

**BRUNA SALAMI**

**DINÂMICA DO COMPONENTE ARBÓREO EM UM  
FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA  
MONTANA EM LAGES, SC**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Orientador (a): Dr. Pedro Higuchi  
Co-orientador (a): Dra. Ana Carolina da Silva

**LAGES – SC  
2013**

S159d Salami, Bruna

Dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC/ Bruna Salami. - 2013.

60 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Pedro Higuchi

Coorientadora: Ana Carolina da Silva

Bibliografia: p. 34-37

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2013.

1. Dinâmica florestal. 2. Sucessão ecológica.
3. Guildas de regeneração. 4. Variáveis ambientais.
5. Estruturação espacial. I. Higuchi, Pedro. II. Salami, Bruna. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

**BRUNA SALAMI**

# **DINÂMICA DO COMPONENTE ARBÓREO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA EM LAGES, SC**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

## **Banca Examinadora**

Orientador (a): \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Pedro Higuchi  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC,  
Lages.

Co-orientador (a): \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Ana Carolina da Silva  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC,  
Lages.

Membro: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Marcelo Callegari Scipioni  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,  
Curitibanos.

**Lages, 09/07/2013**

Aos meus familiares e amigos que  
torceram para que eu atingisse mais  
esta conquista,

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Considerando esta dissertação como resultado de uma longa caminhada e para não correr o risco da injustiça, agradeço de antemão a todos que de alguma forma cruzaram meu caminho e contribuíram para a minha formação pessoal e profissional. E agradeço, particularmente, a algumas pessoas pela contribuição direta na construção deste trabalho:

Aos meus pais, Moacir e Neli, e minha irmã Gabriela, pelo zelo, apoio e incentivo que sempre me foi dado. Por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos e decisões e pelo amor incondicional que me proporcionam todos os dias.

A Deus, que me dá a serenidade e ilumina meu caminho a cada dia. Por todas as vezes que cai e por Ele me fazer levantar a cada queda. “Todos os dias Deus nos dá um momento em que é possível mudar tudo que nos deixa infelizes. O instante mágico é o momento em que um 'sim' ou um 'não' pode mudar toda a nossa existência” (Paulo Coelho).

E é claro, não poderia esquecer os meus amigos. “Cada novo amigo que ganhamos no decorrer da vida aperfeiçoa-nos e enriquece-nos, não tanto pelo que nos dá, mas pelo que nos revela de nós mesmos” (Miguel Unamuno). Em especial, gostaria de agradecer aos colegas de mestrado Amanda Koche Marcon e Tiago de Souza Ferreira, por todo apoio e incentivo. E a todos os membros do grupo de pesquisa do *Laboratório de Dendrologia e Fitossociologia* pela ajuda e auxílio prestado nas saídas de campo durante a realização do meu projeto de mestrado.

E a esses e aos demais colegas, agradeço por todos os momentos de alegrias, companheirismo, trabalho e dedicação. “Mesmo que as pessoas mudem e suas vidas se reorganizem, os amigos devem ser amigos para sempre, mesmo que não tenham nada em comum, somente compartilhar as mesmas recordações” (Vinícius de Moraes).

A todos os meus professores por todo ensinamento repassado e em especial aos professores Pedro Higuchi e Ana Carolina da Silva, por terem me auxiliado na orientação deste trabalho, com muita disciplina, dedicação e paciência. A UDESC e a CAPES pelo auxílio financeiro.

E para finalizar, “Faça o que for necessário para ser feliz. Mas não se esqueça que a felicidade é um sentimento simples, você pode encontrá-la e deixá-la ir embora por não perceber sua simplicidade.” (Mário Quintana)... A vocês agradeço do fundo do meu coração.

*Quando você toma uma iniciativa, seja ela qual for. O seu mundo parece que se transforma. Você se sente mais confiante para fazer o que antes não tinha coragem. Novas possibilidades se abrem e, de repente... Aquele lugar que você sempre quis ir, já não fica mais tão longe. Então a vida fica mais clara, ganha mais sentido. E descobrir, agora é uma palavra constante no seu dia-a-dia.*

*Você descobre que o seu poder de decisão é muito mais forte do que imaginava. E que a palavra 'cuidado' faz muito mais sentido quando você a transpõe para outras pessoas. Descobre que cuidar de si, é a melhor forma de continuar cuidando das pessoas que você ama.*

*Descobre também, que se dar valor é, antes de tudo, dar valor à vida. E quando você se conhece e acredita no seu potencial, os sonhos que antes pareciam inalcançáveis, podem se tornar surpreendentemente reais. De repente, você olha para trás e nem acredita que conseguiu realizar tanta coisa.*

*Então descobre o melhor de tudo: Realizar seus sonhos não começa por coisas complicadas e não começa pelos outros; começa por um ponto, um ponto dentro de você!*

(Autor desconhecido)

## RESUMO

SALAMI, Bruna. **Dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC.** 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2013.

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar a dinâmica da comunidade de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, no Município de Lages, SC, ao longo de um período de quatro anos (2008-2012). Para isto, foram alocadas 50 parcelas permanentes, de 10x20m, onde foram realizadas a caracterização ambiental (relevo, solos e cobertura do dossel), obtidas as coordenadas espaciais, determinadas as guildas de regeneração [Pioneiras (P), Climácas Exigentes em Luz (CEL) e Climácas Tolerantes ao Sombreamento (CTS)] e calculadas as taxas de dinâmica (mortalidade, recrutamento, ganho e perda em área basal, rotatividade e mudança líquida em abundância e área basal) de todas as espécies amostradas (diâmetro na altura do peito  $\geq 5\text{cm}$ ). A existência de associação significativa entre guildas de regeneração e padrões de dinâmica foi verificada por meio de testes de qui-quadrado, aplicados a tabelas de contingência. Mudanças das participações relativas das guildas de regeneração entre os anos foram analisadas por meio de testes de proporção. A estruturação espacial das taxas de dinâmica foi avaliada por meio de correlogramas de I de Moran e a influência dos fatores ambientais verificada através de árvores de regressão. No ano 2008 foram verificadas 84 espécies (P: 9, CEL: 64 e CTS: 11), possuindo uma densidade de  $1.841 \text{ ind.ha}^{-1}$  e área basal de  $36,17\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ . No ano de 2012, verificou-se 83 espécies (P: 9, CEL: 63 e CTS: 11), com densidade de  $1.882 \text{ ind.ha}^{-1}$  e área basal de  $39,17\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ . As taxas de dinâmica não apresentaram autocorrelação espacial. As taxas de ganho e rotatividade em área basal foram maiores, respectivamente, nos locais com menores valores de cobertura do dossel ( $<80,63\%$ ) e com maiores valores de soma de base no solo ( $\geq 61,77\%$ ). Não foi verificada associação significativa entre os padrões de dinâmica observados e guildas de regeneração. A participação relativa das guildas permaneceu

constante durante o período avaliado, com uma baixa substituição florística. Desta forma, conclui-se que, de modo geral, a dinâmica ocorreu de forma espacialmente aleatória e o fragmento florestal encontra-se em fase de instabilidade estrutural e estabilidade florística-sucessional.

**Palavras-chave:** Dinâmica Florestal. Sucessão Ecológica. Guildas de Regeneração. Variáveis ambientais. Estruturação espacial.

## ABSTRACT

SALAMI, Bruna. **Dynamics of the arboreal component in a Montane Araucaria Forest fragment in Lages, SC.** 2013. 60 f. Dissertation (Master in *Forest Engineering* – Area: *Forest Engineering*) – Santa Catarina State University. Forestry Engineering Graduate Program, Lages, 2013.

The present study aimed to evaluate the community dynamics of tree species in a fragment of Montane Araucaria Forest, in the municipality of Lages, SC, over a period of four years (2008-2012). For this, were plotted 50, 10x20m, permanent plots was performed the environmental characterization (terrain, soils and canopy cover), obtained the spatial coordinates, determined the regeneration guilds [Pioneer (P), Climax Light Demanding (CLD) and Climax Shade Tolerant (CTS)] and calculated dynamics rates (mortality, recruitment, loss and gain in basal area, turnover and net change in abundance and basal area) of all surveyed species (diameter at breast height  $\geq 5\text{cm}$ ). The existence of significant association between regeneration guilds and dynamic rates was verified by qui-square tests, applied to contingency tables. Changes in relative participation of regeneration guilds between years were analyzed using proportion tests. The spatial structuration of dynamics rates was evaluated through I Moran correlograms and the influence of environmental variables analyzed through regression trees. In 2008, 84 species were found (P: 9, CLD: 64 and CST: 11), with a density of  $1.841 \text{ ind.ha}^{-1}$  and basal area of  $36.17 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ . In 2012, 83 species (P: 9, CLD: 63 and CST: 11), with a density of  $1.882 \text{ ind.ha}^{-1}$  and basal area of  $39.17 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  were observed. The dynamics rates did not demonstrated spatial autocorrelation. The gain and turnover in basal area rates were higher, respectively, in locations with lower values of canopy cover ( $<80.63\%$ ) and with higher values of sum of base in the soil ( $\geq 61.77\%$ ). No significant association between the dynamics patterns and regeneration guilds was observed. The relative participation of guilds stayed constant during the evaluated period, with a low floristic substitution. Thus, it is possible to conclude that, in general, the dynamics occurred randomly in the space, and the forest fragment is in the process of structural instability and floristic-successional stability.

**Keywords:** Forest Dynamics. Ecological Succession. Regeneration  
Guilds. Environmental variables. Spatial structure.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 –	(A) Localização geográfica da cidade de Lages (SC); (B) Precipitação pluviométrica média mensal (barras) e temperaturas máximas e mínimas mensais (pontos) de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, Santa Catarina.....	20
Figura 3.1 –	Localização das parcelas amostradas (retângulos em branco) no fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana estudado em Lages, Santa Catarina. Fonte: Google Earth.....	41
Figura 3.2 –	Análise exploratória das taxas de dinâmica da comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.....	45
Figura 3.3 –	Correlogramas de I de Moran com alisamento por <i>spline</i> , com os respectivos envelopes de completa aleatoriedade construídos por meio de <i>bootstrap</i> , a partir de 1.000 reamostragens, para as taxas de dinâmica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC.....	47
Figura 3.4 –	Árvore de regressão para Taxa de Ganho em Área Basal de uma comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC.....	49
Figura 3.5 –	Árvore de regressão para Rotatividade em Área Basal de uma comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 –	Número de indivíduos e área basal das populações de espécies arbóreas amostradas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, no Município de Lages, SC, ordenadas em função da abundância em 2008, para os anos de 2008 e 2012.....	23
Tabela 2.2 –	Taxas de mortalidade e recrutamento, e taxas de ganho e perda em área basal, com base no número de indivíduos e área basal, das 20 espécies mais abundantes em um fragmento de FOM, em Lages, SC.....	29
Tabela 2.3 –	Tabela de contingência contendo o número de espécies observado e esperado (entre parênteses), de acordo com o teste de qui-quadrado ( $\chi^2 = 4,3156$ , $p = 0,365$ ), considerando as guildas de regeneração (P = Pioneira; CEL = Clímax Exigente em Luz; CTS = Clímax Tolerante a Sombra), e as tendências de dinâmica para populações de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.....	31
Tabela 2.4 –	Tabela de contingência contendo o número de espécies em relação a dinâmica de área basal observado e esperado (entre parênteses), de acordo com o teste de qui-quadrado ( $\chi^2 = 1,3251$ , $p = 0,8571$ ), considerando as guildas de regeneração (P = Pioneira; CEL = Clímax Exigente em Luz; CTS = Clímax Tolerante a Sombra) e as tendências de dinâmica, para populações de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.....	32
Tabela 2.5 –	Tabela contendo a porcentagem de indivíduos e de espécies nos diferentes anos de avaliação em relação as guildas de regeneração (P = Pioneira; CEL = Clímax Exigente em Luz; CTS = Clímax Tolerante a Sombra;	

$\chi^2$  = Qui-quadrado;  $p$  = valor de  $p$  de acordo com o teste de proporção), para populações de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.....32

