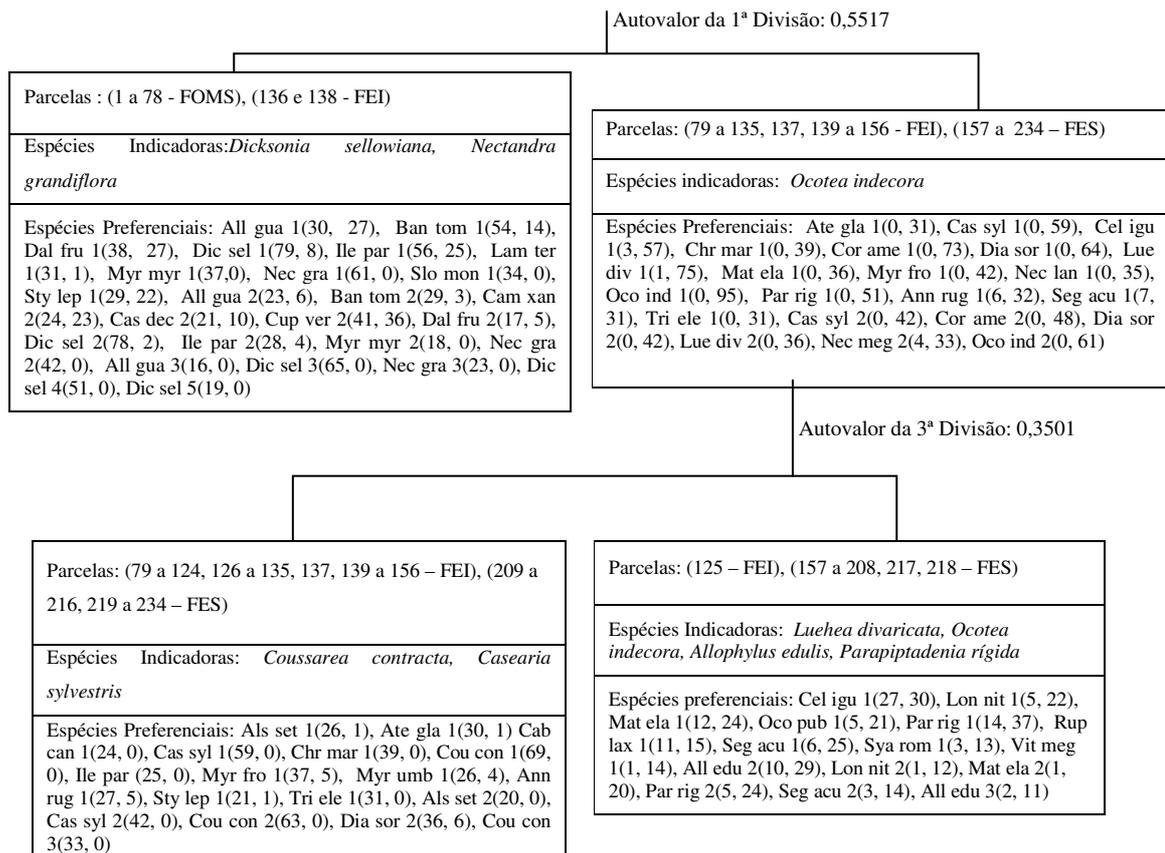


Figura 2 - Classificação das unidades amostrais (234 parcelas) do entorno de nove nascentes (FOMS, FEI e FES) em grupos através do método TWINSpan, no Oeste do estado de Santa Catarina. (O significado dos nomes abreviados pode ser observado na Tabela 1).

Nesse sentido, pelo conhecimento das áreas de coleta dos dados e das características da *Casearia sylvestris*, optou-se em fazer uma nova análise pelo método TWINSpan, excluindo essa espécie. Mesmo assim, esta faz parte da discussão dos dados e é utilizada na análise de ordenação pela DCA.

Na nova análise, com a ausência da *Casearia sylvestris*, a primeira divisão, com autovalor 0,5416 ($> 0,30$), separou exatamente o mesmo grupo de parcelas da análise anterior, parcelas das nascentes da FOMS à esquerda e as demais parcelas das seis nascentes da FEI e FES no grupo da direita (Figura 3).

A terceira divisão, com autovalor de 0,3485 (> 0,30), separou posteriormente o grupo da direita, formado na primeira divisão, em dois grupos. Na esquerda, o grupo das parcelas das três nascentes da FEI, e no grupo da direita, as parcelas das três nascentes da FES. Nesse sentido, as 234 parcelas das nove nascentes avaliadas foram agrupadas conforme as formações fitogeográficas, comprovando que as três formações fitogeográficas são diferentes entre si.

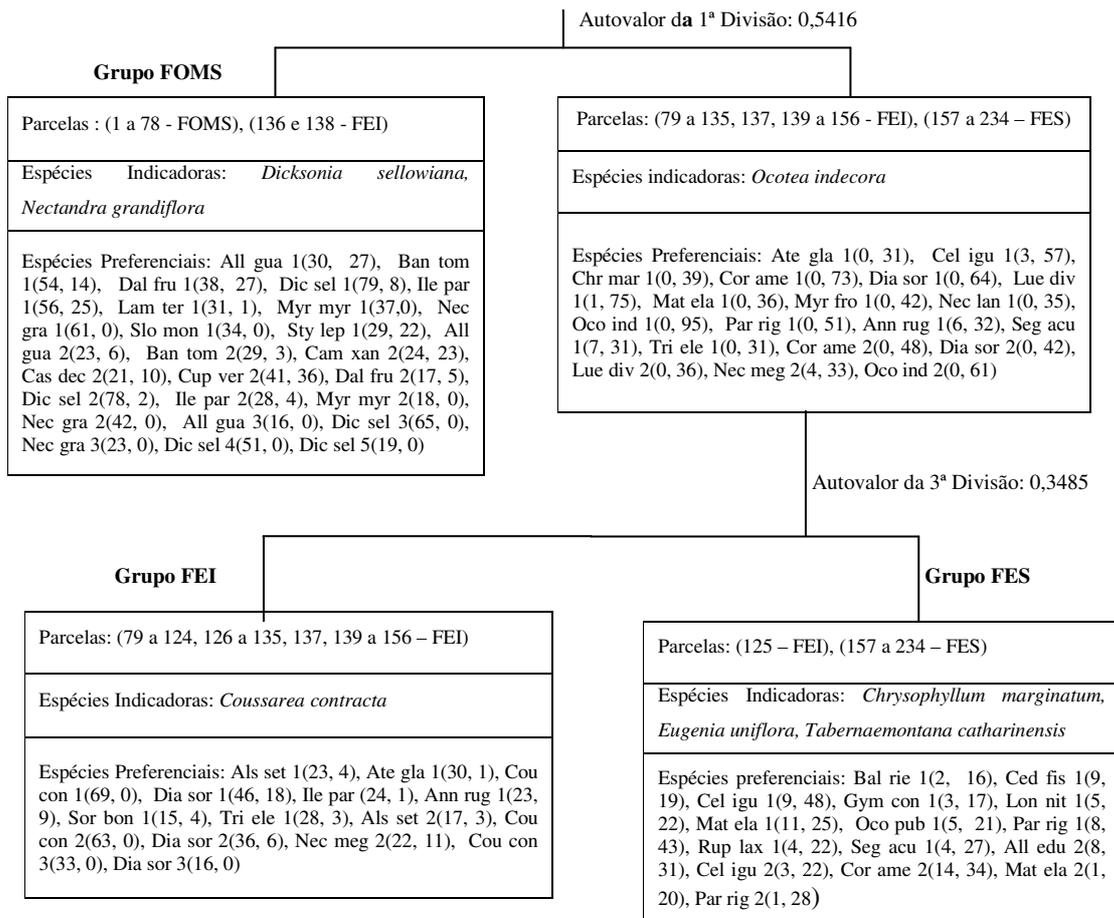


Figura 3 - Classificação das unidades amostrais do entorno de nove nascentes (FOMS, FEI e FES) em grupos através do método TWINSpan, no Oeste do estado de Santa Catarina, com ausência da *Casearia sylvestris* na análise. (O significado dos nomes abreviados pode ser observado na Tabela 1).

O grupo da FOMS apresentou, como espécies indicadoras, *Dicksonia sellowiana* e *Nectandra grandiflora* e, como espécies preferenciais, *Allophylus guaraniticus*, *Banara tomentosa*, *Dalbergia frutescens*, *Dicksonia sellowiana*, *Ilex paraguariensis*, *Lamanonia ternata*, *Myrceugenia myrcioides*, *Nectandra grandiflora*, *Sloanea monosperma*, *Styrax*

leprosus, *Campomanesia xanthocarpa*, *Casearia decandra* e *Cupania vernalis*. Em trabalho desenvolvido em região de altitude semelhante, no Planalto catarinense, Klauberg et al. (2010) encontraram composição florística similar, onde *Dicksonia sellowiana* também apareceu com alta densidade. Em outro estudo, em floresta pouco antropizada em Caçador, SC, utilizando apenas os dados de indivíduos com CAP superior a 60 cm, Lingner et al. (2007) também obtiveram composição florística análoga, mas com inclusão da *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* e *Cedrela fissilis* entre as espécies com maior densidade e valor de importância.

O grupo da FEI apresentou, como espécie indicadora, a *Coussarea contracta* e, como espécies preferenciais, *Alsophila setosa*, *Ateleia glazioviana*, *Coussarea contracta*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Annona rugulosa*, *Sorocea bonplandii*, *Trichilia elegans* e *Nectandra megapotamica*. Algumas dessas espécies também foram encontradas por Longhi (1997) em inventário realizado na FOM na região de Passo Fundo, RS, que, devido à composição florística, foi considerada como área de transição para a Floresta Latifoliada do vale do Rio Uruguai (REITZ et al., 1983; VACCARO e LONGHI, 1995).

O grupo da FES apresentou como espécies indicadoras: *Chrysophyllum marginatum*, *Eugenia uniflora* e *Tabernaemontana catharinensis*. As espécies preferenciais na FES foram: *Balfourodendron riedelianum*, *Cedrela fissilis*, *Celtis iguanaea*, *Gymnanthes concolor*, *Lonchocarpus nitidus*, *Matayba elaeagnoides*, *Ocotea puberula*, *Parapiptadenia rigida*, *Ruprechtia laxiflora*, *Sequoiaria aculeata*, *Allophylus edulis* e *Cordia americana*. A maioria dessas espécies também foi encontrada por Araujo et al. (2004), ao estudar um fragmento da Floresta Estacional Decidual Aluvial, em Cachoeira do Sul, RS. Devido à alta abundância da *Casearia sylvestris* nas nascentes da FEI e na nascente três da FES, pode-se deduzir que a mesma seria espécie indicadora e/ou preferencial nessas duas formações fitogeográficas.

Uma observação que se ressalta é a ausência da *Araucaria angustifolia*, da *Ocotea porosa* e da *Cedrela fissilis* entre as espécies indicadoras e/ou preferenciais na FOMS. Isso deve ter ocorrido devido à extração seletiva dessas espécies no plano de manejo das áreas avaliadas, sendo que a última intervenção foi feita à aproximadamente 20 anos. Com isso, mesmo que, aparentemente, essas nascentes estejam bem preservadas, a estrutura original dessa formação fitogeográfica está bastante modificada.

2.4 Ordenação por Análise de Correspondência Retificada (DCA)

Após sucessivas Análises de Correspondência Canônica (CCAs), de todo conjunto de variáveis, foram selecionadas cinco variáveis ambientais (edáficas e topográficas): saturação por bases, saturação por alumínio, drenagem, altitude e teores de potássio; e uma espacial (latitude), com correlações superiores a 0,5 e que não fossem redundantes. As variáveis mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo, em ordem decrescente foram: altitude, saturação por bases e drenagem e, com o segundo eixo, teores de potássio, saturação por alumínio e latitude (Tabela 2). Estas variáveis foram ajustadas como setas ao diagrama produzido pela DCA, para uma interpretação *a posteriori* dos resultados da ordenação.

Tabela 2 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 234 parcelas, 65 espécies, cinco variáveis ambientais e uma variável espacial em nove nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina. Correlações internas “*intra-set*” e entre os conjuntos de dados “*inter-set*” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações > 0,5 são salientadas em negrito.

Variáveis Amb.	Correlação “ <i>intra-set</i> ”		Correlação “ <i>inter-set</i> ”		Variáveis Ambientais				
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	K	V%	m%	Alt.	Lat.
K	-0,327	0,731	-0,320	0,618	-				
V%	-0,680	0,306	-0,664	0,259	0,621	-			
m%	0,531	-0,663	0,519	-0,560	-0,721	-0,857	-		
Altitude	0,986	-0,089	0,964	-0,075	-0,380	-0,638	0,561	-	
Latitude	-0,299	-0,620	-0,292	-0,524	-0,274	0,172	-0,016	-0,234	
Drenagem	-0,516	0,492	-0,505	0,416	0,645	0,666	-0,687	-0,538	-0,110

Onde: K = potássio; V% = saturação por bases; m = saturação por alumínio (%); Alt. = altitude; Lat. = latitude

No primeiro eixo, a CCA apresentou um autovalor elevado (0,657) e, no segundo eixo, um valor baixo (0,307), indicando um gradiente mais longo no primeiro eixo. Os dois primeiros eixos explicam apenas 9,6% (eixo 1) e 4,5% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 14,1%), indicando muita variância remanescente não explicada, situação muito frequente em estudos de vegetação (TER BRAAK, 1987). Mesmo assim, a significância das relações espécie-ambiente apresentaram altas correlações na CCA: 0,977 (eixo 1) e 0,845 (eixo 2). Além disso, o teste de permutação de Monte Carlo indicou que as

abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram significativamente correlacionadas ($P = 0,01$).

O resultado da Análise de Correspondência Retificada (DCA) apresentou autovalor de 0,5822 no primeiro eixo, considerado alto ($>0,5$), indicando que a maioria das parcelas apresentam distribuição preferencial a uma determinada área (Figura 4). Portanto, houve uma nítida separação das parcelas da FOMS das demais parcelas da FEI e FES, influenciada principalmente pela diferença na altitude, pois as nascentes avaliadas na FOMS estão localizadas a mais de 1000 m de altitude, significando mais de 300 m de diferença na altitude das nascentes da FEI, que estão localizadas em altitudes entre 513 e 685 m, e mais de 600 m de diferença na altitude para as nascentes da FES, localizadas em altitudes em torno dos 400 m. Estas ficam bem mais próximas altitudinalmente das nascentes da FEI, justificando a maior proximidade das parcelas, que é confirmada no segundo eixo, com autovalor de 0,3209. Esse autovalor baixo infere que existe maior variação na distribuição da abundância das espécies, enquanto a composição florística pouco se altera. A ordenação das parcelas da FEI foram mais influenciadas pela saturação por alumínio e pela latitude. As parcelas da FES tiveram maior influência da saturação por bases (V%), drenagem e teores de potássio.

Em concordância com a Figura 4 (ordenação das parcelas) está a Figura 5, com a Análise de Correspondência Retificada (DCA) da ordenação das espécies que, devido ao autovalor do primeiro eixo elevado ($>0,5$), sugere que a maioria das espécies apresenta distribuição mais restrita a uma determinada área (TER BRAAK, 1995). Nesse sentido, no ordenamento das espécies da FOMS, podem ser citadas as seguintes espécies com preferência por essa formação fitogeográfica (coincidindo com a maioria das espécies preferenciais indicadas pelo método TWINSpan): *Ilex brevicuspis*, *Myrcia bombycina*, *Ocotea porosa*, *Nectandra grandiflora*, *Lamanonia ternata*, *Endlicheria paniculata*, *Dicksonia sellowiana*, *Myrceugenia myrcioides*, *Capsicodendron dinisii*, *Sloanea monosperma*, *Banara tomentosa* e *Ilex paraguariensis*. As espécies mais frequentes na DCA para FEI são: *Psychotria leiocarpa*, *Trichilia elegans*, *Sorocea bonplandii*, *Ateleia glazioviana*, *Alsophila setosa*, *Cryptocarpa moschata*, *Coussarea contracta* e *Diatenopteryx sorbifolia*. Enquanto na FES a DCA inclui as seguintes espécies mais abundantes: *Vitex megapotamica*, *Parapiptadenia rígida*, *Matayba elaeagnoides*, *Ruprechtia laxiflora*, *Campomanesia guazumifolia*, *Seguiera aculeata*, *Calliandra tweediei*, *Syagrus romanzoffiana*, *Lonchocarpus nitidus* e *Celtis iguanaea*. Esses resultados demonstram que, para as três formações fitogeográficas, a maioria das espécies agrupadas na DCA foram também as preferências pelo método TWINSpan.

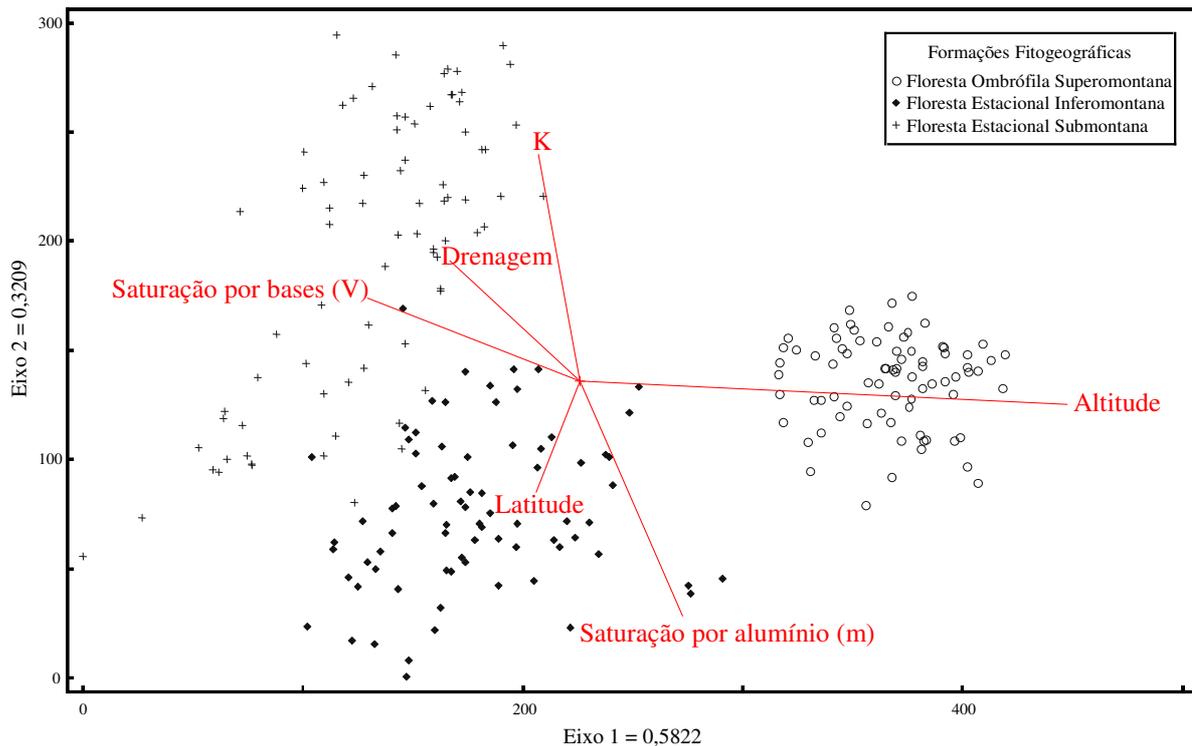


Figura 4 - Diagrama de ordenação das parcelas nos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Retificada (DCA), com base na abundância das 65 espécies em 234 parcelas nas nove nascentes avaliadas nas formações florestais do Oeste do estado de Santa Catarina e sua correlação com cinco variáveis ambientais (drenagem, saturação por bases, saturação por alumínio, potássio e altitude) e uma variável espacial (latitude), selecionadas pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) e inseridas no diagrama da DCA para interpretação *a posteriori*.

As espécies localizadas mais ao centro do diagrama (Figura 5) normalmente são as que estarão presentes em duas ou nas três formações fitogeográficas. Nesse grupo de espécies denominadas “não exclusivas” ou “generalistas” podem ser incluídas: *Casearia decandra*, *Cedrela fissilis*, *Sapium glandulosum*, *Myrsine umbellata*, *Cupania vernalis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Nectandra megapotamica*, *Dasyphyllum spinescens*, *Ocotea puberula*, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Casearia sylvestris*. De acordo com Oliveira-Filho e Fontes (2000) e com o banco de dados TREEATLAN, essas espécies estão relacionadas como generalistas em diversas formações fitogeográficas da Mata Atlântica. Outras espécies já citadas como indicadoras ou preferenciais de alguma formação fitogeográfica mencionada neste estudo também são citadas como generalistas pelos mesmos autores, incluindo *Celtis iguanaea*, *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii*, *Endlicheria paniculata* e *Luehea divaricata*.

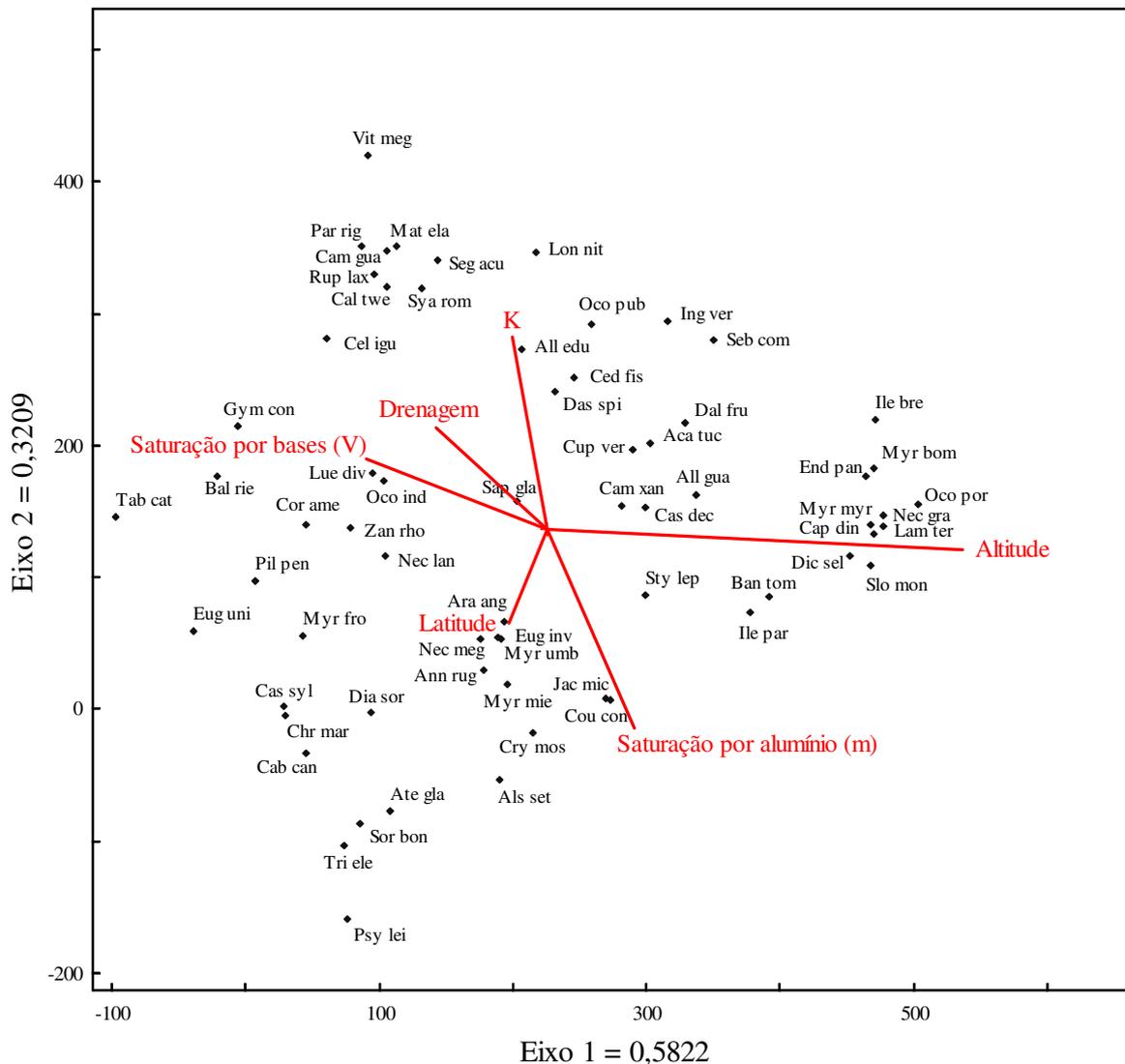


Figura 5 - Diagrama de ordenação das espécies produzido pela Análise de Correspondência Retificada (DCA), nos dois primeiros eixos, com base na abundância das 65 espécies em 234 parcelas nas nove nascentes avaliadas nas formações florestais do Oeste do estado de Santa Catarina e sua correlação com cinco variáveis ambientais (drenagem, saturação por bases, saturação por alumínio, potássio e altitude) e uma variável espacial (latitude), selecionadas pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) e inseridas no diagrama da DCA para interpretação *a posteriori*. O significado dos nomes abreviados pode ser observado na Tabela 1.

Muitas espécies, mesmo não sendo generalistas, devido à alta concentração em determinada formação fitogeográfica e rara em outras, podem ser recomendadas para recomposição de áreas de recarga de nascentes, da mesma forma como se tivessem distribuição mais uniforme. Por outro lado, algumas espécies denominadas de generalistas em Oliveira-Filho e Fontes (2000) necessitam de certos cuidados quando recomendadas em

situações adversas, como no caso da *Luehea divaricata*, que suporta baixas temperaturas, mas não tolera geada tardia, principalmente na fase juvenil (CARVALHO, 2003).

2.5 Similaridade entre as formações florísticas

Para o estudo da similaridade entre as áreas, foi utilizado o Índice de Similaridade Florística de Jaccard, que apresentou os seguintes resultados entre a FOMS-FEI, FOMS-FES e FEI-FES, respectivamente: 0,3571; 0,3364 e 0,6200. O índice entre a FEI e a FES (0,6200) é o único considerado de médio a alto, ocasionado provavelmente pela menor diferença de altitude e maior proximidade geográfica entre essas formações fitogeográficas. Na ilustração através do Diagrama de Venn (Figura 6), pode ser visualizada a similaridade florística entre as três formações fitogeográficas. Mesmo sendo considerada baixa a similaridade entre FOMS e florestas estacionais, 30 espécies de um total de 116 são comuns entre as três formações fitogeográficas, 36 entre FOMS e FES, 35 entre FOMS e FEI e 62 entre FES e FEI. A similaridade florística geralmente é alta quando se comparam fragmentos próximos em uma mesma formação fitogeográfica na mesma bacia hidrográfica (RODRIGUES e NAVE, 2000).

O gradiente de altitude foi o principal fator na separação das parcelas e espécies das formações fitogeográficas, principalmente da FOMS em relação às Florestas Estacionais. A altitude é uma importante variável exploratória para a presença e abundância das espécies ao longo das formações fitogeográficas, não excluindo outras variáveis a ela correlacionadas, como variáveis climáticas, nem a variação interna nas condições ambientais também observadas (MEIRELES et al., 2008). Sendo assim, a sua variação é um dos principais gradientes ambientais indiretos capaz de influenciar no crescimento dos vegetais e propiciar mudanças na composição florística e na fisionomia das formações vegetacionais (PENDRY e PROCTOR, 1997; OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000; SCUDELLER et al., 2001).

Mesmo que a FES e a FEI tenham apresentado similaridade alta (62 espécies comuns de um total de 100), as mesmas devem ser analisadas separadamente quando o objetivo dos resultados é obter informações para recomposição de nascentes, pois estes ambientes requerem cuidados especiais e o plantio de espécies inadequadas pode comprometer o ambiente ao invés de auxiliar na sua recuperação.

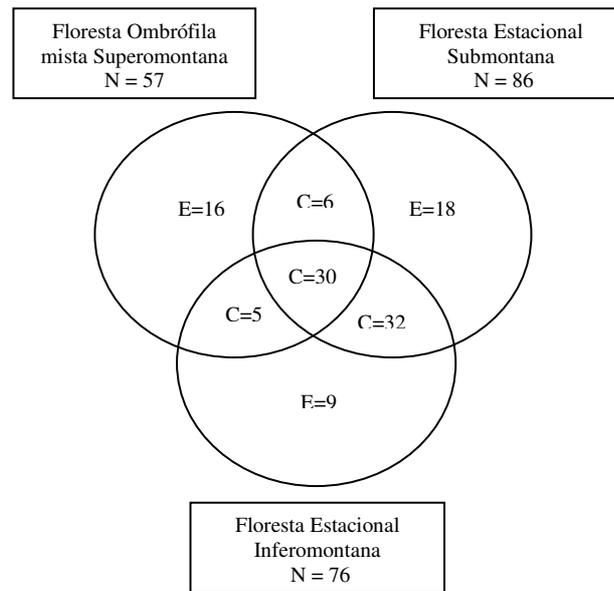


Figura 6 - Diagrama de Venn da composição florística por formação florestal no Oeste do estado de Santa Catarina, mostrando: N = número de espécies em cada formação; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as formações.

