

**CHAYANE CRISTINA DE SOUZA**

**REGENERAÇÃO NATURAL NO SUB-BOSQUE DE UMA  
FLORESTA ECOTONAL NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI,  
SANTA CATARINA, BRASIL**

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

Orientador: Dr. Pedro Higuchi

Co-orientadora: Dra. Ana Carolina da Silva

**LAGES, SC, 2015**

S729r

Souza, Chayane Cristina de  
Regeneração natural no sub-bosque de uma  
floresta ecotonal na região do Alto Uruguai, Santa  
Catarina

/ Chayane Cristina de Souza. - Lages, 2015.  
83 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Pedro Higuchi

Coorientadora: Ana Carolina da Silva

Inclui bibliografia.

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

1. Regeneração natural. 2. Floresta Estacional  
Decidual. 3. Ecótono. I. Souza, Chayane Cristina  
de. II. Higuchi, Pedro. III. Universidade do  
Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título

CDD: 634.9 - 20.ed.

Fi alográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do  
CAV/ UDESC

**CHAYANE CRISTINA DE SOUZA**

**REGENERAÇÃO NATURAL NO SUB-BOSQUE DE  
UMA FLORESTA ECOTONAL NA REGIÃO DO  
ALTO URUGUAI, SANTA CATARINA**

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

**Banca examinadora:**

Orientador:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Pedro Higuchi  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ricardo de Vargas Kifea  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Lauri Amândio Schorn  
Fundação Universidade Regional de Blumenau

Lages, \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_.



## AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, que permitiu depois de tanto esforço realizar meu sonho.

Aos meus pais Laércio e Gelcira pelo orgulho e compreensão da minha caminhada, incentivando e auxiliando a chegar aos meus objetivos. Ao meu irmão Andrei pelo apoio e carinho sempre.

Ao meu companheiro Thiago que dentro deste período tem se revelado um grande amigo ao meu lado, parceiro nas horas mais difíceis e me fazendo persistir sempre.

Ao meu orientador Pedro Higuchi que confiou no meu trabalho com paciência, exigência e com extrema dedicação.

À co-orientadora professora Ana Carolina, agradeço pela atenção, dedicação e compreensão sempre.

À equipe do laboratório de dendrologia, em especial a Karine, que me ensinou muito desde de quando entrei neste projeto, à Carla Carolina, que me incentivou e auxiliou no começo deste trabalho, e à Angélica, uma grande parceira em campo e fora dele, assim espalho a todos os meus colegas este agradecimento.

Ao senhor Vitor Hugo, pela concessão da pesquisa em sua área.

Ao professor Marcos Sobral, pela identificação de material botânico.

Ao professor Lauri Amândio Schorn e ao Dr. Ricardo de Vargas Kilca, que colocaram se a disposição para participar da banca examinadora.



Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização deste trabalho junto à Universidade do Estado de Santa Catarina.

À FUMDES (Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior) pela concessão da bolsa de estudo.



Ninguém nasce feito, é  
experimentando-  
nos no mundo que nós nos fazemos.

*Paulo Freire*



## RESUMO

SOUZA, Chayane Cristina de. **Regeneração natural no sub-bosque de uma floresta ecotonal na região do Alto Uruguai, Santa Catarina.** 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2015.

A presente dissertação objetivou entender o padrão de regeneração natural de espécies arbóreas no sub-bosque de uma floresta ecotonal, na região do Alto Uruguai, no Estado de Santa Catarina. Para isto foi realizada a caracterização florística-estrutural do componente regenerativo ao longo do perfil vertical da floresta e em função da posição topográfica no relevo. A amostragem foi realizada em uma encosta junto ao reservatório formado pela represa Barra Grande, no rio Pelotas, no Município de Capão Alto, onde foram alocadas 30 unidades amostrais (u.a.) de forma estratificada-sistemática, distanciadas 10 m em entre si em cada estrato, em setores definido em função da posição topográfica: setor inferior (10 u.a.), na margem do reservatório, setor intermediário (10 u.a.), no meio da encosta e setor superior (10 u.a.), próximo ao topo da encosta. Os tamanhos das unidades amostrais diferiram em função do tamanho das plantas: Classe 1 (plantas com altura de 0,2 à 1m, u.a. = 5m<sup>2</sup>), Classe 2 (plantas maiores que 1 à 3m de altura, u.a. = 10m<sup>2</sup>) e Classe 3 (plantas com altura >3m e com CAP<15,7cm, u.a. = 20m<sup>2</sup>). Informações sobre o componente adulto referentes às mesmas u.a. foram extraídas do banco de dados do Laboratório de Dendrologia e Fitossociologia da UDESC (LABDENDRO). De forma geral, os resultados



demonstraram que o componente regenerativo apresenta variações florísticas-estruturais e de diversidade em função da posição que o ocupa no perfil vertical da floresta e na encosta. A maior riqueza e diversidade foram observadas na Classe 2, e considerando todo o componente regenerativo, nos setores topográficos intermediário e superior. Ao longo do perfil vertical da floresta, o componente adulto apresentou a maior similaridade com a Classe 1. Em relação aos setores topográficos, observou-se que o setor inferior foi o mais distinto e homogêneo em relação aos demais. Conclui-se que a organização florística-estrutural do componente regenerativo não ocorreu de forma homogênea na área, o que pode ser reflexo das diferentes estratégias de vida das espécies arbóreas e de condições edáficas.

