

RODINELI LOEBENS

**PARTIÇÃO DA VARIAÇÃO FLORÍSTICO-
ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO EM
FUNÇÃO DO AMBIENTE E ESPAÇO EM UMA
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL EM
SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Dra. Ana Carolina da Silva

Co-orientador: Dr. Pedro Higuchi

LAGES, SC, 2015

L825p Loebens, Rodineli

Partição da variação florístico-estrutural do componente arbóreo em função do ambiente e espaço em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Santa Catarina / Rodineli Loebens. - Lages, 2015.

70 p. : il. ; 21 cm

Orientadora: Ana Carolina da Silva

Coorientador: Pedro Higuchi

Inclui bibliografia.

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2015.

1. Floresta ombrófila mista aluvial. 2. Caracterização ambiental. 3. Estruturação espacial. I. Loebens, Rodineli. II. Silva, Ana Carolina da. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título

CDD: 634.9 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca
Setorial do CAV/ UDESC

RODINELI LOEBENS

**PARTIÇÃO DA VARIAÇÃO FLORÍSTICO-
ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO EM
FUNÇÃO DO AMBIENTE E ESPAÇO EM UMA
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL EM
SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Banca examinadora:

Orientadora:

Profa. Dra. Ana Carolina da Silva
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Prof. Dr. Jean Carlos Budke
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Membro:

Prof. Dr. Adelar Mantovani
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages, ____/____/____

A minha família e meus amigos,
que sempre estiveram comigo em
absolutamente todos os
momentos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter possibilitado e mostrado o melhor caminho a se seguir, pela força concedida nas horas mais obscuras que permitiram o alcance deste objetivo.

Aos meus pais, Beno e Francisca, por sempre terem acreditado e apoiado o meu desempenho e na concretização deste sonho.

Aos meus amigos, que apesar das longas conversas sobre conhecimentos adquiridos, sempre estavam presentes e compreendendo a minha falta de tempo para as horas de diversão.

Ao meu amigo Paulo, que durante as partidas de xadrez falávamos sobre a filosofia do mundo.

Aos meus amigos Marcos, Sandra e família, que me possibilitaram momentos de alegria, conforto, segurança, carinho e amor.

À toda minha família e amigos, que de alguma forma contribuíram para a minha formação e educação ao longo dos anos, pelo amparo e carinho proporcionados.

Em especial um agradecimento a minha orientadora professora Ana Carolina da Silva, pela orientação, dedicação, paciência e confiança disponibilizados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Pedro Higuchi, pelo auxílio, dedicação, compreensão, mostrando assim uma direção a se seguir ao longo do trabalho.

Ao grupo do Laboratório de Dendrologia, que participou no auxílio das coletas de campo.

Ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À FUMDES (UNIEDU), pela concessão da bolsa de estudo que me possibilitaram uma melhor dedicação ao curso.

“Se um homem gastar a metade de cada dia a andar pela floresta, simplesmente por gostar dela, arrisca-se a ser considerado um preguiçoso, mas se ele gasta todo o dia como um especulador, devastando a floresta e causando a calvície precoce da terra, aí então ganhará a admiração de seus concidadãos como pessoa ativa e empreendedora. Pode uma cidade se interessar por suas florestas, apenas para acabar com elas”? (Henry Thoreau)

RESUMO

LOEBENS, Rodineli. **Partição da variação florístico-estrutural do componente arbóreo em função do ambiente e espaço em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Santa Catarina.** 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2015.

A presente dissertação teve como objetivo investigar a influência da estruturação espacial e de variáveis ambientais sobre a organização florístico-estrutural do componente arbóreo em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, em Santa Catarina. Para isso, foram alocadas 48 unidades amostrais de 200 m² no remanescente, localizado em uma planície aluvial nas margens do rio Caveiras em Lages, SC. Todos os indivíduos dentro das unidades amostrais com diâmetro na altura do peito, medido a 1,30 m do solo (DAP), igual ou superior a 5 cm foram mensurados e identificados. Foram mensuradas as variáveis ambientais em cada uma das unidades amostrais: nível freático, propriedades químicas e físicas nos solos, topografia, cobertura do dossel e impactos ambientais. As variáveis espaciais foram determinadas por meio da análise de Coordenadas Principais de Matrizes Vizinhas (PCNM), a partir das coordenadas geográficas de cada unidade amostral. Os dados foram analisados por meio de Correlograma de Mantel, Particionamento da Variância, Análises de Redundância (RDA's) e testes de correlação. Foram

amostrados 1.462 indivíduos pertencentes a 66 espécies. Conjuntamente, as variáveis ambientais e espaciais explicaram 24,13% da variação total, sendo que a maior parte (15,22%) encontrou-se espacialmente estruturada. Das variáveis ambientais, a topografia (desnível máximo) e a fertilidade do solo (soma de bases e P) foram as mais significativas. Conclui-se que o componente arbóreo está organizado na forma de um gradiente florístico-estrutural. Ainda, os resultados sugerem que o regime de inundação do rio e a presença de zonas de maior encharcamento do solo foram relevantes na definição de micro-habitats, que influenciaram na distribuição das espécies.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Caracterização ambiental. Estruturação espacial.

ABSTRACT

LOEBENS, Rodineli. **Partitioning of floristic-structural variation of tree component in response to environment and space in an Alluvial Araucaria Forest in Santa Catarina.** 2015. 70 f. Dissertation (Master in Forest Engineering – Area: Forest Engineering) – Santa Catarina State University. Forestry Engineering Graduate Program, Lages, 2015.

This dissertation aimed to investigate the influence of spatial structure and environmental variables on floristic-structural organization of the tree component in an Araucaria Forest, in Santa Catarina. For this, 48 200 m² sampling units were allocated in a forest remnant, located in an alluvial plain along Caveiras river, in the municipality of Lages, SC. All trees within sampling units with diameter at breast height, measured at 1.30 m above the ground (dbh), equal to or greater than 5 cm were measured and identified. The environmental variables measured in each sampling units were: water table level, chemical and physical soil properties, topography, canopy cover and environmental impacts. The spatial variables were determined using the analysis of principal coordinates of neighbour matrices (PCNM), through the geographic coordinates from each sampling units. The data were analyzed through Mantel Correlogram, Variation Partitioning,

Redundancy Analysis (RDA's) and correlation tests. A total of 1,462 individuals, belong to 66 species, were sampled. Together, the environmental and spatial variables explained 24,13% of total variation, with the largest part (15,22%) being spatially structured. The most significant environmental variables were topography (maximum elevation difference) and fertility (bases sum and P). It is possible to conclude that the tree component is organized as a floristic-structural gradient. Futhermore, the results suggest that the inundation regime and the presence of flood prone areas were relevant for micro-habitats definition, that influenced the distribution of species.

Key-words: Alluvial Araucaria Forest. Environment characterization. Spatial structure.

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1. Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial estudado em Lages, SC, com respectivas unidades amostrais alocadas e tipos de solos.....39
- Figura 2 – Correlograma de Mantel para a similaridade florístico-estrutural do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC, determinado por meio do índice de Bray-Curtis, em função da distância espacial entre as parcelas. Símbolos fechados indicam significância de 0,05 por meio do teste de permutação ($n = 999$), com correção de Holm.....44
- Figura 3 – Diagrama de Venn da partição da variação da organização florístico-estrutural do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC. [a] Variação explicada puramente pelas variáveis ambientais; [b] variação explicada puramente pelas variáveis espaciais e [c] variação explicada de forma compartilhada pelas variáveis ambientais e espaciais.....46
- Figura 4. Análises de Redundância (RDA's) em função de variáveis ambientais (a) e espaciais (b), para uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC. Vetores representam variáveis selecionadas pelo procedimento de stepwise ($p < 0,1$), com 999 permutações.....47
- Figura 5 – Espacialização dos scores das unidades amostrais ao longo dos eixos 1 e 2 das Análises de Redundância (RDA's) ambientais e espaciais, para uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.....50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies com os maiores valores de scores nos Eixos 1 e 2 da RDA's ambiental e espacial, amostradas em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.....	51
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APG - Angiosperm Phylogeny Group

CAP – circunferência a altura do peito

cm – centímetro

DAP – Diâmetro à Altura do Peito

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAGRI/CIRAM/INMET – Estação Meteorológica de Lages