3 CONCLUSÕES

Com os resultados do presente trabalho foi possível concluir que:

- 1) A Análise de Agrupamento utilizando o método TWINSpan (*Two way Indicator Species Analysis*), juntamente com o método de ordenamento pela Análise de Correspondência Retificada (DCA), mostrou que as três formações fitogeográficas (Floresta Ombrófila Mista Superomontana, Floresta Estacional Inferomontana e Floresta Estacional Submontana) são diferentes floristicamente entre si, com espécies indicadoras e/ou preferenciais para cada formação, o que evidencia a necessidade de analisá-las separadamente;
- 2) a Floresta Ombrófila Mista Superomontana apresentou duas espécies indicadoras e treze preferenciais, enquanto as Florestas Estacionais Submontana e Inferomontana apresentaram, respectivamente, três espécies indicadoras e doze preferenciais e uma espécie indicadora e nove preferenciais;

- 3) entre as três formações fitogeográficas houve maior similaridade florística entre as florestas estacionais, diferenciando-as bastante da Floresta Ombrófila Mista Superomontana;
- 4) as variáveis ambientais mais expressivas na explicação da estrutura das formações fitogeográficas foram em ordem de magnitude: altitude, seguida de saturação por alumínio, potássio, saturação por bases, drenagem e latitude;
- 5) a indicação de espécies para recuperação de nascentes deve considerar as espécies indicadoras e preferenciais das formações fitogeográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras).

EFRON, B. **The jackknife, the bootstrap and other resampling plans**. Philadelphia: Society for Industrial and applied mathematics, 1982. 92 p.

FACANALI, R. **Ecologia de populações de espécies prioritárias para conservação e uso: um estudo de caso usando como modelo a *Casearia sylvestris* Sw**. Campinas: Unicamp, 2004, 18 p. (Monografia).

FELFILLI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 5, n. 1).

FELFILI, J. M. et al. **Análise multivariada em estudos da vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2007. 60 p. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 9, n. 1).

GENTRY, A. H. Changes in plant community diversity and floristic composition in environmental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Missouri, v. 75, n. 1, p. 1-34, Jan./Mar. 1988.

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

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

KLAUBERG, C. et al. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 35-47, mar. 2010.

KLEIN, R. M. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

LAVEN, R. D. Stablising homogeneity in studies of forest sucesion. **Forest Ecology and Management**, Amsterdan, v. 4, n. 2, p. 161-177, 1982.

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

LINGNER, D. V. et al. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um remanescente de Floresta com Araucária no Planalto Catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 55-66, jul./dez. 2007.

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

MARCHANT, R. Do rare species have any place in multivariate analysis for bioassessment? **Journal of the North American Benthological Society**. Kansas, v. 21, n. 2, p. 311-313, 2002.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD**: multivariate analysis of ecological data. Version 5.0. Oregon: PC-ORD, 2006. 40 p.

MEIRELES, L. D.; SHEPHERD, G. J.; KINOSHITA, L. S. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 559-574, out./dez. 2008.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, G. H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974. 547 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Marburg, v. 32, n. 4b, p. 793-810, mar. 2000.

PALMER, M. W. **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em <http://ordination.okstate.edu>. Acesso em 19/04/2010.

PENDRY, C.A.; PROCTOR, J. Altitudinal zonation of rain forest on Bukit Belalong, Brunei: soils, forest structure and floristic. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 13, n. 2, p. 221-241, mar. 1997.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34-35, p. 1-525, 1983.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. p. 45-71.

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.

SANTOS, R. M. dos. **Identidade e relações florísticas da Caatinga arbórea do norte de Minas Gerais e Sudeste da Bahia**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SCUDELLER, V. V.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 152, n. 2, p. 705-717, fev. 2001.

SILVA, A.; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, bacia do Rio Paraná). **Acta Botânica Brasílica**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 305-313, 2003.

SONDA, C. et al. Estudo fitossociológico de uma reserva florestal legal: conhecer para poder intervir. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 62-72, 1999.

SOUZA, J. S.; ESPIRITO-SANTO, F. D. B.; FONTES, M. A. L. 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.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation environment relationships by canonical correspondence analysis. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 69, n. 3, 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. (Org.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995. p. 91-173.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 33-53, 1995.

VELOSO, H. P.; GÓES FILHO, L. Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica ecológica da vegetação Neotropical. **Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL**, Salvador, n. 1, 1982. 80 p. (Série Vegetação).

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, 123 p.

VIBRANS, A. C. et al. Ordenação dos dados de estrutura da Floresta Ombrófila Mista partindo de informações do inventário florístico-florestal de Santa Catarina: resultados de estudo-piloto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 511-523, out./dez. 2008.

CAPÍTULO II

ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA SUPEROMONTANA NO OESTE DE SANTA CATARINA

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar as correlações entre a abundância das espécies arbóreas e as variáveis ambientais (edáficas e topográficas). O estudo foi realizado em remanescente da Floresta Ombrófila Mista Superomonta (FOMS), localizado em altitude superior a 1000 m, no município de Ponte Serrada, na região Oeste do estado de Santa Catarina. Foram amostradas 26 parcelas de 200 m² no entorno de cada nascente. Todos os indivíduos arbóreo-arbustivos que possuíam Diâmetro à Altura do Peito (DAP) \geq 5,0 cm e variáveis ambientais (edáficas e topográficas) foram mensurados. As relações entre a abundância das espécies nas unidades amostrais e as variáveis ambientais foram analisadas por meio da Análise de Correspondência Canônica (*Canonical Correspondence Analysis* - CCA). Com a mesma matriz de abundância de espécies também foi aplicada a Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis* - ISA). Foram encontradas 57 espécies pertencentes a 33 famílias. Os autovalores da CCA para os dois primeiros eixos de ordenação foram baixos, 0,147 (eixo 1) e 0,121 (eixo 2), indicando a existência de gradientes curtos, ou seja, a maioria das espécies se distribui por todo o gradiente. Conclui-se que as variáveis ambientais edáficas que tiveram maior influência na distribuição das espécies foram pH, saturação por bases (V%), umidade e teores de potássio e fósforo. As espécies designadas como generalistas, que se desenvolvem na maioria dos locais, são as mais indicadas para recomposição de nascentes.

Palavras-chave: Área degradada. Fitossociologia. *Araucaria angustifolia*. Mata Atlântica.

CHAPTER II

ARBOREAL-ARBUSTIVE SPECIES IN THE VICINITY OF WATER SPRINGS IN THE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA SUPEROMONTANA OF THE WESTERN PART OF THE SANTA CATARINA STATE IN BRAZIL

ABSTRACT

The objective of the present work is to analyze the relations between the abundance of arboreal species and environmental variables (edaphic and topographic). The study took place in a remaining area of Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), located more than 1,000m high in the city of Ponte Serrada, in the western portion of the Santa Catarina State in Brazil. Twenty-six plots of 200m² each were sampled for the study. Every tree that presented a Diameter at Breast Height (DBH) greater than 5.0cm and the corresponding environmental variables (edaphic and topographic) were measured and taken into account. The relations between the abundance of species on the sample plots and the environmental variables were established by means of Canonical Correspondence Analysis (CCA). The Indicator Species Analysis (ISA) was also applied to the same matrix of abundance of species. Fifty-seven species were found, fitting into 33 families. The eigenvalues of the CCA for the first two ordination axes were low: 0.147 (axis 1) and 0.121 (axis 2), indicating the existence of short gradients, which means that the majority of the species distributes itself along the gradient. The conclusion is that the edaphic environmental variables that influenced the most the distribution of species were the pH, base saturation (V%), humidity and potassium and phosphorus levels. The species described as generalist, which grow easily in most places, are the most suitable for the recovery of water springs.

Keywords: Devastated area. Phytosociology. *Araucaria angustifolia*. Atlantic Forest.

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucárias faz parte do bioma da Mata Atlântica. Localizada na região Sul do Brasil, é a vegetação predominante, sendo considerada uma das áreas mais desmatadas do Brasil. Essa formação fitogeográfica cobria uma área equivalente a 164.042,75 km², porém, atualmente, estima-se que os remanescentes florestais foram reduzidos para apenas 9 % desse total (HIROTA, 2005). A principal característica que identifica essa formação fitogeográfica é a presença da *Araucaria angustifolia*, além de outras espécies associadas, destacando-se a *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Dicksonia sellowiana* (KLEIN, 1978; SANTA CATARINA, 1986).

A floresta com araucárias cobria aproximadamente dois terços do estado de Santa Catarina, desde a divisa com Argentina até os platôs da Serra Geral (KLEIN, 1978; LEITE e KLEIN, 1990). Neste estado, aparecem em grandes variações altitudinais, desde 400 m até mais de 1.300 m, porém, sua área predominante ocorre em altitudes superiores a 800 m. Dessa forma, para este estudo, a Floresta com Araucária foi classificada como Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), pois se insere na faixa altitudinal superior a 900 m, segundo a classificação realizada por Veloso et al. (1991) com algumas adaptações realizadas por Oliveira-Filho (2009), em relação às cotas altimétricas.

O clima de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina é classificado, segundo Köppen, como Mesotérmico Subtropical Úmido (Cfb), com verões frescos, sem estação seca, com geadas severas frequentes e temperaturas médias dos meses mais quentes inferiores a 22° C (IBDF, 1984). A pluviosidade média na FOMS no Oeste de Santa Catarina está em torno dos 2.000 mm.

Segundo Rosa (1991), a importância das florestas para as nascentes e os pequenos córregos está relacionada às funções hidrológicas e ecológicas das bacias hidrográficas, melhorando a qualidade e a quantidade de água, regularizando os recursos hídricos e estabilizando os solos ribeirinhos, garantindo um melhor desenvolvimento e sustentação da fauna e flora.

A nascente é o afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa) ou a cursos d'água (regatos, ribeirões e rios). Nascente ideal é aquela capaz de fornecer água de boa qualidade, abundante e contínua (CALHEIROS et al.,

2004). Diante disso, a revegetação adequada de nascentes e florestas ciliares desprotegidas é fundamental e determinante para que se atinja esse ideal.

Devido à importância e representatividade no Sul do Brasil, muitos estudos foram realizados sobre fitossociologia e dinâmica da FOMS. No entanto, ainda são escassas ou até inexistentes pesquisas na formação fitogeográfica envolvendo o entorno de nascentes no Oeste do estado de Santa Catarina. Além disso, este estudo inclui a correlação de variáveis ambientais com a distribuição das espécies arbóreas.

Dessa forma, os principais objetivos do presente trabalho foram: a) conhecer a composição florística e fitossociológica no entorno de nascentes na FOMS; b) relacionar a distribuição de abundância das espécies arbóreas com variáveis ambientais de solo e relevo; c) verificar a existência de grupos de espécies preferenciais em nascentes da FOMS; d) indicar espécies para recuperação de nascentes degradadas.

1 MATERIAL E MÉTODOS

O local do estudo, amostragem e coleta dos dados foram descritos no item de apresentação desta tese.

1.1 Análise dos dados

1.1.1 Estrutura horizontal

A caracterização da estrutura horizontal do entorno das nascentes da FOMS foi realizada com base nos parâmetros da estrutura horizontal das espécies. A composição florística foi avaliada a partir da lista de espécies, com os respectivos gêneros e famílias botânicas da comunidade arbórea, utilizando o sistema de classificação APG III (2009).

Os parâmetros da estrutura horizontal estudados foram densidade, dominância e frequência absoluta e o valor de importância das espécies, em percentagem. A densidade

absoluta ($DA = n_i/ha$) foi obtida pela contagem do número de indivíduos amostrados de uma determinada espécie (n_i) na área amostral, extrapoladas para uma área de um hectare (1 ha). A dominância absoluta ($DoA = \Sigma g/ha$) foi obtida pela soma das áreas seccionais (áreas basais) dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie na área amostral, também extrapoladas em ha.

A frequência absoluta (FA) é definida como a probabilidade de se amostrar determinada espécie numa unidade de amostragem (KUPPER, 1994). Esse índice expressa a percentagem de parcelas em que cada espécie ocorre.

O valor de importância percentual ($VI\%$) é a combinação dos valores relativos de cada espécie, ou seja, o valor que cada uma representa dentro da comunidade vegetal (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; BRAUN-BLANQUET, 1979; MATTEUCCI e COLMA, 1982).

$$VI\% = (DR + DoR + FR)/3$$

Em que: $VI\%$ = valor de importância percentual; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa.

1.1.2 Análise multivariada

Para verificar as correlações entre a distribuição das espécies e as variáveis ambientais (edáficas e topográficas), foi utilizada a técnica denominada Análise de Correspondência Canônica (*Canonical Correspondence Analysis* - CCA), desenvolvida e divulgada por Ter Braak (1986; 1995). A análise multivariada é uma das mais indicadas quando o objetivo é estudar relações mais detalhadas das variáveis ambientais com a abundância das espécies. Para executar uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), são necessárias duas matrizes, uma com os dados da abundância das espécies e outra com as variáveis ambientais. A matriz de abundância das espécies constituiu-se do número de indivíduos por parcela das espécies que apresentaram 10 ou mais indivíduos no conjunto das 78 parcelas (26 parcelas por nascente). Com isso, a matriz de abundância ficou com 30 espécies.

A mesma matriz de abundância utilizada na CCA também foi aplicada à Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis* - ISA). Esse método combina a abundância

de cada espécie a certo grupo de unidades amostrais e fornece dados sobre a fidelidade da ocorrência desta espécie a este mesmo grupo. Um Valor Indicador Obsevado (VIO) é gerado para cada espécie, e a significância da diferença de um valor gerado pelo acaso é determinada pelo teste de permutação de Monte Carlo com 5.000 randomizações. Com isso, uma espécie só é considerada indicadora para uma nascente quando apresenta o maior VIO e quando o resultado do teste de Monte Carlo é significativo. O VIO varia de zero (nenhuma indicação) a 100 (indicação perfeita) para cada grupo, os quais, neste estudo, são as nascentes (DUFRENE e LEGENDRE, 1997).

A segunda matriz foi constituída de 18 variáveis ambientais (edáficas e topográficas): pH, P, K, MO, Al, Ca, Mg, H+Al, CTC, soma de bases, saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), Ca/Mg, Ca/K, Mg/K, umidade, declividade e drenagem. Complementando a análise multivariada, foram verificadas as diferenças das variáveis edáficas e topográficas entre as nascentes mediante a estatística clássica. Foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) seguida por teste de médias de Tukey (q), com nível de significância de 95 %, processada pelo programa estatístico R 2.10 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

Normalmente, as técnicas de ordenação necessitam da transformação ou padronização dos dados para evitar o efeito de arco ou “ferradura”. Com isso, para compensar os desvios causados por algumas parcelas com elevado número de indivíduos, os valores de abundância das espécies foram logaritmizados para realizar a Análise de Correspondência Canônica (CCA) (TER BRAAK, 1995). Quando necessário, os dados das variáveis ambientais também foram logaritmizados. As análises da CCA e ISA foram processadas pelo programa *Pc-Ord for Windows* versão 5.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2006).

Foram realizadas CCA's preliminares com todas as variáveis ambientais (edáficas e topográficas). Posteriormente, foram eliminadas gradativamente as variáveis redundantes e/ou variáveis que apresentaram correlações inferiores a 0,5 em pelo menos um dos eixos (PALMER, 2005).

1.1.3 Similaridade florística

Para estudar a similaridade florística entre as nascentes, foi construída uma matriz de presença e ausência de todas as espécies nas parcelas. A partir dessa matriz foi calculado o

Índice de Similaridade de Jaccard (Ij). Este índice varia de 0 a 1 e, quanto mais próximo de 1, maior a similaridade florística (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

$$I_j = \frac{C}{A + B - C}$$

Em que:

Ij = índice de similaridade de Jaccard;

A = número de espécies presentes no local A;

B = número de espécies presentes no local B;

C = número de espécies presentes em ambos os locais (A e B).

Além disso, foi utilizado o Diagrama de Venn como forma ilustrativa para demonstrar as similaridades.

2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.1 Composição florística

No conjunto das 78 parcelas das três nascentes da FOMS, foram registradas 33 famílias, 50 gêneros e 57 espécies. As famílias que apresentaram maior riqueza florística estão citadas a seguir com seu respectivo número de espécies: Myrtaceae, com 9; Fabaceae, com 6, Lauraceae, com 5 espécies (Tabela 1). Do total das 33 famílias, 24 (72,73%) apresentaram apenas uma espécie, percentual semelhante ao encontrado por Rondon Neto et al. (2002b) em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS. Na Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula, Sonogo et al. (2007) encontraram 18 famílias, 32 gêneros e 41 espécies com DAP \geq 5 cm. No entanto, Carvalho (1980), em levantamento florístico de árvores com DAP \geq 5 cm, na região de Irati, PR, em áreas com bom estado de preservação, identificou 50 famílias, 100 gêneros 159 espécies arbóreas. Essa grande variação na riqueza da FOM mostra a heterogeneidade nas condições ambientais dessa formação fitogeográfica.

Tabela 1 – Parâmetros fitossociológicos (por hectare) das espécies, de um conjunto de 78 parcelas de três nascentes avaliadas na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008.

Família/ Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI	H m
Adoxaceae						
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schlttdl.	Sabugueiro	0,64	0,0070	1,28	0,05	8
Anacardiaceae						
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	0,64	0,0059	1,28	0,05	8
Annonaceae						
<i>Annona rugulosa</i> (Schlttdl.) H.Rainer	Ariticum	4,49	0,0224	7,69	0,30	9
Apocynaceae						
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	Guatambu	1,28	0,0450	1,28	0,08	15
Aquifoliaceae						
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna	9,62	0,6187	16,67	0,93	28
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	66,67	0,8449	70,51	3,52	23
Araucariaceae						
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	3,85	2,7674	7,69	1,66	36
Arecaceae						
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro	1,28	0,0105	2,56	0,10	6
Asteraceae						
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Agulheiro	1,92	0,1458	3,85	0,21	22
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	Vassourão-preto	3,85	0,2125	7,69	0,38	23
Bignoniaceae						
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	3,85	0,1026	3,85	0,22	21
Canellaceae						
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwanke) Occhioni	Pimenteira	11,54	0,2909	14,10	0,73	23
Cannabaceae						
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Esporão-de-galo	1,92	0,0224	3,85	0,15	12
Clethraceae						
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Caujuja	1,28	0,1249	2,56	0,16	25
Cunoniaceae						
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaraperê	36,54	2,3486	39,74	2,90	25
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	Gramimunha	1,92	0,0272	3,85	0,15	21
Cyatheaceae						
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	Xaxim-de-espinho	9,62	0,0987	6,41	0,39	5

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família/ Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI	H m
Dicksoniaceae						
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim	691,67	31,8155	98,72	30,36	8
Elaeocarpaceae						
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Sapopema	32,69	1,7550	43,59	2,64	25
Euphorbiaceae						
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leiteiro	9,62	0,7010	15,38	0,94	27
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. & Dows	Branquilha	12,18	0,2985	12,82	0,71	30
Fabaceae						
<i>Acacia tucumanensis</i> Griseb.	Napindá	7,05	0,0271	11,54	0,45	18
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-mico	42,95	0,2442	47,44	2,17	23
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Corticeira-da-serra	0,64	0,8998	1,28	0,49	34
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	3,85	0,0847	6,41	0,29	23
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Rabo-de-bugio	16,67	0,2304	15,38	0,83	23
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga	0,64	0,0404	1,28	0,07	18
Lauraceae						
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr	Canela-do-brejo	7,69	2,6653	12,82	1,81	33
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	Canela-fedida	157,69	4,7580	78,21	7,23	22
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	16,03	1,1170	24,36	1,51	23
<i>Ocotea porosa</i> (Nees) Barroso	Imbuia	11,54	0,9676	16,67	1,14	31
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	16,67	0,3303	23,08	1,09	23
Loganiaceae						
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Espinho-cruzeiro	0,64	0,0369	1,28	0,06	20
Meliaceae						
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	10,90	0,9039	10,26	0,92	27
Myrtaceae						
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabiroba	67,31	1,7420	56,41	3,58	22
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira	1,92	0,0052	2,56	0,11	5
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia	0,64	0,0027	1,28	0,05	8
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	Aperta-guela	0,64	0,0022	1,28	0,05	8
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	Guamirim-branco	41,03	0,2397	47,44	2,14	18
<i>Myrcia bombycina</i> (O.Berg.) Nied.	Guamirim-vermelho	16,67	0,5982	16,67	1,04	22
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	Piúna	1,28	0,0031	1,28	0,06	6

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família/ Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI	H m
Myrtaceae						
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Araçá	0,64	0,0018	1,28	0,05	5
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg.	Cambuim	2,56	0,0061	3,85	0,15	7
Phytolaccaceae						
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	Espinho-de-porco	6,41	0,0228	8,97	0,37	18
Polygonaceae						
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmeleiro	1,28	0,0630	1,28	0,09	18
Primulaceae						
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	8,33	0,1170	10,26	0,49	21
Rubiaceae						
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	Pasto-de-anta-preto	102,56	0,5712	61,54	3,69	14
Rutaceae						
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	1,92	0,0217	1,28	0,08	12
Salicaceae						
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guaçatunga-preta	75,64	1,3292	67,95	3,84	33
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-branca	51,28	0,4978	47,44	2,44	23
Sapindaceae						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Chal-chal	28,85	0,4041	34,62	1,65	21
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Olho-de-pomba	141,03	1,7319	38,46	4,34	20
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	97,44	2,6539	69,23	4,91	27
Simaroubaceae						
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	Pau-amargo	1,28	0,0083	2,56	0,10	12
Styracaceae						
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Carne-de-vaca	30,13	0,6490	37,18	1,87	22
Verbenaceae						
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	Cuíca-de-galinha	1,28	0,0533	2,56	0,12	17
Winteraceae						
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Cataia	1,28	0,0374	2,56	0,11	10
Morta	Morta	71,79	1,7126	66,67	3,93	27
Total		1953,21	67,0452	1200,00	100,00	

Onde: DA = Densidade Absoluta; DoA = Dominância Absoluta; FA = Frequência Absoluta; VI = Valor de Importância (%); H m = Altura máxima em metros.

Excluindo as árvores mortas, a densidade absoluta foi de 1.881 indivíduos/ha com DAP superior a 5 cm. Entretanto, se forem excluídos também os indivíduos de *Dicksonia sellowiana*, a densidade absoluta fica reduzida a 1189 indivíduos. Essa baixa densidade de

espécies arbóreas pode ter ocorrido devido ao excesso de sombreamento e cobertura ocasionado pela *Dicksonia sellowiana*, suprimindo a regeneração de muitas espécies arbóreas. Sonego et al. (2007) também obteve densidade semelhante (1.445 indivíduos com DAP \geq 5 cm) na FLONA de São Francisco de Paula, RS.

A espécie *Dicksonia sellowiana* apresentou alta densidade absoluta, com 691 indivíduos por ha, ou seja, mais de 1/3 do total de indivíduos por ha, representando uma DoA de 31,81 m²/ha, com quase 50% da área basal total. A frequência absoluta dessa espécie foi de 98,72% e, com isso, apresentou VI de 30,36%. Em trabalho realizado em diferentes fragmentos da FOM no estado de Santa Catarina, Mantovani (2004) encontrou densidade semelhante para *Dicksonia sellowiana* no Parque Estadual das Araucárias, no município de São Domingos, Oeste do estado, com um total de 754 indivíduos adultos por ha. A espécie é um feto arborescente que não apresenta crescimento secundário, entretanto, ocupa de forma significativa o espaço horizontal da comunidade vegetal. Dessa forma, essa espécie considerada em extinção (BRASIL, 2008) é uma das mais representativas em florestas com araucária em Santa Catarina. Por isso, tornam-se necessárias mais investigações sobre a demografia de populações, sobre as suas influências na estrutura da comunidade e sobre a regeneração natural das espécies arbóreo-arbustivas.

A dominância absoluta elevada dessa floresta (67,0452 m²/ha) foi influenciada em grande parte pela densidade absoluta da *Dicksonia sellowiana* (31,81 m²/ha). Com a exclusão da área basal dessa espécie, a área basal da floresta amostrada fica dentro da média de outros estudos sobre Florestas Ombrófilas Mistas localizadas em altitudes superiores a 900 m, utilizando critérios de inclusão semelhantes (RONDON NETO et al., 2002a; REGINATO e GOLDENBERG, 2007; KLAUBERG et al., 2010). Isso indica que a *Dicksonia sellowiana* não influencia significativamente a área basal das demais espécies arbóreas.

Quanto aos estratos verticais dessa floresta, considerando as alturas máximas, as espécies mais importantes e abundantes no estrato superior da FOMS foram a *Araucaria angustifolia*, com altura máxima de 36 m, *Banara tomentosa*, *Endlicheria paniculata*, *Ocotea porosa*, *Sebastiania commersoniana*, *Cupania vernalis* e *Cedrela fissilis*. O grupo das espécies com altura intermediária dessa floresta foi o mais abundante em espécies, destacando-se a *Nectandra grandiflora*, com altura máxima de 22 m, *Allophylus guaraniticus*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Ilex paraguariensis*, *Casearia decandra*, *Dalbergia frutescens*, *Myrceugenia myrcioides*, *Styrax leprosus*, *Allophylus edulis* e *Nectandra megapotamica*. No grupo das espécies com altura máxima de até 15 m se destacam a *Dicksonia sellowiana*, com

8 m de altura máxima, *Coussarea contracta*, *Alsophila setosa* e *Annona rugulosa*. A maioria das espécies com altura máxima inferior a 15 m apresentou baixa densidade absoluta.

2.2 Análise das correlações espécie-ambiente

Na Tabela 2, são apresentadas as médias, desvio padrão e análise de variância das variáveis químicas e físicas do solo (amostras de 0 – 20 cm de profundidade) e topográficas (declividade %), utilizando a média das 26 parcelas de cada nascente.

Tabela 2 - Variáveis químicas, físicas e topográficas dos solos em 78 amostras de solo superficial (0-20 cm de profundidade) coletadas nas parcelas para amostrar três nascentes de Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008. Os valores são médias \pm desvios padrão nas 26 parcelas de cada uma das três nascentes.

Variáveis	Nascentes			ANOVA	
	N1 (26)	N2 (26)	N3 (26)	F	P
Umidade do solo (%)	43,8 \pm 3,01 ^a	54,5 \pm 8,53 ^b	61,2 \pm 14,05 ^c	21,53	***
pH (Água)	5,2 \pm 0,44 ^a	4,5 \pm 0,38 ^b	4,2 \pm 0,17 ^c	57,801	***
P (mg/dm ³)	5,7 \pm 2,21 ^a	4,9 \pm 1,54 ^a	10,4 \pm 4,84 ^b	22,392	***
K (mg/dm ³)	118,2 \pm 42,69 ^a	148,9 \pm 49,23 ^b	78,9 \pm 15,74 ^c	21,364	***
MO % (m/v)	4,0 \pm 0,86 ^a	4,9 \pm 0,76 ^b	5,7 \pm 1,07 ^c	24,259	***
Al (cmolc/dm ³)	1,4 \pm 1,34 ^a	4,0 \pm 1,83 ^b	5,7 \pm 0,97 ^c	58,65	***
Ca (cmolc/dm ³)	4,9 \pm 3,46 ^a	2,1 \pm 2,55 ^b	0,0 \pm 0,10 ^c	24,852	***
Mg (cmolc/dm ³)	1,6 \pm 0,68 ^a	1,0 \pm 0,76 ^b	0,0 \pm 0,14 ^c	47,703	***
H+Al (cmolc/dm ³)	12,7 \pm 6,64 ^a	26,9 \pm 9,46 ^b	36,9 \pm 5,88 ^c	68,514	***
CTC (cmolc/dm ³)	19,5 \pm 3,90 ^a	30,4 \pm 6,71 ^b	37,1 \pm 5,85 ^c	65,192	***
Saturação por bases (%)	37,2 \pm 22,67 ^a	13,7 \pm 15,76 ^b	0,7 \pm 0,64 ^c	34,847	***
Saturação por Al (%)	24,3 \pm 26,34 ^a	58,9 \pm 29,69 ^b	95,5 \pm 3,77 ^c	62,263	***
Ca/Mg	2,6 \pm 1,39 ^a	1,5 \pm 1,40 ^b	0,0 \pm 0,20 ^c	31,881	***
Ca/K	16,6 \pm 13,42 ^a	4,5 \pm 4,45 ^b	0,1 \pm 0,38 ^b	28,433	***
Mg/K	5,9 \pm 3,14 ^a	2,3 \pm 1,44 ^b	0,2 \pm 0,60 ^c	52,369	***
Declividade (%)	17,8 \pm 11,35 ^{ab}	23,4 \pm 12,80 ^a	10,8 \pm 8,34 ^b	8,5467	***
Areia (%)	17,0 \pm 3,95 ^a	16,5 \pm 4,65 ^a	16,7 \pm 8,57 ^a	0,0545	ns
Silte (%)	43,6 \pm 7,17 ^a	26,4 \pm 5,87 ^b	27,4 \pm 4,52 ^b	68,746	***
Argila (%)	39,4 \pm 9,94 ^a	57,2 \pm 7,49 ^b	56,0 \pm 9,03 ^b	32,574	***

Em que: * = a 5% de significância; ** = 1% de significância; *** = 0,1% de significância no valor de Pr(>F). Onde análises de variância (ANOVA) indicaram diferenças significativas entre as nascentes, médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Tukey (q) ($P \leq 0,05$).