**Palavras-chave:** Regeneração natural; perfil vertical da floresta; gradiente topográfico.



## ABSTRACT

SOUZA, Chayane Cristina de. **Natural regeneration in the understory of an ecotonal forest in Upper Uruguay region, Santa Catarina.** 2015. 83 f. Dissertation (Masters in Forestry - Area: Forest Engineering) - University of Santa Catarina State . Postgraduate program in Forestry, Lages, 2015.

This dissertation aimed to understand the natural regeneration pattern of tree species in the understory of an ecotonal forest, in Upper Uruguay region, in Santa Catarina State. For this, the description of the regenerative component was conducted along the forest vertical profile and in function of topographic position. On a slope next to the water reservoir of Barra Grande dam, in Pelotas river, in the municipality of Capão Alto, 30 sampling units (s.u.) were stratified-systematically allocated, 10 m apart each other in each stratum, in sectors defined in function of topographic position: lower stratum (10 s.u.), on the reservoir margin, intermediary stratum (10 s.u.), on the middle of slope, and upper stratum (10 s.u.), next to the ridge. The sampling units areas differed in function of plant sizes: Class 1 (plants with height greater than 0.2 m up to 1m, s.u. = 5m<sup>2</sup>), Class 2 (plants greater than 1 up to 3 m high), Class 3 (plant with height greater than 3 m and circumference at breast height, cbh<15,7cm, s.u. = 20m<sup>2</sup>). Adult component information for the same sampling units were extracted from the database of Dendrology and Phytosociology Laboratory (LABDENDRO) of Santa Catarina State University. In general, the results demonstrated floristic- variation of



regenerative component in function of the occupied position in vertical profile of forest stand on the slope. The greatest richness and diversity were observed for Class 2 and, for the whole component, on intermediary and upper topographic sectors. Along the vertical profile of forest, the adults showed a greater floristic similarity with Class 1. Regarding topographic sectors, it was observed that the lower sector was the most distinct and homogeneous than the other. It is concluded that the floristic-structural organization of regenerative component did not occur homogeneously in the area and soil conditions.

**Key-words:** Natural regeneration, forest vertical profile, topographic gradient.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Localização do fragmento estudado de floresta ecotonal no município de Capão Alto, em Santa Catarina.....37
- Figura 2. Esquema das sub- unidades amostrais segundo a metodologia modificada de Volpato (1994).....39
- Figura 3 . Curva de Acumulação das espécies amostradas em um fragmento de floresta ecotonal subtropical em Santa Catarina.....46
- Figura 4 . Índice de Regeneração Natural por Classe (RNC) e Total (RNT) das 15 espécies de maior RNT em um fragmento de floresta ecotonal, no município de Capão Alto, em Santa Catarina.....48
- Figura 5.Organização das unidades amostrais entre os três estratos (Inferior, Intermediário, Superior) em um fragmento de floresta ecotonal no município de Capão Alto, em Santa Catarina.....65
- Figura 6. Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) para as espécies e setores de um fragmento de floresta ecotonal subtropical em Santa Catarina.....70



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Densidade, riqueza e índices de diversidade, por classe de altura, em um fragmento de floresta ecotonal no município de Capão Alto, em Santa Catarina.....40
- Tabela 2. Espécies amostradas e índice de regeneração natural por classe (RNC em %) e total (RNT em %), e guilda de regeneração (Gr) em um fragmento de floresta ecotonal, no município de Capão Alto, em Santa Catarina.....42
- Tabela 3. Similaridade entre estratos do componente regenerante (classes 1, 2 e 3) e adulto por meio do Índice de Sorensen, em um fragmento de floresta ecotonal subtropical em Santa Catarina.....48
- Tabela 4. Número de indivíduos por classe e por guildas de regeneração (CTS= Clímax Tolerantes à Sombra; CEL = Clímax Exigente em Luz; P = Pioneira) em um fragmento de floresta ecotonal, no município de Capão Alto, em Santa Catarina. Valores entre parênteses representam o esperado para uma distribuição uniforme de acordo com o teste de qui-quadrado (qui-quadrado = 5,67;  $p$  = 0,225).....50
- Tabela 5. Número de indivíduos amostrados para cada espécie e setor (Inf = inferior; Int = intermediário; Sup = superior; T = toda a comunidade) de um fragmento de floresta ecotonal subtropical em Santa Catarina.. .....66