FOM – Floresta Ombrófila Mista

ha – hectare

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

m – metro

mm – milímetros

p – Significância

PCNM – Coordenadas Principais de Matrizes Vizinhas

RDA – Análise de Redundância

SC – Santa Catarina

UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina

UNIEDU – Programas de bolsas universitárias de Santa
Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	31
2 PARTICIONAMENTO DA VARIAÇÃO FLORÍSTICO-ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL NO SUL DO BRASIL.....	33
2.1 RESUMO	33
2.2 ABSTRACT	34
2.3 INTRODUÇÃO	35
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	37
2.4.2 DESENHO AMOSTRAL E COLETA DE DADOS.....	38
2.4.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	41
2.5 RESULTADOS.....	43
2.6 DISCUSSÃO.....	52
2.7 CONCLUSÃO	56
2.8 REFERÊNCIAS.....	56
3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS.....	65
ANEXOS.....	67

1 INTRODUÇÃO GERAL

Em áreas aluviais, os distúrbios provocados por inundações representam uma das principais forças ecológicas que controlam o estabelecimento de espécies arbóreas (DUNCAN, 1993; OLIVEIRA FILHO et al., 1994; GUILHERME et al., 2004; BUDKE et al., 2008). Isto ocorre porque estes eventos promovem uma elevada heterogeneidade ambiental no espaço e no tempo (BUDKE et al., 2010), uma vez que a intensidade, frequência e duração da inundação podem variar em função de vários fatores, como o regime hídrico do curso d'água e topografia.

Os pulsos de alagamento sobre as áreas aluviais podem resultar no impacto direto da correnteza sobre as plantas estabelecidas no dique marginal ou nas planícies aluviais localizadas após o dique, com diferentes níveis de oxigenação do ambiente edáfico e variações nas propriedades químicas e físicas dos solos (SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2012). Assim, nestas áreas, observa-se a existência de diferentes condições ambientais, representando nichos ecológicos distintos para o estabelecimento de espécies arbóreas (CARVALHO et al., 2009), o que resulta em uma composição florística-estrutural do componente arbóreo organizada de forma não homogênea no espaço.

Considerando a importância das florestas aluviais para a manutenção de serviços ecossistêmicos, como a proteção dos solos e recursos hídricos, e do fluxo gênico da flora e fauna (BARRELLA et al., 2000), estudos ecológicos que tenham como o propósito gerar conhecimento que possam subsidiar estratégias de restauração são relevantes. Neste sentido, é fundamental conhecer a organização florística-estrutural do componente arbóreo, em função dos diferentes habitats existentes, pois, desta forma, é possível identificar espécies

adaptadas a condições específicas. Assim, a presente dissertação teve como objetivo investigar a influência da estruturação espacial e de variáveis ambientais sobre a organização florístico-estrutural do componente arbóreo em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, em Santa Catarina. Enfoque especial é dado para o entendimento da estruturação espacial do componente arbóreo, uma vez que esta representa um importante componente da organização de comunidades biológicas. Destaca-se a importância de estudo desta natureza no Planalto Sul Catarinense, pelo fato desta região apresentar importantes cursos d'água formadores do Rio Uruguai.

2 PARTICIONAMENTO DA VARIAÇÃO FLORÍSTICO-ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL NO SUL DO BRASIL

2.1 RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da estruturação espacial e de variáveis ambientais sobre a organização florístico-estrutural do componente arbóreo em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Santa Catarina. Para isso, foram alocadas 48 parcelas de 200 m² no remanescente amostrado, localizado nas margens do rio Caveiras em Lages, SC. Todos os indivíduos dentro das parcelas com diâmetro na altura do peito (DAP) igual ou superior a 5 cm foram mensurados e identificados. Foram mensuradas as variáveis ambientais em cada uma das parcelas: nível freático, propriedades químicas e físicas nos solos, topografia, cobertura do dossel e impactos ambientais. As variáveis espaciais foram determinadas por meio da análise de Coordenadas Principais de Matrizes Vizinhas (PCNM), a partir das coordenadas geográficas de cada parcela. Os dados foram analisados por meio de Correlograma de Mantel, Particionamento da Variância, Análises de Redundância (RDA's) e testes de correlação. Foram amostrados 1.462 indivíduos pertencentes a 66 espécies. Conjuntamente, as variáveis ambientais e espaciais explicaram 24,13% da variação total, sendo que a maior parte (15,22%) encontrou-se espacialmente estruturada. Das variáveis ambientais, a topografia (desnível máximo) e a fertilidade do solo (Soma de bases e P) foram as mais significativas. Conclui-se que o componente arbóreo está organizado na forma de um gradiente florístico-estrutural. Ainda, os resultados sugerem que o regime de inundação do rio e a presença de zonas de maior

encharcamento do solo foram relevantes na definição de micro-habitats, que influenciaram na distribuição das espécies.

Palavras-chave: Floresta com araucária, levantamento arbóreo, caracterização ambiental.

2.2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of spatial structure and environmental variables on floristic-structural organization of the tree component, in an Alluvial Araucaria Forest, in Santa Catarina. For this, 48 200 m² sampling units were allocated in the study area, located along Caveiras river, in the municipality of Lages, SC. All trees within the sampling units, with diameter at breast height (dbh) equal to or greater than 5 cm were measured and identified. The environmental variables measured in each sampling unit were: water table level, chemical and physical soil properties, topography, canopy cover and environmental impacts. The spatial variables were determined using the analysis of Principal Coordinates of Neighbor Matrices (PCNM), through the geographic coordinates from each sampling units. The data were analyzed through Mantel Correlogram, Variation Partitioning, Redundancy Analysis (RDA's) and correlation tests. A total of 1,462 individuals, belong to 66 species, were sampled. Together, the environmental and spatial variables explained 24.13% of total variation, with the largest part (15.22%) being spatially structured. The most significant environmental variables were topography (maximum elevation difference) and fertility (bases sum and P). It is possible to conclude that the tree component is organized as a floristic-structural gradient. Furthermore, the results suggest that the inundation regime and the presence of flood prone areas were relevant for micro-habitats definition, that influenced the distribution of species.

Key-words: Araucaria Forest, tree survey, environmental characterization.

2.3 INTRODUÇÃO

As florestas aluviais são essenciais para a manutenção dos recursos hídricos, proteção de cursos d'água, além de servirem como corredores ecológicos e habitat para a flora e a fauna (BARRELLA et al., 2000). Porém, apesar de sua importância ambiental, estas áreas têm sido drasticamente degradadas, em função de ocuparem posições geográficas estratégicas para o desenvolvimento de atividades antrópicas (e.g., agricultura, urbanização). Neste sentido, estudos que tenham como foco o fornecimento de informações básicas para a definição de estratégias de conservação e restauração são relevantes.

Estudos realizados em escalas regionais têm demonstrado que a composição florística destas áreas é influenciada pelo clima, vegetações do entorno e regime de inundação (SILVA et al. 2007; GIEHL et al., 2011). Em escalas locais, tem sido observado que o componente arbóreo em florestas aluviais apresenta variações florísticas-estruturais em função da heterogeneidade ambiental, com destaque para a importância de distúrbios em pequenas escalas provocadas pelo regime de inundação e alagamentos (OLIVEIRA FILHO et al., 1994a; BARDDAL et al., 2004; CARVALHO et al., 2009; SILVA et al., 2009; TEIXEIRA; ASSIS, 2009). Porém, poucos estudos têm sido realizados nestes ambientes com o propósito de investigar o quanto deste processo é determinado por fatores que são espacialmente estruturados (e.g., GIEHL; JARENKOW, 2008; GIEHL et al., 2011; BUDKE et al., 2010). Este é um aspecto relevante para ser compreendido, pois, na

natureza, a estruturação espacial representa um importante elemento de comunidades biológicas (SOININEN, 2015), podendo ser gerada por vários fatores e processos ecológicos.