Foram encontradas diferenças significativas para todas as variáveis entre as nascentes, com exceção da variável textural (% de areia). Esses resultados denotam uma grande heterogeneidade das variáveis ambientais entre as três nascentes, mesmo que a localização das mesmas seja num único fragmento.

A primeira Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi executada com a matriz de abundância das 30 espécies que apresentaram mais de 10 indivíduos na FOMS e a matriz das variáveis ambientais (edáficas e topográficas). Em seguida, foram gradativamente eliminadas as variáveis ambientais redundantes ou que apresentaram correlações inferiores a 0,5 em pelo menos um dos eixos. Finalmente, a CCA foi analisada com cinco variáveis ambientais (edáficas): umidade so solo, pH, fósforo (P), potássio (K) e saturação por bases – V% (Tabela 3).

Os autovalores da CCA para os dois primeiros eixos de ordenação foram baixos, 0,147 (eixo 1) e 0,121 (eixo 2), indicando a existência de gradientes curtos, ou seja, a maioria das espécies se distribui por todo o gradiente. O que ocorre com algumas espécies é uma grande variação na abundância (Figuras 1 e 2), que faz com que estas se concentrem mais em alguns grupos de parcelas. Os dois primeiros eixos explicam apenas 8,9% (eixo 1) e 7,3% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 16,2%), o que indica muito “ruído” ou variância remanescente não explicada (TER BRAAK, 1987), a qual pode estar associada a variáveis ambientais não contempladas neste estudo. Ainda assim, a significância das relações espécie-ambiente não foi prejudicada, pois a CCA apresentou altas correlações espécie-ambiente nos dois primeiros eixos: 0,866 (eixo 1) e 0,783 (eixo 2). Além disso, o teste de permutação de Monte Carlo indicou que as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram significativamente correlacionadas ($P = 0,01$). As variáveis ambientais edáficas de maior correlação com o primeiro eixo foram, em ordem decrescente, pH, saturação por bases (V%) e umidade do solo, com o segundo eixo, os teores de potássio (K) e fósforo (P) (Tabela 3).

A ordenação das parcelas no primeiro eixo sugere um gradiente de fertilidade, no qual, na direita, se concentram as parcelas da nascente um (N1), com predominância de solos com maior pH e saturação por bases mais elevada, originando conseqüentemente solos mais férteis, e na parte superior à esquerda, predominam as parcelas da nascente dois (N2), com solos mais ácidos e maior concentração de umidade e K. Já na parte inferior esquerda desta figura, os solos são mais ácidos, úmidos e com maior teor de P; nessa parte do diagrama localizam-se as parcelas da nascente três (N3) (Figura 1).

A ordenação das espécies pela CCA (Figura 2) é interpretada e discutida juntamente com a Análise de Espécies Indicadoras - ISA (Tabela 4), pois são análises complementares.

No grupo de espécies à direita do diagrama, estão localizadas as espécies com indicação (ISA) para nascente um (N1). Nesse grupo, predominam espécies do estrato médio e algumas do estrato superior: *Allophylus guaraniticus*, *Nectandra megapotamica*, *Sebastiania commersoniana*, *Cupania vernalis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Styrax leprosus*, *Lonchocarpus nitidus* e *Endlicheria paniculata*. Esse grupo de espécies é indicador de solos com pH mais elevado e com maior saturação por bases.

Tabela 3 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 78 parcelas, 30 espécies e cinco variáveis edáficas nas três nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008. Correlações internas “*intraset*” e entre os conjuntos de dados “*interaset*” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações > 0,5 são salientadas em negrito.

Variáveis edáficas	Correlação “ <i>intraset</i> ”		Correlação “ <i>interaset</i> ”		Variáveis edáficas			
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	U	pH	P	K
U	-0,750	-0,081	-0,649	-0,063	-			
pH	0,930	0,118	0,805	0,092	-0,697	-		
P	-0,443	-0,659	-0,383	-0,516	0,413	-0,258	-	
K	0,159	0,669	0,137	0,524	-0,314	0,450	-0,195	-
V%	0,842	0,375	0,729	0,294	-0,670	0,930	-0,335	0,604

Onde: U = umidade do solo; P = fósforo; K = potássio; V% = saturação por bases.

Para a nascente dois (N2), com solos mais ácidos e também com teores de potássio (K) e umidade do solo mais elevada em relação à nascente um (N1), foram indicadas principalmente espécies do estrato inferior: *Dicksonia sellowiana*, *Coussarea contracta*, *Alsophila setosa*, *Seguiera aculeata* e *Ocotea puberula*. As espécies indicadas para a nascente três (N3) estão divididas entre as de estratos médios e superiores: *Casearia decandra*, *Ilex brevicuspis*, *Lamanonia ternata*, *Myrcia bombycina*, *Nectandra grandiflora*, *Cedrela fissilis* e *Ocotea porosa*. Essas espécies ocorreram nos solos mais ácidos e úmidos e com maior teor de fósforo. Para muitas espécies, o fator umidade pode ser determinante para o seu desenvolvimento (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000; SOUZA, 2001).

Como espécies generalistas, ou seja, que não foram indicativas de nenhuma nascente - são as que ocorrem em todos os ambientes, normalmente sem preferência edáfica - predominaram espécies do estrato médio, em função de suas alturas máximas: *Myrsine umbellata*, *Banara tomentosa*, *Dalbergia frutescens*, *Capsicodendron dinisii*, *Allophylus*

edulis, *Ilex paraguariensis*, *Sloanea monosperma*, *Sapium glandulosum*, *Acacia tucumanensis* e *Myrceugenia myrcioides*. Esse grupo tende a se localizar mais ao centro do diagrama de ordenação das espécies pela CCA.

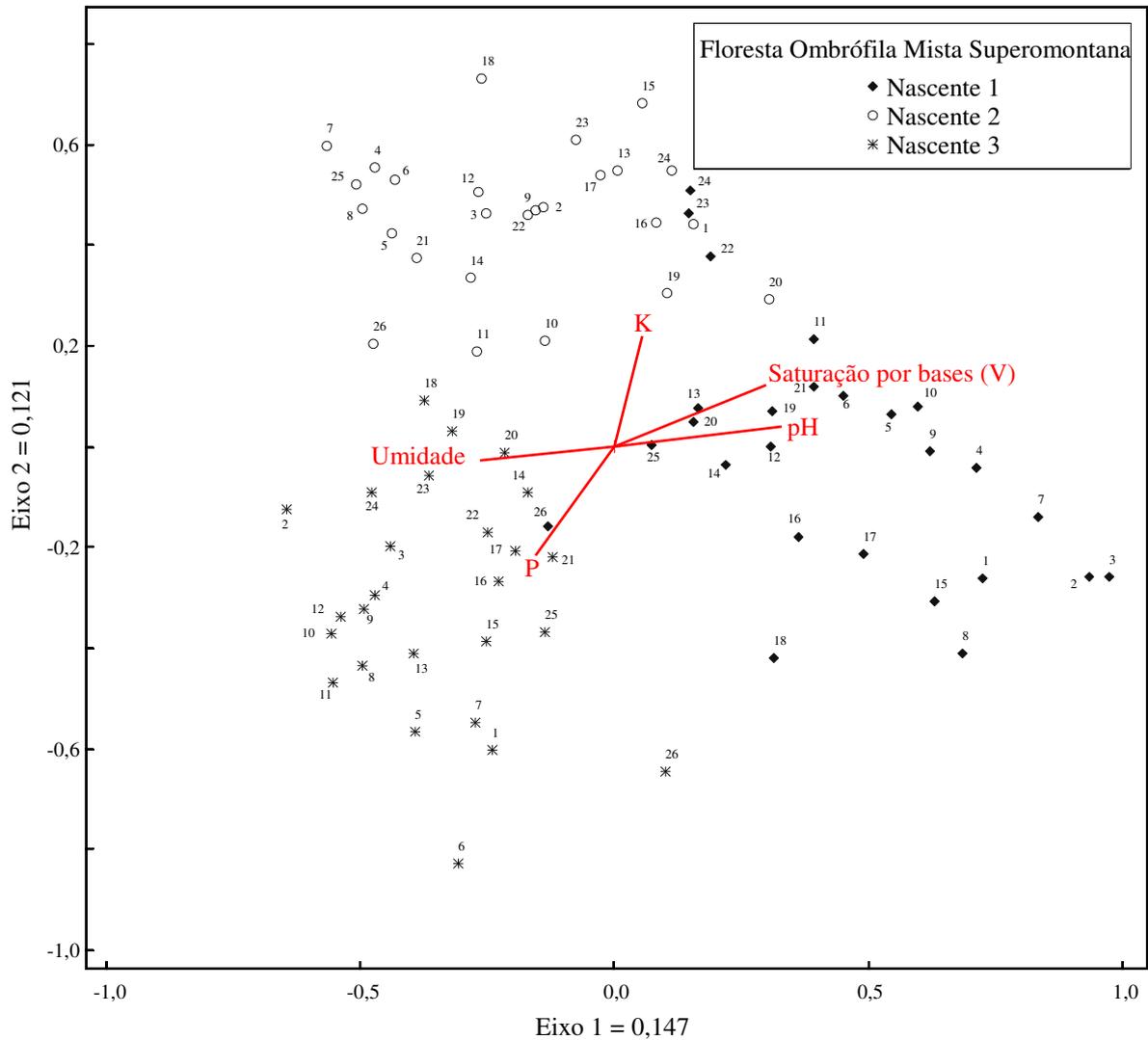


Figura 1 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 78 parcelas de três nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), correlacionadas com variáveis ambientais (vetores). Ponte Serrada, SC, 2008. Onde: P = fósforo; K = potássio.

Embora tenha aparecido no grupo das espécies generalistas, a *Ilex paraguariensis* normalmente surge com maiores densidades em locais com solos com baixo pH, altos teores de alumínio e baixa fertilidade natural (DA CROCE e FLOSS, 1999; CARVALHO, 2003). Um bom indicativo dessa preferência é que, ao ser feito um plantio dessa espécie em solos corrigidos, com pH superior a 5,5, ocorre um desenvolvimento lento até que o pH volte a

diminuir. Numa situação semelhante à *Ilex paraguariensis*, a *Dicksonia sellowiana*, além de preferir solos mais ácidos e altos teores de alumínio, tem ainda preferência por solos mais úmidos (Figura 2).

Em contraste à *Ilex paraguariensis*, a presença de *Nectandra megapotamica* é indicativa de solos mais férteis, como ocorre na nascente um (N1), normalmente com alta saturação de bases, o que está relacionado a solos com pH mais elevado e baixo teor de alumínio. Botrel et al. (2002) encontraram situação semelhante para essa espécie em Floresta Estacional Semidecidual em Ingaí, MG.

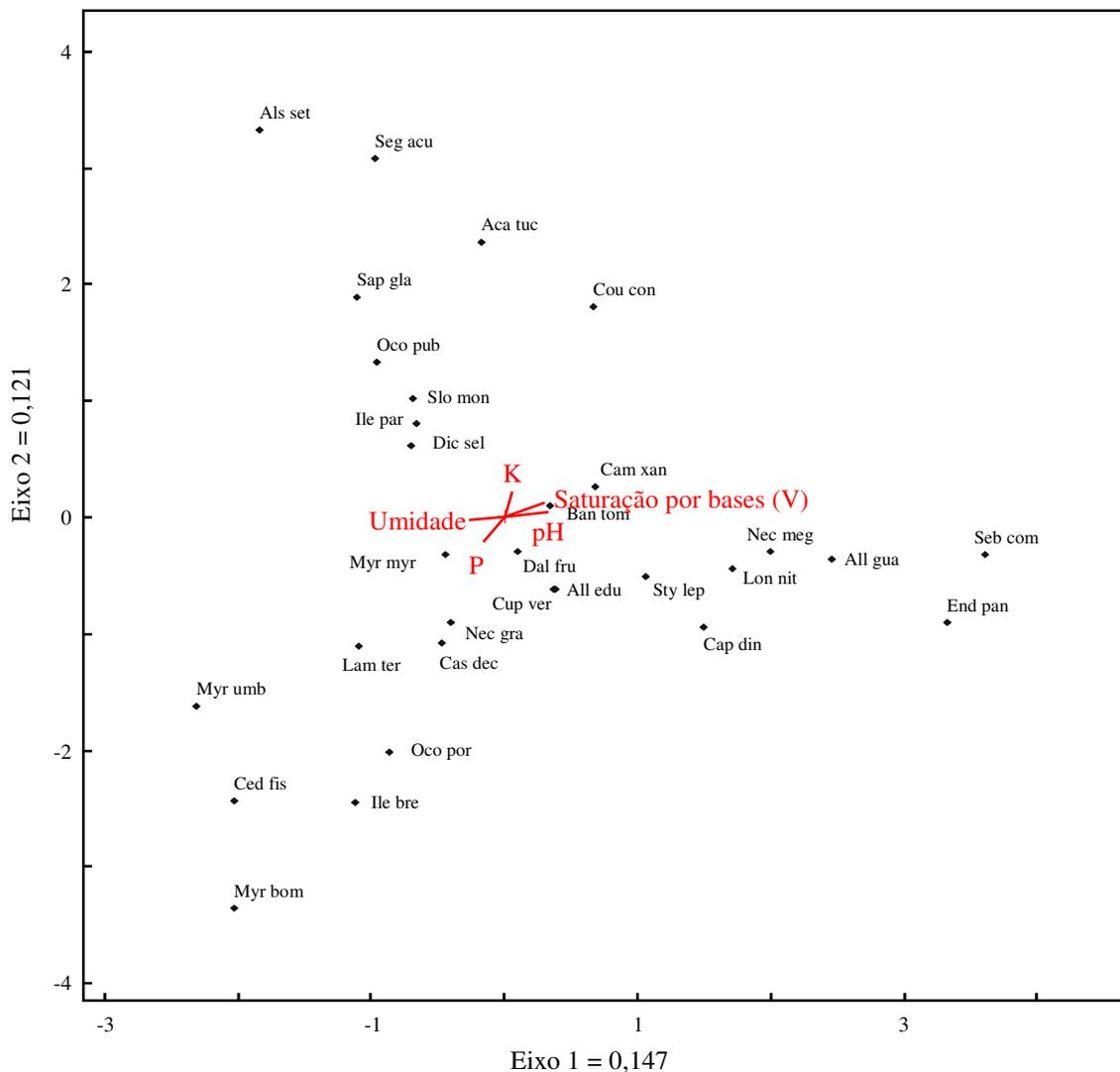


Figura 2 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos as 30 espécies com mais de 10 indivíduos de três nascentes da Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), correlacionadas com variáveis edáficas (vetores). Ponte Serrada, SC, 2008. Onde: P = fósforo; K = potássio. O significado das abreviaturas das espécies está na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise de espécies indicadoras (ISA) e generalistas, espécies com mais de 10 indivíduos, realizada em três nascentes (1,56 ha) na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008.

Indicação de espécies por nascente	NCA	VIO	VIE			N1	N2	N3
			Média	s	p			
Nascente um								
<i>Allophylus guaraniticus</i>	All gua	77,2	20,0	4,56	***	184	3	33
<i>Nectandra megapotamica</i>	Nec meg	43,1	14,3	4,00	***	20	2	3
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Seb com	38,5	9,6	3,72	***	19	0	0
<i>Cupania vernalis</i>	Cup ver	50,1	29,4	3,86	***	86	13	53
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Cam xan	49,8	26,4	4,71	***	68	19	18
<i>Styrax leprosus</i>	Sty lep	40,6	19,1	4,28	**	31	5	11
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	Lon nit	30,6	10,9	3,97	**	23	2	1
<i>Endlicheria paniculata</i>	End pan	25,6	9,4	3,56	**	10	0	2
Nascente dois								
<i>Dicksonia sellowiana</i>	Dic sel	44,3	36,3	1,98	***	179	478	422
<i>Coussarea contracta</i>	Cou con	44,1	27,1	4,25	***	74	76	10
<i>Alsophila setosa</i>	Als set	19,2	6,4	2,99	***	0	15	0
<i>Seguiera aculeata</i>	Seg acu	20,8	7,6	3,36	**	0	9	1
<i>Ocotea puberula</i>	Oco pub	22,2	13,6	3,86	*	7	15	4
Nascente três								
<i>Casearia decandra</i>	Cas dec	51,0	22,7	4,31	***	19	8	53
<i>Ilex brevicuspis</i>	Ile bre	33,8	10,9	3,57	***	2	1	12
<i>Lamanonia ternata</i>	Lam ter	42,3	20,1	4,34	***	23	1	33
<i>Myrcia bombycina</i>	Myr bom	44,4	11,2	3,86	***	0	1	25
<i>Nectandra grandiflora</i>	Nec gra	61,8	32,6	3,87	***	66	22	158
<i>Cedrela fissilis</i>	Ced fis	25,3	8,2	3,37	***	1	0	16
<i>Ocotea porosa</i>	Oco por	32,1	11,2	3,85	**	2	1	15
Generalistas								
<i>Myrsine umbellata</i>	Myr umb	14,8	8,6	3,65	ns	1	2	10
<i>Banara tomentosa</i>	Ban tom	35,9	29,2	3,89	ns	58	21	39
<i>Dalbergia frutescens</i>	Dal fru	29,3	22,6	4,23	ns	34	11	22
<i>Capsicodendron dinisii</i>	Cap din	15,0	9,9	3,56	ns	10	2	6
<i>Allophylus edulis</i>	All edu	18,5	18,2	4,33	ns	18	9	18
<i>Ilex paraguariensis</i>	Ile par	37,3	30,0	3,89	ns	25	48	31
<i>Sloanea monosperma</i>	Slo mon	29,0	21,3	4,22	ns	17	24	10
<i>Sapium glandulosum</i>	Sap gla	16,4	10,4	3,55	ns	1	8	6
<i>Acacia tucumanensis</i>	Aca tuc	14,7	8,7	3,39	ns	4	7	0
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	Myr myr	26,9	22,5	4,21	ns	23	13	28

Onde: NCA = nome científico abreviado; VIO = valor indicador observado; VIE = valor indicador esperado; s = desvio padrão; P = significância; N1, N2 e N3 = densidade de indivíduos por espécie por nascente.

Sendo: ns (não significativo) P > 0,05; (*) P < 0,05; (**) P < 0,01; (***) P < 0,001.

2.3 Similaridade florística entre nascentes

As similaridades florísticas entre as três nascentes (N1, N2 e N3) determinadas pelo índice de Jaccard, bem como com pelo diagrama de Venn (Figura 3), tiveram os seguintes resultados, respectivamente: 0,57; 0,49 e 0,64, entre, N1xN2, N1xN3 e N2xN3. Esses resultados demonstram que as nascentes apresentam similaridades médias na composição florística.

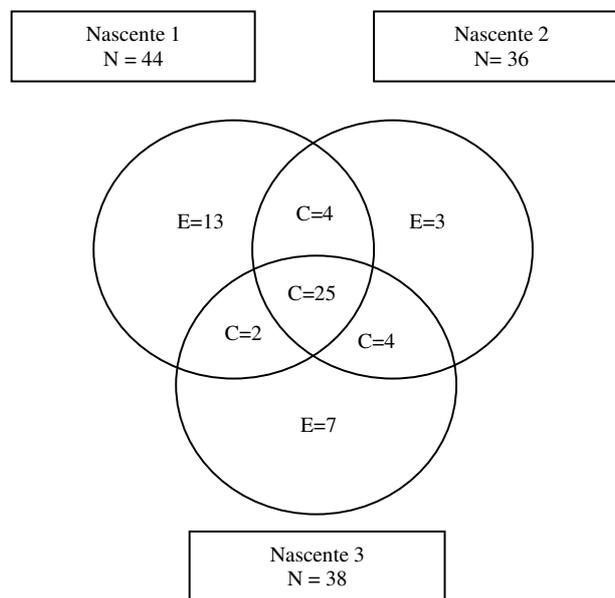


Figura 3 - Diagrama de Venn da composição florística por nascente na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), Ponte Serrada, SC, 2008. Mostrando: N = número de espécies em cada nascente; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as nascentes.

Diante disso, pode-se observar que a composição florística entre as nascentes um (N1) e três (N3), localizadas no mesmo fragmento florestal e, por isso, muito próximas geograficamente, possuem uma similaridade de apenas 49%, que é considerada baixa. Essa diferença, provavelmente, está relacionada à variação na fertilidade dos solos, pois a nascente um (N1) possui solos com maior saturação por bases (V%) e pH mais elevado. Por outro lado, as parcelas da nascente três (N3), com pH mais baixo, se localizam na outra extremidade do eixo um (Figura 1), possuem maior teor de fósforo e umidade. Essa alta sensibilidade da flora

a ambientes específicos é demonstrada pela Análise de Espécies Indicadoras - ISA (Tabela 4), que forma grupos de espécies indicadoras para cada nascente.

3 CONCLUSÕES

Com a realização do trabalho em nascentes na Floresta Ombrófila Mista Superomontana do Oeste catarinense, concluiu-se que:

- 1) As espécies designadas como generalistas, que se desenvolvem na maioria dos locais, são as mais indicadas para recomposição de nascentes, destacando-se, pela abundância, *Banara tomentosa*, *Dalbergia frutescens*, *Allophylus edulis*, *Ilex paraguariensis*, *Sloanea monosperma* e *Myrceugenia myrcioides*;
- 2) as variáveis edáficas que mais influenciaram na distribuição das espécies arbóreo-arbustivas na FOMS foram: umidade, pH, fósforo, potássio e saturação por bases;
- 3) as espécies de interesse econômico madeireiro *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* e *Cedrela fissilis*, que normalmente, nessa formação fitogeográfica, são expressivas, ficaram com baixo Valor de Importância (VI%), ocasionado pela extração de madeira nos planos de manejo;
- 4) deve-se ter cuidado especial na recomendação de espécies para recomposição de nascentes, principalmente devido a alta sensibilidade de muitas espécies às variáveis edáficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, 2009.

BOTREL, T. et al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 195-213, jun. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução normativa MMA n. 6**, 23 set. 2008. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçada de extinção aquelas constantes do Anexo I e reconhece como espécies da flora brasileira com deficiência de dados aquelas constantes do Anexo II a esta Instrução. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 55 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2010.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Trad. da 3.ed. rev. aum. Madrid: Blume, 1979. 820 p.

CALHEIROS, R. de O. et al. **Preservação e recuperação das nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN, 2004. 53 p.

CARVALHO, P. E. R. Levantamento florístico da região de Irati - PR (1ª. aproximação). Curitiba, PR: Embrapa, Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul, 1980. 44 p. (Circular Técnica da Embrapa, 3).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras).

DA CROCE, D. M.; FLOSS, P. A. **Cultura da erva-mate em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999. 81 p. (Boletim Técnico, 100).

DUFRÊNE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, Washington, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

HIROTA, M. M. Monitoramento da cobertura da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. de. G. (Org.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005. p. 59-65.

IBDF. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Inventário nacional das florestas plantadas no Paraná e Santa Catarina**. Brasília: IBDF. 1984. 284 p.

KLAUBERG, C. et al. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 35-47, mar. 2010.

KLEIN, R. M. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In: REITZ, R. (Org.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

KUPPER, A. Recuperação vegetal com espécies nativas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 15, n. 58, p. 38-41, nov./dez. 1994.

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

MANTOVANI, M. **Caracterização de populações naturais de xaxim (*dicksonia sellowiana* (presl.) hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no Estado de Santa Catarina**. 2004. 105 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167 p. (Série Biologia - Monografia, 22).

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: multivariate analysis of ecological data**. Version 5.0. Oregon: PC-ORD, 2006. 40 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, G. H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974. 547 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. et al. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 67-85, jul. 1994.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Marburg, v. 32, n. 4b, p. 793-810, mar. 2000.

PALMER, M. W. **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em <http://ordination.okstate.edu>. Acesso em 19/04/2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

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

RONDON NETO, R. M. et al. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila mista, em Curitiba, PR – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 3-16. 2002a.

RONDON NETO, R. M. et al. Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS – Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 29-37, 2002b.

ROSA, J. **Reflorestamento permanente da mata ciliar**. São Paulo: RIPASA S. A. Celulose e Papel, Divisão de controle do meio ambiente, 1991. 13 p.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

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

SOUZA, J. S. **Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras, MG.** 2001. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

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

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation environment relationships by canonical correspondence analysis. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 69, n. 3, 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. (Org.). **Data analysis in community and landscape ecology.** Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 91-173.

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, 123 p.

CAPÍTULO III

ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES EM FLORESTA ESTACIONAL SUBMONTANA NO OESTE DE SANTA CATARINA

RESUMO

Foi realizado um levantamento da comunidade arbóreo-arbustiva e das variáveis ambientais de fragmentos no entorno de três nascentes na Floresta Estacional Submontana (FES), região Oeste do estado de Santa Catarina, com o objetivo de estudar as correlações da composição e distribuição das espécies com as variáveis ambientais (edáficas e topográficas). As três nascentes avaliadas estão localizadas em altitudes em torno de 400 m. Para cada nascente foram demarcadas 26 parcelas de 200 m² na forma de um transecto cruzado, com o ponto central na origem da nascente. Todos os indivíduos arbóreo-arbustivos com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) \geq 5,0 cm e variáveis edáficas e topográficas foram mensurados. As relações entre a abundância das espécies nas unidades amostrais e as variáveis edáficas e topográficas foram analisadas por meio da Análise de Correspondência Canônica (*Canonical Correspondence Analysis* - CCA). Com a mesma matriz de abundância de espécies também foi aplicada a Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis* - ISA). Foram registradas 35 famílias, 64 gêneros e 86 espécies. As famílias Sapindaceae, Fabaceae e Lauraceae apresentaram maior abundância de indivíduos. O autovalor para o primeiro eixo de ordenação da CCA foi alto (0,459), indicando a existência de gradientes mais longos, ocorrendo maior substituição de espécies na nascente três em relação às outras duas. Para o segundo eixo, o autovalor foi baixo (0,122), mostrando um gradiente mais curto e menor substituição de espécies entre as nascentes um e dois, predominando a variação na abundância das espécies. Concluiu-se que as variáveis ambientais edáficas que apresentaram maior contribuição na distribuição das espécies foram: alumínio, potássio, cálcio, magnésio e pH. Houve a formação de grupos específicos de espécies indicadoras para cada nascente, com o maior grupo para a nascente três, por apresentar maior número de espécies exclusivas. Para a recomposição das nascentes dessa formação florestal, recomendam-se as espécies tidas como generalistas, por apresentarem maior plasticidade às variáveis ambientais.

Palavras-chave: Rio Uruguai. Floresta Ciliar. Fragmentação. Mata Atlântica. Fitossociologia.

CHAPTER III

ARBOREAL-ARBUSTIVE SPECIES IN THE VICINITY OF WATER SPRINGS IN THE FLORESTA ESTACIONAL SUBMONTANA OF THE WESTERN PART OF THE SANTA CATARINA STATE IN BRAZIL

ABSTRACT

Data about the arboreal community and environmental variables were collected in the vicinity of three water springs in the **Floresta Estacional Submontana** in the western region of the Santa Catarina State in Brazil. The aim was to study the relationship between composition, distribution of species and environmental variables (edaphic and topographic). For each spring 26 plots of land of 200m² each were determined along two intercepting transects, with the central point on the origin of the spring, adding up to 15,600m² in all three springs. Every tree that presented a Diameter at Breast Height (DBH) higher than 5.0cm and the corresponding edaphic and topographic variables were measured and taken into account. The relations between the abundance of species in the sample plots and the environmental variables were established by means of Canonical Correspondence Analysis (CCA). The Indicator Species Analysis (ISA) was also applied to the same matrix of abundance of species. Thirty-five families, sixty-four genera and eighty-six species were registered. The families Sapindaceae, Fabaceae and Lauraceae presented the greatest abundance of individuals. The eigenvalue for the first axis of ordination of the CCA was high (0.459), indicating the existence of longer gradients, occurring a greater substitution of species on spring 3 in relation to the other two. For the second axis, the eigenvalue was low (0.122), indicating the existence of a shorter gradient and lesser substitution of species between springs 1 and 2, predominating the variation in the abundance of species. The conclusion is that the environmental variables that contributed the most to the distribution of species were: aluminum, potassium, calcium and magnesium levels and pH. Particular groups of indicator species were formed for each spring, the biggest being the group of spring 3 because of the higher number of specialist species. For the recovery of the water springs from this forest formation, the usage of generalist species is recommended since they adapt better to different environmental variables.