Tabela 3.1 – Taxas médias de dinâmica de uma comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.....45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APG	Angiosperm Phylogeny Group
ARM	Árvore de Regressão Multivariada
CD	Cobertura do dossel
CEL	Climácicas Exigentes em Luz
Cm	Centímetro
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CTC	Capacidade de <i>troca catiônica</i>
CTS	Climácicas Tolerantes ao Sombreamento
DAP	Diâmetro na altura do peito
FOM	Floresta Ombrófila Mista
GPS	Sistema de Posicionamento Global
ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
Ind	Indivíduos
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
mm	Milímetro
°C	Graus <i>Celsius</i>
P	Pioneiras
SB	Soma de bases trocáveis
SC	Santa Catarina
V	Soma de base

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>DINÂMICA DE POPULAÇÕES DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA EM LAGES, SANTA CATARINA.....</b>	<b>17</b>
2.1	RESUMO .....	17
2.2	ABSTRACT .....	18
2.3	INTRODUÇÃO.....	18
2.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.4.1	Caracterização da área de estudo .....	20
2.4.2	Amostragem da vegetação .....	21
2.4.3	Análise dos dados.....	21
2.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
2.6	CONCLUSÕES.....	33
2.7	REFERÊNCIAS .....	34
<b>3</b>	<b>ESTRUTURAÇÃO ESPACIAL E INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA DO COMPONENTE ARBÓREO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, EM LAGES, SC.....</b>	<b>38</b>
3.1	RESUMO .....	38
3.2	ABSTRACT .....	39
3.3	INTRODUÇÃO.....	39
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.4.1	Área de estudo.....	41
3.4.2	Amostragem da vegetação .....	41
3.4.3	Caracterização ambiental .....	42
3.4.4	Análise dos dados.....	43
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.6	CONCLUSÕES.....	52
3.7	REFERÊNCIAS .....	52
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A Floresta com Araucária, denominada como Floresta Ombrófila Mista pelo IBGE (2012), é uma das principais formações florestais da região Sul do Brasil, ocorrendo predominantemente em locais de elevada altitude e baixas temperaturas médias anuais. Sua fisionomia é caracterizada pela presença marcante de indivíduos de *Araucaria angustifolia*, (Bertol.) Kuntze que se destacam no dossel da floresta. Apesar de algumas espécies típicas (*Lithraea brasiliensis* Marchand, *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., *Jacaranda puberulla* Cham., *Dicksonia sellowiana* Hook.), observa-se elevada substituição de espécies na região, em função, principalmente, do piso altitudinal (HIGUCHI *et al.*, 2012b).

Apesar de sua importância ecológica, sendo o habitat de várias espécies de plantas e animais e exercendo importantes funções ambientais (proteção do solo e recursos hídricos), a Floresta com Araucária, assim como as demais florestas do Domínio Atlântico, encontra-se atualmente com um *status* de conservação crítico em função do histórico de perturbação (RIBEIRO *et al.*, 2009). Os remanescentes desta tipologia florestal encontram-se bastante fragmentados, com escassas áreas que representem uma amostra adequada desse tipo de vegetação para a sua conservação à longo prazo (SCHAFF *et al.*, 2006; LINGNER *et al.*, 2007). A exploração intensiva de madeiras de grande valor econômico, de espécies como *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro), *Ocotea porosa* (Mez) L. Barroso (imbuia), *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo) e *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), reduziu suas reservas naturais, colocando essas populações residuais em grande perigo. Outras espécies não-madeiráveis, comuns nessa formação vegetal, como *Dicksonia sellowiana* (xaxim) e *Maytenus ilicifolia* (Mart.) Reissek (espinheira-santa), exploradas como produtos secundários, também sofreram uma grande redução em suas reservas naturais (NASCIMENTO *et al.*, 2001).

Tendo em vista a necessidade de recuperação e conservação dos remanescentes de Floresta com Araucária, estudos sobre a ecologia de comunidades de espécies arbóreas nestes ambientes se tornam essenciais para subsidiar qualquer estratégia de intervenção. Neste sentido, vários trabalhos tem sido realizado com o propósito de conhecer a composição florística e estrutural destas florestas (SCHAFF *et al.*, 2006; LINGNER *et al.*, 2007; KLAUBERG *et al.*, 2010; HIGUCHI *et al.*, 2012b) e

avaliar a influência de variáveis ambientais (PUCHALSKI, 2004; MOSCOVICH, 2006; HIGUCHI *et al.*, 2012a; SILVA *et al.*, 2012; HIGUCHI *et al.*, 2013). No entanto, estudo sobre variações temporais nestas florestas são menos comuns (SANQUETTA *et al.*, 2003; FORMENTO *et al.*, 2004; FIGUEIREDO-FILHO *et al.*, 2010). A análise das mudanças estruturais e florísticas em um determinado intervalo de tempo justificam-se, pois permitem inferências sobre o passado e o futuro das comunidades e populações arbóreas (MACHADO *et al.*, 2010), o monitoramento e a previsão dos processos de transformação das populações e das comunidades vegetais isoladas (SHEIL *et al.*, 2000), e também determinar fatores abióticos e bióticos que influenciam as alterações nos aspectos demográficos das comunidades de espécies (BOTEZZELI *et al.*, 2005).

Deste modo, considerando o exposto acima, o presente trabalho tem como principal objetivo contribuir para o conhecimento sobre a ecologia de fragmentos de Floresta com Araucária, avaliando a dinâmica da comunidade de espécies arbóreas em um intervalo de quatro anos (2008-2012). Para isto, a dissertação foi estruturada na forma de artigos, apresentados na forma de dois capítulos, sendo o primeiro intitulado “*Dinâmica de populações de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, Santa Catarina*” e o segundo “*Estruturação espacial e influência de variáveis ambientais na dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.*”

## 2 DINÂMICA DE POPULAÇÕES DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA EM LAGES, SANTA CATARINA

### 2.1 RESUMO

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar a dinâmica de populações de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, no Município de Lages, Santa Catarina (SC), ao longo de um período de quatro anos (2008-2012). Para isto, para todas as espécies amostradas em 50 parcelas permanentes de 10x20m, foram determinadas as guildas de regeneração [Pioneeras (P), Climácicas Exigentes em Luz (CEL) e Climácicas Tolerantes ao Sombreamento (CTS)] e as taxas de dinâmica (mortalidade, recrutamento, ganho e perda em área basal, mudança líquida em abundância e área basal). A existência de associação significativa entre as guildas de regeneração e os padrões de dinâmica foi verificada por meio de testes de qui-quadrado, aplicados a tabelas de contingência. Mudanças das participações relativas das guildas de regeneração entre os anos foram analisadas por meio de testes de proporção. No ano 2008 foram verificadas 84 espécies (P: 9, CEL: 64 e CTS: 11), 1.841 ind.ha<sup>-1</sup> e 36,17m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Em 2012, verificou-se 83 espécies (P: 9, CEL: 63 e CTS: 10), 1.882 ind.ha<sup>-1</sup> e 39,17m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. A maior parte das espécies apresentou ganho em abundância e área basal. Dentre as mais abundantes, as maiores taxas de recrutamento e ganho em área basal foram observadas para *Banara tomentosa* Clos, com, respectivamente, 5,43%.ano<sup>-1</sup> e 6,08%.ano<sup>-1</sup>, e as maiores taxas de mortalidade e perda em área basal ocorreram para *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., com, respectivamente, 7,75%.ano<sup>-1</sup> e 4,74%.ano<sup>-1</sup>. Não foi verificada associação significativa entre os padrões de dinâmica observados e guildas de regeneração, cujas participações relativas na comunidade no período avaliado, permaneceram constantes. Desta forma, conclui-se que o fragmento florestal encontra-se em fase de instabilidade estrutural, indicada pelo incremento no número de indivíduos e área basal, e estabilidade florística-sucessional, em função da baixa substituição florística e manutenção da importância relativa das guildas de regeneração ao longo do tempo avaliado.

**Palavras-chave:** Dinâmica Florestal. Sucessão Ecológica. Floresta com Araucária. Guildas de Regeneração.

## 2.2 ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the tree species population dynamics in a fragment of Montane Araucaria Forest, in the municipality of Lages, Santa Catarina (SC), along a period of four years (2008-2012). For this, for all species sampled, in 50 permanent plots of 10x20m, were determined the regeneration guilds [Pioneer (P), Climax Light Demanding (CLD) and Climax Shade Tolerant (CST)] and dynamics rates (mortality, recruitment, loss and gain in basal area, net change in abundance and basal area). The existence of significant association between regeneration guilds and dynamic rates was verified by qui-square tests, applied to contingency tables. Changes in relative participation of regeneration guilds between the years were analyzed using proportion tests. In 2008, 84 species were found (P: 9, CLD: 64 and CST: 11),  $1.841 \text{ ind.ha}^{-1}$  and  $36.17 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ . In 2012, 83 species (P: 9, CLD: 63 and CST: 11),  $1.882 \text{ ind.ha}^{-1}$  and  $39.17 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  were observed. Most species showed gains in abundance and basal area. Among the most abundant, the highest rates of recruitment and basal area gain were observed for *Banara tomentosa* Clos, with, respectively,  $5.43\%.\text{year}^{-1}$  and  $6.08\%.\text{year}^{-1}$ , and the highest rates of mortality and basal area loss occurred for *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., with, respectively,  $7.75\%.\text{year}^{-1}$  and  $4.74\%.\text{year}^{-1}$ . No significant association between the dynamics patterns and regeneration guilds was observed, whose relative participations in the community, during the evaluated period, were constants. Therefore, it is possible to conclude that the forest fragment is in the process of structural instability, indicated by the increment of the number of individuals and basal area, and floristic-successional stability, due to the low floristic substitution and maintenance of the relative importance of the regeneration guilds, along the evaluated period.

**Keywords:** Forest Dynamics. Ecological Succession. Araucaria Forest. Regeneration Guilds.

## 2.3 INTRODUÇÃO

A região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucária caracteriza-se pela presença da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em associações diversificadas, as quais compreendem agrupamentos de espécies com características próprias, formando estágios sucessionais distintos. A sua distribuição geográfica associa-se comumente com locais de elevada altitude e baixas temperaturas médias anuais, predominantemente na região do planalto meridional. Está dividida em quatro subformações considerando a influência de cursos d'água, e diferentes níveis de altitude: Aluvial, Submontana, Montana e Alto-Montana (IBGE, 2012).

Em função da intensa exploração madeireira que ocorreu no passado, da demanda por áreas agrícolas e pressões de origem antrópicas, como a criação de gado, a FOM encontra-se, assim como os demais remanescentes da Floresta Atlântica, fragmentada e com sua composição florística alterada (HIGUCHI *et al.*, 2012; LINGNER *et al.*, 2007). No entanto, mesmo estando atualmente isolados e perturbados, os remanescentes florestais desempenham funções ambientais de grande importância, como a proteção do solo e a manutenção dos cursos de água, a conexão entre fragmentos e reservas florestais e o sequestro de carbono atmosférico, mitigando os efeitos negativos das mudanças climáticas (HIGUCHI *et al.*, 2012).

Considerando a importância da conservação dos remanescentes de FOM, é preciso conhecer a capacidade regenerativa e a produtividade dessas florestas alteradas por ações antrópicas, para que seja possível manejá-las de forma sustentável (SANQUETTA *et al.*, 2003). Esta capacidade está intimamente relacionada com três processos demográficos fundamentais: o recrutamento, o crescimento e a mortalidade. Estes, por sua vez, são os alicerces do processo de dinâmica florestal. Os indivíduos que morrem são substituídos pelo crescimento dos indivíduos vizinhos ou pelo estabelecimento de novos indivíduos da mesma ou de diferentes espécies (MOSCOVICH, 2006). A percepção dessa mudança na composição estrutural e funcional das florestas, caracterizada pela dinâmica florestal, advém de estudos ao longo do tempo. Cada uma dessas mudanças interpreta-se como uma transição de um estágio sucesional para outro, que de acordo com Machado (2005), podem ser verificadas tanto na demografia como na biomassa, tradicionalmente expressos como densidade e área basal.