De acordo com (JONES et al. 2008), a dispersão, interações bióticas e dinâmica de clareiras podem produzir uma estruturação espacial mais evidente em pequenas escalas espaciais, enquanto que variações topográficas e edáficas podem criar uma estruturação em diferentes escalas, dependendo da geologia e geomorfologia. Segundo os mesmos autores, a composição florística pode apresentar dois tipos de estruturação espacial: estrutura autógena, que é independente de qualquer variação ambiental, e estrutura espacial exógena, quando as espécies respondem as variáveis ambientais que são espacialmente estruturadas. Porém, estudos com esta abordagem realizados em diferentes fitofisionomias no Brasil (e.g., CARVALHO et al., 2007; GONZAGA et al., 2008; MACHADO et al., 2008; BUDKE et al., 2010) demonstram que não existe um consenso sobre quais fatores, endógenos ou exógenos, sobressaem em termos de influência sobre o componente arbóreo. Ainda, é importante destacar a influência do ambiente que não se apresenta espacialmente estruturado, uma vez que pode representar a existência de importantes nichos ecológicos e filtros ambientais no ecossistema florestal.

Considerando a importância de variáveis ambientais e de fatores ecológicos espacialmente estruturados sobre a distribuição de espécies arbóreas, estudos que quantifiquem a influência de variáveis espaciais e ambientais em ecossistemas florestais aluviais são relevantes, pois permitem um maior entendimento sobre os processos determinantes da organização florístico-estrutural em função dos regimes de inundações. Dentre as fitofisionomias que merecem destaque para estudos desta natureza, está a Floresta Ombrófila Mista (FOM), pelo fato desta ter um perfil florístico ímpar no Brasil, caracterizado pela presença de elementos com diferentes origens fitogeográficas e história evolutiva (OLVEIRA FILHO et al.,

2013; DUARTE et al., 2014), o que a torna prioritária para conservação. Assim, o presente estudo teve como principais objetivos: i) quantificar o percentual da variação florístico-estrutural explicada por variáveis ambientais e espaciais; e ii) quais variáveis ambientais são mais influentes sobre a organização do componente arbóreo em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no Estado de Santa Catarina.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 *Caracterização da área de estudo*

A floresta estudada é um fragmento classificado, segundo o IBGE (2012), como Floresta Ombrófila Mista Aluvial. A área está localizada em Lages, SC, na localidade de Pedras Brancas, cujas coordenadas centrais são 27°50'47.95''S e 50°13'32.26''O. O fragmento possui aproximadamente 63 ha, com altitude média de 937 m. Assim como os demais fragmentos florestais da região, a área passou, durante o Ciclo da Araucária, especialmente entre as décadas de 50-60, por cortes seletivos e supressão da vegetação em alguns trechos adjacentes ao fragmento.

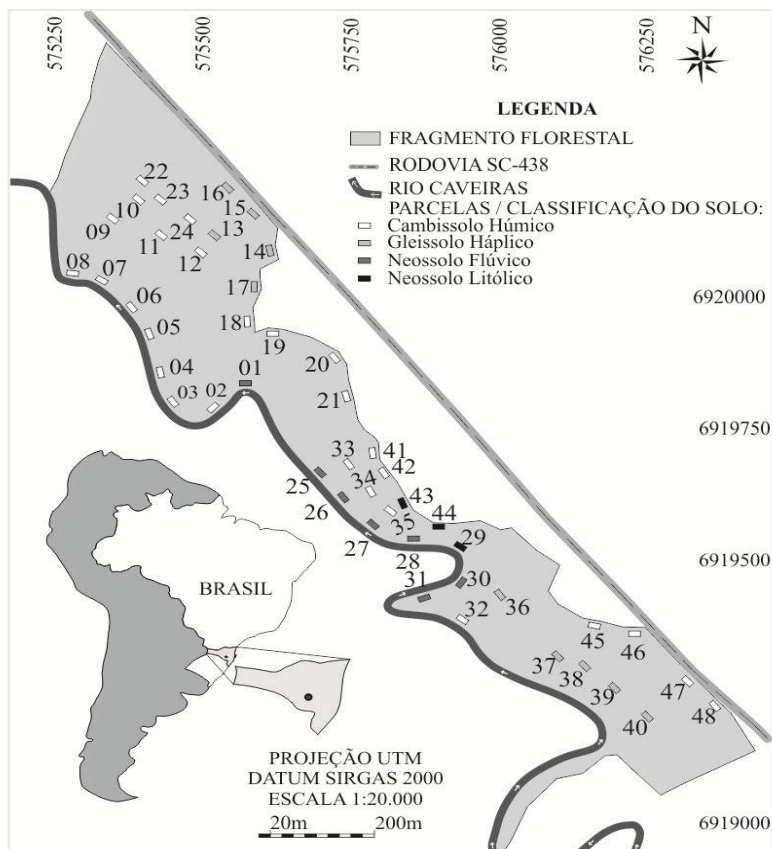
O município de Lages está inserido na Bacia do Rio Uruguai, subdivisões das Bacias Hidrográficas do Rio Canoas e do Rio Pelotas, sendo a área estudada localizada nas margens do Rio Caveiras, tributário do Rio Canoas. De acordo com os dados do INMET, para a estação meteorológica convencional de Lages, para o período de 1985 a 2014, a precipitação anual média é de 1.651 mm. No mesmo período, a temperatura média mínima foi de 11,93°C e a temperatura média máxima foi de 22,10°C. O clima predominante é do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por invernos rigorosos,

com geadas frequentes e verões amenos, com chuvas bem distribuídas durante o ano.

2.4.2 *Desenho amostral e coleta de dados*

Para determinação da composição florístico-estrutural e das variáveis ambientais, o fragmento foi amostrado por meio da alocação de 48 unidades amostrais (parcelas) de 10 x 20 m cada (Figura 1), que totalizaram 0,96 ha amostrados. As parcelas foram dispostas de forma estratificada-sistemática, de forma a contemplar a borda do fragmento adjacente ao rio, interior do fragmento e a borda adjacente à matriz campestre. Além das variações associadas à distância do rio, com as unidades amostrais mais próximas ao rio mais sujeito a inundações nos períodos de chuva mais intenso, entre as unidades amostrais há também variações topográficas, pois na unidade de borda adjacente à matriz campestre há tanto áreas mais planas (e.g. parcelas 14 a 19), quanto aos trechos mais declivosos (parcelas próximas às 45 e 46). Assim, a maior parte das unidades amostrais foi alocada junto ao dique marginal e em uma bacia de inundação, ambientes sujeitos a alagamentos periódicos; e a menor parte foi alocada junto a uma encosta, ambiente não sujeito a inundação.

Figura 1. Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial estudado em Lages, SC, com respectivas unidades amostrais alocadas e tipos de solos.



Fonte: Produção do próprio autor

Para amostragem da composição florístico-estrutural, foram identificados, medidos (CAP – circunferência a altura do peito, medida a 1,30 m do solo) e plaqueteados todos os indivíduos arbóreos vivos dentro de cada unidade amostral com

CAP igual ou superior a 15,7 cm. Indivíduos com bifurcações foram medidos quando a raiz da soma dos quadrados dos CAP's foi maior ou igual a 15,7 cm. As identificações foram realizadas por meio de comparações em herbários, literatura especializada e consulta a especialistas e as famílias das Angiospermas foram classificadas segundo o APG III (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2009).

As variáveis ambientais coletadas em cada unidade amostral foram: variáveis edáficas (nível freático nos solos e composição química e física dos solos), topográficas (cota, desnível máximo e declividade), de cobertura do dossel e de impacto ambiental. Além disso, os solos de cada parcela foram classificados a campo.

O nível freático dos solos foi determinado a cada dois meses, durante um ano. Para isso, foram instalados poços de observação no centro de cada unidade amostral, com 1 m de profundidade, de acordo com a metodologia utilizada por Barddal et al. (2004), Ivanauskas (2002) e Silva et al. (2010). Foram calculados, por parcela, o nível freático médio no período de um ano e o nível freático no mês de maior encharcamento do solo (março).

O levantamento das propriedades físicas e químicas dos solos foi obtido por meio de amostras compostas, oriundas de nove coletas sistemáticas no perfil de 0 a 20 cm do solo em cada uma das unidades amostrais, e retirada uma média por unidade amostral. As análises dos solos foram realizadas na Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, sendo quantificados o pH em água, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), sódio (Na), teores de areia, silte e argila, e calculados a CTC efetiva (cmolc/dm^3), a saturação por Al (%), a saturação por bases V (%) e o índice H+Al.