Keywords: Uruguay river. Ciliar forest. Forest fragmentation. Atlantic Forest. Phytosociology.

INTRODUÇÃO

A colonização do Oeste do estado de Santa Catarina, no início no século XX, ocorreu a partir do Rio Uruguai e de seus afluentes. Foram nessas áreas que os colonizadores encontraram ricas florestas e terras férteis para a agricultura. A intensa ocupação dessa região, concentrada em pequenas propriedades com mão-de-obra familiar, reduziu drasticamente sua cobertura florestal, inclusive a do entorno de nascentes - locais essenciais para recarga e manutenção da qualidade e quantidade de água no ambiente.

Aliado a isso, a maioria das propriedades possui muitas atividades em agropecuária com elevado consumo de água e potencial de poluição, como a suinocultura, a avicultura e a bovinocultura de leite. A demanda crescente e o alto consumo dificultam o abastecimento de água nas propriedades e sedes dos municípios dessa região, sobretudo nos períodos de baixa precipitação.

Denominada regionalmente de “floresta do vale do Rio Uruguai”, essa região está restrita a fragmentos em fase inicial de regeneração natural ou a florestas secundárias, com raríssimos e pequenos remanescentes de floresta primária, fundamentais para a preservação da diversidade e dos recursos hídricos.

Pertencente ao Bioma Mata Atlântica, a Floresta Estacional Submontana (FES) é assim denominada por ocorrer em áreas com altitude entre 200 e 500 m (VELOSO et al., 1991; OLIVEIRA-FILHO, 2009). Essa região se caracteriza por uma grande oscilação térmica entre as estações do ano, causando a queda das folhas (estacionalidade), principalmente das espécies emergentes no outono/inverno. Em vista disso, é denominada de seca fisiológica, ao contrário das florestas estacionais, que ocorrem em latitudes menores e apresentam estacionalidade causada por déficit hídrico (VELOSO e GÓES FILHO, 1982).

Uma característica marcante dessa formação fitogeográfica é determinada pelo dossel emergente por espécies caducifólias, destacando-se: *Parapiptadenia rigida*, *Luehea divaricata* e *Balfourodendron riedelianum*, entre outras com importância nesse grupo. Como espécies perenifólias mais importantes dessa fisionomia, no período desfavorável, destacam-se: *Nectandra megapotamica*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea puberula* e *Cordia americana* (LEITE e KLEIN, 1990).

A ausência de pesquisas sobre a composição florística e sua relação com variáveis ambientais, aliada à importância ecológica desses pequenos fragmentos no entorno de

nascentes, justifica a necessidade de trabalhos sobre levantamentos florísticos para ações de preservação da diversidade fitossociológica e recuperação desses corpos de água.

Para suprir essa lacuna, realizou-se o presente trabalho objetivando: a) conhecer a composição florística e fitossociológica no entorno de nascentes na Floresta Estacional Submontana (FES); b) relacionar a distribuição das espécies com as variáveis ambientais (edáficas e topográficas); c) verificar a existência de grupos de espécies preferenciais nas diferentes nascentes da FES; d) indicar espécies para recuperação de nascentes degradadas na Floresta Estacional Submontana (FES).

1 MATERIAL E MÉTODOS

O local do estudo, amostragem e coleta dos dados foram descritos no item de apresentação desta tese.

1.1 Análise dos dados

1.1.1 Estrutura horizontal

A caracterização da estrutura horizontal do entorno das nascentes da FES foi realizada com base nos parâmetros da estrutura horizontal das espécies. A composição florística foi avaliada a partir da lista de espécies, com os respectivos gêneros e famílias botânicas da comunidade arbórea, utilizando o sistema de classificação denominado Grupo para Filogenia das Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group - APG III, 2009).

Os parâmetros da estrutura horizontal estudados foram densidade, dominância e frequência absoluta e o valor de importância das espécies.

A densidade absoluta ($DA = n_i/ha$) foi obtida pela contagem do número de indivíduos amostrados de uma determinada espécie (n_i) na área amostral, extrapoladas para uma área de um hectare (1 ha). A dominância absoluta ($DoA = \Sigma g/ha$) foi obtida pela soma das áreas

seccionais (áreas basais) dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie na área amostral, também extrapoladas em ha.

A frequência absoluta (FA) é definida como a probabilidade de se amostrar determinada espécie numa unidade de amostragem (KUPPER, 1994). Expressa a percentagem de parcelas em que cada espécie ocorre.

O valor de importância (VI%) é a combinação dos valores relativos de cada espécie, ou seja, o valor que cada uma representa dentro da comunidade vegetal (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; BRAUN-BLANQUET, 1979; MATTEUCCI e COLMA, 1982).

$$VI\% = (DR + DoR + FR)/3$$

Em que:

VI% = valor de importância percentual;

DR = densidade relativa;

DoR = dominância relativa;

FR = frequência relativa.

1.1.2 Análise multivariada

Para verificar as correlações entre a distribuição das espécies e as variáveis ambientais (edáficas e topográficas), foi utilizada a técnica denominada Análise de Correspondência Canônica (CCA - *Canonical Correspondence Analysis*), desenvolvida e divulgada por Ter Braak (1986; 1995). Essa análise é uma das mais indicadas quando o objetivo é estudar relações mais detalhadas das variáveis ambientais com a abundância das espécies. Para analisar uma CCA são necessárias duas matrizes, uma com os dados da abundância das espécies e a outra com as variáveis ambientais. A matriz de abundância das espécies constituiu-se dos valores do número de indivíduos por parcela das espécies que apresentaram 10 ou mais indivíduos no conjunto das 78 parcelas (26 parcelas por nascente). Com isso, a matriz de abundância ficou com 40 espécies para realizar a CCA.

A mesma matriz de abundância utilizada na CCA também foi aplicada à Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis* - ISA). Esse método combina a abundância

de cada espécie a certo grupo de unidades amostrais, bem como a fidelidade da ocorrência dessa espécie a este mesmo grupo. Um Valor Indicador Observado (VIO) é gerado para cada espécie, e a significância da diferença de um valor gerado pelo acaso é determinada pelo teste de permutação de Monte Carlo com 5.000 randomizações. Com isso, uma espécie só é considerada indicadora para uma nascente quando apresenta o maior VIO e quando o resultado do teste de Monte Carlo é significativo. O Valor de Indicação varia de zero (nenhuma indicação) a 100 (indicação perfeita) para cada grupo que, no caso deste estudo, são as nascentes (DUFRENE e LEGENDRE, 1997).

A segunda matriz foi constituída de 18 variáveis ambientais (edáficas e topográficas): pH, P, K, MO, Al, Ca, Mg, H+Al, CTC, soma de bases, saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), Ca/Mg, Ca/K, Mg/K, umidade, declividade e drenagem. Complementando a análise multivariada, foram verificadas as diferenças das variáveis edáficas e topográficas entre as nascentes mediante a estatística clássica. Foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) seguida por teste de médias de Tukey (q), com nível de significância de 95 %, processada pelo programa estatístico R 2.10 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

Normalmente, as técnicas de ordenação necessitam da transformação e/ou padronização dos dados para evitar o efeito de arco ou “ferradura”. Com isso, para compensar os desvios causados por algumas parcelas com elevado número de indivíduos, os valores de abundância das espécies foram logaritmizados para realizar a Análise de Correspondência Canônica - CCA (TER BRAAK, 1995). Quando necessário, os dados das variáveis ambientais (edáficas e topográficas) também foram logaritmizados. As análises da CCA e ISA foram processadas pelo programa *Pc-Ord for Windows* versão 5.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2006).

Foram realizadas CCA's preliminares com todas as variáveis ambientais. Posteriormente, foram eliminadas gradativamente as variáveis redundantes e/ou variáveis que apresentaram correlações inferiores a 0,5 em pelo menos um dos eixos (PALMER, 2005).

1.1.3 Similaridade florística

Para estudar a similaridade florística entre as nascentes foi construída uma matriz binária de presença e ausência de todas as espécies nas parcelas. A partir dessa matriz foi calculado o Índice de Similaridade de Jaccard (Ij). Esse índice varia de 0 a 1 e, quanto mais

próximo de 1, maior a similaridade florística (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

$$I_j = \frac{C}{A + B - C}$$

Em que:

I_j = índice de similaridade de Jaccard;

A = número de espécies presentes no local A;

B = número de espécies presentes no local B;

C = número de espécies presentes em ambos os locais (A e B).

Além disso, foi utilizado o Diagrama de Venn como forma ilustrativa para demonstrar as similaridades.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Composição florística

Nas três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), foi avaliada uma área de 1,56 hectares, compreendendo 78 parcelas de 200 m², sendo encontradas 86 espécies, 64 gêneros e 35 famílias. As famílias que apresentaram maior riqueza florística foram: Fabaceae, com 14 espécies; Myrtaceae, com 9; Meliaceae e Sapindaceae, com 5 cada; Euphorbiaceae, Lauraceae e Rutaceae com 4. As famílias Sapindaceae, Fabaceae e Lauraceae apresentaram maior abundância de indivíduos (Tabela 1). Do total de 35 famílias, 19 (54,29%) apresentaram apenas uma espécie. À grande representatividade da família Fabaceae, com maior número de espécies emergentes caducifólias, é atribuída a denominação Floresta Estacional “Decidual” (LEITE, 2002).

Tabela 1 – Parâmetros fitossociológicos (por hectare) das espécies, de um conjunto de 78 parcelas de três nascentes avaliadas na Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009.

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	Hm
Adoxaceae						
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltldl.	Sabugueiro	1,28	0,0193	2,56	0,12	10
Anacardiaceae						
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	1,28	0,0396	1,28	0,11	18
Annonaceae						
<i>Annona rugulosa</i> (Schltldl.) H.Rainer	Ariticum	7,05	0,0512	11,54	0,52	16
Apocynaceae						
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> DC.	Forquilha	26,92	0,4595	17,95	1,59	24
Aquifoliaceae						
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna	0,64	0,0149	1,28	0,06	24
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Congonha	0,64	0,0640	1,28	0,12	25
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	0,64	0,0049	1,28	0,05	9
Araliaceae						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Caixeta	0,64	0,0216	1,28	0,07	24
Araucariaceae						
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	8,33	0,6241	12,82	1,20	30
Arecaceae						
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro	12,82	0,4011	19,23	1,23	20
Asteraceae						
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Agulheiro	3,85	0,0461	6,41	0,31	13
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	Vassourão-branco	0,64	0,0143	1,28	0,06	12
Bignoniaceae						
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	1,28	0,0125	2,56	0,11	16
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Carobinha	1,28	0,0286	2,56	0,13	18
Boraginaceae						
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.E.Mill.	Guajuvira	88,46	2,4617	61,54	6,31	35
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	1,92	0,0333	3,85	0,18	30
Cannabaceae						
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Esporão-de-galo	63,46	0,5325	60,26	3,63	29
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Grandiúva	1,28	0,0112	2,56	0,11	14
Celastraceae						
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	Espinheira-santa	1,28	0,0037	2,56	0,10	7
Cyatheaceae						
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	Xaxim-de-espinho	12,18	0,0848	5,13	0,51	8

Continua...

Tabela 1 - Continuação...

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	Hm
Erythroxylaceae						
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St. -Hil.	Cocão	0,64	0,0099	1,28	0,06	15
Euphorbiaceae						
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.	Tanheiro	5,13	0,2311	6,41	0,53	22
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	Laranjeira-do-mato	20,51	0,0868	21,79	1,14	10
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leiteiro	18,59	0,1802	25,64	1,30	22
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. & Dows	Branquilha	4,49	0,1521	6,41	0,44	18
Fabaceae						
<i>Acacia tucumanensis</i> Griseb.	Napindá	4,49	0,0183	6,41	0,29	19
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Angico-branco	3,85	0,0379	6,41	0,30	17
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Grápia	2,56	0,3014	3,85	0,48	30
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Timbó	0,64	0,0257	1,28	0,08	24
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de-vaca	2,56	0,0165	5,13	0,21	18
<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	Topete-de-cardeal	7,69	0,0263	10,26	0,48	8
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-mico	14,10	0,0672	20,51	0,94	30
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim	1,28	0,1715	1,28	0,25	28
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	2,56	0,0310	3,85	0,58	19
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Rabo-de-bugio	50,00	0,2583	28,21	2,18	23
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Jacarandá-branco	0,64	0,0029	1,28	0,05	7
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	41,03	0,5940	25,64	2,26	34
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	71,15	1,8894	55,13	5,13	34
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	0,64	0,1580	1,28	0,22	26
Lamiaceae						
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	49,36	0,9845	17,95	2,68	23
Lauraceae						
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela	13,46	0,8059	20,51	1,71	34
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	23,72	1,2684	28,21	2,65	32
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Canela	76,28	3,4827	53,85	6,92	28
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	25,00	0,4240	26,92	1,74	27
Loganiaceae						
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Espinho-cruzeiro	1,92	0,0325	3,85	0,18	15
Malvaceae						
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	98,72	3,0199	48,72	6,81	28
Meliaceae						
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cangerana	9,62	0,2696	12,82	0,85	26
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	15,38	1,0223	24,36	2,09	33

Continua...

Tabela 1 - Continuação...

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	Hm
Meliaceae						
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Catiguá-morcego	5,13	0,0178	7,69	0,34	7
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Catiguá	2,56	0,0078	3,85	0,17	8
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Pau-de-ervilha	1,92	0,1017	3,85	0,25	27
Moraceae						
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Figueira	1,92	0,3786	3,85	0,55	25
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	Tajuba	0,64	0,0040	1,28	0,05	13
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Cincho	3,21	0,0201	5,13	0,23	10
Myrtaceae						
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	Sete-capotes	12,18	0,1002	10,26	0,66	14
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabiroba	28,21	0,6733	38,46	2,39	26
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	Guamirim (2)	0,64	0,0082	1,28	0,06	10
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira	1,92	0,0117	3,85	0,16	18
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia	0,64	0,0074	1,28	0,06	15
<i>Eugenia schuechiana</i> O.Berg	Guamirim	1,28	0,0085	2,56	0,11	9
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	18,59	0,1190	19,23	1,06	16
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	Aperta-guela	3,85	0,0375	3,85	0,23	12
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	Guabiju	3,21	0,0128	3,85	0,19	9
Phytolaccaceae						
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Umbu	1,92	0,3356	2,56	0,47	26
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	Espinho-de-porco	39,74	0,3075	34,62	2,16	20
Polygonaceae						
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmeleiro	23,08	0,2295	28,21	1,52	20
Primulaceae						
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	14,74	0,2547	17,95	1,09	22
Rhamnaceae						
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-do-japão	1,28	0,0539	1,28	0,12	25
Rutaceae						
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau-marfim	13,46	0,2219	20,51	1,09	24
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Jaborandi	26,28	0,1458	6,41	0,94	15
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	Teta-de-porca	2,56	0,0404	5,13	0,24	14
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	7,05	0,1423	8,97	0,55	27
Salicaceae						
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guaçatunga-preta	5,13	0,0604	7,69	0,39	13
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-branca	22,44	0,2714	37,18	1,79	23
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	78,21	0,9213	30,77	3,62	31

Continua...

Tabela 1 - Continuação...

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	Hm
Sapindaceae						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Chal-chal	86,54	0,7840	50,00	4,17	20
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Olho-de-pomba	12,82	0,0439	19,23	0,85	10
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	43,59	1,0706	44,87	3,34	29
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria-preta	16,67	0,3830	21,79	1,37	32
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	53,85	1,6648	32,05	3,88	24
Sapotaceae						
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Aguai	1,28	0,0077	2,56	0,11	17
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai-vermelho	29,49	0,4398	24,36	1,80	25
Simaroubaceae						
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	Pau-amargo	1,28	0,0112	2,56	0,11	10
Styracaceae						
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Carne-de-vaca	15,38	0,4425	16,67	1,27	28
Urticaceae						
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Urtigão	0,64	0,0086	1,28	0,06	5
Não identificada	Desconhecida	0,64	0,0209	1,28	0,07	14
Mortas	Mortas	43,59	1,2641	56,41	3,85	26
Total	Total	1429,49	31,1314	1273,08	100,00	

Onde: DA = Densidade Absoluta; DoA = Dominância Absoluta; FA = Frequência Absoluta; VI% = Valor de Importância (%); H m = Altura máxima em metros.

As espécies que apresentaram maior Valor de Importância (VI%) foram: *Ocotea indecora* (6,92), *Luehea divaricata* (6,81), *Cordia americana* (6,31), *Parapiptadenia rigida* (5,13), *Allophylus edulis* (4,17), *Matayba elaeagnoides* (3,88), *mortas* (3,85), *Celtis iguanaea* (3,63), *Casearia sylvestris* (3,62), *Cupania vernalis* (3,34) e *Vitex megapotamica* (2,68). Essas dez espécies, juntamente com as árvores mortas, somaram mais de 50% do VI%.

A densidade absoluta (DA) foi de 1387 árvores/ha com diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 5,0 cm, excluindo-se as árvores mortas. Das 85 espécies amostradas, 24 apresentaram apenas um ou dois indivíduos ($DA \leq 1,28$). Segundo Kageyama e Gandara (1993), espécies raras são aquelas que se apresentam com menos de um indivíduo por hectare. Apesar de apresentarem grande importância na biodiversidade das florestas, normalmente, elas acabam sendo deixadas de fora na recomposição de áreas degradadas. No entanto, quando essas espécies ocorrem em fragmentos próximos às áreas em recomposição, aos

poucos, podem ser disseminadas através dos dispersores e auxiliar na recuperação da área degradada.

O estrato de árvores com altura máxima superior a 25 m apresentou grande número de espécies com altas densidades, destacando-se: *Cordia americana*, com altura máxima de 35 m, *Parapiptadenia rigida* (34 m), *Casearia sylvestris* (31 m), *Celtis iguanaea* (29 m), *Luehea divaricata* (28 m) e *Ocotea indecora* (28 m).

Entre as árvores com altura máxima de 15 m a 25 m se destacaram: *Matayba elaeagnoides* (24 m), *Lonchocarpus nitidus* (23 m), *Vitex megapotamica* (23 m), *Allophylus edulis* (20 m) e *Seguiera aculeata* (20 m). No grupo das espécies do estrato inferior, altura menor que 15 m, a maioria das espécies apresentou baixa densidade absoluta. Algumas com densidade mais significativa foram: *Pilocarpus pennatifolius* (15 m), *Campomanesia guazumifolia* (14 m), *Gymnanthes concolor* (10 m) e *Allophylus guaraniticus* (10 m) (Tabela 1).

2.2 Análise das correlações espécie-ambiente

Na Tabela 2, são apresentadas as médias, desvio padrão e análise de variância das variáveis químicas e físicas do solo (amostras de 0 – 20 cm de profundidade) e topográficas (declividade %), utilizando a média das 26 parcelas de cada nascente. Apenas quatro variáveis não apresentaram diferenças significativas entre as três nascentes: declividade (%), teores de matéria orgânica (%), relação Ca/Mg e a variável física (% de areia).

A matriz de abundância para Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi constituída de 40 espécies que apresentaram 10 ou mais indivíduos e 18 variáveis ambientais (edáficas e topográficas). Concluída a análise preliminar, foram eliminadas gradativamente as variáveis ambientais redundantes ou fracamente correlacionas – inferiores a 0,5 em pelo menos um dos eixos. Finalmente, a CCA foi realizada com cinco variáveis ambientais (edáficas): alumínio, potássio, cálcio, magnésio e pH (Tabela 3).

O autovalor para o primeiro eixo de ordenação da CCA foi alto (0,459), indicando a existência de gradientes mais longos, ocorrendo maior substituição de espécies na nascente três (N3) em relação às outras duas. Já o segundo eixo, com autovalor baixo (0,122), mostra um gradiente mais curto e menor substituição de espécies entre as nascentes um (N1) e dois (N2), predominando a variação na abundância das espécies (Figuras 1 e 2).

Tabela 2 - Variáveis químicas, físicas e topográficas dos solos em 78 amostras de solo superficial (0-20 cm de profundidade) coletadas nas parcelas para amostrar três nascentes de Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009. Os valores são médias \pm desvios padrão nas 26 parcelas de cada uma das três nascentes.

Variáveis	Nascentes			ANOVA	
	N1 (26)	N2 (26)	N3 (26)	F	P
Umidade (%)	41.0 \pm 8.02 ^a	35.7 \pm 4.51 ^b	35.9 \pm 7.27 ^b	5.14	**
pH (Água)	6.1 \pm 0.21 ^a	6.1 \pm 0.21 ^a	5.5 \pm 0.21 ^b	70.98	***
P (mg/dm ³)	6.6 \pm 4.61 ^a	3.3 \pm 0.97 ^b	7.0 \pm 3.38 ^a	9.469	***
K (mg/dm ³)	236.2 \pm 58.54 ^a	225.1 \pm 51.28 ^a	162.8 \pm 36.21 ^b	16.6	***
MO % (m/v)	4.4 \pm 1.22 ^a	3.9 \pm 0.84 ^a	4.0 \pm 0.73 ^a	1.786	ns
Al (cmolc/dm ³)	0.0 \pm 0.11 ^a	0.1 \pm 0.19 ^a	1.0 \pm 0.57 ^b	66.16	***
Ca (cmolc/dm ³)	10.3 \pm 2.96 ^a	8.6 \pm 2.20 ^b	4.5 \pm 1.78 ^c	41.05	***
Mg (cmolc/dm ³)	2.6 \pm 0.65 ^a	2.2 \pm 0.59 ^b	1.3 \pm 0.47 ^c	40.43	***
H+Al (cmolc/dm ³)	4.1 \pm 1.03 ^a	4.0 \pm 1.06 ^a	8.0 \pm 1.93 ^b	70.09	***
CTC (cmolc/dm ³)	17.6 \pm 2.96 ^a	15.4 \pm 2.92 ^b	14.2 \pm 2.06 ^b	10.81	***
Saturação por bases (%)	75.9 \pm 8.50 ^a	73.8 \pm 6.73 ^a	43.2 \pm 12.65 ^b	94.16	***
Saturação por Al (%)	0.4 \pm 1.29 ^a	0.8 \pm 1.78 ^a	16.7 \pm 12.26 ^b	43.48	***
Ca/Mg	3.9 \pm 0.69 ^a	3.9 \pm 0.91 ^a	3.6 \pm 0.84 ^a	0.913	ns
Ca/K	18.2 \pm 8.56 ^a	15.8 \pm 5.41 ^a	11.0 \pm 4.14 ^b	8.773	***
Mg/K	4.6 \pm 1.80 ^a	4.1 \pm 1.48 ^a	3.1 \pm 1.28 ^b	6.823	**
Declividade (%)	15.2 \pm 9.44 ^a	22.3 \pm 14.10 ^a	20.6 \pm 11.47 ^a	2.575	ns
Areia (%)	16.6 \pm 8.51 ^a	13.1 \pm 8.57 ^a	10.2 \pm 2.85 ^a	2.013	ns
Silte (%)	32.9 \pm 8.36 ^a	32.3 \pm 5.63 ^b	38.7 \pm 8.84 ^{ab}	8.503	***
Argila (%)	50.5 \pm 6.48 ^a	54.6 \pm 10.00 ^b	51.1 \pm 9.53 ^c	43.14	***

Em que: * = a 5% de significância; ** = 1% de significância; *** = 0,1% de significância no valor de Pr(>F). Onde análises de variância (ANOVA) indicaram diferenças significativas entre as nascentes, médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Tukey (q) ($P \leq 0,05$).

Os dois primeiros eixos explicam apenas 9,9% (eixo 1) e 3,3% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 13,1%), indicativo de “ruído” ou variância remanescente não explicada. De acordo com Ter Braak (1987), esse resultado é normal em dados de vegetação e não compromete as análises das relações espécie-ambiente, pois a CCA apresentou altas correlações espécie-ambiente nos dois primeiros eixos: 0,887 (eixo 1) e 0,687 (eixo 2). Além disso, o teste de permutação de Monte Carlo indicou que as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram significativamente correlacionadas ($P = 0,01$). O primeiro eixo correlacionou-se com maior intensidade com cinco variáveis edáficas selecionadas na CCA (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 78 parcelas, 40 espécies e cinco variáveis ambientais (edáficas) nas três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), em Saudades e Guatambu, SC, 2009. Correlações internas “*intraset*” e entre os conjuntos de dados “*interaset*” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações > 0,5 são salientadas em negrito.

Variáveis edáficas	Correlação “ <i>intraset</i> ”		Correlação “ <i>interaset</i> ”		Variáveis edáficas			
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	pH	K	Al	Ca
pH	-0,909	-0,291	-0,807	-0,200	-			
K	-0,587	-0,351	-0,520	-0,241	0,615	-		
Al	0,945	0,217	0,838	0,149	-0,847	-0,547	-	
Ca	-0,886	0,361	-0,786	0,248	0,694	0,422	-0,733	-
Mg	-0,901	0,366	-0,799	0,251	0,692	0,461	-0,712	0,882

Onde: K = potássio; Al = alumínio; Ca = cálcio; Mg = Magnésio.

A ordenação das parcelas no primeiro eixo sugere um gradiente com predomínio das parcelas de maior fertilidade devido ao pH mais elevado e a maiores teores de cálcio, magnésio e potássio na esquerda do diagrama, onde ocorrem a maioria das parcelas das nascentes um e dois (N1 e N2). Em trabalho realizado em áreas ribeirinhas no Parque Estadual do Turvo, vale do Rio Uruguai, por Giehl e Jarenkow (2008), também foram encontradas variáveis ambientais que influenciaram a distribuição das espécies, entre elas acidez potencial (H+Al), matéria orgânica, cota, teores de fósforo e inundações. Sollins (1998) observou que a toxicidade por alumínio teve alta correlação com a distribuição das espécies em florestas tropicais.

Pela visualização gráfica das espécies na Análise de Correspondência Canônica (CCA - *Canonical Correspondence Analysis*) (Figura 2), confirmadas estatisticamente através da Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis* – ISA (Tabela 4), foram incluídas as seguintes espécies indicadoras para a nascente um (N1): *Allophylus edulis*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Lonchocarpus nitidus*, *Matayba elaeagnoides*, *Vitex megapotamica*, *Parapiptadenia rigida*, *Ruprechtia laxiflora*, *Seguieria aculeata* e *Cupania vernalis*. Para a

nascente dois (N2), as seguintes espécies foram indicadoras: *Luehea divaricata*, *Ocotea indecora*, *Ocotea puberula*, *Calliandra tweediei*, *Sapium glandulosum*, *Syagrus romanzoffiana* e *Nectandra lanceolata*. A maior parte das parcelas das nascentes um e dois, onde se localizam estas espécies, apresenta teores mais elevados de Ca, Mg e K, além disso, possui pH mais alto. Embora essas nascentes (N1 e N2) estejam situadas muito próximas umas das outras (cerca de 4 km) e apresentem grande semelhança ambiental, elas possuem grupos distintos de espécies indicadoras, o que pode estar relacionado ao efeito de intervenções anteriores, devido aos diferentes graus de conservação (Tabela 4).