Desta forma, considerando a importância dos estudos das mudanças ao longo do tempo que ocorrem em fragmentos florestais, o

objetivo geral deste estudo foi avaliar a dinâmica de populações de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages (SC) em um período de quatro anos, como o propósito de testar se (i) as guildas de regeneração apresentam diferentes padrões de dinâmica e (ii) a existência de mudança sucessional no fragmento estudado.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.4.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, localizado no município de Lages - SC, nas margens do Rio Caveiras ( $27^{\circ}51'19,20''S$  e  $50^{\circ}10'33,39''W$ ), conforme figura 2.1. O fragmento possui uma área de aproximadamente 103,06 ha e altitude média de 940 m (altitude máxima = 1.036 m e altitude mínima = 901 m). De acordo com a estação meteorológica de Lages, administrada pela EPAGRI/CIRAM/INMET, a precipitação e a temperatura média anual (1970-2010) na região do fragmento é de, respectivamente, 1.682,80 mm e 15,9°C (HIGUCHI *et al.*, 2012).

Figura 2.1 - (A) Localização geográfica da cidade de Lages (SC); (B) Precipitação pluviométrica média mensal (barras) e temperaturas máximas e mínimas mensais (pontos) de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, Santa Catarina.



Fonte: HIGUCHI *et al.*, 2012.

A área de estudo encontra-se inserida em uma matriz composta por áreas agrícolas, silviculturais e de pastejo. O fragmento estudado possui um histórico de perturbação com corte seletivo e pastejo, porém em 1986 foi protegida e se mantém em regeneração desde então.

## 2.4.2 Amostragem da vegetação

Esta área foi objeto de estudo florístico e estrutural realizado por Higuchi *et al.* (2012) porém com alterações no número de espécies. A comunidade arbórea, com diâmetro na altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm, foi amostrada no ano de 2008, em 50 parcelas permanentes de 10x20 m (20 m<sup>2</sup>), totalizando 1 ha de área amostrada. As parcelas foram distribuídas de forma sistemática, distanciadas 30 m entre si dentro de cada estrato. Em cada parcela foram registradas informações de todos os indivíduos vivos, coletando dados sobre a identidade botânica das espécies e do DAP, medido com fita métrica. Indivíduos com troncos múltiplos foram medidos quando a raiz da soma dos quadrados dos DAP's foi maior do que 5 cm. As identificações foram realizadas por meio de comparações em herbários, pareceres de especialistas e literatura especializada. As espécies foram classificadas nas famílias de acordo com o sistema APG III (APG III, 2009).

No ano de 2012, após um intervalo de quatro anos, foi realizado o segundo inventário da comunidade arbórea, utilizando-se a mesma metodologia do inventário anterior. Assim, foi incorporado os novos indivíduos que atingiram a classe de diâmetro estipulada (DAP  $\geq$  5 cm), sendo estes identificados, medidos e plaqueteados. Os indivíduos mortos foram registrados e os sobreviventes mensurados novamente.

## 2.4.3 Análise dos dados

Foram calculadas para a comunidade arbórea as taxas de mortalidade e recrutamento, as taxas de ganho e perda em área basal, com base no número de indivíduos e área basal, por meio dos modelos algébricos (LIEBERMAN *et al.*, 1985; PRIMACK *et al.*, 1985; SHEIL e MAY, 1996):

$$M = (1 - ((N_0 - m)/N_0)^{1/t}) \times 100,$$

$$R = (1 - (1 - r/N_t)^{1/t}) \times 100,$$

$$P = (1 - [(AB_0 - (ABm + ABd))/AB_0]^{1/t}) \times 100, \text{ e}$$

$$G = (1 - [1 - (ABr + ABg)/ABt]^{1/t}) \times 100.$$

Onde: M = taxa de mortalidade anual; R = taxa de recrutamento anual; P = taxa de perda em área basal anual; G = taxa de ganho em área basal anual; t = intervalo de tempo entre inventários; N<sub>0</sub> = número inicial de árvores; N<sub>t</sub> = número final de árvores depois de t; m = número

de árvores mortas;  $r$  = número de árvores recrutadas;  $AB_0$  = área basal inicial;  $AB_t$  = área basal final depois de  $t$ ;  $AB_m$  = área basal das árvores mortas;  $AB_d$  = perda em área basal (redução diamétrica e perda parcial de troncos);  $AB_r$  = área basal de árvores recrutadas;  $AB_g$  = ganho em área basal (crescimento das árvores).

As taxas de mudança líquida para o número de indivíduos ( $Chn$ ) e para a área basal ( $Chab$ ) foram calculadas pelas equações, conforme Körning e Balslev (1994):

$$Chn = [(N_t/N_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

$$Chab = [(AB_t/AB_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

Com o propósito de auxiliar a identificação de padrões ecologicamente significativos, as espécies foram classificadas segundo suas guildas de regeneração: Pioneira, Clímax Exigente em Luz e Clímax Tolerante a Sombra. As classificações das espécies basearam-se nos trabalhos de Lindenmaier e Budke (2006) e Leyser *et al.* (2012) e a partir de observações no campo. Para verificar a existência de associação significativa entre os padrões de dinâmica das populações (incremento, estabilidade ou decremento em abundância em área basal) e as guildas de regeneração, foram realizados testes de qui-quadrado, aplicados a tabelas de contingência. Mudanças nas participações relativas das guildas ao longo do tempo foram verificadas por meio de testes de proporção. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R (R Development Core Team, 2012).

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que a comunidade encontra-se em processo de estruturação, com incremento em abundância e em área basal. No período de 2008 a 2012, as taxas de mortalidade e de recrutamento foram respectivamente de  $1,23\%.ano^{-1}$  e  $1,77\%.ano^{-1}$ , o que resultou num aumento de 1.841 a 1.882 ind. $ha^{-1}$ , representando uma mudança líquida positiva de 2,18%. A taxa de ganho em área basal, de  $2,93\% ano^{-1}$ , foi aproximadamente três vezes superior à taxa de perda, de  $0,97\% ano^{-1}$ , resultando em um incremento de  $36,17 m^2.ha^{-1}$  para  $39,17 m^2.ha^{-1}$ , que representou uma mudança líquida positiva de 6,67%. Em relação a riqueza, foi observada a redução de apenas uma espécie, de 84 em 2008 para 83 em 2012, o que representou o saldo do ganho de uma espécie (*Myrsine lorentziana* (Mez) Arechav.) e da perda de duas

(*Machaerium stipitatum* (DC.) Vogel e *Myrceugenia oxysepala* (Burret) D. Legrand & Kausel). Dentre as 85 espécies encontradas no período, 65 foram classificadas como Clímax Exigente em Luz, 11 como Clímax Tolerante a Sombra e nove classificadas como Pioneiras (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Número de indivíduos e área basal das populações de espécies arbóreas amostradas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, no Município de Lages, SC, ordenadas em função da abundância em 2008, para os anos de 2008 e 2012 [N1 = Número de indivíduos no ano de 2008 (ind.ha<sup>-1</sup>); N2 = Número de indivíduos no ano de 2012 (ind.ha<sup>-1</sup>); ML = Mudança Líquida (%); AB1 = Área Basal no ano de 2008 (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); AB2 = Área Basal no ano de 2012 (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); CEL = Clímax Exigente em Luz; CTS = Clímax Tolerante a Sombra; P = Pioneira].

Espécies	N1 (ind.ha <sup>-1</sup> )	N2 (ind.ha <sup>-1</sup> )	ML <sub>N</sub> (%)	AB1 (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	AB2 (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ML <sub>AB</sub> (%)	Guildas
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	172	157	-2,26	1,5427	1,4495	-1,55	CEL
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	147	166	3,09	0,8895	0,9477	1,60	CTS
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	125	128	0,59	5,2692	6,1535	3,95	CEL
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	100	97	-0,76	3,6391	3,8855	1,65	CEL
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	84	88	1,17	2,2035	2,3907	2,06	CEL
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	70	74	1,40	0,7040	0,8086	3,52	CEL
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	69	71	0,72	1,4781	1,4858	0,13	CEL
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	66	63	-1,16	1,2575	1,3563	1,91	CEL
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	55	52	-1,39	0,9153	0,9077	-0,21	CEL
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	53	58	2,28	0,6198	0,6876	2,63	CEL
<i>Duranta vestita</i> Cham.	50	52	0,99	0,3175	0,3372	1,51	P
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	38	42	2,53	1,5347	1,6830	2,33	CTS

Continua...

Tabela 2.1 – Continuação...

Espécies	N1 (ind.ha <sup>-1</sup> )	N2 (ind.ha <sup>-1</sup> )	ML <sub>N</sub> (%)	AB1 (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	AB2 (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ML <sub>AB</sub> (%)	Guildas
<i>Lamanonia ternata</i>							
Vell.	37	38	0,67	1,6689	1,8238	2,24	CEL
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	34	33	-0,74	1,6026	1,6764	1,13	CEL
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	32	33	0,77	0,2200	0,2426	2,48	CEL
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	30	32	1,63	0,2205	0,2185	-0,22	CTS
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	29	23	-5,63	0,3549	0,3260	-2,09	CEL
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan)	27	25	-1,91	0,4464	0,4877	2,24	CEL
<i>Dasyphyllum</i> <i>tomentosum</i> (Spreng.)							
Cabrera	26	25	-0,98	1,2699	1,3420	1,39	CEL
<i>Banara tomentosa</i> Clos	25	30	4,66	0,1162	0,1451	5,72	CEL
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	23	26	3,11	0,2019	0,2183	1,96	CEL
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	23	24	1,07	0,2007	0,1979	-0,36	CEL
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	22	22	0	0,1184	0,1264	1,64	CEL
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	22	22	0	0,6778	0,7674	3,15	CEL
<i>Solanum</i> <i>sanctaecatharinae</i>							
Dunal	22	21	-1,16	0,3722	0,4123	2,59	P
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	22	24	2,20	0,1606	0,1855	3,66	CEL
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	21	20	-1,21	0,3814	0,3735	-0,53	CEL
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	21	22	1,17	1,0205	1,1780	3,65	P
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	20	19	-1,27	0,1525	0,1478	-0,77	CEL
<i>Blepharocalyx</i> <i>salicifolius</i> (Kunth)							
O.Berg	19	20	1,29	0,1701	0,1940	3,34	CEL
<i>Machaerium</i> <i>paraguariense</i> Hassl.	19	19	0	0,3513	0,3208	-2,25	CEL

Continua...

Tabela 2.1 – Continuação...

<b>Espécies</b>	<b>N1</b> (ind.ha <sup>-1</sup> )	<b>N2</b> (ind.ha <sup>-1</sup> )	<b>ML<sub>N</sub></b> (%)	<b>AB1</b> (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	<b>AB2</b> (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	<b>ML<sub>AB</sub></b> (%)	<b>Guildas</b>
<i>Myrcia hatschbachii</i>							
D.Legrand	18	18	0	0,2758	0,3022	2,31	CEL
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	17	21	5,42	0,1128	0,1383	5,23	CEL
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs.	17	16	-1,50	0,2716	0,2725	0,09	CEL
<i>Myrcia palustris</i> DC.	16	19	4,39	0,1237	0,1333	1,90	CEL
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	16	17	1,53	0,3448	0,3769	2,25	CEL
<i>Inga</i> sp.	14	14	0	0,1889	0,1987	1,27	-
<i>Roupala montana</i> Aubl.	14	15	1,74	0,2249	0,2498	2,66	CTS
<i>Celtis brasiliensis</i> (Gardner) Planch.	12	9	-6,94	0,1117	0,0999	-2,75	P
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.	12	12	0	0,6779	0,7637	3,03	CEL
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	12	12	0	0,1524	0,1629	1,69	CEL
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	11	14	6,21	0,1127	0,1407	5,71	CEL
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	11	11	0	0,3760	0,3965	1,34	P
<i>Oreopanax fulvus</i> Marchal	10	11	2,41	0,0989	0,1107	2,86	CEL
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	9	9	0	0,1491	0,1711	3,51	CEL
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	9	10	2,67	0,0570	0,0732	6,45	CEL
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	9	9	0	0,1786	0,2318	6,74	CEL
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	8	10	5,74	0,2143	0,2299	1,78	CTS
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	8	9	2,99	0,5150	0,5613	2,17	CEL
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	8	9	2,99	0,1353	0,1601	4,30	CEL

Continua...

Tabela 2.1 – Continuação...