Para realização do levantamento topográfico, foram utilizados uma trena, uma bússola, um clinômetro e um GPS. Foram definidas três variáveis (OLIVEIRA FILHO et al.,

1994b): cota média, desnível máximo e declividade média. A cota média foi considerada como a média das cotas dos quatro vértices de cada unidade amostral. O desnível máximo foi a diferença entre a maior e menor cota. A declividade média foi a média das declividades dos quatro lados.

A luminosidade foi avaliada por meio da cobertura do dossel (%), quantificada utilizando-se um densiômetro esférico côncavo (LEMMON, 1956). Foram realizadas quatro leituras no centro de cada unidade amostral nas direções leste, oeste, norte e sul, e calculada a média das leituras por parcela.

A avaliação dos impactos ambientais foi realizada por meio de observações de presença de trilhas e impactos causados pelo gado e do corte seletivo de árvores dentro das unidades amostrais, conforme metodologia utilizada por Silva et al. (2009). Foram atribuídas notas de 0 a 5, sendo 0 para a ausência e 5 para o nível máximo de impacto observável.

As coordenadas espaciais (latitude e longitude) foram obtidas por meio de um GPS de navegação, com uma leitura no centro de cada unidade amostral.

2.4.3 *Análise dos dados*

Com o propósito de reduzir a assimetria dos dados, as matrizes de vegetação e de variáveis ambientais passaram por transformações. Para a matriz vegetacional, após a remoção das espécies com menos de 10 indivíduos, foi utilizada uma transformação logarítmica ($\log(n) + 1$). Para a matriz das variáveis ambientais, foi realizada uma transformação para que as variáveis assumissem média centrada em zero e variância máxima de um.

Para testar a existência de auto-correlação espacial da organização florístico-estrutural entre as unidades amostrais, foi utilizado um Correlograma de Mantel (MANTEL, 1967; LEGENDRE; LEGENDRE, 2012), tendo como variáveis a

distância florístico-estrutural, determinada por meio do índice de Bray-Curtis, e a distância espacial entre as parcelas. Assim, para cada classe de distância espacial entre unidades amostrais foi determinado o valor de correlação de Mantel, indicando a existência de associação positiva ou negativa entre as matrizes de distância florística-estrutural e espacial. Foi realizado um teste de permutação ($n = 999$), com correlação de Holm, para testar a existência de estruturação espacial significativa ($p < 0,05$).

A proporção da variação da composição florístico-estrutural explicada pelas variáveis ambientais e espaciais foi determinada pela técnica de particionamento da variação (BORCARD et al., 1992). As variáveis espaciais foram extraídas por meio da análise de Coordenadas Principais de Matrizes Vizinhas (PCNM) (BORCARD et al., 2002), a partir das coordenadas espaciais das unidades amostrais. A PCNM produz a decomposição espectral das relações espaciais entre todas as parcelas amostrais, gerando variáveis que representam diferentes estruturações espaciais, de maior (primeiros auto-vetores gerados pela PCNM) a menor escalas (últimos auto-vetores gerados pela PCNM) (BORCARD et al., 2004). Para o particionamento da variação, as variáveis ambientais e espaciais com influência significativa ($p < 0,05$) sobre o componente arbóreo foram previamente selecionadas, a partir da realização de duas Análises de Redundância (RDA's) de forma separada (Matriz vegetacional x Matriz Ambiental e Matriz vegetacional x Matriz Espacial) e a utilização do método de *stepwise* automático de construção de modelos para ordenações multivariadas. As significâncias dos eixos das RDA's foram verificadas por meio de testes de permutação ($n = 999$). Foram realizados testes de correlação, entre os eixos significativos da RDA ambiental e RDA espacial, para verificar a existência de associação entre os gradientes ambientais e espaciais. Por fim, para verificar a espacialização dos gradientes ambientais e espaciais identificados, os *scores*

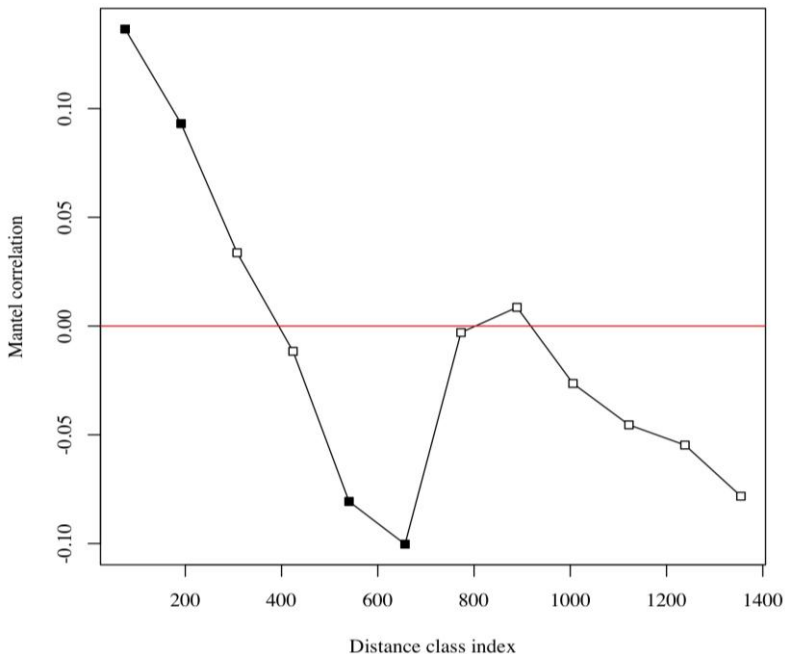
das unidades amostrais nos eixos da RDA's foram plotados por meio de um mapa de bolhas, em função das coordenadas espaciais.

Todas as análises foram realizadas por meio da linguagem e ambiente para estatística computacional R (R CORE TEAM, 2014), junto com a biblioteca Vegan (OKSANEN et al., 2015).

2.5 RESULTADOS

No levantamento florístico-estrutural foram encontrados 1.462 indivíduos pertencentes a 66 espécies, 51 gêneros e 32 famílias botânicas (ANEXO 1). Dentre as espécies mais abundantes se destacaram *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs (388 indivíduos), *Eugenia uniflora* L. (154), *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. (136), *Calypthranthes conccina* DC. (85), *Blepharocalix salifolius* (Kunth) O.Berg (82), *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (80), *Casearia decandra* Jacq. (60), *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. (38), *Campomanesia xanthocarpa* O.Berg (38) e *Annona rugulosa* (Schltdl.) H.Rainer (26). No correlograma de Mantel (Figura 2), é possível observar que a organização florístico-estrutural do componente arbóreo ocorreu de forma espacialmente estruturada, com auto-correlação espacial positiva e significativa em pequena escala espacial (< 200 m) e auto-correlação espacial negativa e significativa em maiores distâncias (em torno de 600 m). Dessa forma, as unidades amostrais localizadas até 200 m apresentaram elevada similaridade florístico-estrutural entre elas, enquanto que as unidades amostrais em distâncias de aproximadamente 600 m, o componente arbóreo apresentou elevada dissimilaridade.

Figura 2 – Correlograma de Mantel para a similaridade florístico-estrutural do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC, determinado por meio do índice de Bray-Curtis, em função da distância espacial entre as parcelas. Símbolos fechados indicam significância de 0,05 por meio do teste de permutação ($n = 999$), com correção de Holm.