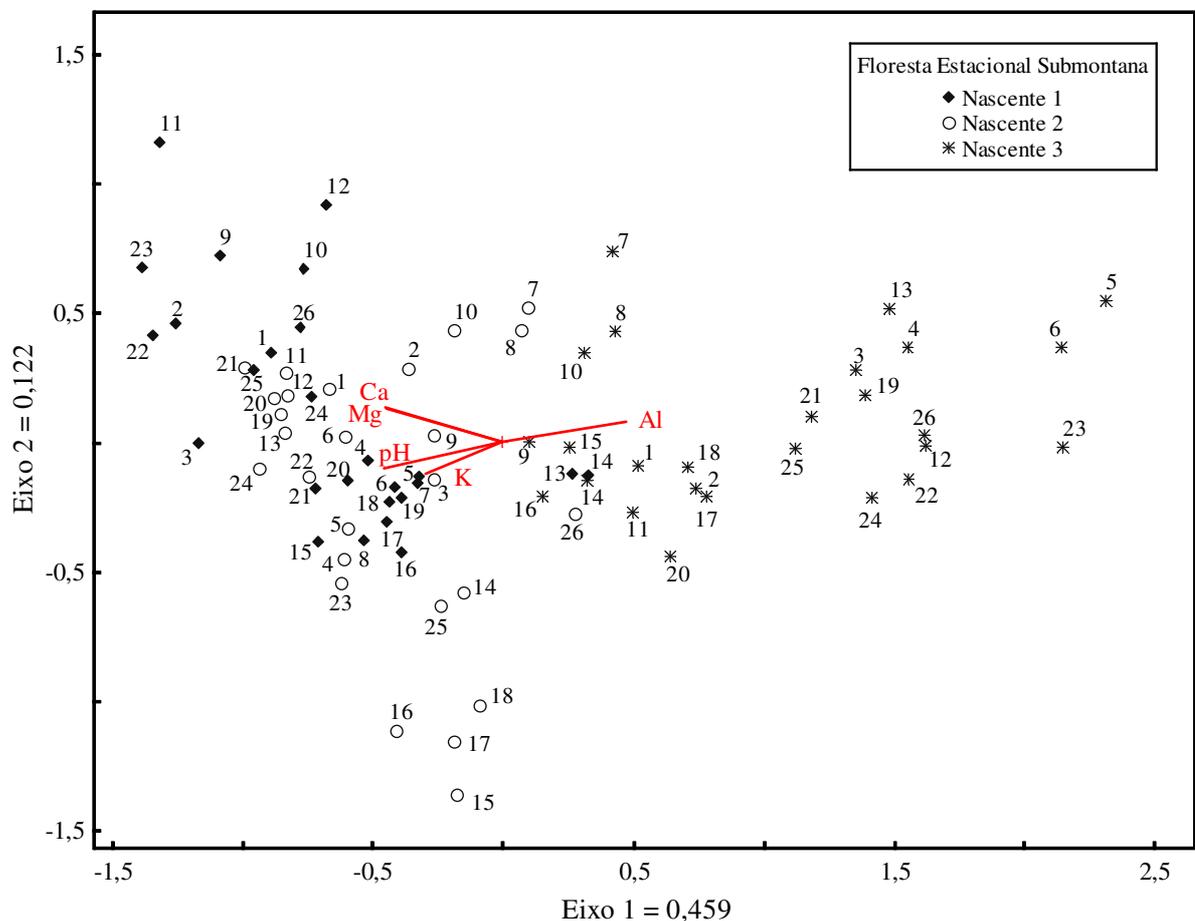


Figura 1 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 78 parcelas de três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores), Saudades e Guatambu, SC, 2009.

A nascente três (N3), situada a aproximadamente 40 km de distância das outras duas, possui a maior parte das parcelas localizada em solos com maior teor de alumínio. Essa nascente foi a que apresentou o maior número de espécies indicadoras pela ISA, a seguir

relacionadas: *Cabralea canjerana*, *Casearia sylvestris*, *Chrysophyllum marginatum*, *Cordia americana*, *Eugenia uniflora*, *Gymnanthes concolor*, *Tabernaemontana catharinensis*, *Styrax leprosus*, *Myrsine umbellata*, *Myrocarpus frondosus*, *Balfourodendron riedelianum*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Alsophila setosa* e *Casearia decandra*. O grande número de espécies indicadoras para essa nascente se deve, em parte, à grande abundância de espécies exclusivas deste local ou que tiveram densidade bem maior que nas outras duas nascentes.

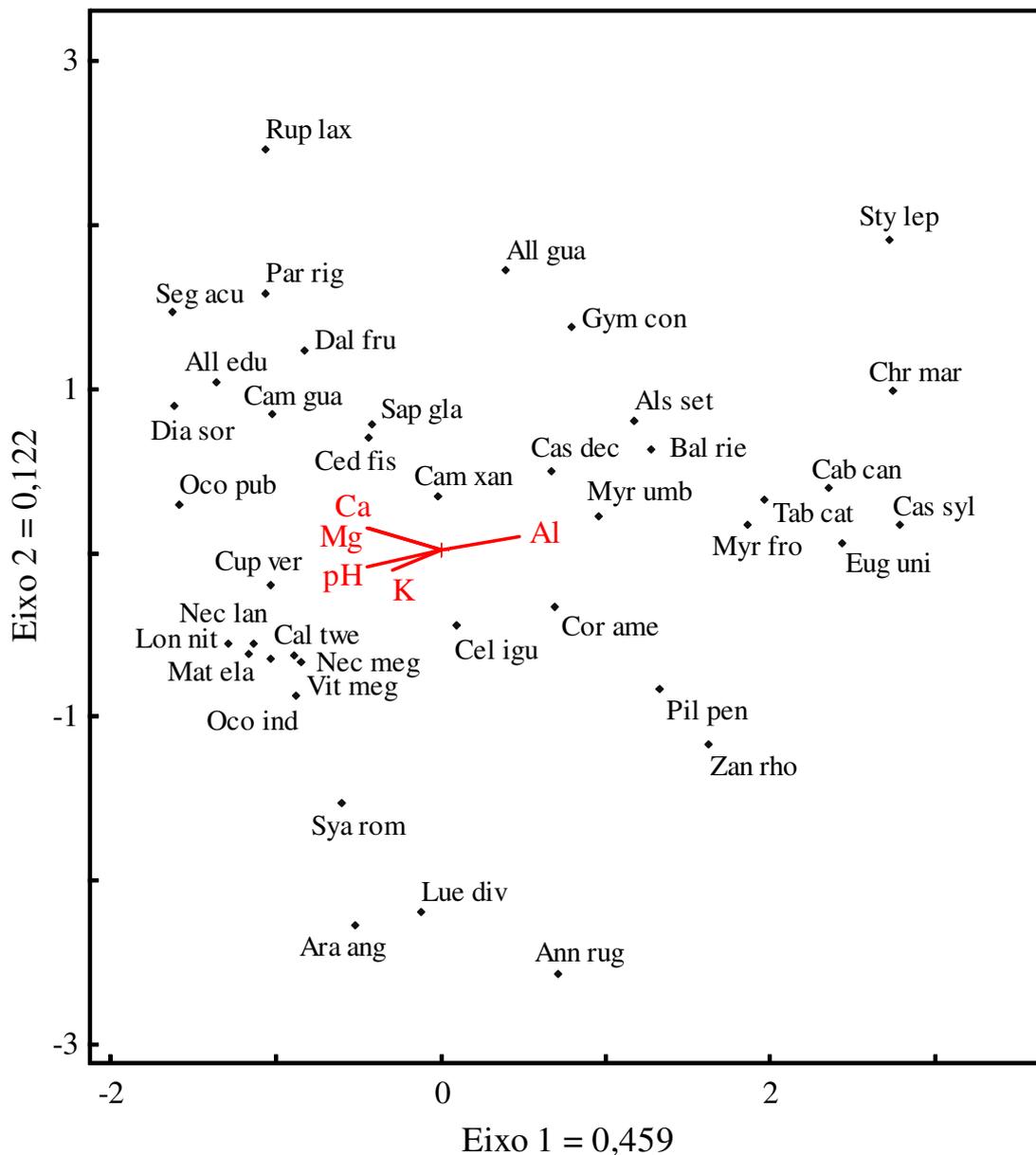


Figura 2 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 40 espécies com mais de 10 indivíduos nas três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores), Saudades e Guatambu, SC, 2009. O significado das abreviaturas das espécies está na Tabela 4.

No grupo das espécies generalistas, determinado através da Análise das Espécies Indicadoras (ISA), normalmente aparecem as espécies com menor preferência por ambientes específicos ou que toleram mais as variações ambientais. São espécies que nunca se localizam nas extremidades da CCA, tendendo sempre a se aproximar do centro do diagrama. Nesse grupo indicado na CCA e confirmado na ISA estão relacionadas: *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Nectandra megapotamica*, *Campomanesia guazumifolia*, *Cedrela fissilis*, *Annona rugulosa*, *Dalbergia frutescens*, *Celtis iguanaea*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Allophylus guaraniticus*.

A este grupo de espécies generalistas da Floresta Estacional Submontana (FES) podem ser incluídas ainda algumas espécies já listadas como indicadoras nas três nascentes, pois, de acordo com Oliveira-Filho e Fontes (2000) e com consultas ao banco de dados da Flora Arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical (TREEATLAN), essas espécies apresentam características de distribuição mais generalizada. Com isso, podem ser incluídas as seguintes espécies ao grupo das generalistas: *Matayba elaeagnoides*, *Celtis iguanaea*, *Luehea divaricata*, *Casearia sylvestris*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Alsophila setosa* e *Casearia decandra*.

Dentro de uma mesma formação fitogeográfica, a tendência é de o grupo das espécies generalistas ser maior que o das nascentes individualmente. Entretanto, na Floresta Estacional Submontana (FES), a nascente três foi a que obteve maior número de espécies indicadoras. Uma explicação para isso é o autovalor elevado no eixo um (0,459), ocorrendo maior substituição de espécies e conseqüente aumento do número de espécies exclusivas para este ambiente fragmentado, recortado e exposto à ação antrópica. Essa fragmentação do habitat também introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de populações naturais. Essas mudanças afetam de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica do ecossistema (VIANA e PINHEIRO, 1998).

A presença da *Araucaria angustifolia* na FES foi favorecida pela dispersão e regeneração, uma vez que a altitude das três nascentes dessa formação fitogeográfica está bem no limite altitudinal de ocorrência da araucária nessa região. Mesmo que os exemplares dessa espécie estejam concentrados na nascente um (N1) - com predominância de solos de maior fertilidade -, a araucária é considerada generalista, o que mostra a sua facilidade de desenvolvimento em diferentes ambientes. Embora a *Nectandra megapotamica* apareça no grupo das generalistas, a densidade de indivíduos nas nascentes um e dois (N1 e N2) é maior, pois estas apresentam solos mais férteis.

Tabela 4 - Análise de espécies indicadoras (ISA) e generalistas - espécies com mais de 10 indivíduos - realizada em três nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009.

Indicação de espécies por nascente	NCA	VIO	VIE			N1	N2	N3
			Média	s	p			
Nascente um								
<i>Allophylus edulis</i>	All Edu	57,7	23,7	4,41	***	92	35	8
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Dia sor	37,3	13,2	3,92	***	21	5	0
<i>Lonchocarpus nitidus</i>	Lon nit	51,0	16,9	4,96	***	69	9	0
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Mat ela	44,0	17,4	4,38	***	60	23	1
<i>Vitex megapotamica</i>	Vit Meg	34,5	12,1	4,22	***	69	8	0
<i>Parapiptadenia rígida</i>	Par rig	45,7	25,3	4,41	**	66	27	18
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Rup lax	36,1	16,2	4,58	**	26	2	8
<i>Seguiera aculeata</i>	Seg Açu	34,7	18,5	4,57	**	43	15	4
<i>Cupania vernalis</i>	Cup ver	34,6	21,7	4,26	*	36	26	6
Nascente dois								
<i>Luehea divaricata</i>	Lue div	66,1	25,9	5,77	***	3	126	25
<i>Ocotea indecora</i>	Oco ind	63,9	24,8	4,28	***	24	86	9
<i>Ocotea puberula</i>	Oco pub	26,0	15,4	4,26	*	17	22	0
<i>Calliandra tweediei</i>	Cal twe	17,3	8,2	3,34	*	3	9	0
<i>Sapium glandulosum</i>	Sap gla	23,3	14,6	3,92	*	8	16	5
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Sya rom	21,2	12,4	4,15	*	7	11	2
<i>Nectandra lanceolata</i>	Nec lan	21,4	12,6	3,84	*	7	13	1
Nascente três								
<i>Cabralea canjerana</i>	Cab can	38,5	9,4	3,56	***	0	0	15
<i>Casearia sylvestris</i>	Cas syl	92,3	16,9	4,34	***	0	0	122
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Chr mar	73,1	14,3	4,10	***	0	0	46
<i>Cordia americana</i>	Cor ame	50,8	27,7	4,42	***	33	29	76
<i>Eugenia uniflora</i>	Eug uni	57,7	12,6	4,24	***	0	0	29
<i>Gymnanthes concolor</i>	Gym con	42,1	13,5	4,14	***	1	6	25
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	Tab cat	53,8	11,6	3,93	***	0	0	42
<i>Styrax leprosus</i>	Sty lep	44,2	11,6	4,13	***	0	1	23
<i>Myrsine umbellata</i>	Myr umb	34,9	11,6	3,83	***	0	4	19
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Myr fro	42,4	15,2	4,47	***	17	0	47
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Bal rie	25,6	12,6	3,84	*	0	7	14
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Zan rho	18,9	7,6	3,27	*	2	0	9
<i>Alsophila setosa</i>	Als set	15,4	5,7	2,90	*	0	0	19
<i>Casearia decandra</i>	Cas dec	27,7	18,7	4,01	*	9	8	18
Generalistas								
<i>Araucaria angustifolia</i>	Ara Ang	16,0	9,7	3,70	ns	9	3	1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Cam xan	23,3	19,3	4,07	ns	19	9	16
<i>Nectandra megapotamica</i>	Nec Meg	17,8	15,6	4,00	ns	19	12	6
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Cam gua	11,3	8,9	3,88	ns	14	1	4
<i>Cedrela fissilis</i>	Ced fis	11,5	14,1	3,94	ns	9	9	6
<i>Annona rugulosa</i>	Ann rug	10,5	8,7	3,41	ns	0	6	5
<i>Dalbergia frutescens</i>	Dal fru	11,0	12,7	3,95	ns	8	9	5
<i>Celtis iguanaea</i>	Cel igu	28,0	27,4	4,52	ns	21	40	38
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	Pil pen	6,9	6,9	3,42	ns	2	2	37
<i>Allophylus guaraniticus</i>	All gua	10,4	12,1	3,81	ns	7	4	9

Onde: NCA = nome científico abreviado; VIO = valor indicador observado; VIE = valor indicador esperado; s = desvio padrão; P = significância; N1, N2 e N3 = densidade de indivíduos por espécie por nascente. Sendo: ns (não significativo) P > 0,05; (*) P < 0,05; (**) P < 0,01; (***) P < 0,001.

2.3 Similaridade florística entre nascentes

Nas nascentes da Floresta Estacional Submontana (FES), ocorreu grande variação na similaridade florística entre as três nascentes, determinada pelo índice de Jaccard e pelo diagrama de Venn (Figura 3). Entre as nascentes (N1xN2) houve similaridade média (0,60) na composição florística, condicionado, possivelmente, por apresentarem características ambientais semelhantes e estarem localizadas em fragmentos próximos. Entretanto, as nascentes (N1xN3) tiveram a menor similaridade (0,33), tendo como possíveis causas a grande diferença nas variáveis ambientais edáficas (Tabela 3 e Figuras 1 e 2), elevado número de espécies exclusivas, principalmente na nascente três (N3), distância geográfica e maior influência antrópica na nascente três (N3).

Entre as nascentes (N2xN3), o índice de similaridade de Jaccard foi de 0,45, e esse aumento na similaridade, mesmo estando em situação semelhante às nascentes (N1xN3), pode ser explicado pelo menor número de espécies exclusivas na N2 e maior número de espécies comuns entre N2 e N3.

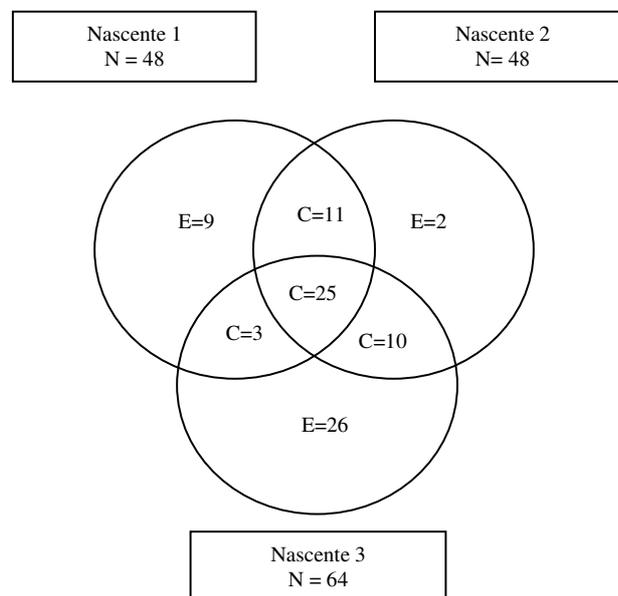


Figura 3 - Diagrama de Venn da composição florística por nascente na Floresta Estacional Submontana (FES), Saudades e Guatambu, SC, 2009. Mostrando: N = número de espécies em cada nascente; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as nascentes.

3 CONCLUSÕES

Com a realização do trabalho em nascentes na Floresta Estacional Submontana do Oeste catarinense, concluiu-se que:

- 1) As variáveis ambientais edáficas tiveram influência na distribuição das espécies, de modo que, nas nascentes um (N1) e dois (N2), que apresentaram solos mais férteis, predominaram: *Lonchocarpus nitidus*, *Vitex megapotamica* e *Matayba elaeagnoides*. Na nascente três (N3), com solos menos férteis e maiores teores de alumínio, predominaram: *Casearia sylvestris*, *Chrysophyllum marginatum* e *Tabernaemontana catharinensis*;
- 2) houve a formação de grupos específicos de espécies indicadoras para cada nascente, com o maior grupo para a nascente três, por apresentar maior número de espécies exclusivas;
- 3) para a recomposição das nascentes dessa formação florestal, recomendam-se as espécies tidas como generalistas, por apresentarem maior plasticidade às variáveis ambientais, destacando-se nesse grupo: *Campomanesia xanthocarpa*, *Nectandra megapotamica*, *Cedrela fissilis* e *Celtis iguanaea*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Allophylus guaraniticus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, 2009.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Trad. da 3.ed. rev. aum. Madrid: Blume, 1979. 820 p.

DUFRÊNE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, Washington, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

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 Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 741-753, 2008.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o manejo e a conservação. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3., 1993, Serra Negra. **Anais...** São Paulo: ACIESP, v. 1, 1993. p. 1-9.

KUPPER, A. Recuperação vegetal com espécies nativas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 15, n. 58, p. 38-41, nov./dez. 1994.

LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 51-73, 2002.

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

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167 p. (Série Biologia - Monografia, 22).

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: multivariate analysis of ecological data**. Version 5.0. Oregon: PC-ORD, 2006. 40 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, G. H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974. 547 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 237-258, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Marburg, v. 32, n. 4b, p. 793-810, mar. 2000.

PALMER, M. W. **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em <http://ordination.okstate.edu>. Acesso em 19/04/2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

SOLLINS, P. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? **Ecology**, Ithaca, v. 79, p. 23-30, 1998.

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

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 69, n. 3, 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. (Org.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 91-173.

VELOSO, H. P., GÓES FILHO, L. Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica ecológica da vegetação Neotropical. **Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL**, Salvador, n. 1, 1982. 80 p. (Série Vegetação).

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, 123 p.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica**, IPEF, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

CAPÍTULO IV

ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES EM FLORESTA ESTACIONAL INFEROMONTANA NO OESTE DE SANTA CATARINA

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi estudar as correlações da composição florística e distribuição das espécies arbóreo-arbustivas em função das variáveis ambientais (edáficas e topográficas). O trabalho foi realizado em remanescentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), localizadas na Floresta Nacional (FLONA) de Chapecó, SC. A floresta encontra-se há aproximadamente 50 anos sem intervenção antrópica. Foram demarcadas três nascentes para realizar o estudo, com amostragem de 26 parcelas de 200 m² cada uma. Todas as espécies arbóreo-arbustivas com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) \geq 5,0 cm e variáveis ambientais (edáficas e topográficas) foram mensuradas. Foram coletadas amostras de solo superficial (0 a 20 cm de profundidade) em todas as parcelas para análise das propriedades químicas e físicas. Para correlacionar a abundância das espécies nas unidades amostrais com as variáveis ambientais foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica (*Canonical Correspondence Analysis* - CCA). Com a mesma matriz de abundância de espécies, também foi aplicada a Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis* - ISA). Foram identificadas 36 famílias, 64 gêneros e 76 espécies. As famílias Fabaceae e Myrtaceae se destacaram em número de espécies. Os autovalores da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para os dois primeiros eixos de ordenação foram baixos 0,247 (eixo 1) e 0,067 (eixo 2), indicando a existência de gradientes curtos, variando apenas a abundância na distribuição das espécies. Concluiu-se que as variáveis ambientais edáficas que mais influenciaram na distribuição das espécies foram saturação por alumínio e teores de cálcio, magnésio e potássio. Ocorreu a formação de grupos específicos de espécies indicadoras para cada nascente. As espécies designadas como generalistas, por serem mais plásticas e se desenvolvem na maioria dos locais, são as mais indicadas para a recomposição de nascentes.

Palavras-chave: Transição. Comunidade arbórea. Mata Atlântica. Fragmentação.

CHAPTER IV

ARBOREAL-ARBUSTIVE SPECIES IN THE VICINITY OF WATER SPRINGS IN THE FLORESTA ESTACIONAL INFEROMONTANA OF THE WESTERN PART OF THE SANTA CATARINA STATE IN BRAZIL

ABSTRACT

The objective of the present work is to study the relationship between the floristic composition and the distribution of arboreal-arbustive species as a function of the environmental variables (edaphic and topographic). The study took place in the remaining area of the **Floresta Estacional Inferomontana** (FEI) located at Floresta Nacional (FLONA) in Chapecó, SC. The forest used in this study remained untouched by men for the last 50 years. Three water springs were chosen for the study, and then divided into 26 plots of land of 200m² each. Every arboreal-arbustive that presented Diameter at Breast Height (DBH) \geq 5.0cm and the environmental variables (edaphic and topographic) were measured and taken into account. Samples of superficial soil (from 0 to 20cm deep) were collected in all plots in order to conduct the analysis of their chemical and physical properties. To establish the relationship between the abundance of species in the sample plots and the environmental variables, we used the Canonical Correspondence Analysis (CCA). Using the same matrix of abundance of species we applied the Indicator Species Analysis (ISA). Thirty-six families, sixty-four genera and seventy-six species were registered. Families Fabaceae and Myrtaceae presented high numbers of species. The eigenvalues of the Canonical Correspondence Analysis for the first two axes of ordination were low 0.247 (axis 1) and 0.067 (axis 2), indicating the existence of short gradients, only the abundance in the distribution of the species varying. The conclusion is that the edaphic environmental variables that influenced the most the distribution of the species were aluminum saturation and calcium, magnesium and potassium levels. The formation of particular groups of species occurred for each spring. The species described as generalists, which are more flexible and able to grow on most places, are the most suitable for the recovery of water springs.

Keywords: Transition. Arboreal community. Atlantic forest. Forest fragmentation.

INTRODUÇÃO

Grande parte do Oeste do estado de Santa Catarina se localiza em altitudes de 500 a 900 m. Trata-se da porção central dessa região, que apresenta grande variação edafo-climática e alta importância socioeconômica dentro do contexto estadual, com predominância de atividade agroindustrial, com sua cadeia produtiva muito dependente da disponibilidade de água em quantidade e qualidade.

Nessa região central do Oeste de Santa Catarina, se insere a Floresta Estacional Inferomontana (FEI), denominada por muitos autores, como Klein (1978) e Leite e Klein (1990), como Floresta de Transição, por estar localizada entre a Floresta Estacional Decidual e a Floresta Ombrófila Mista e possuir muitas espécies de ambas as formações fitogeográficas e também de características próprias. A denominação de Floresta Estacional Inferomontana (FEI) para essa região, cuja área faz parte do bioma Mata Atlântica, é uma adaptação de Oliveira-Filho (2009), a partir da classificação de Veloso et al. (1991), em relação ao gradiente de altitude.

Essa formação fitogeográfica apresenta algumas características marcantes que a diferenciam da Floresta Estacional Submontana (FES), localizada em altitudes entre 200 e 500 m, no vale do Rio Uruguai. Um destaque é a presença significativa da *Ilex paraguariensis*, espécie totalmente ausente em grande parte da Floresta Estacional Submontana (FES). Outras espécies preferenciais na Floresta Estacional Inferomontana - FEI (transição) em relação às outras duas formações fitogeográficas são: *Diatenopteryx sorbifolia*, *Ateleia glazioviana* e *Alsophila setosa* (REITZ et al., 1983; VACCARO e LONGHI, 1995).

Estudos relacionando a influência das variáveis ambientais na distribuição e abundância de espécies florestais são recentes no Sul do Brasil e praticamente inexistentes no Oeste do estado de Santa Catarina, especialmente sobre a Floresta Estacional Inferomontana (FEI), parte importante do bioma Mata Atlântica. Diante disso, pesquisas no entorno de nascentes e em florestas ciliares nessa região são de vital importância científica.

Dessa forma, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de: a) conhecer a composição florística e fitossociológica no entorno de nascentes na Floresta Estacional Inferomontana (FEI); b) verificar a relação entre a distribuição das espécies e as variáveis ambientais (edáficas e topográficas); c) verificar a existência de grupos de espécies

indicadoras nas diferentes nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI); d) indicar espécies para recuperação de nascentes degradadas na Floresta Estacional Inferomontana (FEI).

1 MATERIAL E MÉTODOS

O local do estudo, amostragem e coleta dos dados foram descritos no item de apresentação desta tese.

1.1 Análise dos dados

1.1.1 Estrutura horizontal

A caracterização da estrutura horizontal da floresta do entorno das nascentes da FEI foi realizada com base nos parâmetros da estrutura horizontal das espécies. A composição florística foi avaliada a partir da lista de espécies, com os respectivos gêneros e famílias botânicas da comunidade arbórea, utilizando o Sistema de Classificação denominado Grupo de Filogenia das Angiospermas (*Angiosperm Phylogeny Group - APG III, 2009*).

Os parâmetros da estrutura horizontal estudados foram densidade, dominância e frequência absoluta e valor de importância das espécies, em percentagem.

A densidade absoluta ($DA = n_i/ha$) foi obtida pela contagem do número de indivíduos amostrados de uma determinada espécie (n_i) na área amostral, extrapolada para uma área de um hectare (1 ha). A dominância absoluta ($DoA = \sum g/ha$) foi obtida pela soma das áreas seccionais (áreas basais) dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie na área amostral, também extrapolada em ha.

A frequência absoluta (FA) é definida como a probabilidade de se amostrar determinada espécie em uma unidade de amostragem (KUPPER, 1994) e expressa a percentagem de parcelas em que cada espécie ocorre. O valor de importância (VI%) é a

combinação dos valores relativos de cada espécie, ou seja, o valor que cada uma representa dentro da comunidade vegetal (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; BRAUN-BLANQUET, 1979; MATTEUCCI e COLMA, 1982).

$$VI\% = (DR + DoR + FR)/3$$

Em que:

VI% = valor de importância percentual;

DR = densidade relativa;

DoR = dominância relativa;

FR = frequência relativa.

1.1.2 Análise multivariada

Para verificar as correlações entre a distribuição das espécies e as variáveis ambientais (edáficas e topográficas), foi utilizada a técnica denominada Análise de Correspondência Canônica (*Canonical Correspondence Analysis* - CCA), desenvolvida e divulgada por (TER BRAAK, 1986; 1995). A análise multivariada é uma das mais indicadas quando o objetivo é estudar relações mais detalhadas das variáveis ambientais com a abundância das espécies. Para processar uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), são necessárias duas matrizes, uma com os dados das espécies e a outra com as variáveis ambientais. A matriz de abundância das espécies constituiu-se do número de indivíduos por parcela das espécies que apresentaram 10 ou mais indivíduos no conjunto das 78 parcelas (26 parcelas por nascente). Com isso, a matriz de abundância ficou com 35 espécies.

A mesma matriz de abundância utilizada na CCA também foi aplicada à Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis* - ISA). Esse método combina a abundância de cada espécie a certo grupo de unidades amostrais, bem como a fidelidade da ocorrência dessa espécie a esse mesmo grupo. Um Valor Indicador Observado (VIO) é gerado para cada espécie, e a significância da diferença de um valor gerado pelo acaso é determinada pelo teste de permutação de Monte Carlo com 5.000 randomizações. Com isso, uma espécie só é considerada indicadora para uma nascente quando apresenta o maior VIO e o resultado do teste de Monte Carlo for significativo. O Valor de Indicação varia de zero (nenhuma

indicação) a 100 (indicação perfeita) para cada grupo, que, no caso deste estudo, são as nascentes (DUFRENE e LEGENDRE, 1997).

A segunda matriz foi constituída de 18 variáveis ambientais (edáficas e topográficas): pH, P, K, MO, Al, Ca, Mg, H+Al, CTC, soma de bases, saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), Ca/Mg, Ca/K, Mg/K, umidade, declividade e drenagem. Complementando a análise multivariada, foram verificadas as diferenças das variáveis edáficas e topográficas entre as nascentes mediante a estatística clássica. Foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) seguida por teste de médias de Tukey (q), com nível de significância de 95 %, processada pelo programa estatístico R 2.10 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

Normalmente, as técnicas de ordenação necessitam da transformação e/ou padronização dos dados para evitar o efeito de arco ou “ferradura”. Com isso, para compensar os desvios causados por algumas parcelas com elevado número de indivíduos, os valores de abundância das espécies foram logaritmizados para realizar a Análise de Correspondência Canônica - CCA (TER BRAAK, 1995). Quando necessário, os dados das variáveis ambientais também foram logaritmizados. As análises de Correspondência Canônica (CCA) e de Espécies Indicadoras (ISA) foram processadas pelo programa *Pc-Ord for Windows* versão 5.0 (MCCUNE e MEFFORD, 2006).