Espécies	N1 (ind.ha <sup>-1</sup> )	N2 (ind.ha <sup>-1</sup> )	ML <sub>N</sub> (%)	AB1 (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	AB2 (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ML <sub>AB</sub> (%)	Guildas
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Radlk.	7	11	11,96	0,0466	0,0662	9,17	CEL
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	7	7	0	0,1016	0,1112	2,30	CTS
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	7	8	3,39	0,0625	0,0730	3,94	CEL
<i>Nectandra</i> <i>megapotamica</i> (Spreng.) Mez	7	8	3,39	0,1516	0,1847	5,05	CEL
<i>Clethra scabra</i> Pers.	6	6	0	0,1082	0,1175	2,08	P
<i>Escallonia bifida</i> Link. & Otto	6	5	-4,46	0,0841	0,0850	0,27	P
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	5	5	0	0,0658	0,0826	5,86	CEL
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	5	5	0	0,0981	0,1069	2,16	CEL
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	5	5	0	0,0626	0,0633	0,27	CEL
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	5	5	0	0,1096	0,1160	1,44	CEL
<i>Maytenus dasyclada</i> Mart.	4	5	5,74	0,0590	0,0580	-0,40	CEL
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	4	4	0	0,0126	0,0144	3,30	CEL
<i>Myrrhinium</i> <i>atropurpureum</i> Schott	3	3	0	0,0344	0,0322	-1,65	CEL
NI	3	4	7,46	0,0393	0,0341	-3,46	-
<i>Solanum pabstii</i> L.B.Sm. & Downs			24,0				
	3	1	2	0,0163	0,0038	30,32	CEL
<i>Eugenia uniflora</i> L.	2	2	0	0,0286	0,0327	3,46	CEL
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	2	2	0	0,0334	0,0354	1,46	CTS
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	2	2	0	0,0599	0,0718	4,65	CEL
<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	1	1	0	0,0033	0,0033	0,69	P
Asteraceae 1	1	1	0	0,0223	0,0215	-0,95	-
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	1	1	0	0,0038	0,0038	0	CEL

Continua...

Tabela 2.1 – Continuação...

<b>Espécies</b>	<b>N1</b> (ind.ha <sup>-1</sup> )	<b>N2</b> (ind.ha <sup>-1</sup> )	<b>ML<sub>N</sub></b> (%)	<b>AB1</b> (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	<b>AB2</b> (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	<b>ML<sub>AB</sub></b> (%)	<b>Guildas</b>
<i>Eugenia uruguayensis</i>							
Cambess.	1	1	0	0,0022	0,0022	0	CEL
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	1	1	0	0,0323	0,0367	3,24	CEL
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	1	1	0	0,0038	0,0048	6,20	CTS
Lauraceae 1	1	1	0	0,0272	0,0290	1,61	-
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	1	0	-100	0,0314	0	-100	CEL
<i>Maytenus boaria</i>							
Molina	1	1	0	0,0121	0,0121	0	CEL
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1	1	0	0,0625	0,0673	1,90	P
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	1	1	0	0,0032	0,0037	3,68	CEL
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	1	1	0	0,0056	0,0064	3,64	CEL
<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D.Legrand & Kausel	1	0	-100	0,0027	0	-100	CEL
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	1	1	0	0,0756	0,0877	3,77	CTS
<i>Myrcianthes gigantea</i> D.Legrand	1	1	0	0,0020	0,0022	2,79	CEL
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	1	1	0	0,0029	0,0028	-1,23	CTS
Myrtaceae sp.	1	1	0	0,0074	0,0074	-0,07	-
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	1	1	0	0,0276	0,0390	9,02	CTS
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Mart.	1	1	0	0,0048	0,0055	3,41	CEL
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	1	1	0	0,0022	0,0023	0,89	CEL
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	0	1	100	0	0,0031	100	CEL
<b>TOTAL</b>	1841	1882		36,1651	39,1708		

Fonte: Próprio autor.

Pode-se interpretar o resultado encontrado da dinâmica da comunidade arbórea sob o contexto silvigenético (HALLÉ *et al.*, 1978; MACHADO, 2005). O aumento em abundância e área basal sugere que a floresta encontra-se em processo de “construção”, de forma que o clímax estrutural ainda não tenha sido alcançado. Nestas circunstâncias, observa-se a estruturação da floresta, indicando, segundo Sanquetta (2002) e Mognon (2011), que a mesma, ao demandar o carbono atmosférico para produção de biomassa, funcione como sumidouro de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

O padrão observado de estruturação do componente arbóreo parece ser um padrão recorrente em estudos de dinâmica realizados em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (FOM) (DURIGAN, 1999; SANQUETTA *et al.*, 2003; FORMENTO *et al.*, 2004). Figueiredo-Filho *et al.* (2010), analisando a dinâmica de 11 áreas de FOM, distribuídas nos três estados do Sul do Brasil, verificaram que, de modo geral, ocorreu incremento em área basal, com a taxa de mortalidade variando entre 1 a 2%, e a taxa de ingresso com uma média de quase 3% ao ano. Variações das taxas de dinâmica entre diferentes áreas, em escala regional, refletem diferenças nos estágios sucessionais, variações ambientais e, como sugerido pelos autores, diferenças no histórico de perturbação. Desta forma, a partir do resultado encontrado no presente estudo e da literatura existente, pode-se inferir que os remanescentes de FOM do Sul do Brasil, após um período intenso de exploração predatória, durante o ciclo da madeira, encontram-se atualmente em fase de recuperação estrutural.

Ainda, de acordo com a tabela 2.1, dentre as 20 espécies mais abundantes, as que apresentaram maior incremento em número de indivíduos foram *Casearia decandra* (3,09%), *Myrsine umbellata* (1,40%), *Matayba elaeagnoides* (1,17%), *Podocarpus lambertii* (0,72%) e *Araucaria angustifolia* (0,59%), todas classificadas como Clímax Exigente de Luz, exceto *C. decandra*, que é uma Clímax Tolerante a Sombra. Em relação à área basal, as que apresentaram maior ganho foram a *Araucaria angustifolia* (3,95%), *Myrsine umbellata* (3,52%), *Matayba elaeagnoides* (2,06%), *Lithraea brasiliensis* (1,65%) e *Casearia decandra* (1,60%), exceto *Casearia decandra*, todas são classificadas como CEL. Desta forma, as espécies supracitadas foram as que mais contribuíram para a estruturação florestal, tanto em aumento de número de indivíduos quanto incremento de área basal. *Araucaria angustifolia*, também apresentou ganho em área basal destacado em

outras áreas de FOM no Sul do Brasil (FIGUEIREDO-FILHO *et al.*, 2010). Formento *et al.* (2004), na mesma bacia hidrográfica, além de *Araucaria angustifolia*, também observou aumento da importância relativa de *Lithraea brasiliensis*, *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea pulchella*. Desta forma, fica evidente a elevada capacidade de crescimento destas espécies e o potencial de seu manejo visando a exploração sustentável.

As que se destacaram em relação às mudanças líquidas negativas em número de indivíduos foram *Jacaranda puberula* (-2,26%), *Casearia obliqua* (-1,39%), *Sapium glandulosum* (-1,16%), *Lithraea brasiliensis* (-0,76%) e *Ocotea pulchella* (-0,74%), todas classificadas como CEL. As que se destacaram negativamente em relação à mudança líquida quanto a área basal foram *Zanthoxylum rhoifolium* (-2,09%), *Jacaranda puberula* (-1,55%), *Myrcia guianensis* (-0,36%), *Calyptranthes concinna* (-0,22%) e *Casearia obliqua* (-0,21%) classificadas como CEL, exceto *Calyptranthes concinna*, que é classificado como CTS.

Dentre as mais abundantes, *Banara tomentosa* ( $5,43\%.ano^{-1}$ ), *Casearia decandra* ( $3,83\%.ano^{-1}$ ), *Duranta vestita* ( $2,50\%.ano^{-1}$ ), *Dicksonia sellowiana* ( $2,47\%.ano^{-1}$ ) e *Myrsine umbellata* ( $2,45\%.ano^{-1}$ ) possuem os maiores valores de taxa de recrutamento da área (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Taxas de mortalidade e recrutamento, e taxas de ganho e perda em área basal, com base no número de indivíduos e área basal, das 20 espécies mais abundantes em um fragmento de FOM, em Lages, SC (M = Taxa de mortalidade; R = Taxa de recrutamento; G = Taxa de ganho em área basal; P = Taxa de perda em área basal).

Espécies	M ( $\%.ano^{-1}$ )	R ( $\%.ano^{-1}$ )	G ( $\%.ano^{-1}$ )	P ( $\%.ano^{-1}$ )
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	4,01440	1,79959	3,05737	4,55575
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,86141	3,82879	4,50728	2,98195
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	0,20060	0,79058	4,02722	0,23186
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	1,01536	0,25873	2,24984	0,63583
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	0,90507	2,05087	3,08231	1,08680
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1,08909	2,45371	4,31025	0,93838

Continua...

Tabela 2.2 – Continuação...

Espécies	M (%.ano <sup>-1</sup> )	R (%.ano <sup>-1</sup> )	G (%.ano <sup>-1</sup> )	P (%.ano <sup>-1</sup> )
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	0,36430	1,07350	0,95319	0,82510
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1,15626	0	2,25043	0,38372
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	1,39245	0	1,83649	2,04180
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0	2,22857	3,04783	0,49793
<i>Duranta vestita</i> Cham.	1,53498	2,49573	3,98875	2,53852
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	0	2,47104	3,12214	0,86227
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	0	0,66449	2,37988	0,19075
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	1,50419	0,76634	1,89175	0,78070
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	0,79058	1,55086	4,89983	2,53939
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	0,84396	2,43097	1,96296	2,18189
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	7,75235	2,24863	2,70215	4,74018
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	1,90563	0	3,23251	1,06854
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	0,97573	0	1,96512	0,60136
<i>Banara tomentosa</i> Clos	1,01536	5,42584	6,07951	0,70650

Fonte: Próprio autor.

As espécies *Zanthoxylum rhoifolium* (7,75%.ano<sup>-1</sup>), *Jacaranda puberula* (4,01%.ano<sup>-1</sup>), *Zanthoxylum kleinii* (1,91%.ano<sup>-1</sup>), *Duranta vestita* (1,53%.ano<sup>-1</sup>) e *Ocotea pulchella* (1,50%.ano<sup>-1</sup>) apresentaram as maiores taxas de mortalidade encontradas na área. As espécies que mais se destacaram quanto ao ganho em área basal foram *Banara tomentosa* (6,08%.ano<sup>-1</sup>), *Allophylus guaraniticus* (4,90%.ano<sup>-1</sup>), *Casearia decandra* (4,51%.ano<sup>-1</sup>), *Myrsine umbellata* (4,31%.ano<sup>-1</sup>) e *Araucaria angustifolia* (4,03%.ano<sup>-1</sup>). Enquanto, as espécies que mais se destacaram quanto a perda em área basal foram *Zanthoxylum rhoifolium* (4,74%.ano<sup>-1</sup>), *Jacaranda puberula* (4,56%.ano<sup>-1</sup>), *Casearia decandra* (2,98%.ano<sup>-1</sup>), *Allophylus guaraniticus* (2,54%.ano<sup>-1</sup>) e *Duranta vestita* (2,54%.ano<sup>-1</sup>).

Desta maneira, é possível observar que os valores de taxas de recrutamento, mortalidade e ganho e perda em área basal variam entre as espécies mais abundantes, indicando o comportamento ecológico diferenciado (SERRÃO *et al.*, 2003; ROIK *et al.*, 2012).

Em relação à abundância, a maioria das espécies, 36, não apresentou mudança líquida, mantendo o tamanho populacional entre os anos avaliados, 32 espécies apresentaram mudança líquida positiva e 17 apresentaram mudança negativa (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Tabela de contingência contendo o número de espécies observado e esperado (entre parênteses), de acordo com o teste de qui-quadrado ( $\chi^2 = 4,3156$ ,  $p = 0,365$ ), considerando as guildas de regeneração (P = Pioneira; CEL = Clímax Exigente em Luz; CTS = Clímax Tolerante a Sombra) e as tendências de dinâmica, para populações de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.

Tendência de dinâmica	Guildas de Regeneração		
	Pioneira	CEL	CTS
↑	2 (3,39)	25 (24,47)	5 (4,14)
↔	4 (3,81)	26 (27,53)	6 (4,66)
↓	3 (1,80)	14 (13,00)	0 (2,20)

Fonte: Próprio autor.