Fonte: Produção do próprio autor

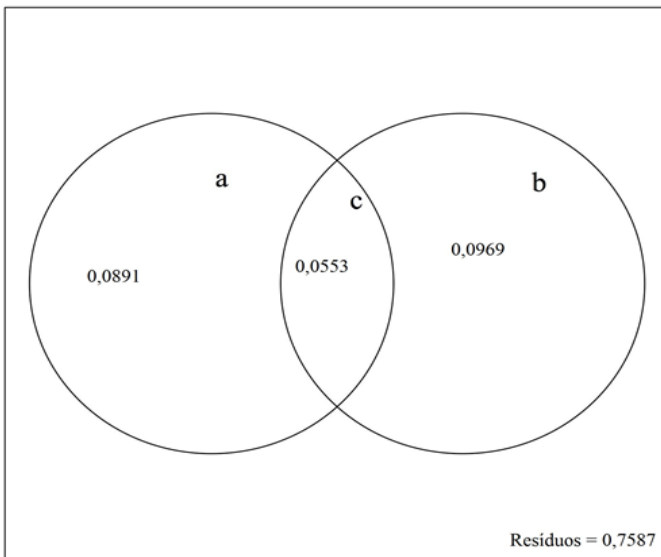
Das variáveis ambientais mensuradas (ANEXO 2), três delas (desnível máximo, saturação por bases e P) foram significativas ($p < 0,05$) pelo método de *stepwise*, assim como três variáveis espaciais, representando a estruturação do componente arbóreo, em maior (PCNM1) e menores escalas espaciais (PCNM11 e PCNM22). Juntas, estas variáveis explicaram 24,13% da organização florístico-estrutural

observada na área (Figura 3). Assim, a maior parte organização florística-estrutural, 75,87%, representando o resíduo da ordenação multivariada, não foi explicada. Dentre o percentual explicado, a maior parte desta variação foi determinada pela matriz de variáveis espaciais (15,22%, ou seja, 9,69% + 5,53%). Do total de variação explicada pelas variáveis ambientais (14,44%), 5,53% foi representada por gradientes ambientais espacialmente estruturados, demonstrando a importância da estruturação espacial sobre a organização florístico-estrutural do componente arbóreo, como também evidenciado pelo Correlograma de Mantel (Figura 2).

A RDA ambiental (Figura 4A) demonstrou que o Eixo 1 (auto-valor = 3,49) sintetizou um gradiente associado ao desnível máximo das unidades amostrais (*biplot score* = -0,85; $p = 0,001$) e ao teor de P no solo (*biplot score* = 0,60; $p = 0,004$). Ordenadas à esquerda do gráfico encontram-se as parcelas mais declivosas e com os menores teores de P no solo, e ordenadas à direita encontram as parcelas mais planas e com os maiores teores de P no solo. Enquanto o gradiente de desnível máximo representou uma variação de 0,35 a 7,40 m, com uma média 1,81 m, os valores de P no solo variaram de 0,3 a 9,4 mg.dm⁻³, com média de 3,2 mg.dm⁻³. O Eixo 2 (auto valor = 1,40) sintetizou, principalmente, um gradiente associado a saturação por bases (*biplot score* = 0,84; $p = 0,003$), com áreas mais férteis ordenadas na parte superior e menos férteis ordenadas na parte inferior do gráfico. Este gradiente variou de 3,34% de saturação de bases, indicando um ambiente distrófico, a 50,32%, representando um ambiente eutrófico, com média de 20,05%. A RDA espacial (Figura 4B) indicou que o Eixo 1 (auto valor = 4,23) sintetizou uma estruturação em maior escala espacial, associada à PCNM1 (*biplot score* = 0,91; $p = 0,001$) e o Eixo 2 (auto valor = 2,81) sintetizou uma estruturação em menor escala espacial,

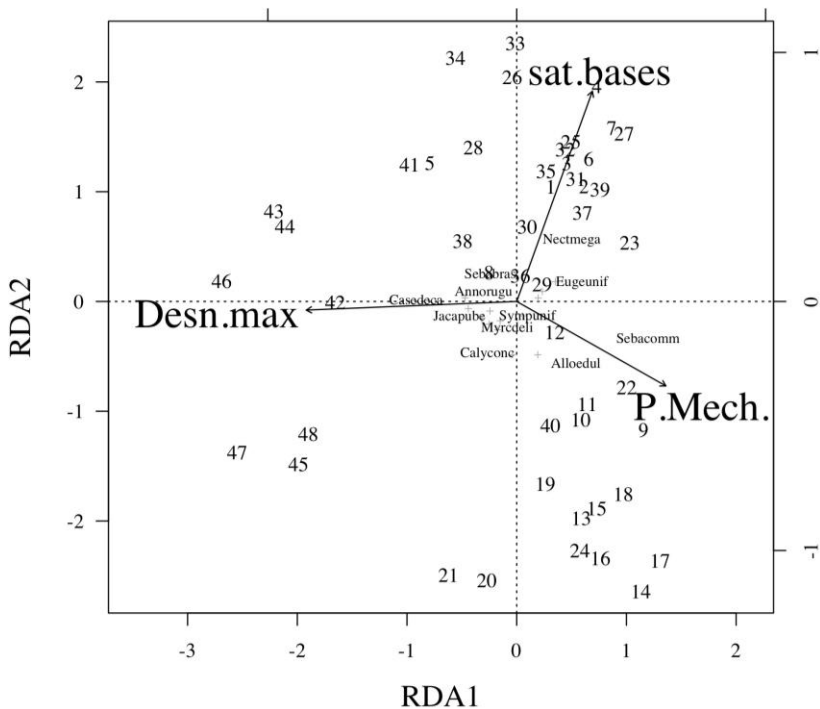
associada à PCNM11 (*biplot score* = 0,60; $p = 0,003$) e à 22 (*biplot score* = -0,72; $p = 0,012$).

Figura 3 – Diagrama de Venn da partição da variação da organização florístico-estrutural do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC. [a] Variação explicada puramente pelas variáveis ambientais; [b] variação explicada puramente pelas variáveis espaciais e [c] variação explicada de forma compartilhada pelas variáveis ambientais e espaciais.

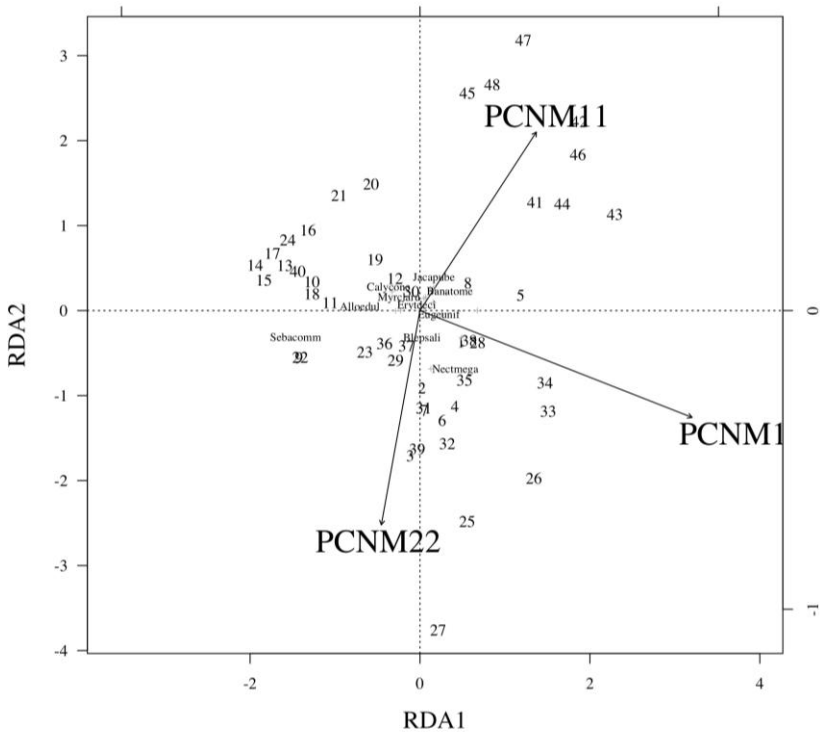


Fonte: Produção do próprio autor

Figura 4. Análises de Redundância (RDA's) em função de variáveis ambientais (a) e espaciais (b), para uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC. Vetores representam variáveis selecionadas pelo procedimento de stepwise ($p < 0,1$), com 999 permutações.