Análises preliminares de Correspondência Canônica (CCA) foram feitas com todas as variáveis ambientais (edáficas e topográficas). Posteriormente, foram eliminadas gradativamente as variáveis redundantes e/ou variáveis que apresentaram correlações inferiores a 0,5 em pelo menos um dos eixos (PALMER, 2005).

1.1.3 Similaridade florística

Para estudar a similaridade florística entre as nascentes, foi construída uma matriz de presença e ausência de todas as espécies nas parcelas. A partir dessa matriz foi calculado o Índice de Similaridade de Jaccard (I_j). Esse índice varia de 0 a 1 e, quanto mais próximo de 1, maior a similaridade florística (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

$$I_j = \frac{C}{A + B - C}$$

Em que:

Ij = índice de similaridade de Jaccard;

A = número de espécies presentes no local A;

B = número de espécies presentes no local B;

C = número de espécies presentes em ambos os locais (A e B).

Além disso, foi utilizado o Diagrama de Venn como forma ilustrativa para demonstrar as similaridades.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Composição florística

Foram identificadas 76 espécies pertencentes a 64 gêneros e 36 famílias. Destacou-se a família Fabaceae com 10 espécies, seguida de Myrtaceae (8), Lauraceae (6), Sapindaceae (5), Meliaceae e Rutaceae (4). As famílias Rubiaceae, Sapindaceae e Lauraceae apresentaram maior abundância de indivíduos. Das 36 famílias, 23 apresentaram apenas uma espécie (Tabela 1).

As espécies que apresentaram maior Valor de Importância (VI%) foram: *Coussarea contracta* (9,48), *Luehea divaricata* (7,84), *Ocotea indecora* (7,58), *Diatenopteryx sorbifolia* (5,41), árvores mortas (4,75), *Alsophila setosa* (4,58), *Nectandra megapotamica* (4,53), *Cupania vernalis* (3,77), *Ateleia glazioviana* (3,27) e *Casearia sylvestris* (3,00). Essas nove espécies somadas às árvores mortas apresentaram 53,9 do Valor de Importância (VI%).

A *Coussarea contracta* é uma espécie de sub-bosque, que apresentou todos os indivíduos com pequeno diâmetro e, mesmo tendo alta densidade absoluta (DA), foi apenas a décima em dominância absoluta (DoA). Por outro lado, a *Luehea divaricata*, com DA bem inferior, apresentou a maior DoA.

Apenas três espécies apresentaram frequência absoluta (FA) superior a 50%: *Coussarea contracta* (91,03%), *Ocotea indecora* (67,95) e *Diatenopteryx sorbifolia* (60,26%). Assim sendo, a maioria das espécies, mesmo com alta densidade absoluta (DA), se concentra em pequeno número de unidades amostrais.

Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos (por hectare) das espécies, de um conjunto de 78 parcelas de três nascentes avaliadas na Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008.

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	H m
Adoxaceae						
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltl.	Sabugueiro	1,28	0,0075	2,56	0,11	12
Annonaceae						
<i>Annona rugulosa</i> (Schltl.) H. Rainer	Ariticum	18,59	0,2112	29,49	1,41	20
Aquifoliaceae						
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Congonha	2,56	0,0339	5,13	0,23	16
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	21,15	0,5467	32,05	1,82	20
Araucariaceae						
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	12,82	1,6151	24,36	2,31	28
Arecaceae						
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro	1,28	0,0276	1,28	0,09	13
Asteraceae						
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Agulheiro	5,77	0,2591	8,97	0,60	19
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	Vassourão-branco	1,92	0,0437	2,56	0,15	19
<i>Vernonia</i> sp	Vassourão	1,92	0,0274	3,85	0,17	14
Bignoniaceae						
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	3,21	0,0762	6,41	0,31	18
Boraginaceae						
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.E.Mill.	Guajuvira	42,31	0,7464	32,05	2,51	25
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	1,28	0,0052	2,56	0,10	10
Cannabaceae						
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Esporão-de-galo	9,62	0,0969	12,82	0,66	20
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Grandiúva	1,28	0,0230	1,28	0,08	10
Cunoniaceae						
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaraperê	0,64	0,0056	1,28	0,05	16
Cyatheaceae						
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	Xaxim-de-espinho	120,51	0,9506	32,05	4,58	7
Dicksoniaceae						
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim	11,54	0,4638	12,82	1,01	6
Erythroxylaceae						
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Cocão	1,28	0,0608	2,56	0,15	26
Euphorbiaceae						
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	Laranjeira-do-mato	3,21	0,0104	3,85	0,19	7
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leiteiro	12,82	0,1653	19,23	0,96	18

Continua ...

Tabela 1 – Continuação ...

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	H m
Fabaceae						
<i>Acacia tucumanensis</i> Griseb.	Napindá	1,28	0,0059	2,56	0,10	24
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Timbó	28,21	1,8723	38,46	3,27	31
<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	Topete-de-cardeal	0,64	0,0250	1,28	0,07	22
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-mico	9,62	0,0561	15,38	0,69	25
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim	1,28	0,2093	2,56	0,27	30
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Rabo-de-bugio	3,85	0,2384	6,41	0,46	27
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Jacarandá-branco	1,28	0,2905	2,56	0,34	25
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	25,64	0,6565	28,21	1,92	27
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	5,77	0,4816	10,26	0,82	30
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	1,28	0,0736	2,56	0,16	16
Lamiaceae						
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	0,64	0,0108	1,28	0,06	10
Lauraceae						
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart. ex Nees.	Canela-fogo	7,69	1,3405	12,82	1,65	22
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela	16,67	1,3940	24,36	2,22	27
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	56,41	2,2232	48,72	4,53	23
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Canela	78,21	4,6367	67,95	7,58	30
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Canela-sassafrás	2,56	0,2019	3,85	0,33	20
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	3,85	0,8337	6,41	0,96	22
Malvaceae						
<i>Luehea divaricata</i> Mart.& Zucc.	Açoita-cavalo	38,46	6,7282	48,72	7,84	30
Melastomataceae						
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	Pixirica	0,64	0,0020	1,28	0,05	5
Meliaceae						
<i>Cabranea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cangerana	10,26	0,0599	17,95	0,78	15
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	5,77	0,5313	11,54	0,89	28
<i>Trichilia catiguá</i> A. Juss.	Catiguá	1,28	0,0309	2,56	0,13	16
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Pau-de-ervilha	46,15	0,8262	35,90	2,77	26
Moraceae						
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Cincho	11,54	0,0635	19,23	0,85	11
Myrtaceae						
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Sete-capotes	1,28	0,0079	2,56	0,11	9
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabiroba	35,26	0,8450	37,18	2,55	20

Continua ...

Tabela 1 – Continuação ...

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	H m
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira	4,49	0,0729	7,69	0,37	17
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	Batinga	1,28	0,0043	2,56	0,10	9
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	1,92	0,0282	3,85	0,17	15
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	Aperta-guela	7,05	0,0246	7,69	0,40	12
<i>Myrcia bombycina</i> (O.Berg.) Nied.	Guamirim-vermelho	1,28	0,0131	1,28	0,08	20
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	Piúna	4,49	0,0577	7,69	0,36	16
Phytolaccaceae						
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	Espinho-de-porco	4,49	0,0282	5,13	0,27	17
Polygonaceae						
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmeleiro	2,56	0,2805	5,13	0,43	27
Primulaceae						
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	11,54	0,2286	20,51	1,02	25
Rosaceae						
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-bravo	5,77	0,4138	8,97	0,72	27
Rubiaceae						
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	Pasto-de-anta-preto	243,59	1,3359	91,03	9,48	16
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schtdl.	Grandiúva-d'anta	7,05	0,0203	10,26	0,42	5
Rutaceae						
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau-marfim	1,92	0,0111	2,56	0,12	17
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Jaborandi	7,69	0,0287	7,69	0,42	10
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	Teta-de-porca	3,21	0,0139	6,41	0,26	10
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	0,64	0,0510	1,28	0,09	17
Salicaceae						
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guaçatunga-preta	6,41	0,0594	11,54	0,51	15
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-branca	16,67	0,2544	28,21	1,37	18
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	51,92	0,6469	44,87	3,00	18
Sapindaceae						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Chal-chal	38,46	0,7592	42,31	2,70	21
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.- Hil.) Radlk.	Olho-de-pomba	8,97	0,0278	15,38	0,65	10
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	52,56	1,7158	39,74	3,77	24
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria-preta	121,79	1,0029	60,26	5,41	29
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	7,69	0,8118	14,10	1,24	28
Sapotaceae						
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai-vermelho	17,31	0,4032	25,64	1,44	25

Continua ...

Tabela 1 – Continuação ...

Família/Espécie	Nome Vulgar	DA	DoA	FA	VI%	H m
Simaroubaceae						
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	Pau-amargo	1,92	0,0090	3,85	0,16	10,5
Styracaceae						
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Carne-de-vaca	7,05	0,5603	11,54	0,95	22
Symplocaceae						
<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.	Sete-sangria	1,92	0,0571	3,85	0,20	25
Urticaceae						
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Urtigão	1,92	0,0064	3,85	0,15	5
Violaceae						
<i>Hybanthus bigibbosus</i> (A. St.-Hil.) Hassl.	Erva-veado	0,64	0,0015	1,28	0,05	4
Morta	Morta	51,92	2,0467	66,67	4,75	23
Total geral		1366,67	39,9964	1253,85	100,00	

Onde: DA=Densidade Absoluta; DoA=Dominância Absoluta; FA=Frequência Absoluta; VI%=Valor de Importância; H m=Altura máxima em metros.

Considerando as alturas máximas para definir os estrados da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), as espécies mais importantes e abundantes no estrato superior foram: *Ateleia glazioviana*, com altura máxima de 31 m, *Ocotea indecora* (30 m), *Luehea divaricata* (30 m), *Diatenopteryx sorbifolia* (29 m), *Araucaria angustifolia* (28 m), *Myrocarpus frondosus* (27 m) e *Trichilia elegans* (26 m). As espécies com altura intermediária que se destacaram nessa formação fitogeográfica foram: *Cordia americana* (25 m), *Cupania vernalis* (24 m), *Casearia sylvestris* (21 m), *Allophylus edulis* (21 m). No grupo com árvores de altura máxima de 15 m ou no estrato inferior da floresta, a espécie dominante foi a *Coussarea contracta* (15 m) com um total de 244 indivíduos, a maioria entre 5 e 10 m de altura. Outra espécie com alta densidade nesse grupo é a *Alsophila setosa*, com 7 m de altura máxima. As demais espécies do estrato inferior apresentam baixa densidade, a maioria com menos de cinco indivíduos por ha (Tabela 1).

2.2 Análise das correlações espécie-ambiente

Na Tabela 2, são apresentadas as médias, desvio padrão e análise de variância das variáveis químicas e físicas do solo (amostras de 0 – 20 cm de profundidade) e topográficas

(declividade %), utilizando a média das 26 parcelas de cada nascente. Seis variáveis não apresentaram diferença significativa entre as suas médias por nascente: umidade (%), declividade (%), argila (%), teores de fósforo, CTC e Ca/Mg.

Tabela 2 - Variáveis químicas, físicas e topográficas dos solos em 78 amostras de solo superficial (0-20 cm de profundidade) coletadas nas parcelas para amostrar três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Os valores são médias \pm desvios padrão nas 26 parcelas de cada uma das três nascentes.

Variáveis	Nascentes			ANOVA	
	N1 (26)	N2 (26)	N3 (26)	F	P
Umidade (%)	56,7 \pm 16,60 ^a	65,2 \pm 25,17 ^a	60,6 \pm 10,96 ^a	1,3774	ns
pH (Água)	4,9 \pm 0,34 ^a	4,6 \pm 0,21 ^b	4,5 \pm 0,24 ^b	19,015	***
P (mg/dm ³)	5,0 \pm 1,75 ^a	4,6 \pm 1,55 ^a	4,5 \pm 1,18 ^a	0,8659	ns
K (mg/dm ³)	82,5 \pm 22,57 ^{ab}	71,5 \pm 17,96 ^a	90,8 \pm 18,81 ^b	6,2202	**
MO % (m/v)	6,7 \pm 1,45 ^a	5,6 \pm 1,04 ^b	4,9 \pm 0,41 ^b	18,024	***
Al (cmolc/dm ³)	1,9 \pm 1,25 ^a	3,9 \pm 0,96 ^b	5,0 \pm 1,23 ^c	50,065	***
Ca (cmolc/dm ³)	6,5 \pm 2,88 ^a	2,1 \pm 1,22 ^b	1,9 \pm 4,05 ^b	19,774	***
Mg (cmolc/dm ³)	2,0 \pm 0,77 ^a	1,0 \pm 0,49 ^b	0,4 \pm 0,20 ^c	55,72	***
H+Al (cmolc/dm ³)	15,8 \pm 6,05 ^a	21,8 \pm 5,00 ^b	25,3 \pm 6,26 ^b	18,065	***
CTC (cmolc/dm ³)	24,4 \pm 4,88 ^a	25,1 \pm 4,49 ^a	27,8 \pm 7,55 ^a	2,5439	ns
Saturação por bases (%)	36,7 \pm 15,72 ^a	13,7 \pm 7,82 ^b	8,6 \pm 10,49 ^b	41,71	***
Saturação por Al (%)	20,7 \pm 16,85 ^a	56,3 \pm 17,70 ^b	72,9 \pm 18,98 ^c	57,781	***
Ca/Mg	3,2 \pm 0,55 ^a	2,1 \pm 0,54 ^a	4,7 \pm 13,05 ^a	0,7799	ns
Ca/K	32,6 \pm 17,48 ^a	11,5 \pm 5,99 ^b	8,8 \pm 21,68 ^b	16,396	***
Mg/K	10,0 \pm 4,60 ^a	5,2 \pm 2,30 ^b	1,8 \pm 0,76 ^c	49,066	***
Declividade (%)	7,9 \pm 4,87 ^a	5,7 \pm 4,17 ^a	7,5 \pm 4,90 ^a	1,7014	ns
Areia (%)	28,3 \pm 6,79 ^a	32,0 \pm 9,50 ^{ab}	29,2 \pm 2,90 ^b	5,2628	**
Silte (%)	40,0 \pm 4,89 ^a	50,0 \pm 14,01 ^a	44,6 \pm 3,12 ^b	5,4414	**
Argila (%)	31,8 \pm 6,19 ^a	18,0 \pm 5,71 ^a	26,2 \pm 3,90 ^a	1,6345	ns

Em que: * = a 5% de significância; ** = 1% de significância; *** = 0,1% de significância no valor de Pr(>F). Onde análises de variância (ANOVA) indicaram diferenças significativas entre as nascentes, médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Tukey (q) ($P \leq 0,05$).

A primeira Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi processada com a matriz de abundância das 35 espécies que apresentaram mais de 10 indivíduos e 18 variáveis ambientais (edáficas e topográficas). Em seguida, foram gradativamente eliminadas as variáveis redundantes ou que apresentaram correlações inferiores a 0,5 em pelo menos um dos eixos. Finalmente, a Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi realizada com quatro variáveis edáficas: saturação por alumínio e teores de cálcio, magnésio e potássio (Tabela 3).

Os autovalores da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para os dois primeiros eixos de ordenação foram baixos 0,247 (eixo 1) e 0,067 (eixo 2), indicando a existência de gradientes curtos, ou seja, grande parte das espécies ocorre na maioria das parcelas, variando apenas a distribuição das suas abundâncias.

Os dois primeiros eixos explicam apenas 8,4% (eixo 1) e 2,3% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 10,7%), o que indica muito “ruído” ou variância remanescente não explicada (TER BRAAK, 1987), que pode estar associada a variáveis ambientais não contempladas neste estudo. Mesmo assim, a significância das relações espécie-ambiente não foi prejudicada, pois a Análise de Correspondência Canônica (CCA) apresentou altas correlações espécie-ambiente nos dois primeiros eixos: 0,822 (eixo 1) e 0,536 (eixo 2). Além disso, o teste de permutação de Monte Carlo indicou que as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram significativamente correlacionadas ($P = 0,01$). As variáveis ambientais edáficas mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo foram, em ordem decrescente, magnésio, saturação por alumínio e cálcio e, com o segundo eixo, o teor de potássio (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) das 78 parcelas, 35 espécies e quatro variáveis edáficas nas três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Correlações internas “*intrasel*” e entre os conjuntos de dados “*interse*” para os dois primeiros eixos da ordenação e a matriz de correlações ponderadas entre as variáveis. Correlações $> 0,5$ são salientadas em negrito.

Variáveis Edáficas	Correlação “ <i>intrasel</i> ”		Correlação “ <i>interse</i> ”		Variáveis Edáficas		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	K	Ca	Mg
K	-0,167	-0,877	-0,137	-0,470	-		
Ca	0,706	-0,056	0,580	-0,030	0,027	-	
Mg	0,947	-0,190	0,779	-0,102	0,083	0,730	-
SatAl	-0,910	0,293	-0,748	0,157	-0,045	-0,830	-0,911

Onde: K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, SatAl = saturação por alumínio (m)

A ordenação das parcelas no primeiro eixo sugere um gradiente de fertilidade, na direita do diagrama, onde se localiza a maioria das parcelas da nascente um (N1) e há predominância de solos com maior fertilidade. Já na esquerda, onde predominam as parcelas da nascente três (N3), os solos são mais ácidos e com maior saturação por alumínio. As parcelas da nascente dois (N2) estão distribuídas em todo o gradiente, com predominância para o centro e solos intermediários em relação às variáveis ambientais edáficas (Figura 1).

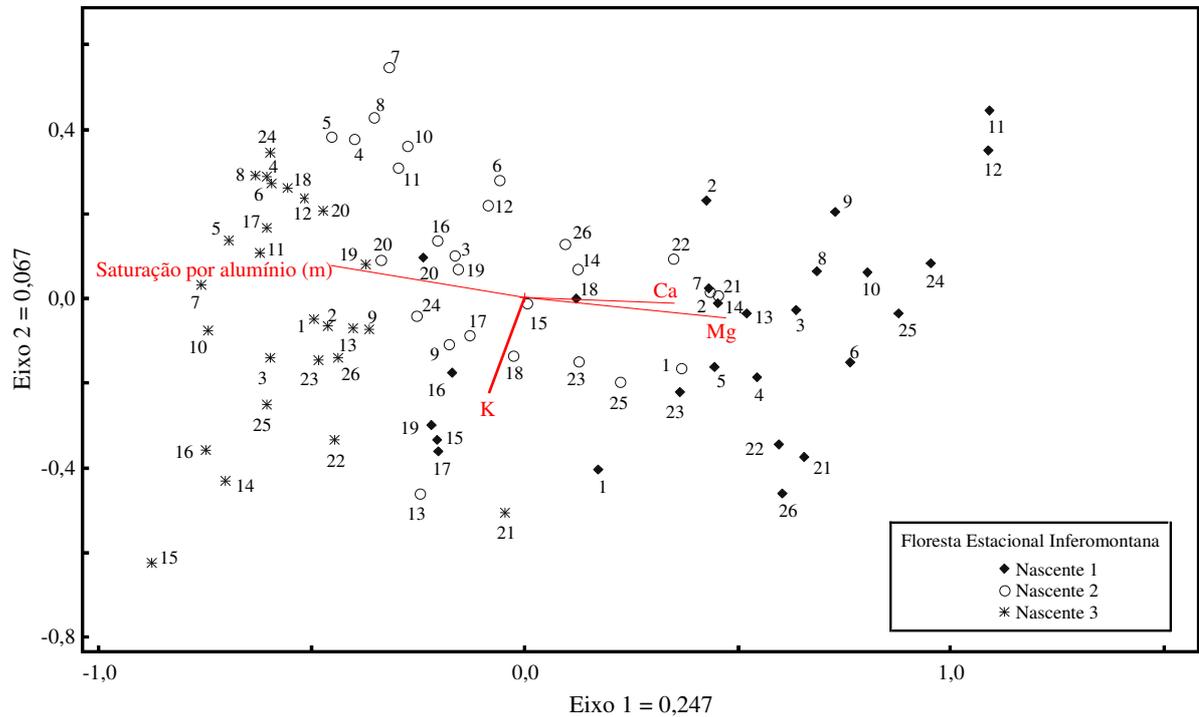


Figura 1 - Diagrama de ordenação das parcelas produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 78 parcelas de 3 nascentes na Floresta Estacional Inferomontana (FEI), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores). Onde: Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio, Guatambu e Chapecó, SC, 2008.

Cryptocarpa moschata e *Myrceugenia miersiana* foram espécies exclusivas da nascente três (N3), onde predominam solos com maior saturação por alumínio. Na outra extremidade aparece *Pilocarpus pennatifolius*, com maior densidade de indivíduos na nascente um (N1), onde predominam solos com maiores teores de Ca e Mg.

Para complementar a Análise de Correspondência Canônica CCA, foi utilizada a Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analysis – ISA*), facilitando a separação das espécies com preferência por alguma nascente e as generalistas, que tendem estar distribuídas em todos os ambientes (Figura 2 e Tabela 4).

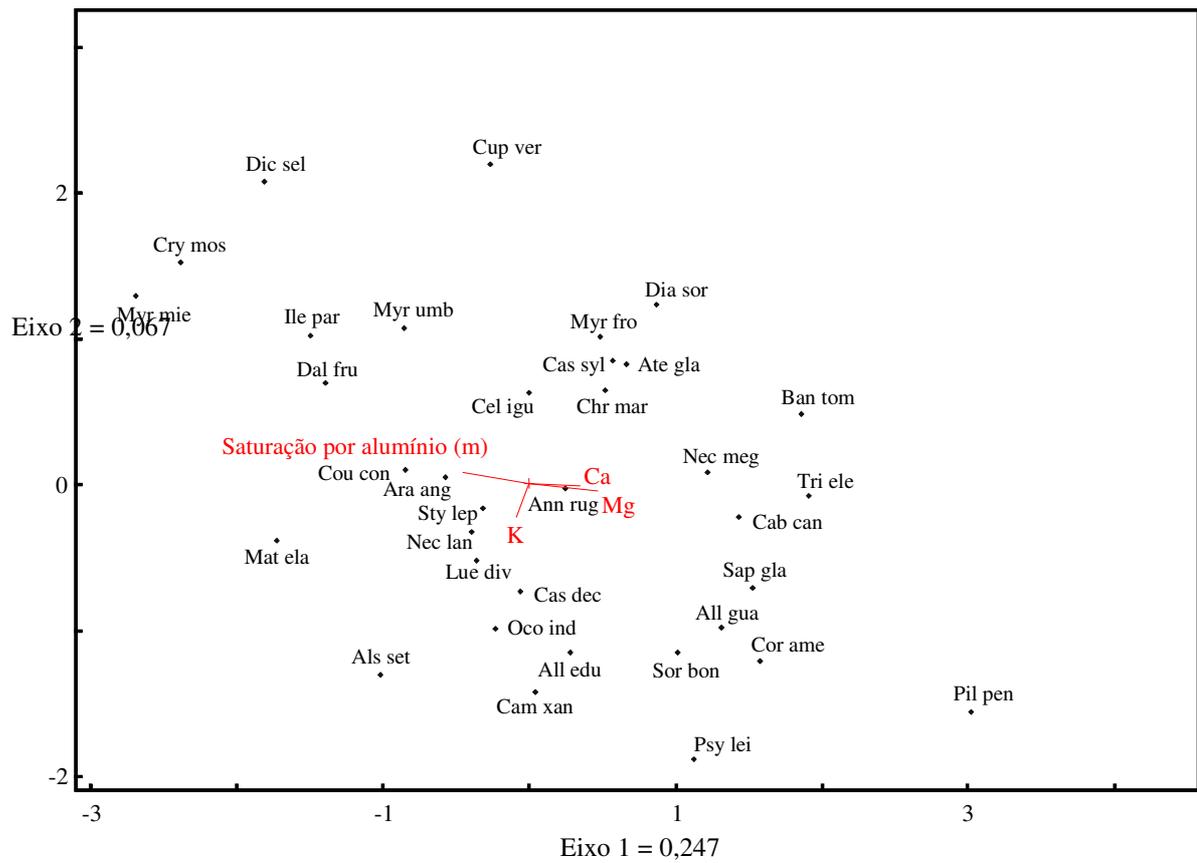


Figura 2 - Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a distribuição nos dois primeiros eixos das 35 espécies com mais de 10 indivíduos em três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), correlacionadas com variáveis ambientais edáficas (vetores), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Onde: Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio. O significado das abreviações das espécies está na Tabela 4.

Pela visualização gráfica das espécies na Análise de Correspondência Canônica - CCA (Figura 2), confirmadas estatisticamente através da Análise de Espécies Indicadoras - ISA (Tabela 4), são relacionadas as seguintes espécies indicadoras para a nascente um (N1): *Sorocea bonplandii*, *Trichilia elegans*, *Cabralea canjerana*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Psychotria leiocarpa*, *Cordia americana*, *Sapium glandulosum*, *Banara tomentosa*, *Chrysophyllum marginatum*, *Nectandra megapotamica* e *Pilocarpus pennatifolius*.

Tabela 4 - Análise de Espécies Indicadoras (ISA) e generalistas - espécies com mais de 10 indivíduos - realizada em três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008.

Indicação de espécies por nascente	NCA	VIO	VIE			N1	N2	N3
			Média	s	p			
Nascente um								
<i>Sorocea bonplandii</i>	Sor bon	44,4	12,1	3,85	***	16	1	1
<i>Trichilia elegans</i>	Tri ele	64,1	18,8	4,46	***	60	9	3
<i>Cabralea canjerana</i>	Cab can	28,8	11,5	3,77	**	12	2	2
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Dia sor	45,0	27,2	4,40	**	89	99	2
<i>Psychotria leiocarpa</i>	Psy lei	24,5	8,3	3,42	**	10	1	0
<i>Cordia americana</i>	Cor ame	34,1	17,6	4,44	**	39	27	0
<i>Sapium glandulosum</i>	Sap gla	25,0	12,2	3,89	**	13	6	1
<i>Banara tomentosa</i>	Ban tom	21,5	8,8	3,36	*	8	1	1
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Chr mar	25,6	14,6	3,93	*	15	6	6
<i>Nectandra megapotamica</i>	Nec meg	34,0	23,1	4,31	*	41	43	4
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	Pil pen	17,6	7,5	3,44	*	11	1	0
Nascente dois								
<i>Cupania vernalis</i>	Cup ver	67,0	20,1	4,45	***	11	68	3
<i>Celtis iguanaea</i>	Cel igu	32,3	9,5	3,58	***	1	14	0
<i>Casearia sylvestris</i>	Cas syl	38,7	21,8	4,33	**	31	48	2
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Myr fro	32,3	16,0	4,41	**	12	28	0
<i>Ocotea indecora</i>	Oco ind	39,7	29,0	3,80	**	34	60	28
Nascente três								
<i>Cryptocarpa moschata</i>	Cry mos	38,5	9,3	3,49	***	0	0	12
<i>Ilex paraguariensis</i>	Ile par	41,0	17,1	4,13	***	1	10	22
<i>Myrceugenia miersiana</i>	Myr mie	23,1	7,0	3,25	**	0	0	11
<i>Dicksonia sellowiana</i>	Dic sel	17,9	9,5	3,54	*	0	4	14
Generalistas								
<i>Ateleia glazioviana</i>	Ate gla	23,9	19,3	4,12	ns	21	16	7
<i>Alsophila setosa</i>	Als set	20,0	18,1	4,92	ns	98	15	75
<i>Allophylus guaraniticus</i>	All gua	11,5	10,4	3,61	ns	7	6	1
<i>Annona rugulosa</i>	Ann rug	15,9	16,0	3,97	ns	12	6	11
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Cam xan	18,5	19,2	4,28	ns	24	21	10
<i>Myrsine umbellata</i>	Myr umb	17,1	12,5	3,89	ns	3	10	5
<i>Luehea divaricata</i>	Lue div	26,7	23,1	4,29	ns	15	26	19
<i>Allophylus edulis</i>	All edu	22,1	21,2	4,49	ns	20	23	17
<i>Araucaria angustifolia</i>	Ara ang	12,3	14,1	3,91	ns	6	8	6
<i>Nectandra lanceolata</i>	Nec lan	11,4	14,3	4,09	ns	9	11	6
<i>Casearia decandra</i>	Cas dec	10,4	15,5	3,97	ns	8	10	8
<i>Coussarea contracta</i>	Cou con	40,0	35,4	2,91	ns	72	150	158
<i>Dalbergia frutescens</i>	Dal fru	12,6	10,5	3,70	ns	3	5	7
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Mat ela	11,5	9,8	3,48	ns	0	6	6
<i>Styrax leprosus</i>	Sty lep	7,0	8,7	3,40	ns	4	2	5

Onde: NCA = nome científico abreviado; VIO = valor indicador observado; VIE = valor indicador esperado; s = desvio padrão; P = significância; N1, N2 e N3 = densidade de indivíduos por espécie por nascente.