Das 17 espécies que apresentaram declínio do número de indivíduos, três foram classificadas como Pioneiras e 14 como Clímax Exigentes em Luz. Das 32 espécies com aumento do número de indivíduos, duas eram Pioneiras, 25 foram classificadas como Clímax Exigentes em Luz e cinco como Clímax Tolerante a Sombra. Das que se apresentaram estáveis, quatro eram Pioneiras, 26 Clímax Exigentes em Luz e seis classificadas como Clímax Tolerante a Sombra. O teste de qui-quadrado demonstrou que não existiu associação significativa entre os padrões de dinâmica e a classificação das espécies em grupos quanto às guildas de regeneração ( $\chi^2 = 4,3156$ ,  $p = 0,365$ ). Isto demonstra a alteração do número de indivíduos observada não apresentou associação significativa com as guildas de regeneração.

Em relação à área basal, o maior número de espécies, 67, apresentou mudança líquida positiva, 15 apresentaram mudança líquida negativa e apenas três mantiveram a mesma área basal entre os períodos avaliados (Tabela 2.4).

Entre as 15 espécies que apresentaram redução em área basal, uma foi classificada como Pioneira, 12 foram classificadas como Clímax Exigentes em Luz e duas como Clímax Tolerante a Sombra. Dentre as 67 que apresentaram incremento em área basal, oito foram classificadas

como Pioneiras, 50 foram classificadas como Clímax Exigentes em Luz e nove foram classificadas como Clímax Tolerante a Sombra. Dentre as três espécies que não apresentaram mudança líquida, todas foram classificadas como Clímax Exigentes em Luz.

Tabela 2.4 – Tabela de contingência contendo o número de espécies em relação a dinâmica de área basal observado e esperado (entre parênteses), de acordo com o teste de qui-quadrado ( $\chi^2 = 1,3251$ ,  $p = 0,8571$ ), considerando as guildas de regeneração (P = Pioneira; CEL = Clímax Exigente em Luz; CTS = Clímax Tolerante a Sombra) e as tendências de dinâmica, para populações de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.

Área Basal		Guildas de Regeneração		
Tendência de dinâmica		Pioneeria	CEL	CTS
↑		8 (7,09)	50 (51,2)	9 (8,67)
↔		0 (0,32)	3 (2,29)	0 (0,39)
↓		1 (1,59)	12 (11,5)	2 (1,94)

Fonte: Próprio autor.

Da mesma forma, de acordo com o teste de qui-quadrado ( $\chi^2 = 1,3251$ ,  $p = 0,8571$ ), também não foi observada associação significativa entre os padrões de dinâmica das espécies e a classificação em guildas de regeneração.

As proporções do número de indivíduos e de espécies nas guildas de regeneração não se alteraram significativamente entre os anos de avaliação (Tabela 2.5), sendo que a maioria dos indivíduos e espécies pertenceram ao grupo das Clímax Exigentes em Luz, seguida, em menor proporção, por Clímax Tolerantes a Sombra e, finalmente, as Pioneiras.

Em florestas tropicais úmidas isentas de distúrbios severos, geralmente são registradas poucas mudanças na densidade e na composição de espécies, sugerindo uma aparente estabilidade (SWAINE *et al.*, 1987; LAURANCE *et al.*, 2006). Segundo Machado e Oliveira-Filho (2010), essa condição de “estabilidade” pode corresponder à fase clímax ou madura de uma floresta.

Tabela 2.5 – Tabela contendo a porcentagem de indivíduos e de espécies nos diferentes anos de avaliação em relação as guildas de regeneração (P = Pioneira; CEL = Clímax Exigente em Luz; CTS = Clímax Tolerante a Sombra;  $\chi^2$  = Qui-quadrado;  $p$  = valor de  $p$

de acordo com o teste de proporção), para populações de espécies arbóreas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.

Guildas de regeneração	Número de Indivíduos				Número de Espécies			
	2008	2012	$\chi^2$	P	2008	2012	$\chi^2$	p
P	7,14	6,88	0,0603	0,806	10,71	10,84	0	1
CEL	79,13	78,18	0,4384	0,5079	76,19	75,90	0	1
CTS	13,73	14,94	0,9998	0,3174	13,10	13,25	0	1
<b>TOTAL</b>	100	100			100	100		

Fonte: Próprio autor.

Em relação a representatividade das guildas de regeneração, o mesmo padrão encontrado no presente estudo, de maior abundância de espécies classificadas como CEL, foi observado por trabalhos realizados em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (ABREU, 2012; CHAGAS *et al.*, 2001; PAULA *et al.*, 2004). Paula *et al.* (2004) comenta que a baixa representatividade florística das espécies pioneiras e o número de secundárias tardias (análogas às Clímax Exigente em Luz) exprime um estádio intermediário de desenvolvimento sucessional da floresta.

## 2.6 CONCLUSÕES

A análise dos resultados indica, por meio do incremento da densidade do número de indivíduos e área basal, que a floresta encontra-se em fase de instabilidade estrutural, em um processo de “construção silvigenética”. Já os dados referentes à florística e guildas de regeneração sugerem que a floresta esteja próxima de seu clímax florístico-sucessional. Esta inferência se dá a partir da constatação da i) estabilidade do número de espécies, indicada pela baixa substituição florística entre os quatro anos avaliados, representada pela redução de apenas uma espécie; ii) ausência de associação significativa entre os padrões de dinâmica das populações e as guildas de regeneração; iii) manutenção da participação relativa, em número de indivíduos e de espécies, das diferentes guildas entre os anos, e iv) dominância das espécies Clímax Exigentes em Luz.

Ressalta-se a necessidade de estudos que considerem uma maior escala de tempo, para verificar possíveis flutuações de parâmetros populacionais e a influência de variáveis ambientais sobre a dinâmica florestal.

## 2.7 REFERÊNCIAS

ABREU, T. A. L. **Dinâmica da vegetação arbustivo-arbórea no período de 14 anos em uma floresta de vale, Mato Grosso, Brasil.** Tese (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

APG 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.

CHAGAS, R. K.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; SCOLFORO, J. R. S. Dinâmica de populações arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semideciduado Montana em Lavras, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 25, n. 1, p. 39-57, 2001.

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

FIGUEIREDO-FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, Mortalidade, Ingresso e Distribuição Diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 763-776, 2010.

FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R.A. Dinâmica estrutural arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul. **Cerne**, v. 10, n.2, p. 196-212, 2004.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical trees and forests.** Berlin: Springer-Verlag, 483p., 1978.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M.; SANTOS, K. F.; LINKE, C.; PAULINO,

P. S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 7-90, 2012.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série: Manuais técnicos em geociências n.1. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2 ed., 2012.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 4, n. 1, p. 77-86, 1994.

LAURANCE, F. W.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A.; RIBEIRO, J. E. L. S.; GIRALDO, J. P.; LOVEJOY, T. E.; CONDIT, R.; CHAVE, J.; HARMS, K. E.; D'ANGELO, S. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. **PNAS**, v. 103, n.50, p.19010- 19014, 2006.

LEYSER, G.; ZANIN, E. M.; BUDKE, J. C.; MÉLO, M. A. de; HENKE-OLIVEIRA, C. Regeneração de espécies arbóreas e relações com o componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 1, p. 74-83, 2012.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 73, n. 3, p. 915-924, 1985.

LINDENMAIER, D. S.; BUDKE, J. C. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do rio Jacuí, Sul do Brasil. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, v. 57, p. 193-216, 2006.

LINGNER, D. V.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, N. C.; DLUGOSZ, F. L. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um remanescente de Floresta de Araucária no Planalto Catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 55-66, 2007.

**MACHADO, E. L. M. Heterogeneidade espacial e temporal em um fragmento de floresta estacional em Lavras, MG.** 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

**MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.** Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n.1, p. 250-261, 2010.

**MOGNON, F. Dinâmica do estoque de carbono como serviço ambiental prestado por um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana localizada no sul do estado do Paraná.** 142 p. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

**MOSCOVICH, F. A. Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS.** 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.

**PAULA, A.; SILVA, A. F.; DE MARCO JÚNIOR, P.; SANTOS, F. A. M.; SOUZA, A. L.** Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa/MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n.3, p. 407-424, 2004.

**PRIMACK, R. B.; ASHTON, P. S.; CHAI ; LEE, H. S.** Growth rates and population structure of Moraceae trees in Sarawak, East Malaysia. **Ecology**, Washington, v. 66, n. 2, p. 577-588, 1985.

**R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2012. Disponível em <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 14 de março de 2013.

**ROIK; M.; FIGUEIREDO-FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.** Incremento diamétrico e em área basal de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Anais do 4º Congresso Florestal Paranaense**. Curitiba, PR, 2012.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B; GOMES, F. S. **As florestas e o carbono.** Curitiba, p.119 -140, 2002.

SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A.P.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.). no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SERRÃO, D. R.; JARDIM, F. C. DA S; NEMER, T. C. Sobrevida de seis espécies florestais em uma área explorada seletivamente no município de Moju, Pará. **Cerne**, v. 9, n. 2, p. 153-163, 2003.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 91-100, 1996.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, v. 3, p. 359-366, 1987.

### **3 ESTRUTURAÇÃO ESPACIAL E INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA DO COMPONENTE ARBÓREO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, EM LAGES, SC**

#### **3.1 RESUMO**

O presente estudo teve como objetivos analisar a estruturação espacial das taxas de dinâmica do componente arbóreo e avaliar a influência de variáveis ambientais (solos, relevo e abertura do dossel) sobre as taxas observadas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, no município de Lages, SC, durante um intervalo de quatro anos (2008-2012). Em cada uma das 50 parcelas de 10x20m, foi realizada a caracterização ambiental e determinadas as taxas de dinâmica do componente arbóreo (mortalidade, recrutamento, ganho e perda em área basal, rotatividade e mudanças líquidas em abundância e área basal). A relação entre as taxas de dinâmica foi verificada por meio de testes de correlação, as distribuições das taxas em classes de frequência foram examinadas por meio de histogramas, a estruturação espacial foi avaliada por meio de correlogramas de I de Moran e a influência dos fatores ambientais analisada por meio de árvores de regressão. As taxas médias de recrutamento e mortalidade foram de  $1,74\text{.ano}^{-1}$  e  $1,16\text{.ano}^{-1}$ , e ganho e perda em área basal de  $3,10\text{.ano}^{-1}$  e  $1,03\text{.ano}^{-1}$ , resultando na mudança líquida positiva em número de indivíduos e em área basal. Não foram observadas correlações significativas entre mortalidade e recrutamento e entre ganho em perda em área basal ( $p > 0,05$ ). Predominantemente, as taxas apresentaram distribuição de frequência normal. A dinâmica florestal ocorreu de forma espacialmente aleatória na área de estudo, a taxa de ganho em área basal foi maior nos locais com menores valores de cobertura do dossel ( $<80,63\%$ ) e a taxa de rotatividade em área basal foi maior nos locais com maiores valores de soma de base do solo ( $\geq61,77\%$ ). Os resultados podem ser interpretados como um indicativo da importância de eventos de ordem estocástica sobre a dinâmica de fragmentos florestais em avançado estágio sucessional.

**Palavras-chave:** Taxas de dinâmica. Variáveis ambientais. Distribuição espacial.

### 3.2 ABSTRACT

The present study aimed to analyze the spatial structure of tree species dynamics rates and evaluate the influence of environmental variables (soil, topography and canopy openness) on the observed rates in a Montane Araucaria Forest fragment, in Lages, SC, during an interval of four years (2008-2012). In each of the 50, 10x20m, plots were performed the environment characterization and determined the dynamics rates of the arboreal component (mortality, recruitment, loss and gain in basal area, turnover and net changes in abundance and basal area). The relation between the dynamics rates was verified by correlation tests, the distributions of rates in frequency classes were examined using histograms, the spatial structure was evaluated by Moran's I correlograms and the influence of environmental factors on the dynamics rates analysed using regression trees. The average rates of recruitment and mortality were  $1.74\% \cdot \text{year}^{-1}$  and  $1.16\% \cdot \text{year}^{-1}$ , and gain and loss in the basal area were  $3.10\% \cdot \text{year}^{-1}$  and  $1.03\% \cdot \text{year}^{-1}$ , resulting in a positive net change in density and basal area. There were no significant correlations between mortality and recruitment rates and between gains in loss rates of basal area ( $p > 0.05$ ). Predominantly, the rates showed normal frequency distribution. The forest dynamics occurred spatially random in the study area, the rate of gain in basal area was higher in locations with lower values of canopy cover ( $<80.63\%$ ) and turnover rate in basal area was higher in places with higher sum of base in the soil ( $\geq 61.77\%$ ). The results can be interpreted as an indicative of the importance of stochastic events on the dynamics of forest fragments in an advanced stage of succession.