A



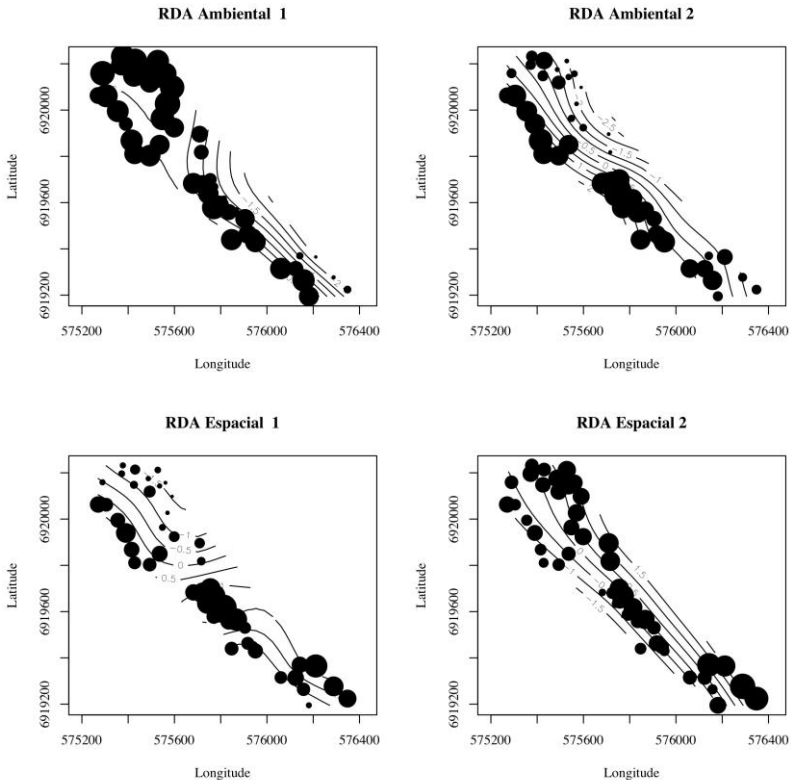
B

Fonte: Produção do próprio autor

A espacialização do Eixo 1 da RDA ambiental (Figura 5) demonstrou que as unidades amostrais mais planas e com os maiores valores de P no solo (círculos maiores) situaram-se predominantemente próximas do rio e nas unidades amostrais de interior e borda externa do lado esquerdo do fragmento. Essas áreas de menor declividade são as mais sujeitas a alagamentos durante os períodos de maior pluviosidade. No

eixo 2 da RDA ambiental, as unidades amostrais com maiores valores de soma de bases (círculos maiores) situaram-se próximas do rio. Em parte, a RDA espacial apresentou relação com a RDA ambiental, reforçando o resultado de que parte da variação ambiental encontra-se espacialmente estruturada. De fato, os eixos 1 e 2 da RDA espacial apresentaram correlação negativa e significativa com, respectivamente, os eixos 1 e 2 da RDA ambiental ($p < 0,001$). Assim, parte da estruturação espacial capturada por PCNM1, PCNM11 e PCNM22 pode ser explicada pelas variações de desnível máximo, P e saturação por bases. Por isso, de forma geral, as unidades amostrais que apresentam os menores *scores* no Eixo 1 da RDA espacial (círculos menores), associados de forma negativa com PCNM1, ocorreram predominantemente na parte superior esquerda do fragmento (círculos maiores na RDA 1 ambiental), com baixo desnível do terreno e maiores valores de P. Para o eixo 2 da RDA espacial, as unidades amostrais com os maiores *scores* (círculos maiores), associadas de forma positiva com PCNM11, ocorreram predominantemente no interior e borda externa do fragmento (locais de menor fertilidade); e as unidades amostrais com os menores *scores* (círculos menores), associadas de forma positiva com PCNM22, ocorreram próximas ao rio (locais de maior fertilidade).

Figura 5 – Espacialização dos scores das unidades amostrais ao longo dos eixos 1 e 2 das Análises de Redundância (RDA's) ambientais e espaciais, para uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.



Fonte: Produção do próprio autor

Dentre as espécies que apresentaram elevados valores de *score* positivos no Eixo 1 da RDA ambiental e negativos no Eixo 1 da RDA espacial, ocorrendo, assim, predominantemente em áreas mais inundáveis, destacaram-se (Tabela 1): *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora* e *Allophylus edulis*. No extremo oposto deste gradiente, nas áreas declivosas, ocorreram *Casearia decandra*, *Jacaranda puberula*

Cham. e *Annona rugulosa*. Dentre as espécies que apresentaram os maiores valores de *scores* positivos no Eixo 2 da RDA ambiental e negativos no Eixo 2 da RDA espacial, ocorrendo assim em áreas mais férteis e próximas do rio, foram: *Nectandra megapotamica*, *Sebastiania brasiliensis* Spreng. e *Campomanesia xanthocarpa*. No extremo oposto deste gradiente, nas áreas menos férteis e distantes do rio, ocorreram *Allophylus edulis*, *Prunus myrtifolia*, *Jacaranda puberula* e *Araucaria angustifolia*.

Tabela 1 – Espécies com os maiores valores de *scores* nos Eixos 1 e 2 da RDA's ambiental e espacial, amostradas em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.

	Score +	Score -
RDA 1 ambiental	<i>Sebastiania commersoniana</i> <i>Eugenia uniflora</i>	<i>Casearia decandra</i> <i>Jacaranda puberula</i>
RDA 2 ambiental	<i>Nectandra megapotamica</i> <i>Sebastiania brasiliensis</i>	<i>Allophylus edulis</i> <i>Prunus myrtifolia</i>
RDA 1 espacial	<i>Casearia decandra</i> <i>Annona rugulosa</i>	<i>Sebastiania commersoniana</i> <i>Allophylus edulis</i>
RDA 2 espacial	<i>Jacaranda puberula</i> <i>Araucaria angustifolia</i>	<i>Nectandra megapotamica</i> <i>Campomanesia xanthocarpa</i>

Fonte: Produção do próprio autor

A partir desta análise, fica evidenciado a existência de diferentes micro-habitats, condicionados principalmente pela topografia, propriedades químicas do solo e pelo regime de

inundação do rio. É possível identificar locais ambientalmente mais seletivos, como aqueles sujeitos a um maior encharcamento do solo, e menos seletivos, como os locais mais bem drenados, para o estabelecimentos das espécies.

2.6 DISCUSSÃO

Destaca-se que o conjunto de espécies mais abundantes observado na área de estudo difere em relação ao que é apresentado pelo IBGE (2012) como típico de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, principalmente, pela substituição das espécies dominantes no estrato emergente *Araucaria angustifolia* e *Luehea divaricata* Mart. ex Zucc, por *Nectandra megapotamica*. Apesar de ter sido amostrada, *Araucaria angustifolia* apresentou uma baixa representatividade (17 indivíduos), estando associada, principalmente, aos locais mais distantes do rio. Da mesma forma, BARDDAL et al. (2004) E CARVALHO et al. (2009) não amostraram *A. angustifolia* em áreas de FOM aluvial no estado do Paraná, o que sugere que esta espécie não seja tolerante às perturbações provocadas pelo extravasamento dos rios e alagamentos. É importante ressaltar, também, que a ausência de araucária em um determinado local pode estar relacionada com o corte seletivo no passado, apesar de não ter sido encontrado, no presente estudo, indícios de cortes recentes (e.g., cepas), o que minimiza essa possibilidade. *Luehea divaricata*, outra espécie tida como dominante do dossel pelo IBGE (2012), não foi encontrada na área de estudo. Na região do Planalto Sul Catarinense, esta espécie ocorre principalmente em áreas com maior influência da Floresta Estacional Decidual, predominantemente em cotas altitudinais mais baixas (< 900 m) (HIGUCHI et al., 2012a).

Em relação a organização florístico-estrutural do componente arbóreo, os resultados demonstraram que a maior parte da variação (75,87%) não foi explicada pelas variáveis

analisadas. Este padrão é comum em estudos ecológicos (CARVALHO et al., 2007; JONES et al., 2008; GIEHL; JARENKOW, 2008; BUDKE et al., 2010), pois parte da variação é controlada pela ação de eventos aleatórios, como a mortalidade de árvores, e parte é determinada por fatores ambientais determinísticos não quantificados. Porém, isto não prejudica a interpretação da relação do componente arbóreo com as variáveis significativas (CARVALHO et al., 2007) e ilustra a natureza complexa dos fatores que determinam a organização de comunidades de espécies arbóreas em ecossistemas naturais.