Sendo: ns (não significativo) P > 0,05; (*) P < 0,05; (**) P < 0,01; (***) P < 0,001.

Para a nascente dois (N2), foram espécies indicadoras: *Cupania vernalis*, *Celtis iguanaea*, *Casearia sylvestris*, *Myrocarpus frondosus* e *Ocotea indecora*. Para a nascente três (N3), foram espécies indicadoras: *Cryptocarpa moschata*, *Ilex paraguariensis*, *Myrceugenia miersiana* e *Dicksonia sellowiana*. Essas quatro espécies são indicadoras de solos com saturação por alumínio.

O maior grupo é o das espécies generalistas. Nesse grupo, onde predominam espécies sem preferência por determinado ambiente ou que toleram mais as variações ambientais, estão as espécies que nunca se localizam nas extremidades do diagrama da Análise de Correspondência Canônica (CCA), tendendo sempre a se aproximar do centro do diagrama: *Ateleia glazioviana*, *Alsophila setosa*, *Allophylus guaraniticus*, *Annona rugulosa*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Myrsine umbellata*, *Luehea divaricata*, *Allophylus edulis*, *Araucaria angustifolia*, *Nectandra lanceolata*, *Casearia decandra*, *Coussarea contracta*, *Dalbergia frutescens*, *Matayba elaeagnoides* e *Styrax leprosus*. A maior uniformidade ambiental mostrada pelos baixos autovalores nos dois eixos da Análise de Correspondência Canônica - CCA (Figura 2) indicam a ocorrência de maior número de espécies generalistas.

Para a nascente um (N1), com maior fertilidade, também houve a indicação de um grande número de espécies. Normalmente, no grupo em que se encontra a espécie *Nectandra megapotamica* é onde existe maior pH, menor teor de alumínio e, conseqüentemente, maior fertilidade natural. Por outro lado, no grupo onde aparece *Ilex paraguariensis*, os solos são mais ácidos e com maior saturação por alumínio.

Cryptocarpa moschata e *Myrceugenia miersiana* foram espécies exclusivas da nascente três (N3), onde predominam solos com maior saturação por alumínio. Na nascente um (N1), a espécie localizada mais na extremidade, fortemente correlacionada com solos mais férteis e menos ácidos, foi *Pilocarpus pennatifolius*.

A *Coussarea contracta* é uma espécie de sub-bosque, com a maioria dos exemplares com menos de 10 m de altura, e aparece com alta densidade em todas as nascentes, demonstrando baixa preferência ambiental, mesmo que haja maior concentração nas nascentes com solos com maior saturação por alumínio. Blum e Roderjan (2007) também observaram que essa espécie não teve preferência ambiental, ao estudarem um gradiente da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, PR.

2.3 Similaridade florística entre nascentes

A similaridade florística entre as três nascentes da Floresta Estacional Inferomontana (FEI) foi determinada pelo índice de Jacard e pelo diagrama de Venn (Figura 3), apresentando os seguintes resultados: similaridades de 0,67, 0,49 e 0,53, respectivamente, entre as nascentes um e dois (N1xN2), nascentes um e três (N1xN3) e nascentes dois e três (N2xN3).

Das 76 espécies dessa formação fitogeográfica, 31 foram comuns nas três nascentes, ocorrendo grande uniformidade no número de espécies para cada nascente, 55, 50 e 54, respectivamente para N1, N2 e N3. A maior similaridade entre a nascente um (N1) e a nascente dois (N2) se deve à proximidade dessas nascentes dentro de um mesmo fragmento, concordando com Rodrigues e Nave (2000), quando afirmam que a similaridade florística normalmente é alta quando se comparam fragmentos próximos dentro da mesma bacia hidrográfica. A última influência antrópica significativa nas três nascentes ocorreu há aproximadamente 50 anos, através do corte seletivo das árvores com mais de 30 cm de diâmetro à altura do peito (DAP).

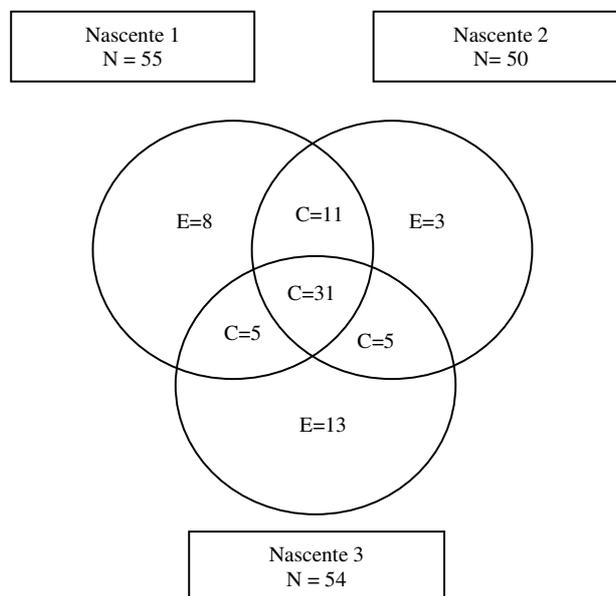


Figura 3 - Diagrama de Venn da composição florística por nascente na Floresta Estacional Inferomontana (FEI), Guatambu e Chapecó, SC, 2008. Mostrando: N = número de espécies em cada nascente; E = espécies exclusivas; C = espécies comuns entre as nascentes.

3 CONCLUSÕES

Com a realização do trabalho em nascentes na Floresta Estacional Inferomontana no Oeste catarinense, concluiu-se que:

- 1) Ocorreu a formação de grupos específicos de espécies indicadoras para cada nascente, enquanto outras em maior número, designadas como generalistas, desenvolvem-se na maioria dos locais, sendo as mais indicadas para a recomposição de nascentes, destacando-se: *Ateleia glazioviana*, *Alsophila setosa*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Luehea divaricata*, *Allophylus edulis* e *Coussarea contracta*;
- 2) *Cryptocarpa moschata* e *Myrceugenia miersiana* foram espécies que predominaram em solos com maior saturação por alumínio, sendo indicadas para recomposição de ambientes com essas características;
- 3) em solos férteis e menos ácidos, recomenda-se o plantio de *Pilocarpus pennatifolius* e *Nectandra megapotamica*, por ocorrerem em maior abundância nesses locais;
- 4) as variáveis ambientais edáficas que mais influenciaram na distribuição das espécies foram: cálcio, magnésio, potássio e saturação por alumínio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, 2009.

BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V. Espécies indicadoras em um gradiente da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 873-875, jul. 2007.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Trad. da 3.ed. rev. aum. Madrid: Blume, 1979. 820 p.

DUFRÊNE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, Washington, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

KLEIN, R. M. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In: REITZ, R. (Org.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

KUPPER, A. Recuperação vegetal com espécies nativas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 15, n. 58, p. 38-41, nov./dez. 1994.

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

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167 p. (Série Biologia - Monografia, 22).

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD**: multivariate analysis of ecological data. Version 5.0. Oregon: PC-ORD, 2006. 40 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, G. H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974. 547 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 237-258, 2009.

PALMER, M. W. **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em <http://ordination.okstate.edu>. Acesso em 19/04/2010.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34-35, p. 1-525, 1983.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. p. 45-71.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

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

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 69, n. 3, 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. (Org.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Wageningen, 1995. p. 91-173.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 33-53, 1995.

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, 123 p.

CAPÍTULO V

ECOLOGIA FUNCIONAL DE ESPÉCIES ARBÓREO-ARBUSTIVAS NO ENTORNO DE NASCENTES DO OESTE DE SANTA CATARINA

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivos principais reconhecer padrões ecológicos funcionais da comunidade arborescente de fragmentos no entorno de nascentes das formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina e verificar a possibilidade de utilizar esses padrões na elaboração de estratégias para restauração ambiental em áreas do entorno de nascentes degradadas nessa região. A base de dados para o estudo foram nove nascentes, três de cada formação fitogeográfica (Floresta Ombrófila Mista Superomontana, Floresta Estacional Inferomontana e Floresta Estacional Submontana). As amostragens foram feitas na forma de transecto cruzado, com 26 parcelas de 10 m x 20 m (200 m²) por nascente. Foram avaliadas todas as espécies arbóreo-arbustivas com diâmetro à altura do peito $\geq 5,0$ cm. As espécies foram classificadas quanto a grupo sucessional e síndrome de dispersão. Foi mensurada a diversidade local por formação fitogeográfica para comparação entre a complexidade de grupos funcionais e a biodiversidade. Na Floresta Estacional Submontana, foram registradas 85 espécies, entre estas: 38 espécies pioneiras e 47 não-pioneiras; 20 anemocóricas, seis autocóricas, uma com dispersão pela umidade e 58 com dispersão zoocórica; 46 de porte grande na maturidade, 31 de porte médio e oito pequenas. A Floresta Estacional Inferomontana apresentou 76 espécies, entre elas: 30 espécies pioneiras e 46 não-pioneiras; 19 anemocóricas, quatro autocóricas, duas com dispersão pela umidade e 51 com dispersão zoocórica; 38 de porte grande na maturidade, 28 de porte médio e 10 pequenas. Já na Floresta Ombrófila Mista Superomontana, foram registradas 57 espécies, entre elas: 22 espécies pioneiras e 35 não-pioneiras; 11 anemocóricas, três autocóricas, duas com dispersão pela umidade e 41 zoocóricas; 26 de porte grande na maturidade, 25 de porte médio e seis pequenas. Concluiu-se que entre as três formações estudadas, a Floresta Estacional Submontana (FES) apresentou maior diversidade e riqueza em espécies, pelo fato de estar em pleno desenvolvimento após perturbações antrópicas. O elevado predomínio de espécies e indivíduos zoocóricos torna esse grupo o mais recomendado em espécies e indivíduos para recompor nascentes nas três formações fitogeográficas estudadas.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Dispersão de Diásporos. Tolerância à Luz. Floresta Ciliar.

CHAPTER V

FUNCTIONAL ECOLOGY OF THE ARBOREAL-ARBUSTIVE SPECIES IN THE VICINITY OF WATER SPRINGS OF THE WESTERN PART OF THE SANTA CATARINA STATE IN BRAZIL

ABSTRACT

The present research has as its main objective to recognize the fundamental ecological patterns of the arborescent community of certain areas in the vicinity of water springs of the phytogeographical formations of the western portion of the Santa Catarina State in Brazil and analyze the possibility of using these patterns in the development of strategies of environmental recovery in the vicinity of water springs in the region that are devastated. The database for this study was nine water springs, three from each phytogeographical formation (Floresta Ombrófila Mista Superomontana, Floresta Estacional Inferomontana e Floresta Estacional Submontana). The sampling was done along two intercepting transects, with 26 plots of 10m x 20m (200m²) per spring. Every arboreal-arbustive species with a diameter at breast height greater than 5.0 cm was analyzed for this study. The species were classified according to their succession group and dispersion syndrome. The local diversity per phytogeographical formation was measured in order to compare the complexity of different functional groups and their biodiversity. In the Floresta Estacional Submontana 85 different species were registered, amongst which: 38 were pioneer species and 47 were not pioneer species; 20 were anemocoric, 6 were autocoric, 1 presented humidity-driven dispersion and 51 presented zoocoric dispersion; 46 were large-sized when mature, 31 were medium-sized and 10 were small-sized. In the Floresta Estacional Inferomontana 76 different species were registered, amongst which: 30 were pioneer species and 46 were not pioneer species; 19 were anemocoric, 4 were autocoric, 2 presented humidity-driven dispersion and 51 presented zoocoric dispersion; 38 were large-sized when mature, 28 were medium-sized and 10 were small-sized. In the Floresta Ombrófila Mista Superomontana 57 different species were registered, amongst which: 22 were pioneer species and 35 were not pioneer species; 11 were anemocoric, 3 were autocoric, 2 presented humidity-driven dispersion and 41 were zoocoric; 26 were large-sized when mature, 25 were medium-sized and 6 were small-sized. The predominance of zoocoric species makes this group the most suitable for the ecological recovery of the vicinity of water springs in the three phytogeological formations that were studied.

Keywords: Atlantic Forest. Water. Diaspore dispersion. Light tolerance. Ecology. Ciliar forest.

INTRODUÇÃO

Os processos para recuperação de nascentes degradadas são temas complexos, que requerem uma abordagem multidisciplinar. Sob o ponto de vista da vegetação, essas tarefas incluem a seleção de espécies adequadas e técnicas de manejo compatíveis com a fragilidade do ecossistema.

Nos últimos tempos, a questão das nascentes tem merecido atenção de órgãos científicos, governamentais e entidades civis organizadas. Programas para a recuperação florestal vêm sendo implantados, tendo como diretriz a legislação ambiental brasileira, em cujo arcabouço legal merece destaque o Código Florestal (Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965), que criou as Áreas de Preservação Permanente (APPs) – sendo as nascentes e suas áreas de entorno incluídas nesta categoria – e as Reservas Legais (RLs), visando à conservação de, no mínimo, 20% da vegetação natural das propriedades rurais.

Devido à necessidade de recomposição vegetal e à formalização dessa atividade, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000), distinguiu os conceitos restauração e recuperação. O primeiro objetiva fazer retornar o ecossistema à condição mais próxima da original, enquanto a recuperação é a reconstituição do ecossistema depauperado a uma condição não degradada, que pode ser distinta do seu estado original (COSTA et al., 2010). Essa padronização se fez necessária devido às demandas das distintas categorias de áreas protegidas serem diferentes, como no caso das Áreas de Preservação Permanente (APP) e das Reservas Legais (RL), nas quais as RLs podem sofrer alguma exploração, enquanto as APPs são mais restritivas.

O conceito de restauração de ecossistemas evoluiu e passou por diversas mudanças, sendo o adotado pela “Society for Ecological Restoration” e o mais utilizado na literatura internacional (LAMB e GILMOUR, 2003; YOUNG et al., 2005; GANDOLFI et al., 2007). De acordo com esse conceito, “restauração ecológica é a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e da variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando seus valores ecológicos, econômicos e sociais”.

Nesse sentido, a restauração ecológica almeja recriar comunidades ecologicamente viáveis, protegendo e fomentando a capacidade natural de mudança dos ecossistemas. Porém, restaurar integralmente os ecossistemas naturais está muito além de nossa capacidade, e

retorná-lo ao seu estado original é impossível, devido às características dinâmicas dos mesmos (ENGEL e PARROTA, 2003). Dessa forma, para a elaboração de estratégias para restauração de nascentes, são necessários estudos criteriosos sobre a autoecologia das espécies presentes nesses *habitats*, pois as mesmas evoluíram por milhares de anos, sobrevivendo às mudanças ambientais ao longo de sua história e coexistindo com a fauna residente a partir de múltiplas interações bióticas.

Nesse contexto, o Oeste de Santa Catarina compõe-se de um mosaico de formações florestais características, entre elas, a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária; a Floresta Estacional ou Mata Branca, além das áreas de tensão ecológica (VELOSO et al., 1991) entre essas formações, denominadas de transição – que ocorrem ao longo de um gradiente de altitude, sobre efeitos ambientais e aspectos da proximidade espacial entre os fragmentos.

As espécies presentes nessas fisionomias apresentam variações no mecanismo de dispersão de diásporos, que é um dos fatores que determinam a distribuição de espécies arborescentes, por influenciar na colonização dos *habitats* (VAN DER PIJL, 1982), além de diferentes comportamentos durante seus estágios de vida (ontogênese) em relação a suas necessidades ecofisiológicas (demanda por luz e nutrientes), sendo, assim, de extrema importância o conhecimento desses mecanismos para elaboração de estratégias para restauração de nascentes degradadas.

A abordagem da revegetação no entorno de nascentes em Santa Catarina não pode ser desvinculada de uma pesquisa minuciosa da diversificada flora autóctone das diferentes formações fitogeográficas do estado, assim como a ecologia de suas espécies características, no que se refere aos aspectos funcionais necessários para acelerar o processo de regeneração natural e o aumento na resiliência desses locais.

A presente pesquisa teve como objetivo principal reconhecer padrões ecológicos funcionais da comunidade arborescente de fragmentos no entorno de nascentes das formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina e verificar a possibilidade de utilizar esses padrões na elaboração de estratégias para restauração ambiental em áreas do entorno de nascentes degradadas nessa região.

1 MATERIAIS E MÉTODOS

Para comparar as diferentes formações fitogeográficas quanto ao perfil de estratégias ecológicas de suas espécies arbóreas, arbustivas e arborescentes, as estratégias foram classificadas em três sistemas, de acordo com seus grupos sucessionais, síndromes de dispersão e porte máximo na maturidade.

As espécies foram classificadas em grupos sucessionais de acordo com suas características de colonização de ambientes com diferentes níveis de luminosidade, a partir de modelo adaptado de Kageyama e Gandarra (2000), sendo 1) pioneiras (PI), as que necessitam de luz direta para germinar e se estabelecer, também chamadas de pioneiras típicas, e também aquelas, conhecidas como secundárias iniciais, cujas sementes conseguem germinar nas condições de meia-sombra dos sub-bosques, embora necessitem de luz abundante para crescer; 2) e não-pioneiras (NP), as quais germinam e conseguem crescer nas condições de meia-sombra (secundárias tardias) e sombra (clímax) do sub-bosque, atingindo a maturidade sob o dossel ou no dossel da floresta.

Para determinação das síndromes de dispersão, foi adotada a classificação proposta por Van Der Pijl (1982), onde as espécies são caracterizadas como zoocóricas, quando possuem características próprias para dispersão por animais (polpa carnosa, sementes com arilo, pigmentação); anemocóricas, ao apresentarem características de dispersão pelo vento (alas e outros mecanismos de flutuação) e autocóricas, quando o fruto é uma cápsula que se abre por deiscência explosiva ou quando o fruto rompe o seu pedúnculo e cai devido ao efeito da gravidade (barocórica). A determinação das estratégias foi feita pela observação dos diásporos *in loco*, consulta a exsicatas de herbário, especialistas e à literatura (MORELLATO, 1992; NUNES et al., 2003; BUDKE et al., 2005; LEYSER et al., 2009; PEREIRA et al., 2010).

Para verificar a distribuição das frequências de espécies arbóreas nos grupos sucessionais e síndromes de dispersão, foram feitas tabelas de contingência, cruzando-se a frequência de espécies no grupo sucessional *versus* síndromes de dispersão e o número de indivíduos de cada uma destas categorias *versus* a formação fitogeográfica estudada. O teste estatístico não paramétrico de qui-quadrado foi aplicado às tabelas de contingência (ZAR, 1996).

Além disso, foram criados histogramas de distribuição de diâmetro para os grupos sucessionais e de distribuição das alturas para as síndromes de dispersão nas três formações fitogeográficas, empregando intervalos de classe com amplitudes crescentes para compensar o forte decréscimo da densidade nas classes de tamanho maiores (BOTREL et al., 2002).

Assim, foi possível verificar, respectivamente, o *status* sucessional das nascentes estudadas e as estratégias de dispersão das espécies nos diferentes estratos verticais dos fragmentos.

Dessa maneira, a caracterização da diversidade alpha das localidades estudadas foi realizada, para cada formação fitogeográfica, mediante o cálculo do número de espécies, do índice de diversidade de Shannon (H') e da equabilidade de Pielou (J'), de acordo com Pielou (1969).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Floresta Estacional Submontana (FES), foram registradas 85 espécies, entre estas: 38 espécies pioneiras e 47 não-pioneiras; 20 anemocóricas, seis autocóricas, uma com dispersão pela umidade (Pteridófita) e 58 com dispersão zoocórica; 46 de porte grande na maturidade, 31 de porte médio e oito pequenas. A Floresta Estacional Inferomontana (FEI) apresentou 76 espécies, entre elas: 30 espécies pioneiras e 46 não-pioneiras; 19 anemocóricas, quatro autocóricas, duas com dispersão pela umidade (Pteridófita) e 51 com dispersão zoocórica; 38 de porte grande na maturidade, 28 de porte médio e 10 pequenas. Por sua vez, na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS), foram registradas 57 espécies, entre estas: 22 espécies pioneiras e 35 não-pioneiras; 11 anemocóricas, três autocóricas, duas com dispersão pela umidade (Pteridófita) e 41 zoocóricas, 26 de porte grande na maturidade, 25 de porte médio e seis pequenas. A relação das espécies registradas nas três formações e suas características funcionais é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Listagem das espécies com abundância (4,68 ha) nos domínios fitogeográficos (FES, FEI, FOMS) com grupos sucessionais (GS): pioneiras (PI) ou não-pioneiras (NP). As síndromes de dispersão (SD) de diásporos: anemocórica (An), autocórica (Au) ou zoocórica (Zo) e o porte na maturidade (PM), como: pequeno (P), médio (M) e grande (G), amostradas em nascentes do Oeste do estado de Santa Catarina.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS	GS	SD	PM
Adoxaceae							
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltldl.	Sabugueiro	2	2	1	PI	Zo	M
Anacardiaceae							
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	2	0	1	PI	Zo	M
<i>Annona rugulosa</i> H.Rainer	Ariticum	11	29	7	PI	Zo	M
Apocynaceae							
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	Guatambu	0	0	2	NP	An	G
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Forquilha	42	0	0	PI	Zo	M
Aquifoliaceae							
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna	1	0	15	NP	Zo	G
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Congonha	1	4	0	NP	Zo	G
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	1	33	104	NP	Zo	G
Araliaceae							
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Caixeta	1	0	0	NP	Zo	G
Araucariaceae							
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	13	20	6	NP	Zo	G
Arecaceae							
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coqueiro	20	2	2	NP	Zo	G
Asteraceae							
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Agulheiro	6	9	3	PI	Zo	M
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	Vassourão-branco	1	3	0	PI	An	G
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	vassourão-preto	0	0	6	PI	An	M
<i>Vernonia</i> sp	Vassourão	0	3	0	PI	An	M
Bignoniaceae							
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	2	5	6	NP	An	G
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Carobinha	2	0	0	NP	An	G
Boraginaceae							
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	Guajuvira	138	66	0	NP	An	G
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	Louro-pardo	3	2	0	PI	An	G

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família/Espécie	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS	GS	SD	PM
Canellaceae							
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwanke) Occhioni	Pimenteira	0	0	18	NP	Zo	G
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Grandiúva	2	2	0	PI	Zo	M
Celastraceae							
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	Espinheira-santa	2	0	0	NP	Zo	P
Clethraceae							
<i>Clethra scabra</i> Pers	Caujuja	0	0	2	PI	An	M
Cunoniaceae							
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaraperê	0	1	57	NP	An	M
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	Gramimunha	0	0	3	NP	Au	M
Cyatheaceae							
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	Xaxim-de-espino	19	188	15	NP	umid	P
Dicksoniaceae							
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim	0	18	1079	NP	umid	P
Elaeocarpaceae							
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Sapopema	0	0	51	NP	Zo	G
Erythroxylaceae							
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St. - Hil.	Cocão	1	2	0	PI	Zo	M
Euphorbiaceae							
<i>Alchornea sidifolia</i> Muell. Arg.	Tanheiro	8	0	0	PI	Zo	M
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	Laranjeira-do-mato	32	5	0	NP	Au	P
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leiteiro	29	20	15	PI	Zo	G
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Bail.) Sm. & Dows	Branquilha	7	0	19	NP	Au	G
Fabaceae							
<i>Acacia tucumanensis</i> Griseb.	Napindá	7	2	11	PI	An	M
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Angico-branco	6	0	0	PI	An	G
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Grápia	4	0	0	PI	An	G
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Timbó	1	44	0	PI	An	G
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de-vaca	4	0	0	PI	Au	M
<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	Topete-de-cardeal	12	1	0	PI	Au	P
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-mico	22	15	67	PI	An	M
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Corticeira-da-serra	0	0	1	NP	Au	G
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim	2	2	0	NP	Au	G

Continua...

Tabela 1 – Continuação...

Família/Espécie	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS	GS	SD	PM
Fabaceae							
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	4	0	6	PI	Zo	G
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga	0	0	1	PI	An	G
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	64	40	0	PI	An	G
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	111	9	0	PI	An	G
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	1	2	0	PI	An	G
Lamiaceae							
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	77	1	0	NP	Zo	G
Lauraceae							
<i>Cryptocarpa moschata</i> Nees & Mart. ex Nees.	Canela-fogo	0	12	0	NP	Zo	G
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr	Canela-do-brejo	0	0	12	NP	Zo	M
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	Canela-fedida	0	0	246	NP	Zo	G
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela	21	26	0	NP	Zo	G
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	37	88	25	NP	Zo	G
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Canela	119	122	0	NP	Zo	G
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Canela-sassafrás	0	4	0	NP	Zo	G
<i>Ocotea porosa</i> (Nees) Barroso	Imbuia	0	0	18	NP	Zo	G
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	39	6	26	NP	Zo	G
Loganiaceae							
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Espinho-cruzeiro	3	0	1	PI	Zo	P
Malvaceae							
<i>Luehea divaricata</i> Mart.& Zucc	Açoita-cavalo	154	60	0	PI	An	G
Melastomataceae							
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	Pixirica	0	1	0	NP	Zo	P
Meliaceae							
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cangerana	15	16	0	NP	Zo	G
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	24	9	17	NP	An	G
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Catiguá-morcego	8	0	0	NP	Zo	M
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Catiguá	4	2	0	NP	Zo	M
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Pau-de-ervilha	3	72	0	NP	Zo	M
Moraceae							
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Figueira	3	0	0	NP	Zo	G
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	Tajuva	1	0	0	NP	Zo	G

Continua...

Tabela 1 – Continuação ...

Família/Espécie	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS	GS	SD	PM
Moraceae							
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Cincho	5	18	0	NP	Zo	P
Myrtaceae							
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg.	Sete-capotes	19	2	0	PI	Zo	G
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabiroba	44	55	105	PI	Zo	M
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	Guamirim (2)	1	0	0	NP	Zo	P
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira	3	7	3	NP	Zo	G
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia	1	0	1	PI	Zo	M
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	Batinga	0	2	0	NP	Zo	M
<i>Eugenia schuechiana</i> O.Berg	Guamirim	2	0	0	NP	Zo	M
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	29	3	0	PI	Zo	M
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	Aperta-guela	6	11	1	NP	Zo	M
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	Guamirim-branco	0	0	64	NP	Zo	M
<i>Myrcia bombycina</i> (O.Berg.) Nied.	Guamirim- vermelho	0	2	26	PI	Zo	M
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	Piúna	0	7	2	NP	Zo	P
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Araçá	0	0	1	NP	Zo	G
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	Guabiju	5	0	0	NP	Zo	M
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg.	Cambuim	0	0	4	NP	Zo	P
Phytolaccaceae							
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Umbu	3	0	0	PI	Au	G
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	Espinho-de-porco	62	7	10	NP	An	M
Polygonaceae							
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmeleiro	36	4	2	NP	An	G
Primulaceae							
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	23	18	13	PI	Zo	G
Rhamnaceae							
<i>Hovenia dulcis</i> Thumb	Uva-do-japão	2	0	0	PI	Zo	G
Rosaceae							
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro- bravo	0	9	0	NP	Zo	G
Rubiaceae							
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	Pasto-de-anta- preto	0	380	160	NP	Zo	M
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schl.	Grandiúva-d'anta	0	11	0	NP	Zo	P

Continua...

Tabela 1 – Continuação ...