**Key-words:** Dynamics rates. Environmental variables. Spatial distribution.

### 3.3 INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é uma das principais tipologias vegetais da região sul do Brasil, distinguindo dos demais biomas florestais pela presença marcante de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em associações diversificadas (IBGE, 2012). Como a maioria das florestas do domínio atlântico, essas foram, e são, intensamente perturbadas e fragmentadas. Nas décadas de 50 e 60,

durante o ciclo da madeira, houve intensa exploração de espécies de interesse madeireiro, como da Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) e da Imbuia (*Ocotea porosa* (Mez) L. Barroso), e não madeireiro, como do Xaxim (*Dicksonia sellowiana* Hook.) (HIGUCHI *et al.*, 2012). Como resultado deste histórico, houve uma grande fragmentação de habitat, restando remanescentes florestais em diferentes estados de conservação (SILVA *et al.*, 2012).

Considerando este cenário crítico, estudos sobre dinâmica de comunidades arbóreas nos remanescentes de FOM são fundamentais. De acordo com Higuchi *et al.* (2008a) estes estudos permitem o monitoramento e a previsão dos processos de transformação das populações e das comunidades vegetais isoladas. Desta forma, o conhecimento da dinâmica sucessional de uma floresta se torna importante para a tomada de decisões na aplicação de técnicas de manejo florestal visando à conservação desses remanescentes florestais (SHEIL *et al.*, 2000; NASCIMENTO *et al.*, 2001; BIANCHIN *et al.*, 2012).

Uma das maiores dúvidas sobre alterações em comunidades arbóreas tropicais após fragmentação é a variabilidade espacial e temporal das taxas de dinâmica e as diferentes respostas das espécies arbóreas em função de gradientes ambientais. A partir da obtenção destas informações, é possível fazer inferências sobre a estruturação florestal futura (HIGUCHI *et al.*, 2008b). Partindo-se do princípio que, em fragmentos florestais a dinâmica florestal não ocorre de forma espacialmente homogênea (HIGUCHI *et al.*, 2008b; SILVA *et al.*, 2011), é possível que o padrão encontrado seja o resultado de um mosaico silvigenético gerado, de acordo com Machado (2005), em função de uma diversidade de interações entre fatores ambientais e as respectivas respostas das espécies.

Um fator importante a ser considerado em estudos dessa natureza é a presença de autocorrelação espacial, pois pode auxiliar na determinação da distância em que a dependência entre unidades amostrais ocorre. De acordo com Legendre e Fortin (1989), com a existência de autocorrelação é possível prever o valor que uma variável assume em um ponto de amostragem a partir do valor que a mesma variável assume em outro ponto de posição conhecida. Se existe autocorrelação espacial entre os dados, os valores são dependentes do ponto de vista estatístico, violando um pressuposto importante dos testes tradicionais, o da independência dos dados entre os pontos de amostragem (CALEGARIO *et al.*, 2005).

Desta forma, considerando a importância de se entender a organização espacial da dinâmica florestal e a sua relação com a heterogeneidade ambiental, o presente estudo teve como objetivos analisar a estruturação espacial das taxas de dinâmica do componente arbóreo e avaliar a influência de variáveis ambientais sobre as taxas observadas, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.4.1 Área de estudo

A área de estudo compreende um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado no município de Lages, SC, nas margens do Rio Caveiras, nas coordenadas 27°51'19,20"S e 50°10'33,39"W, com altitude variando de 901 a 1.036 m. O fragmento cobre uma área de aproximadamente 103,06 ha. De acordo com a estação meteorológica de Lages, administrada pela EPAGRI/CIRAM/INMET, a precipitação e a temperatura média anual (1970-2010) na região é de, respectivamente, 1.682,80 mm e 15,9°C (HIGUCHI *et al.*, 2012).

O local estudado está inserido em uma matriz composta por áreas agrícolas, silviculturais e de pastejo, sendo que o fragmento estudado possui um histórico de perturbação com corte seletivo e pastejo, porém em 1986 foi protegida e se mantém em regeneração desde então.

#### 3.4.2 Amostragem da vegetação

Este estudo é uma continuação do estudo florístico e estrutural realizado por Higuchi *et al.* (2012), porém com alterações no número de espécies. A comunidade arbórea, com diâmetro na altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm, foi amostrada no ano de 2008, em 50 parcelas permanentes de 10x20 m (20 m<sup>2</sup>), totalizando 1 ha de área amostrada. As parcelas foram distribuídas de forma sistemática, distanciadas 30 m entre si dentro de cada estrato (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Localização das parcelas amostradas (retângulos em branco) no fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana estudado em Lages, Santa Catarina.



Fonte: Google Earth.

No primeiro levantamento, em cada parcela foram registradas informações para todos os indivíduos vivos, coletando dados sobre a identidade botânica das espécies e o DAP, medido com fita métrica. Indivíduos com troncos múltiplos foram medidos quando a raiz da soma dos quadrados dos DAP's foi maior do que 5 cm. As identificações foram realizadas por meio de comparações em herbários, pareceres de especialistas e literatura especializada. As espécies foram classificadas nas famílias de acordo com o sistema APG III (APG III, 2009).

No ano de 2012, após um intervalo de quatro anos, realizou-se o segundo inventário da comunidade arbórea, utilizando-se a mesma metodologia do inventário anterior. Assim, foi incorporado os novos indivíduos que atingiram a classe de diâmetro estipulada ( $DAP \geq 5$  cm), que foram identificados, medidos e plaqueados. Os indivíduos mortos foram registrados e os sobreviventes mensurados novamente.

### 3.4.3 Caracterização ambiental

A base de dados foi composta pelos dados de caracterização topográfica, dos solos e da cobertura do dossel conduzida por Higuchi *et al.* (2012) para a área em questão. Foi realizado um levantamento topográfico em cada parcela, com auxílio de trena, bússola, clinômetro e GPS, a partir do qual foram definidas três variáveis topográficas calculadas segundo metodologia sugerida por Oliveira-Filho *et al.* (1994): cota média (m), desnível máximo (graus) e declividade média (m). A cota média foi considerada como a média das cotas dos quatro

vértices de cada parcela. O desnível máximo correspondeu à maior distância vertical entre os vértices das parcelas. A declividade média foi calculada por meio da média simples das quatro declividades dos lados da parcela retangular. As propriedades químicas de cada parcela foram obtidas por meio da análise de amostras compostas superficiais, provenientes de quatro coletas distribuídas em cada parcela, a uma profundidade 0 a 20 cm. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC). Foram quantificados o pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, alumínio e porcentagem de argila, e calculados os índices: H + Al, t (CTC efetiva), T (CTC a pH = 7,0), SB (soma de bases trocáveis) e V (saturação de bases da CTC a pH = 7,0). A avaliação da cobertura do dossel foi realizada por meio da média de quatro leituras, em direção ao norte, sul, leste e oeste, no centro de cada parcela, utilizando um densímetro esférico (modelo A) côncavo (LEMMON, 1956), no período de novembro a dezembro de 2009. As variáveis espaciais correspondendo às coordenadas x e y do centro de cada parcela, obtidas por meio de um GPS, foram utilizadas para definir uma rede de pontos.

### 3.4.4 Análise dos dados

Para cada parcela, foram calculadas as taxas de mortalidade e recrutamento, as taxas de ganho e perda em área basal, com base no número de indivíduos e área basal, por meio dos modelos algébricos (LIEBERMAN *et al.*, 1985; PRIMACK *et al.*, 1985; SHEIL e MAY, 1996):

$$\begin{aligned}
 M &= (1 - ((N_0 - m)/N_0)^{1/t}) \times 100, \\
 R &= (1 - (1 - r/N_t)^{1/t}) \times 100, \\
 P &= (1 - [(AB_0 - (AB_m + AB_d))/AB_0])^{1/t} \times 100, \text{ e} \\
 G &= (1 - [1 - (AB_r + AB_g)/AB_t])^{1/t} \times 100.
 \end{aligned}$$

Onde: M = taxa de mortalidade anual; R = taxa de recrutamento anual; P = taxa de perda em área basal anual; G = taxa de ganho em área basal anual; t = intervalo de tempo entre inventários; N<sub>0</sub> = número inicial de árvores; N<sub>t</sub> = número final de árvores depois de t; m = número de árvores mortas; r = número de árvores recrutadas; A<sub>B0</sub> = área basal

inicial; ABt = área basal final depois de t; ABm = área basal das árvores mortas; ABd = perda em área basal (redução diamétrica e perda parcial de troncos); ABr = área basal de árvores recrutadas; ABg = ganho em área basal (crescimento das árvores).

A taxa média anual de rotatividade em número de indivíduos foi calculada pela média das taxas de mortalidade e de recrutamento e a taxa média anual de rotatividade em área basal foi calculada pela média de taxa de perda e taxa de ganho (KORNING e BALSLEV, 1994; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1997).

As taxas de mudança líquida para o número de indivíduos (Chn) e para a área basal (Chab) foram calculadas pelas equações, conforme Kornig e Balslev (1994):

$$Chn = [(N_t/N_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

$$Chab = [(AB_t/AB_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

A estruturação espacial foi analisada por meio de correlogramas baseados no índice estatístico I de Moran, com alisamento por “spline” (MORAN, 1950). Envoltórios indicativos de ausência de autocorrelação foram construídos por meio da técnica de *bootstrap*, a partir de 1.000 reamostragens. Os valores de I Moran variam de -1 a 1, os valores positivos indicam associação espacial positiva entre os locais (similaridade) e valores negativos indicam associação negativa (dissimilaridade). Valores em torno de 0, dentro dos envelopes de completa aleatoriedade, indicam distribuição aleatória sem associação espacial (HIGUCHI *et al.*, 2008b). A influência das variáveis ambientais sobre as taxas de dinâmica foi analisada por meio de árvores de regressão, que foram “podadas” a partir do menor valor do erro de validação cruzada. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R (R Development Core Team, 2012).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a área estudada como um todo, as taxas de dinâmica indicaram instabilidade da estrutura do componente arbóreo, com recrutamento superior a mortalidade e ganho em área basal superior a perda, resultando em mudanças líquidas positivas, expressas pelo aumento em número de árvores e em área basal, no período entre 2008 a 2012, de 1.841 para 1.882 ind.ha<sup>-1</sup> e de 36,17 para 39,17 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. As taxas de rotatividade para número de indivíduos e área basal, que indicam

a velocidade da dinâmica, foram, respectivamente, de  $1,45\%\text{.ano}^{-1}$  e  $2,07\%\text{.ano}^{-1}$  (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Taxas médias de dinâmica (n=50) de uma comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC.

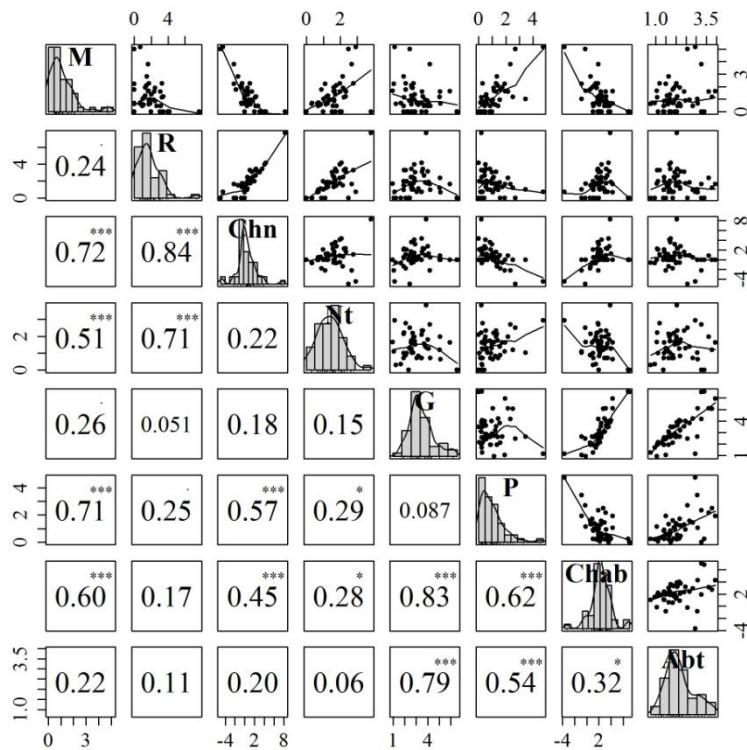
Taxas	Média (%. $\text{ano}^{-1}$ )	Desvio Padrão
Mortalidade	1,16	1,15
Recrutamento	1,74	1,41
Mudança Líquida em número de indivíduos	0,62	2,1
Rotatividade em número de indivíduos	1,45	0,80
Ganho em área basal	3,10	1,28
Perda em área basal	1,03	0,94
Mudança Líquida em número de indivíduos	2,17	1,74
Rotatividade em número de indivíduos	2,07	0,76

Fonte: Próprio autor.