A parte explicada da variação do componente arbóreo demonstrou a importância da estruturação espacial e de variáveis ambientais, assim como observado por Giehl e Jarenkow (2008) e Budke et al. (2010) em florestas ribeirinhas no estado de Rio Grande do Sul. A auto-correlação positiva em pequena escala espacial (< 200 m) e negativa em maior escala espacial (em torno de 600 m), demonstrou que unidade amostral espacialmente mais próximas são mais parecidas entre si e sugere que a composição florístico-estrutural do componente arbóreo está organizada na forma de um gradiente (LEGENDRE; FORTIN, 1989). Ressalta-se que a heterogeneidade espacial em comunidades biológicas é originada a partir de fatores exógenos, como as variações ambientais, e a partir de fatores endógenos, inerentes da própria comunidade, independente das condições ambientais (BORCARD; LEGENDRE, 2002; JONES et al., 2008). Neste sentido, os resultados do presente estudo sugerem a importância de fatores de ordem endógena, pois as variáveis espaciais explicaram sozinhas a maior parte da estruturação espacial existente (9,69%). Dentre os fatores de caráter endógeno, que têm sido frequentemente relatados como relevante para a determinação da estruturação espacial de comunidades de espécies arbóreas, destacam-se os processos

biológicos de contágio (BUDKE et al., 2010), como a dispersão de propágulos (SEIDLER; PLOTKIN, 2006), que pode levar a formação de manchas de indivíduos co-específicos (CARVALHO et al., 2007). Porém, não pode ser descartada a hipótese de que, no presente estudo, o elevado percentual relativo da explicação puramente espacial pode ter ocorrido em função, também, de variáveis ambientais espacialmente estruturadas que não foram quantificadas. Por exemplo, Giehl e Jarenkow (2008) encontraram que o maior percentual da estruturação espacial se deu em função de variáveis ambientais, principalmente o tempo de inundação de cada unidade amostral, o que não foi avaliado no presente estudo. Durante o ano de avaliação, não foram observados eventos de inundações nos meses em que foram realizadas as leituras dos poços de observação. Assim, no caso do presente estudo, seria necessária outra metodologia para a observação de tal evento.

Os distúrbios provocados pelo extravasamento dos cursos d'água e alagamentos têm sido relatados pela literatura como os principais fatores ecológicos determinantes da organização de comunidades de espécies arbóreas em florestas inundáveis (e.g., OLIVEIRA FILHO et al., 1994a, WITTMANN et al., 2006; GIEHL; JARENKOW, 2008; TEIXEIRA; ASSIS, 2009; BUDKE et al., 2010; SILVA et al., 2012a). No presente estudo, os resultados sugerem o mesmo padrão, corroborando com importância de eventos de inundação também em áreas de Floresta Ombrófila Mista Aluvial. Por exemplo, a observação de áreas de maior fertilidade próximas do rio sugere uma maior dinâmica de sedimentação nestes locais (OLIVEIRA FILHO et al., 1994a), onde alagamentos eventuais provocados pelas cheias estejam influenciando positivamente, possivelmente pelo acúmulo de sedimentos provenientes de áreas mais férteis. A espécie que melhor caracterizou este gradiente foi *Nectandra megapotamica*, pois sua ocorrência esteve associada às áreas de maior fertilidade próximas ao rio. Já nas áreas planas,

inclusive as de interior e borda externa ao rio, sujeitas a permanecerem por um maior período de tempo alagadas, *Sebastiania commersoniana* e *Eugenia uniflora* se destacaram. Estas três espécies têm sido frequentemente relatadas como comuns em áreas inundáveis do Domínio Atlântico nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (DE MARCHI; JARENKOW, 2008; DIAS et al., 1998; BIANCHINI et al., 2003; SILVA et al., 2007; GIEHL; JARENKOW, 2008; GIEHL et al., 2011; SARAIVA, 2011; SILVA et al., 2012a, MILANESI; LEITE, 2014), reforçando a ideia que as mesmas apresentem adaptações para tolerarem os distúrbios provocados por alagamentos. Ainda, da mesma forma que o presente estudo, Bardall et al. (2004) e Kilca et al. (2011) encontraram *Sebastiania commersoniana* como uma espécie mais característica de áreas sujeitas a maior saturação hídrica, confirmando os resultados encontrados por Kolb et al. (1998) de que a espécie apresenta adaptações ao stress hídrico. A influência da capacidade de drenagem do solo também foi observada por Higuchi et al. (2014) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC, o que reforça a importância deste fator ecológico, uma vez que a baixa disponibilidade de oxigênio para as raízes representa um importante fator seletivo das espécies (LOBO; JOLY, 2000).

Nos locais mais declivosos, menos susceptíveis aos eventos de cheias, em que se destacou *Casearia decandra*, são confirmados os padrões já encontrados por outros autores (e.g., Carvalho et al., 2009, em estudo em FOM Aluvial), que também observaram a espécie em áreas de solos mais drenados. Nos trechos da floresta mais distante do rio se destacou *Araucaria angustifolia*, espécie mais representativa da Floresta Ombrófila Mista e encontrada geralmente em elevada densidade em estudos em florestas não inundáveis da região (e.g., SILVA et al., 2012b; HIGUCHI et al., 2012b). Foi observada sua ocorrência nos trechos não alagados distantes do

rio e de menor fertilidade natural, o que reforça a ideia de alagamentos representem distúrbios restritivos ao estabelecimento de araucária. As espécies que ocorrem nas áreas mais declivosas e menos susceptíveis aos eventos de cheias representam um grupo muito comum em florestas da região, reforçando a importância da vegetação do entorno sobre o padrão florístico de áreas aluviais (SILVA et al., 2007).

2.7 CONCLUSÃO

Conclui-se que o componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista Aluvial avaliada está organizado na forma de um gradiente florístico-estrutural, gerado a partir de fatores puramente espaciais (9,69%) (endógenos), puramente ambientais (8,91%) e de forma compartilhada entre os fatores ambientais e espaciais (5,53%). Os fatores ambientais mais relevantes foram aqueles relacionados a topografia (desnível máximo das parcelas) e fertilidade do solo (Saturação por Bases e P). Ainda, os resultados sugerem que o regime de inundação do rio e a presença de zonas de maior encharcamento do solo foram relevantes na definição de micro-habitats, que influenciaram a distribuição das espécies.

2.8 REFERÊNCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

ARMSTRONG, W.; BRAENDLE, R.; JACKSON, M. B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 43, p. 307-358. 1994.

BARDDAL, M. L. et al. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, 2004.

BARRELA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 187-207.

BIANCHINI, E. et al. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 3, p. 405-419, 2003.

BORCARD, D., LEGENDRE, P.; DRAPEAU, P. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**, v. 73, p. 1045-1055. 1992.

BORCARD, D.; LEGENDRE, P. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. **Ecological Modelling**, v. 153, n. 1, p. 51-68, 2002.

BORCARD, D. et al. Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. **Ecology**, v. 85, n. 7, p. 1826-1832, 2004.

BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro, 25 de maio de 2012; 191^o da Independência e 124^o da República

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Intermediary disturbance increases tree diversity in riverine

forest of southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 8, p. 2371-2387, 2010.

CARVALHO, W. A. C. et al. Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 315-335, 2007.

CARVALHO, J. et al. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 1, p. 1-9, 2009.

DE MARCHI, T. C.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 63, p. 241-248, 2008.

DIAS, M. C. et al. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n. 2, p. 183-195, 1998.

DUARTE, L. S. et al. Phylobetadiversity among Forest Types in the Brazilian Atlantic Forest Complex. **PloS one**, v. 9, n. 8, p. e105043, 2014.

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

GIEHL, E. L. H. et al. Variações florísticas e relação com variáveis geográficas e climáticas em florestas ribeirinhas do sudeste da América do Sul. **Fitossociologia no Brasil:**

métodos e estudos de caso. Viçosa: Editora UFV, v. 1, p. 504-519, 2011.

GONZAGA, A. P. D. et al. Diagnóstico florístico-estrutural do componente arbóreo da floresta da Serra de São José, Tiradentes, MG, Brasil. **Acta botanica brasílica**, v. 22, n. 2, p. 505-520, 2008.

HIGUCHI, P. et al. Floristic composition and phytogeography of the tree component of Araucaria Forest fragments in southern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 2, p. 145-157, 2012a.

HIGUCHI, P. et al. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 79-90, 2012b.

HIGUCHI, P. et al. Partição espacial de espécies arbóreas em função da drenagem do solo em um fragmento de Floresta com Araucária no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 421-429, 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE. 2012. 271 p.

IVANAUSKAS, N. M. **Estudo da vegetação presente na área de contato entre formações florestais em Gaúcha do Norte – MT**. 2002. 201 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

JONES, M. M. et al. Explaining variation in tropical plant community composition: influence of environmental and spatial data quality. **Oecologia**, v. 155, n. 3, p. 593-604, 2008.