Família/Espécie	Nome Vulgar	FES	FEI	FOMS	GS	SD	PM
Rutaceae							
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau-marfim	21	3	0	NP	An	G
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Jaborandi	41	12	0	NP	Zo	M
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	Teta-de-porca	4	5	0	PI	Zo	M
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	11	1	3	PI	Zo	M
Salicaceae							
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guaçatunga-preta	8	10	118	NP	Zo	G
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-branca	35	26	80	PI	Zo	G
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	122	81	0	PI	Zo	M
Sapindaceae							
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Chal-chal	135	60	45	NP	Zo	M
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Olho-de-pomba	20	14	220	NP	Zo	M
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	68	82	152	NP	Zo	G
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria-preta	26	190	0	NP	An	G
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	84	12	0	NP	Zo	M
Sapotaceae							
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Aguai	2	0	0	NP	Zo	G
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai-vermelho	46	27	0	NP	Zo	G
Simaroubaceae							
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	Pau-amargo	2	3	2	NP	Zo	M
Styracaceae							
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Carne-de-vaca	24	11	47	NP	Zo	M
Symplocaceae							
<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.	Sete-sangria	0	3	0	PI	Zo	G
Urticaceae							
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Urtigão	1	3	0	PI	Zo	P
Verbenaceae							
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	Cuíca-de-galinha	0	0	2	PI	Zo	P
Violaceae							
<i>Hybanthus bigibbosus</i> (A. St.-Hil.)	Erva-veado	0	1	0	NP	Au	P
Winteraceae							
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Cataia	0	0	2	PI	Zo	M

As proporções de espécies variaram pouco entre as três áreas (Figura 1A). Os menores valores para espécies pioneiras foram registrados na Floresta Ombrófila Mista Superomontana e Floresta Estacional Inferomontana (38,60% e 39,47%), respectivamente, e os maiores valores na Floresta Estacional Submontana (44,71%). O contrário foi constatado para as espécies não-pioneiras (55,29%, 60,53% e 61,40%), na ordem crescente, da Floresta Estacional Submontana para a Ombrófila Mista. Entretanto, a abundância dos indivíduos obteve diferenças mais marcantes, sendo que a Floresta Ombrófila Mista apresentou proporções (86,98% e 13,02%) maiores de árvores não-pioneiras do que de pioneiras, respectivamente, seguida pela Floresta Estacional Inferomontana (77,33% e 22,67%) e pela Submontana (55,07% e 44,93%), com maior equivalência do número de plantas nos dois grupos sucessionais (Figura 1B). No entanto, Kageyama e Gandarra (2005) dizem que as espécies de cada grupo sucessional apresentam características biológicas diferentes, tais como dependência de diferentes intensidades de luz, velocidade de crescimento e duração do ciclo de vida. Além disso, Pereira et al. (2010) prescrevem que, no planejamento de propostas de recomposição da vegetação, a proporção de mudas a serem implantadas deve ser semelhante à encontrada na comunidade natural estabelecida. Sendo assim, as nascentes da formação ombrófila podem ter enriquecimento com espécies de maior maturidade na sucessão.

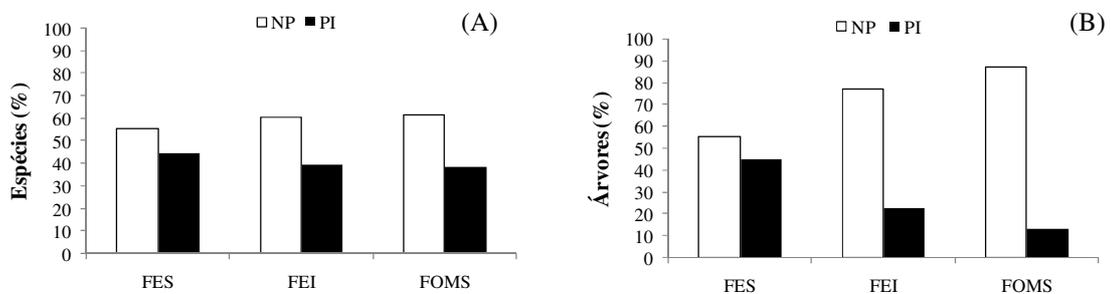


Figura 1 - Distribuição das porcentagens de espécies (A) e árvores (B) por grupo sucessional em nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina. Em que: PI: pioneira, NP: não pioneira.

A estrutura de tamanhos de uma comunidade de plantas é o resultado da ação de fatores bióticos e abióticos que atuam sobre as populações, sendo também um dos indicativos do *status* de regeneração da vegetação (NUNES et al., 2003). A Figura 2 mostra as distribuições de diâmetro das árvores por grupo sucessional nas três formações fitogeográficas. A figura ilustra o equilíbrio entre as classes pioneiras e não pioneiras da

Floresta Estacional Submontana – formação que parece apresentar menor *status* sucessional entre as estudadas. A Floresta Estacional Inferomontana é a que apresenta a mais típica formação em “J” invertido, típica de florestas naturais, enquanto a Floresta Ombrófila Mista Superomontana possui elevado número de indivíduos na segunda e terceira classes diamétricas – principalmente devido à elevada abundância de *Dicksonia sellowiana* nessas classes – apesar dos histogramas apresentarem intervalos crescentes.

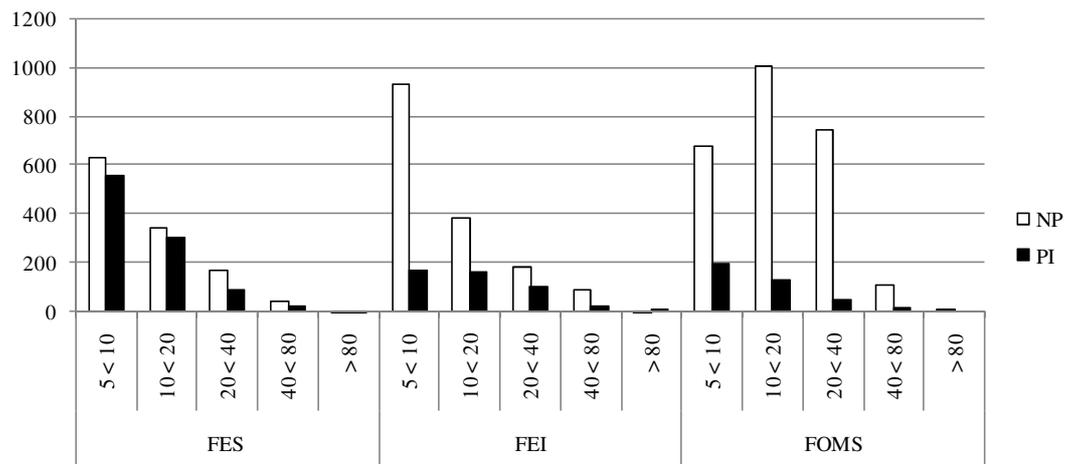


Figura 2 - Distribuição da abundância de indivíduos ≥ 5 cm de DAP em classes crescentes de diâmetro nas nascentes das três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina.

Na Figura 3, observa-se que as proporções de espécies com síndrome zoocórica variaram de 55,5 a 66,9% para as nascentes de Floresta Ombrófila Mista e de Floresta Estacional Inferomontana, respectivamente (Figura 3A). A proporção de indivíduos segue o mesmo padrão (Figura 3B). Esses resultados evidenciam a importância das espécies zoocóricas nas cabeceiras de nascentes do Oeste de Santa Catarina. O uso de espécies florestais que possuem seus propágulos disseminados por animais nos programas de recomposição de nascentes é uma forma de promover um incremento da biodiversidade nas áreas a serem recuperadas, pois, no momento da frutificação, vários animais poderão frequentar essas áreas em busca de alimentação (PEREIRA et al., 2010). Nesse processo, podem ainda promover a troca de diásporos entre a área em recuperação e os fragmentos circunvizinhos, contribuindo para a manutenção da diversidade genética das populações de espécies entre os fragmentos (KAGEYAMA et al., 1998). Porém, de acordo com Oliveira-Filho (1994), deve-se dar importância para as espécies atrativas à fauna na composição dos plantios, tanto pelo fornecimento de abrigo como de alimento.

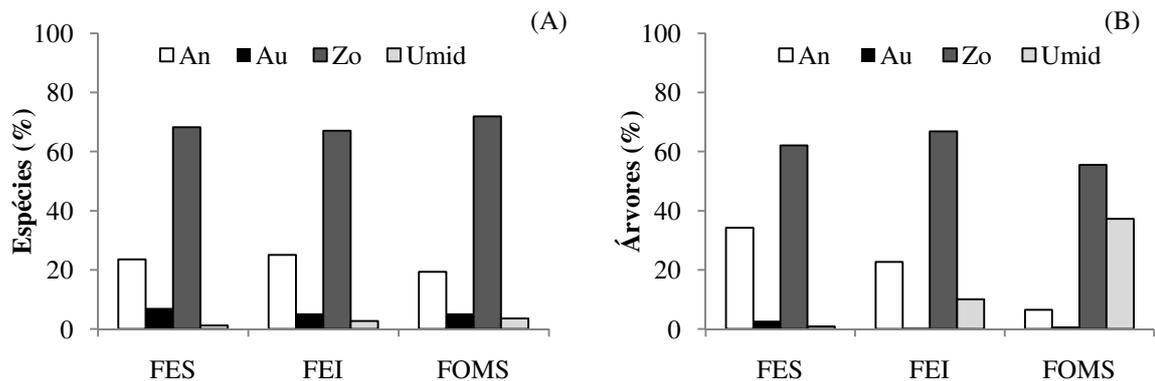


Figura 3 - Distribuição das porcentagens de espécies (A) e árvores (B), por síndrome de dispersão em nascentes das três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina. Em que An: anemocoria, Au: autocoria, Zo: zoocoria e Umid: dispersão pela umidade.

A Figura 4 ilustra o gráfico com a estrutura hipsométrica por síndromes de dispersão nas três formações fitogeográficas estudadas. Em todas as vegetações, existe um predomínio de espécies zoocóricas, principalmente na segunda, terceira e quarta classe de altura. Ressalte-se que, na Floresta Ombrófila Mista, existe um amplo domínio de espécies com dispersão por eventos de umidade, fato que é explicado pela elevada abundância de Pteridófitas da espécie *Dicksonia sellowiana* (xaxim) na Floresta com Araucária. Espécie que também possui relevância na Floresta Estacional Inferomontana, o que evidencia o aspecto de transição dessa fisionomia. A Floresta Estacional Submontana é a que apresenta maior importância de espécies anemocóricas, principalmente no estrato médio. Talvez exista maior influência da exposição aos ventos nessa vegetação, pois suas copas perdem grande parte das folhas em uma estação do ano, que podem deixar no local maior proporção de propágulos dessas espécies do que as outras formações mais protegidas.

A regeneração de uma floresta expande-se, geralmente, em direção à maior complexidade de formas, sendo influenciada diretamente pelo tempo decorrente desde a perturbação e pelo tipo de distúrbio (RONDON-NETO et al., 2000; NUNES et al., 2003). Dessa forma, espera-se que a estratificação da floresta torne-se mais complexa com a contribuição crescente de espécies de maior porte para o perfil da floresta, sugerindo que as frequências de espécies propícias de diferentes estratos da floresta variam entre as formações estudadas.

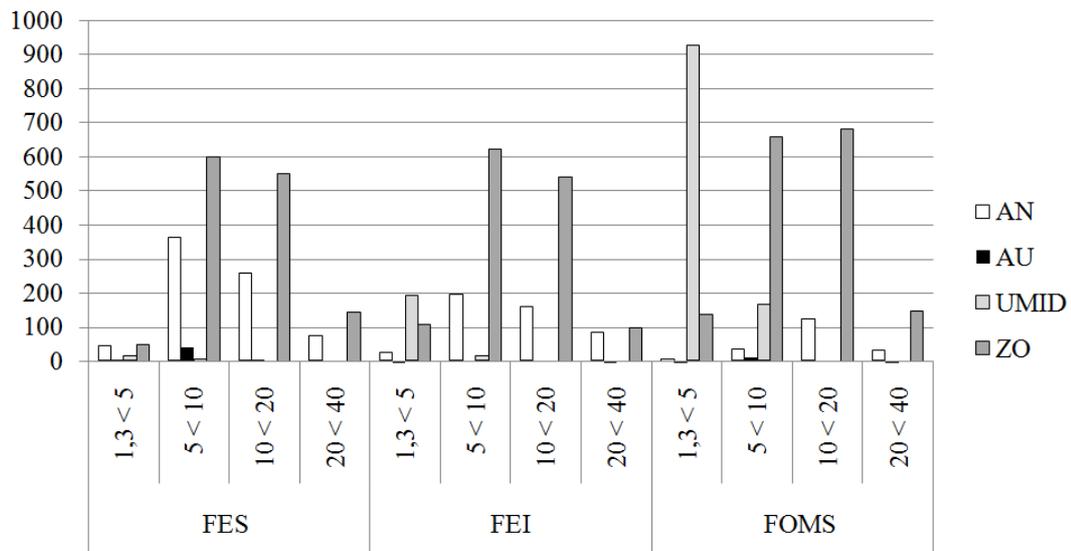


Figura 4 - Distribuição da abundância de indivíduos ≥ 5 cm de DAP em classes crescentes de altura nas nascentes das três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina.

De acordo com os resultados da Tabela 2, frequências observadas e esperadas de indivíduos por grupo sucessionais e síndrome de dispersão, ambos em relação às formações fitogeográficas, constata-se que a flora arborecente no entorno das nascentes do Oeste de Santa Catarina diferiram tanto entre os ambientes (formações) em relação aos grupos sucessionais de pioneiras e não pioneiras, quanto entre os grupos sucessionais dentro do mesmo ambiente. Resultados análogos foram encontrados para as síndromes de dispersão dentro e entre as formações. A elevada proporção de indivíduos zoocóricos em Florestas Estacionais corrobora resultados de outros autores para essa formação fitogeográfica (BUDKE et al., 2005; GIEHL et al., 2007). A síndrome de dispersão corresponde a adaptações estruturais que as plantas apresentam para se espalharem no meio ambiente. As funções dessas adaptações são de proteger as sementes e promover a dispersão dessas plantas em locais apropriados à sua germinação e sobrevivência, garantindo a perpetuação da espécie.

Quando relacionadas a proporção de espécies nos grupos sucessionais com as síndromes de dispersão (Tabela 3), apenas a Floresta com Araucária apresentou diferenças, seja entre as pioneiras que tiveram em sua maioria espécies autocóricas (16) e as não-pioneiras que tiveram predominância de espécies zoocóricas (25). Dentro das síndromes de dispersão anemocórica e das Pteridófitas (Umid), não houve distinções entre pioneiras e não pioneiras. Essa maior estratificação em grupos funcionais na Floresta com Araucária pode ocorrer devido a uma possível maturidade maior dessa formação em relação às outras duas,

sendo que parece existir uma diminuição na idade em direção à Floresta Estacional Submontana (Ver Figura 2). No mesmo sentido, Souza e Batista (2004), ao estudarem a sucessão secundária de uma Floresta Estacional no Sudeste do Brasil, concluíram que quanto maior for a complexidade de guildas ecológicas de uma vegetação, maior será a sua maturidade.

Tabela 2 - Tabelas de contingência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de indivíduos arborescentes por grupo sucessional e síndrome de dispersão nas três formações fitogeográficas do Oeste de do estado de Santa Catarina.

Grupo Sucessional		Formações Fitogeográficas			Qui-quadrado	
		FOMS	FEI	FES	X^2	P
Pioneira		382 (746,6)	465 (521,7)	971 (549,7)	507,09	***
Não-Pioneira		2553 (2188,4)	1586 (1529,3)	1190 (1611,3)	172,99	***
Qui-quadrado:	X^2	238,78	8,27	433,05	680,10	
	P	***	**	***		***
Síndrome de dispersão		FOMS	FEI	FES		
Anemocórica		190 (572,5)	464 (400,0)	740 (421,5)	506,43	***
Autocórica		23 (37,8)	9 (26,4)	60 (27,8)	54,48	***
Zoocórica		1628 (1783,1)	1372 (1246,0)	1342 (1312,9)	26,87	***
Umíde		1094 (541,7)	206 (378,5)	19 (398,8)	1003,57	***
Qui-quadrado:	X^2	838,02	113,06	640,28	1591,36	
	P	***	***	***		***

Os resultados dos testes de qui-quadrado são fornecidos para cada tabela como um todo e para suas linhas e colunas, em separado. Em que: ns = não significativo; * significativo a 10% de probabilidade, ** significativo a 5% de probabilidade e *** significativo a 1% de probabilidade.

A Tabela 4 apresenta os estimadores da diversidade alpha das formações fitogeográficas estudadas no Oeste de Santa Catarina. A Floresta Ombrófila Mista apresenta as menores estimativas dessa biodiversidade, número de espécies, índice de Shannon e equabilidade de Pielou, e estes valores parecem aumentar em direção à formação com maiores níveis de perturbação – na qual se localiza a Floresta Estacional Submontana, o que nos remete a algumas teorias e evidências sobre os efeitos de perturbações sobre a diversidade. Nesse contexto, tanto a teoria (MACARTHUR, 1955; ALLISON, 2004) como algumas experiências (TILMAN, 1999) demonstram que a diversidade pode afetar a estabilidade da comunidade, influenciando a resposta à perturbação e /ou flutuações ambientais. Por exemplo,

os grupos mais diversificados são mais propensos a exibir uma série de características funcionais, aumentando a probabilidade de uma espécie compensar as respostas negativas de outras espécies às perturbações e/ou mudanças ambientais.

Tabela 3 - Tabelas de contingência cruzando-se a distribuição das frequências observadas e esperadas (entre parênteses) entre as síndromes de dispersão e grupo sucessional das espécies arbóreas registradas no entorno de nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste de Santa Catarina, Brasil.

Grupo Sucessional	Síndrome de Dispersão				Qui-quadrado	
	Anemocórica	Autocórica	Zoocórica	Umíde	X^2	P
FOMS						
Pioneira	6 (4,2)	16 (7,3)	0 (9,6)	0 (0,8)	21,39	***
Não Pioneira	5 (6,8)	3 (11,7)	25 (15,4)	2 (1,2)	13,44	***
X^2	1,18	16,68	15,71	1,26	34,83	
P	ns	***	***	ns		***
FEI						
Pioneira	11 (7,5)	1 (1,6)	18 (20,1)	0 (0,8)	2,86	ns
Não Pioneira	8 (11,5)	3 (2,4)	33 (30,9)	2 (1,2)	1,87	ns
X^2	2,7	0,35	0,37	1,3	4,73	
P	ns	ns	ns	ns		ns
FES						
Pioneira	12 (8,9)	3 (2,7)	23 (25,9)	0 (0,4)	1,86	ns
Não Pioneira	8 (11,1)	3 (3,3)	35 (32,1)	1 (0,6)	1,51	ns
X^2	1,89	0,07	0,6	0,81	3,37	
P	ns	ns	ns	ns		ns

Os resultados dos testes de qui-quadrado são fornecidos para cada tabela como um todo e para suas linhas e colunas, em separado. Em que: ns = não significativo; * significativo a 10% de probabilidade, ** significativo a 5% de probabilidade e *** significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 4 - Riqueza e diversidade de espécies das comunidades arbóreas em nascentes de três formações fitogeográficas do Oeste do estado de Santa Catarina.

	FOMS	FEI	FES
Estimativas das comunidades:			
Número de espécies (S)	57	76	85
Índice de Shannon (H')	2,6253	3,3008	3,6660
Equabilidade de Pielou (J')	0,6465	0,7622	0,8230

A partir de teorias ecológicas, como a teoria dos distúrbios intermediários – citada acima –, que em muitos casos tendem a aumentar a diversidade nos fragmentos, a criação de processos ecológicos para acumulação de energia em ecossistemas, e da restauração da conectividade entre fragmentos florestais, que surgiram alguns novos conceitos e metodologias para restauração de ecossistemas.

Estes conceitos ilustram uma nova tendência da prática da restauração em priorizar modelos de conservação da biofuncionalidade, por redirecionarem a comunidade degradada em direção à integração com a paisagem que a rodeia, refletindo seus processos estocásticos e sua atual capacidade de resiliência (SUDING et al., 2004; METZGER, 2006; TRES e REIS, 2009; REIS et al., 2010).

Perante essa tendência, cabe ao trabalho exposto, em conjunto com um diagnóstico detalhado das nascentes, escolher e planejar uma metodologia de restauração adaptada às condições locais e características peculiares das nascentes e de sua inserção na formação fitogeográfica de interesse.

3 CONCLUSÕES

- 1) Entre as três formações estudadas, a Floresta Estacional Submontana (FES) apresentou maior diversidade e riqueza em espécies, pelo fato de estar em pleno desenvolvimento após perturbações antrópicas;
- 2) o percentual de espécies pioneiras e não-pioneiras foi bastante semelhante entre as três formações fitogeográficas;
- 3) o número de indivíduos de espécies não-pioneiras é maior na Floresta Ombrófila Mista Superomontana (FOMS) e menor na Floresta Estacional Submontana (FES); o contrário ocorreu para as espécies pioneiras;
- 4) houve maior predomínio de espécies zoocóricas nas três formações fitogeográficas estudadas, comprovando a importância da indicação dessas espécies na recomposição das nascentes da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, G. The influence of species diversity and stress intensity on community resistance and resilience. **Ecological Monographs**, Ithaca, v. 74, n. 1, p. 117-134, 2004.

BOTREL, R. T. et al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 195-213, abr./jun. 2002.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.

BUDKE, J. C. et al. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 60, n. 1, p. 17-24, 2005.

COSTA, M. P. et al. Avaliação do processo de reabilitação de um trecho de floresta ciliar na bacia do Rio Itapemirim-ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 835-851, out. 2010.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.(Org.). **Restauração Ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fepaf, 2003. p. 1-26.

GANDOLFI, S.; MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R.. Theoretical Bases of the Forest Ecological Restoration. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Org.). **High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil**. 1 ed. New York: Nova Science Publishers, 2007. v. 1, p. 27-60.

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 Brasilica**. São Paulo, v. 21, n. 1, p. 137-145, 2007.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F.; SOUZA, L. M. I. Consequências Genéticas da Fragmentação sobre Populações e Espécies Arbóreas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, 1998.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Org.) **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, p. 249-269.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/CESP. In: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Org.) **Restauração Florestal: Fundamentos e Estudos de Caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005, p. 47-58.

LAMB, D.; GILMOUR, D. **Rehabilitation and restoration of degraded forests**. Gland, Switzerland: Issues in Forest Conservation, IUCN. 2003. 122 p.

LEYSER, G. et al. Espectro de dispersão em um fragmento de transição entre floresta ombrófila mista e floresta estacional na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, n. 60, p. 355-366, 2009.

MACARTHUR, R. Fluctuations of Animal Populations and a Measure of Community Stability. **Ecology**, Ithaca, v. 36, n. 3, p. 533-536, jul. 1955. Disponível em: <<http://www.d.umn.edu/~thrabik/macarthur%201955.pdf>>. Acesso em: 01/11/2010.

METZGER, J. P. How to deal with non-obvious rules for biodiversity conservation in fragmented landscapes? **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

MORELLATO, L. P. C. **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal do Sudeste do Brasil**. Campinas: UNICAMP, 1992. 321 p.

NUNES, Y. R. F. et al. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta botanica brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.

PEREIRA, I. M. et al. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 235-253, abr./jun. 2010.

PIELOU, E. C. **An introduction to mathematical ecology**. New York: J. Wiley, 1969. 286 p.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 244-250, mar./abr. 2010.

RONDON-NETO, R. M. et al. Estrutura e composição florística da comunidade arbustivoarbórea de uma clareira de formação antrópica, em uma floresta estacional semidecídua montana. **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 79-94, 2000.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA - SNUC: lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. 4ª edição. Aum. Brasília: MMA/SBF, 2004. 52 p.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 191, p. 185-200, 2004.

SUDING, K. N.; GROSS, K. L.; HOUSEMAN, G. R. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 19, n. 1, p. 46-53, 2004.

TILMAN, D. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. **Ecology**, Ithaca, v. 80, n. 5, p. 1455-1474, 1999. Disponível em: <http://www.esa.org/history/papers/Tilman_D_MA.pdf>. Acesso em: 02/11/2010.

TRES, D. R.; REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 59-71, dez. 2009.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlim, 1982. 162 p.

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, 123 p.

YOUNG, T. P.; PETERSEN, D. A.; CLARY, J. J. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 8, n. 6, p. 662-673, 2005.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA RECUPERAÇÃO DE NASCENTES NO OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

A principal compreensão para um projeto bem-sucedido para recuperação de um ecossistema degradado é a de que não existe uma fórmula preestabelecida. Cada ambiente degradado possui sua história de antropização, estando sujeito a um conjunto de características ecossistêmicas, merecendo assim uma estratégia específica que vise ao restabelecimento dos processos ecológicos, que devem ser categorizados como ações de restauração.

Essas ações de restauração requerem a elaboração de um arcabouço conceitual bem definido, tanto nos aspectos relacionados ao estado de degradação quanto nos da dinâmica das florestas. Nesse sentido, os resultados obtidos nos cinco capítulos do presente trabalho trazem contribuições para que as instituições governamentais e não-governamentais e pessoas interessadas no tema possam nortear estratégias para realizar o planejamento de atividades de recuperação das nascentes degradadas na região estudada.

Os resultados dos diferentes capítulos mostraram que, sempre que possível, no planejamento de recuperação de uma nascente degradada, deve ser incluída a análise do solo. Isso porque, entre as variáveis ambientais, a composição química do solo apresentou grande influência na distribuição das espécies. Essa análise poderá auxiliar na escolha das espécies, principalmente daquelas com alta preferência ambiental.

Entretanto, para muitas nascentes desprovidas de vegetação no seu entorno, mas em que exista riqueza de matrizes com propágulos pelas circunvizinhanças, o isolamento da área pode ser suficiente para obter uma recuperação satisfatória da vegetação. Em algumas circunstâncias, o enriquecimento com algumas espécies é necessário, visando acelerar o processo de recuperação e aumentar a diversidade.

Por outro lado, quando existe a necessidade de interferência mais acentuada, devido à ausência ou insuficiente vegetação no entorno de determinada nascente, os resultados dos Capítulos 2 a 4 fornecem uma relação de espécies indicadas para plantio em cada formação fitogeográfica do Oeste do estado de Santa Catarina, como também uma relação de espécies generalistas, que são aquelas recomendadas para plantio nas três formações florestais:

Floresta Ombrofila Mista Superomontana (FOMS): *Acacia tucumanensis*, *Banara tomentosa*, *Capsicodendron dinisii*, *Coussarea contracta*, *Dalbergia frutescens*, *Dicksonia sellowiana*, *Ilex paraguariensis*, *Lonchocarpus nitidus*, *Myrceugenia myrcioides*, *Nectandra grandiflora*, *Ocotea porosa*, *Sloanea monosperma* e *Styrax leprosus*.

Floresta Estacional Inferomontana (FEI): *Alsophila setosa*, *Annona rugulosa*, *Ateleia glazioviana*, *Cabralea canjerana*, *Chrysophyllum marginatum*, *Cordia americana*, *Coussarea contracta*, *Dalbergia frutescens*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Myrocarpus frondosus*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea indecora*, *Styrax leprosus* e *Trichilia elegans*.

Floresta Estacional Submontana (FES): *Annona rugulosa*, *Balfourodendron riedelianum*, *Cabralea canjerana*, *Calliandra tweediei*, *Campomanesia guazumifolia*, *Chrysophyllum marginatum*, *Cordia americana*, *Dalbergia frutescens*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Lonchocarpus nitidus*, *Myrocarpus frondosus*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea indecora*, *Parapiptadenia rigida*, *Pilocarpus pennatifolius*, *Ruprechtia laxiflora*, *Tabernaemontana catharinensis* e *Vitex megapotamica*.

OMS-FEI-FES: *Allophylus edulis*, *Allophylus guaraniticus*, *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Casearia decandra*, *Casearia sylvestris*, *Cedrela fissilis*, *Celtis iguanaea*, *Cupania vernalis*, *Dasyphyllum spinescens*, *Endlicheria paniculata*, *Luehea divaricata*, *Matayba elaeagnoides*, *Myrsine umbellata*, *Nectandra megapotamica*, *Ocotea puberula*, *Sapium glandulosum*, *Sorocea bonplandii* e *Zanthoxylum rhoifolium*.

Pela dificuldade de obter sementes para produzir mudas de grande parte das espécies relacionadas, deve-se dar preferência às espécies pioneiras e zoocóricas, principalmente as bagueiras, devido à atratividade pela fauna, que aos poucos disseminará os propágulos, gerando o aumento gradativo da diversidade.

Na maioria dos casos, recuperar a vegetação do entorno de uma nascente não significa que haverá uma rápida melhoria na qualidade e quantidade de água disponível. Em muitos casos, serão necessárias algumas décadas para recomposição adequada da vegetação e da estrutura do solo. Diante disso, atitudes inicialmente agressivas para estancar a degradação desses ambientes, o imediato diagnóstico da situação das nascentes de cada microbacia e um cronograma de recuperação envolvendo toda a comunidade são necessários para o sucesso da atividade de recomposição.

Como sugestão, no caso da replicação da metodologia utilizada neste trabalho em outras formações fitogeográficas, recomenda-se:

- 1) Avaliar pelo menos cinco nascentes representativas da região a ser estudada;
- 2) procurar, se possível, utilizar fragmentos onde hajam estações meteorológicas próximas para empregar os dados nas análises, ampliando o número das variáveis ambientais utilizadas;
- 3) buscar o maior detalhamento possível sobre o histórico da área para facilitar a discussão dos dados e conclusões;
- 4) aumentar o detalhamento da coleta e análise do solo, utilizando maiores profundidades e abertura de trincheiras para facilitar a classificação do solo - possibilitando a formação de um mapa minucioso de classificação do solo na área amostral - e a determinação da umidade do solo em diversas épocas do ano;
- 5) incluir outras variáveis ambientais não contempladas neste estudo, principalmente, detalhar mais a declividade do terreno, possibilitando a confecção de mapas planialtimétricos das nascentes;
- 6) como complemento para facilitar a interpretação e utilização de dados torna-se importante incluir o estudo da ecologia funcional das espécies das nascentes analisadas.