A tendência geral da dinâmica observada no fragmento florestal evidencia a ocorrência de estruturação florestal no período avaliado (2008-2012). O incremento em número de indivíduos e área basal é típico de uma fase de construção do ciclo silvigenético, desencadeada por perturbações passadas, tais como intervenções antrópicas ou até mesmo aberturas de clareiras causadas por causas naturais (HALLÉ *et al.*, 1978; MACHADO, 2005; HIGUCHI *et al.*, 2008a).

Ao se analisar a Figura 3.2, verifica-se que com exceção das taxas de mortalidade, recrutamento e perda em área basal, que apresentaram maiores frequências de parcelas em classes de menores valores, todas as demais apresentaram distribuição normal.

Figura 3.2 – Análise exploratória das taxas de dinâmica da comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC. A diagonal representa histogramas que indicam a distribuição das parcelas em classes de valores das taxas de dinâmica. A diagonal superior representa gráficos de dispersão da relação entre as taxas. A diagonal inferior representa a correlação e a significância das relações entre as taxas (\*\* = 0,001; \*\* = 0,01; \* = 0,05).



Fonte: Próprio autor.

Onde: M = taxa de mortalidade anual; R = taxa de recrutamento anual; Chn = taxa de mudança líquida para o número de indivíduos; Nt = taxa de rotatividade em número de indivíduos; G = taxa de ganho em área basal anual; P = taxa de perda em área basal anual; Chab = taxa de mudança líquida para a área basal; Abt = taxa de rotatividade em área basal.

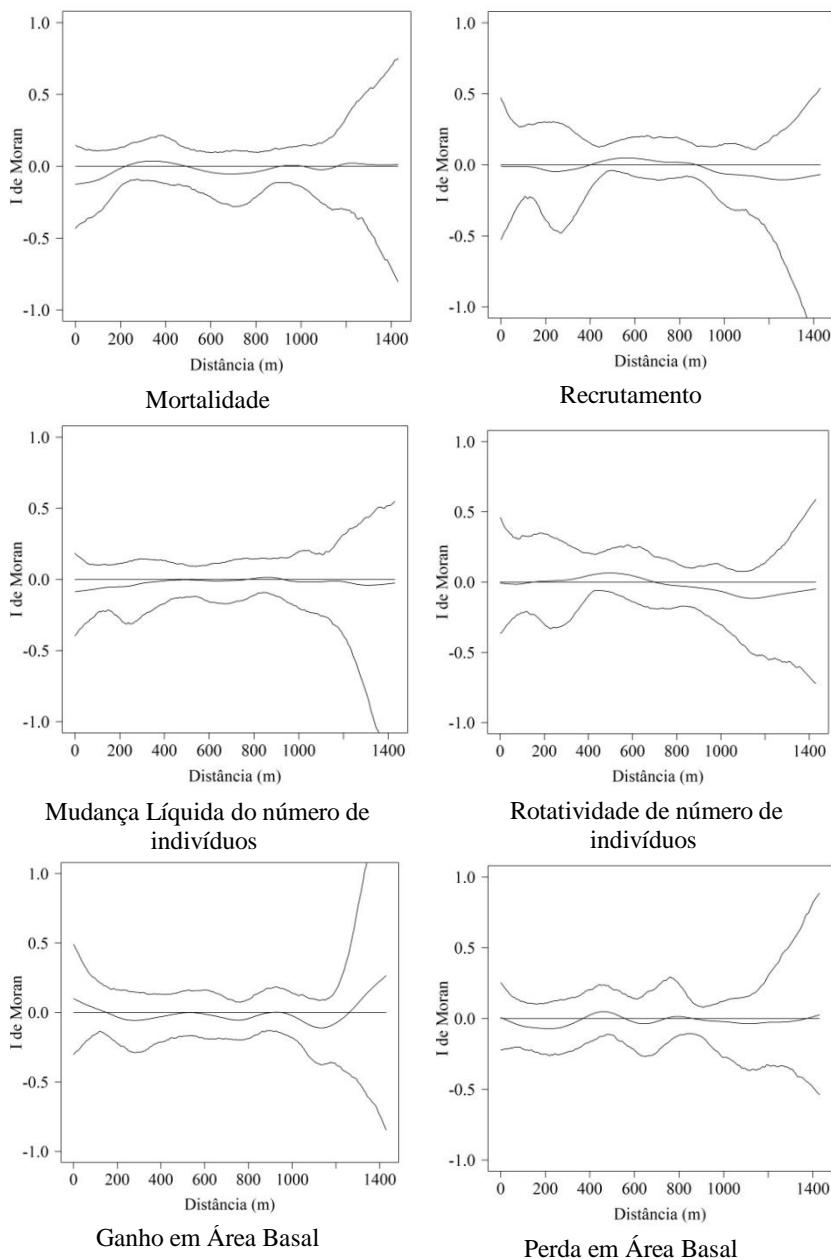
Também é possível observar que as taxas de recrutamento e de ganho em área basal foram as que mais contribuiram para as mudanças líquidas e de rotatividade. Além disso, observa-se ausência de correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre as taxas de recrutamento e ganho em área basal, entre as taxas de mortalidade e recrutamento e entre as taxas de perda e de ganho em área basal, o que indica ausência de associação entre as mesmas, sugerindo que ocorrem de forma independente no fragmento. Assim, é possível afirmar que as parcelas com altas taxas de recrutamento não necessariamente apresentaram altas

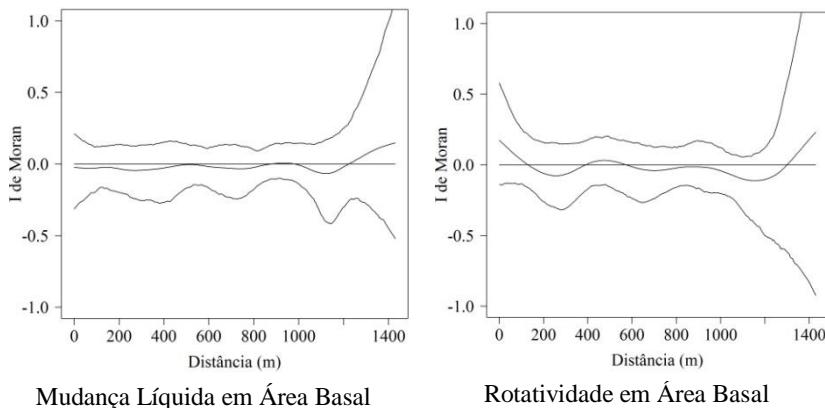
taxas de ganho em área basal, e vice-versa. Também, é possível afirmar que as parcelas com elevados valores de mortalidade ou de perda em área basal, não necessariamente apresentam elevados ou baixos valores de recrutamento ou de ganho. E de que onde há altas ou baixas taxas de recrutamento há altas ou baixas taxas de ganho em área basal.

Machado (2005), em um fragmento de Floresta Estacional Semideciduado em Minas Gerais, verificou que nas parcelas com maior mortalidade também ocorreu maior recrutamento. De acordo com o mesmo autor, a área estudada encontrava-se em fase de degradação do ciclo silvigenético, provavelmente desencadeada por severos episódios de distúrbios passados, o que pode explicar a divergência em relação ao presente estudo. De acordo com Laurance *et al.* (1998), a correlação positiva entre mortalidade e recrutamento pode ser esperado em um quadro de competição onde as saídas abrem novos espaços que incrementam as entradas. No entanto, partindo-se do princípio que estes processos de entradas e saídas, representadas, respectivamente, pelo recrutamento e mortalidade, não ocorrem de forma simultânea na floresta, a dissociação entre estes processos observada neste estudo sugere que parte da mortalidade tenha ocorrido no final do intervalo avaliado, no ano de 2012, sem o tempo necessário para que ocorresse o recrutamento, via crescimento do estoque regenerativo (CAP < 15,7cm).

Os correlogramas do Índice de I Moran indicaram ausência de autocorrelação espacial para as taxas de dinâmica (Figura 3.3). De acordo com Carvalho *et al.* (2008), uma variável é autocorrelacionada se uma medida feita num ponto carrega informação sobre outra medida daquela variável registrada em outro ponto, localizado a determinada distância, gerando valores dependentes. Segundo Rosenberg (2001), a autocorrelação espacial é a ausência de aleatoriedade de uma variável devido à sua distribuição espacial. Desta maneira, constata-se a ausência de autocorrelação encontrada na área, ou seja, a aleatoriedade espacial das taxas de dinâmica avaliadas, o que sugere que parte dos eventos responsáveis pela dinâmica florestal (distúrbio como a formação de clareiras naturais) também ocorreram de forma aleatória.

Figura 3.3 – Correlogramas de I de Moran com alisamento por *spline*, com os respectivos envelopes de completa aleatoriedade construídos por meio de *bootstrap*, a partir de 1.000 reamostragens, para as taxas de dinâmica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC.





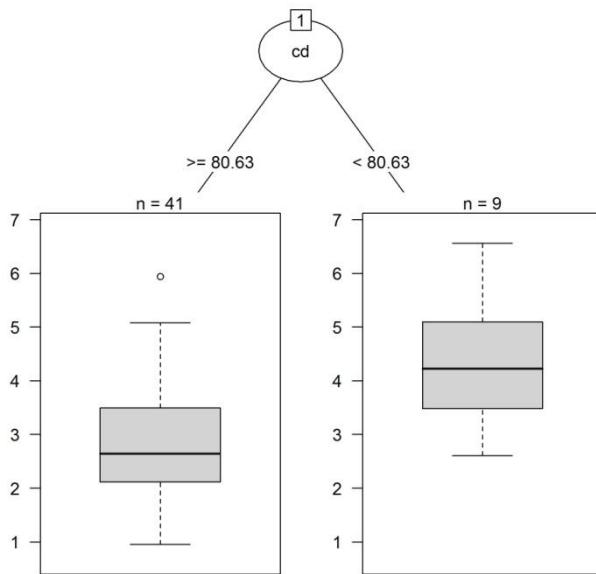
Fonte: Próprio autor.

Para a maior parte das taxas não foi detectada a influência das variáveis ambientais estudadas. Apenas para as taxas de ganho e rotatividade em área basal foi possível a construção de árvores de regressão, uma vez que para as demais o menor erro de validação cruzada foi observado no nodo raiz da árvore, indicando que as variáveis ambientais avaliadas não foram adequadas para explicar as variações das taxas.

O maior ganho de área basal ocorreu nas áreas com menor cobertura de dossel (<80,63%) (Figura 3.4). A abertura no dossel da floresta ocorre por meio da queda ou morte de árvores, iniciando o ciclo de crescimento florestal (SANTOS, 2007). A maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que ocorre nestas áreas tem importância vital no desenvolvimento de plantas. De acordo com Jardim *et al.* (2007) e Martins (1999), a mudança da quantidade de radiação que chega até o piso florestal é o primeiro fator observado nos ambientes de áreas com menor cobertura do dossel, acompanhado de alterações na temperatura e umidade do ar e do solo, os quais podem ser bruscamente modificados, dependendo da intensidade do distúrbio provocado. É nesta fase que são maiores os incrementos em altura e diâmetro (LIMA, 2005) e menores competições (RICKLEFS, 1977).

Figura 3.4 – Árvore de regressão para Taxa de Ganho em Área Basal de uma comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta

Ombrófila Mista em Lages, SC (Erro Relativo = 0,75; Erro de Validação Cruzada = 0,93).