KILCA, R. V. et al. Florística e fitofisionomias da planície de inundação do rio Piratini e a sua importância para conservação da biodiversidade no Pampa do Rio Grande do Sul. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 6, p. 227-249, 2011.

KOLB, R. M.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; GILONI, P. C.; CORREA, G. T. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, n. 3, p. 305-312, 1998.

LEGENDRE, P.; FORTIN, M. J. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio**, v. 80, n. 2, p. 107-138, 1989.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. 2012. **Numerical ecology**, 3rd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam.

LEMMON, P. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. **Forest Science**, v. 2, n. 1, p. 314-320, 1956.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: **Matas ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp, São Paulo, p.143-157. 2000.

MACHADO, E. L. M. et al. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 287-302, 2008.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Res.** v. 27, p. 209-220. 1967.

MILANESI, L. S; LEITE, S. L. C. Fitossociologia de espécies arbóreas em dique marginal de floresta ribeirinha no Rio Grande do Sul, Brasil, e comparação com ambientes aluviais e não aluviais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 2, p. 72, 2014.

OKSANEN, J.; BLANCHETT, F. G.; KINDT, R. et al. **vegan**: community Ecology Package. R Package 2.2-1, 2015.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, v. 113, n. 2, p. 99-124, 1994b.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous Forest in southeastern Brasil. **Flora**, v. 189, p. 1-19. 1994b.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of Plant Ecology**, p. rtt058, 2013.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria. 2014. URL: <http://www.r-project.org>.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO,

H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. EDUSP/FAPESP. 2000. p. 45-71.

SARAIVA, D. D. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 49-58, 2011.

SEIDLER, T. G.; PLOTKIN, J. B. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. **PLoS biology**, v. 4, n. 11, p. e344, 2006.

SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 257-269. 2007.

SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; MARQUES, J. G. S. E. M.; APPOLINÁRIO, V., et al. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 283-297. 2009.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; van den BERG, E. Effects of soil water table regime on tree community species richness and structure of alluvial forest fragments in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 465-471, 2010.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; VAN DEN BERG, E.; NUNES, M. H.; CARVALHO, D. A. **Florestas Inundáveis: ecologia, florística e adaptações das espécies**. Lavras: Editora da UFLA. 2012a.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.

FERT NETO, J.; HESS, A. F. Relações florísticas e fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana Secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 22, p. 193-206, 2012b.

SOININEN, J. Spatial structure in ecological communities—a quantitative analysis. **Oikos**, 2015.

TEIXEIRA, A. P.; ASSIS, A. A. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 3, p. 843-853, 2009.

WITTMANN, F. et al. Tree species composition and diversity gradients in white - water forests across the Amazon Basin. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 8, p. 1334-1347, 2006.

3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação demonstrou que a organização florístico-estrutural do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista Aluvial avaliada apresentou elevada complexidade, imprimida por fatores de ordem determinísticas e estocásticas. A partir dos resultados encontrados, infere-se que a maior parte da estruturação espacial observada teve origem a partir de processos endógenos de contágio, como a dispersão limitada de propágulos, que indica a ocorrência de manchas de indivíduos co-específicos. Em relação as variáveis ambientais, destacaram-se aquelas relacionadas à topografia e à fertilidade do solo. De forma conjunta, as variáveis ambientais e espaciais sugerem que perturbações associadas ao regime de inundação do rio e à ocorrência de alagamentos representam elementos ecológicos condicionantes da vegetação arbórea.

Assim, destaca-se a necessidade de que estratégias de conservação e restauração considerem a heterogeneidade ambiental inerente às áreas aluviais. Apesar de o presente estudo ter um caráter local e não permitir generalizações, a partir dos resultados encontrados e da literatura existente há indícios que algumas espécies-chave podem ser plantadas em micro-habitats específicos. Por exemplo, *Nectandra megapotamica* parece ser uma espécie fortemente associada ao dique marginal do rio, *Sebastiania commersoniana* poderia ser indicada para áreas mais alagadas e *Casearia decandra* e *Araucaria angustifolia* para áreas mais distantes dos cursos d'água, longe da influência direta dos eventos de enchente e alagamento.

REFERÊNCIAS

BARRELA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 187-207.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 203, n. 2, p. 162-174, 2008.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Intermediary disturbance increases tree diversity in riverine forest of southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 8, p. 2371-2387, 2010.

CARVALHO, J. et al. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 1, p. 1-9, 2009.

DUNCAN, R. P. Flood disturbance and the coexistence of species in a lowland podocarp forest, south Westland, New Zealand. **Journal of ecology**, p. 403-416, 1993.

GUILHERME, F. A. G. et al. Effects of flooding regime and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 174, n. 1, p. 19-36, 2004.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, v. 113, n. 2, p. 99-124, 1994.

SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 257-269, 2007.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; VAN DEN BERG, E.; NUNES, M. H.; CARVALHO, D. A. **Florestas Inundáveis**: ecologia, florística e adaptações das espécies. Lavras: Editora da UFLA. 2012.

ANEXOS

Anexo 1. Espécies arbóreas amostradas, seguidas pelo número de indivíduos (N), em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.

Famílias	Espécies	N
Anacardiaceae	<i>Lithrea brasiliensis</i> Marchand	14
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	5
Annonaceae	<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	26
	Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i> A. St.-Hil.
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.		2
<i>Ilex theezans</i> A. St.-Hil.		14
Araliaceae	<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	3
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	17
	Asteraceae	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.
<i>Dasyphyllum spinensis</i> (Less.) Cabrerá		4
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrerá		4
Bignoniaceae		<i>Jacaranda puberula</i> Cham.
	Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i> Mart.
<i>Maytenus dasyclada</i> Mart.		2
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	1
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	5
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	10
Escalloniaceae	<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	2
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	3

	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	14
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	388
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	5
	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	1
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	80
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	24
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Vell.) Mart.	8
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	1
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	1
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	82
	<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	85
	<i>Campomanesia rhombea</i> O.Berg	5
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	38
	<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	5
	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	2
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	154
	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	1
	<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D. Legrand	4
	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg	1
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	5
	<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	21
	<i>Myrcia palustris</i> DC.	3
	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	2

	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) Kausel	17
	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	18
Oleaceae	<i>Ligustrum sinense</i> S.J.Hao	1
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	2
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	2
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	6
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Mart. ex Meisn.	10
Rhamnaceae	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	5
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	38
Rutaceae	<i>Zanthoxylum kleinii</i> Lam.	1
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	9
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> (A. Gray) Benth.	23
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	60
	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	5
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	136
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	18
Solanaceae	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	1
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	24
Verbenaceae	<i>Duranta vestita</i> Cham.	2
Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	5
Total		1462

Anexo 2. Valores médios (M) das variáveis ambientais, com seus respectivos desvios-padrões entre parênteses, analisadas em 48 parcelas alocadas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Lages, SC.

Variáveis	M
pH H ₂ O	4,3 ($\pm 0,27$)
Ca (cmolc/dm ³)	3,48 ($\pm 1,91$)
Mg (cmolc/dm ³)	1,34 ($\pm 0,61$)
Al (cmolc/dm ³)	2,66 ($\pm 1,51$)
P mech(mg/dm ³)	3,21 ($\pm 2,05$)
Na (mg/dm ³)	5,17 ($\pm 1,26$)
K (mg/dm ³)	38,56 ($\pm 14,13$)
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	7,58 ($\pm 1,91$)
Saturação por Al (%)	37,01 ($\pm 21,62$)
Saturação por bases V (%)	20,05 ($\pm 13,4$)
Teor de areia (%)	45,8 ($\pm 16,7$)
Teor de silte (%)	38 (± 14)
Teor de argila (%)	15,69 ($\pm 5,53$)
Dossel (%)	8,84 ($\pm 2,55$)
Impacto ambiental	0,55 ($\pm 0,23$)
Cota (m)	901,53 ($\pm 16,85$)
Declividade média (graus)	3,99 ($\pm 4,21$)
Desnível máximo (m)	1,81 ($\pm 1,92$)
Nível freático médio (cm)	93,20 ($\pm 16,36$)
Nível freático máximo (cm)	85,16 ($\pm 26,53$)