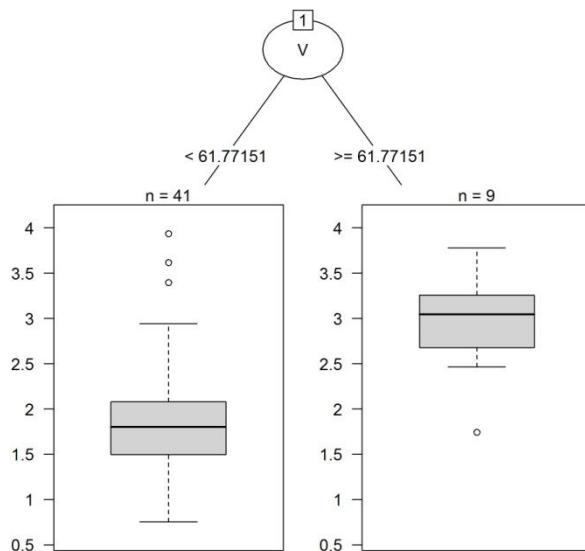
Fonte: Próprio autor.

Ainda, segundo Martins (1999), o processo de regeneração da floresta pode ser mais rápido ou mais lento, em função de uma série de aspectos relacionados ao distúrbio em si e das características da própria vegetação sobrevivente, seja aquela representada por indivíduos adultos no entorno da área de distúrbio ou presente no banco de plântulas e/ou de sementes.

O caráter eutrófico do solo, ou seja, alta fertilidade natural, influenciou na taxa de rotatividade em área basal, sendo esta rotatividade superior nos locais com maiores valores de soma de base ( $>61,8\%$ ) (Figura 3.5). De acordo com Silva *et al.* (2007), a soma de bases (SB) e a saturação por bases (V) são excelentes indicativos das condições gerais da fertilidade do solo, sendo utilizadas na classificação de solos quanto a uma medida do eutrofismo. A EMBRAPA (2010) afirma que, os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por

bases: solos eutróficos (férteis) =  $V\% \geq 50\%$ ; solos distróficos (pouco férteis) =  $V\% < 50\%$ .

Figura 3.5 – Árvore de regressão para Rotatividade em Área Basal de uma comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages, SC (Erro Relativo = 0,73; Erro de Validação Cruzada = 0,83).



Fonte: Próprio autor.

Phillips *et al.* (2004), por meio de um estudo em florestas da bacia do Rio Amazonas, também demonstraram que a taxa de rotatividade (mortalidade e recrutamento) foi maior em locais com maior fertilidade do solo. Em outro estudo, também realizado em floresta tropical, Phillips *et al.* (1994) afirmaram que os padrões espaciais da dinâmica florestal podem implicar em uma resposta macroecológica em relação ao clima e às condições do solo, de tal forma que um amplo fornecimento de umidade e um bom suporte de nutrição

gerará uma maior produtividade florestal acima do solo, que por sua vez suporta taxas de rotatividade mais rápidas.

### 3.6 CONCLUSÕES

Conclui-se que a dinâmica florestal ocorre de forma espacialmente aleatória na área de estudo. As taxas de ganho e rotatividade em área basal foram maiores, respectivamente, nos locais com menores valores de cobertura do dossel ( $CD < 80,63\%$ ) e maiores valores de soma de base ( $V \geq 61,77\%$ ). Estes resultados sugerem a importância de eventos estocásticos, como, por exemplo, a formação de clareiras, sobre a dinâmica do componente arbóreo em fragmentos florestais em avançado estágio sucessional.

O conhecimento dos mecanismos de geração e manutenção da estrutura de comunidades de espécies arbóreas em ecossistemas fragmentados representa uma importante ferramenta para embasar a compreensão de aspectos ecológicos. Estudos desta natureza podem fornecer subsídios importantes para o manejo florestal, visando o uso sustentável e a conservação de fragmentos florestais.

### 3.7 REFERÊNCIAS

APG 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.

BIANCHIN, J. E.; VARGAS, G. R.; OLIVA, E. V. Estrutura e distribuição espacial das espécies de um fragmento de floresta aluvial em regeneração. **Anais do 4º Congresso Florestal Paranaense**. Curitiba, PR, 2012.

CALEGARIO, N.; DANIELS, R. F.; SOUZA, A. L.; MAESTRI, R. Estimativa do crescimento de povoamentos de *Eucalyptus* baseada em modelos lineares em multiníveis de efeito misto. **Revista Árvore**. v. 29, n.2, p. 251-264, 2005.

CARVALHO, F. M. V. de; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. Padrões de autocorrelação espacial de índices de vegetação MODIS no bioma cerrado. **Revista Árvore**. v.32, n.2, p. 279-290, 2008.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26 p., 2010.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical trees and forests.** Berlin: Springer-Verlag, 483p., 1978.

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M. S.; PIFANO, D. S. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Revista Árvore.** v. 32, n.3, p. 417-426, 2008a.

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A.T. de.; BEBBER, D. P.; BROWN, N. D.; SILVA, A. C. da.; MACHADO, E. L. M. Spatio-temporal patterns of tree community dynamics in a tropical forest fragment in South-east Brazil. **Plant Ecology** (Dordrecht), v. 199, p. 125-135, 2008b.

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

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Série: Manuais técnicos em geociências n.1. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2 ed., 2012.

JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes Tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 37-48, 2007.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 4, n. 1, p. 77-86, 1994.

LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE-MERONA, J. M.; LAURANCE, S. G. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, v. 79, n.6, p. 2032-2040, 1998.

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

LEMMON, P. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. **Forest Science**, v. 2, n. 4, p. 314-320, 1956.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 73, n. 3, p. 915-924, 1985.

LIMA, R. A. F. de. Estrutura e regeneração de clareiras em florestas pluviais tropicais. **Revista brasileira de Botânica**. v. 28, n. 4, p. 651-670, 2005.

MACHADO, E. L. M. **Heterogeneidade espacial e temporal em um fragmento de floresta estacional em Lavras, MG.** 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

MACHADO, E. L. M.; GONZAGA, A. P. D.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; HIGUCHI, P.; SANTOS, R. M. dos; SILVA, A. C. da; OLIVEIRA-FILHO, A. R. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo-arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. **Revista Árvore**. v. 34, n. 4, p. 723-732, 2010.

MARTINS, S. V. **Aspectos da dinâmica de clareiras em uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP.** Tese (Doutorado em Ciência da Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1999.

MORAN, P. A. P. Notes on continuous stochastic process. **Biometrika**. v. 37, p. 17–23, 1950.

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

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. **Flora**, v. 189, n. 1-19, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five years period (1987-1992). **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 131, n. 1, p. 45-66, 1997.

PHILLIPS, O. L.; BAKER, T. R.; ARROYO, L.; HIGUCHI, N.; KILLEEN, T.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; LLOYD, J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A; *et al.* Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. **Philosophical Trans. of the Royal Society**. London B, 359, p. 381-407, 2004.

PHILLIPS, O. L.; HALL, P.; GENTRY, A. H.; SAWYER, S. A.; VA'SQUEZ, R. Dynamics and species richness of tropical forests. **Proc. Natl Acad. Sci. USA** 91, p. 2805–2809, 1994.

PRIMACK, R. B.; ASHTON, P. S.; CHAI ; LEE, H. S. Growth rates and population structure of Moraceae trees in Sarawak, East Malaysia. **Ecology**, Washington, v. 66, n. 2, p. 577-588, 1985.

R Development Core Team. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2012. Disponível em <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 16 de maio de 2013.

RICKLEFS, R. E. Environmental Heterogeneity and Plant Species Diversity: A Hypothesis. **American Naturalist**, v. 111, n. 978, 1977.

ROSENBERG, M. S. **Passage**: Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis. Version 1.1. Department of Biology, Arizona State University, Tempe, AZ, 2001.

SANTOS, M. B. dos. **Dinâmica da regeneração de clareiras naturais na Floresta de Restinga na Ilha do Cardoso, Cananéia/SP**. Tese (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ. Piracicaba, SP., 2007.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 91-100, 1996.

SHEIL, D.; JENNINGS, S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Bundongo, a Ugandan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, n. 6, p. 675-800, 2000.

SILVA, A.C.; BERG, E. V. D.; HIGUCHI, P.; NUNES, M.H. Dinâmica de uma comunidade arbórea após enchente em fragmentos florestais no sul de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, p. 883-893, 2011.

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, n. 1, p. 193-206, 2012.

SILVA, R. C.; PEREIRA, J. M.; ARAÚJO, Q. R.; PIRES, A. J. V.; DEL REI, A. J. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, n. 1, p. 101-107, 2007.

## 4 CONCLUSÃO GERAL

A complexidade dos eventos dinâmicos que ocorrem nos fragmentos florestais, como os observados no presente estudo, ressalta a importância de abordagens analíticas de caráter temporal, visando uma melhor compreensão sobre o funcionamento destes ecossistemas. Neste contexto, esta dissertação traz importantes contribuições para o conhecimento sobre as mudanças na composição florística e estrutural das espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, que ocorreram em um curto intervalo de tempo (2008-2012).

Dentre os principais resultados encontrados, foi possível observar que a floresta em questão encontra-se em processo de construção silvigenética, por meio do aumento da abundância e área basal, indicando instabilidade estrutural na área. Também foi possível observar a estabilidade florística na área, devido à baixa substituição de espécies e manutenção da participação das guildas de regeneração nos diferentes anos, sugerindo, assim, que o fragmento encontra-se próximo ao seu clímax florístico-sucessional. Constatou-se também a ausência de autocorrelação espacial nas taxas de dinâmica, indicando que as mesmas ocorrem de forma espacialmente aleatória na área de estudo. Além disso, não foi observada a influência de variáveis ambientais para a maioria das taxas de dinâmica.

O processo de sucessão de uma formação vegetal envolve mudanças graduais na estrutura da comunidade e das populações que a compõem. Desta forma, informações sobre as taxas de dinâmica, tendências das populações em um contexto de guildas de regeneração, além da estruturação espacial, são muito importantes para que se possa verificar como o componente arbóreo está se comportando ao longo do tempo. Os padrões observados remetem à necessidade de aprofundamento de questões relacionadas às variações temporais e espaciais das comunidades florestais para definir e planejar estratégias de restauração, conservação e manejo desses ecossistemas.

## REFERÊNCIAS

BOTEZELLI, L.; MACEDO, R. L. G.; YOSHITANI JUNIOR, M.; GOMES, J. E. **Relações entre estudos da dinâmica florestal, conservação da biodiversidade e ecoturismo.** Em: VIII Simpósio de Ciências Aplicadas. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) Garça/SP, 17-19 de maio de 2005, Garça/SP. Anais do VIII Simpósio de Ciências Aplicadas da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) Garça/SP. Garça/SP: Editora Faef, p. 349-352, 2005.

FIGUEIREDO-FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, Mortalidade, Ingresso e Distribuição Diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 763-776, 2010.

FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. Dinâmica estrutural arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul. **Cerne**, v. 10, n.2, p. 196-212, 2004.

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

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; SILVA, K.; SANTOS, K. F. 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, 2012b.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. da; ALMEIDA, J. A.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S.T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M. Florística e estrutura do componente arbóreo e

análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no município de Painel, SC. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 153-164, 2013.

**IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira.** Série: Manuais técnicos em geociências n.1. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2 ed., 2012.

KLAUBERG, C.; PALUDO, G. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Florística e Estrutura de um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 35-47, 2010.

LINGNER, D. V.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, N. C.; DLUGOSZ, F. L. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um remanescente de Floresta de Araucária no Planalto Catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 55-66, 2007.

MACHADO, E. L. M.; GONZAGA, A. P. D.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; HIGUCHI, P.; SANTOS, R. M. dos; SILVA, A. C. da; OLIVEIRA-FILHO, A. R. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo-arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. **Revista Árvore**. v. 34, n. 4, p. 723-732, 2010.

MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS.** 130 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.

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

**PUCHALSKI, Â. Variações edafo-climáticas e ocorrência natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no Estado de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A.P.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.). no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, C. R.; LONGHI, S. J. Modificações florístico-estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana no período entre 1979 e 2000. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p. 271-291, 2006.

SHEIL, D.; JENNINGS, S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Bundongo, a Ugandan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.16, n.6, p. 675-800, 2000.

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, n. 1, p. 193-206, 2012.