Tabela 6. Espécies indicadoras de cada setor em um fragmento de floresta ecotonal subtropical em Santa Catarina.....	71
--	----



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>29</b>
<b>2 POTENCIAL REGENERATIVO DE UMA FLORESTA ECOTONAL NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI EM SANTA CATARINA, BRASIL.....</b>	<b>33</b>
2.1 RESUMO .....	33
2.2 ABSTRACT .....	34
2.3 INTRODUÇÃO .....	35
2.4 MATERIAS E MÉTODOS.....	37
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
2.6 CONCLUSÃO .....	51
2.7 REFERÊNCIAS .....	51
<b>3 VARIAÇÃO FLORÍSTICA-ESTRUTURAL DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FUNÇÃO DE POSIÇÕES TOPOGRÁFICAS EM UMA FLORESTA ECOTONAL EM SANTA CATARINA.....</b>	<b>60</b>
3.1 RESUMO .....	60
3.2 ABSTRACT .....	61
3.3 INTRODUÇÃO .....	62
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	63
3.5 RESULTADOS.....	65
3.6 DISCUSSÃO.....	71
3.7 CONCLUSÃO .....	73



3.8 REFERÊNCIAS .....	73
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O processo de regeneração natural em condições de sub-bosque representa uma das etapas mais importantes para o estabelecimento de espécies arbóreas em uma floresta, uma vez que é nesta fase que ocorrem as principais pressões ecológicas seletivas (POOTER, 2007) e, conseqüentemente, é quando indivíduos se encontram mais susceptíveis à mortalidade (KITAJIMA; FENNER, 2000). No sub-bosque florestal, a probabilidade de um indivíduo arbóreo regenerante completar o seu ciclo de vida, está diretamente relacionada a sua capacidade de se manter suprimido até que uma determinada condição ambiental o favoreça, ou ser capaz de crescer mesmo que em baixa condição de luminosidade (BROWNWHITMORE, 1992). Assim, é durante o processo de regeneração que são definidos os indivíduos e as espécies que irão compor a organização florística-estrutural do componente adulto.

Por isto, o estudo sobre a regeneração natural é de grande relevância para a compreensão da ecologia de florestas naturais, de forma que este componente tem sido o foco de estudo de vários pesquisadores nas últimas décadas (BROKAW, 1985; FELFILI, 1991; VOLPATO, 1994; GAMA et al., 2002). Segundo Schorn e Galvão (2006), a regeneração natural pode ser definida a partir de um conceito estático ou dinâmico. Como um conceito estático, a regeneração natural pode ser compreendida como sendo formada por todos os

indivíduos arbóreos cujo o tamanho seja menor do que um tamanho pré-estabelecido (e.g., VOLPATO, 1994). Já dentro de uma abordagem não estática a regeneração natural pode ser compreendida como o processo de estabelecimento de uma floresta, desde a chegada do propágulo até a fase adulta (e.g., GAMA et al., 2002). Apesar destas diferenças, ambos conceitos são importantes, pois permitem inferências sobre aspectos distintos de um mesmo processo ecológico, que é o de estabelecimento e desenvolvimento de uma floresta natural.

Considerando que as espécies apresentam diferentes exigências ambientais, principalmente no que se refere ao ambiente lumínico (TABARELLI; MANTOVANI, 2000) e edáfico (CLARK et al., 1998), espera-se que a organização florística-estrutural do componente regenerativo varie em função da posição no perfil vertical da floresta e ao longo de diferentes posições no relevo. A partição dos diferentes estratos do perfil vertical está relacionada à competição por luz (FALSTER; WESTOBY, 2005). Já as variações topográficas podem implicar em mudanças nas propriedades físico-químicas e umidade do solo, além de alterações no micro-clima, de forma que o relevo tem sido relatado como um dos principais condicionadores da organização florística-estrutural do componente arbóreo em pequena escala espacial (PINTO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2007; SCIPIONI et al., 2009; BUDKE et al., 2010).

Desta forma, tendo em vista que estudos sobre a regeneração natural contribuem para o

entendimento sobre a dinâmica florestal, podendo, assim, colaborar para a definição de estratégias de manejo, a presente dissertação teve como principal objetivo investigar o componente regenerativo em uma área com formação florestal ecotonal na região do Alto Uruguai, em Santa Catarina.

Nesta dissertação, os resultados encontrados são apresentados em dois capítulos distintos, intitulados **“Potencial regenerativo de uma floresta ecotonal na região do Alto Uruguai em Santa Catarina”** e **“Variação florística-estrutural da regeneração natural em função de posições topográficas em uma floresta ecotonal em Santa Catarina”**.



## **2 POTENCIAL REGENERATIVO DE UMA FLORESTA ECOTONAL NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI EM SANTA CATARINA, BRASIL**

### **2.1 RESUMO**

Objetivou-se avaliar o potencial regenerativo do componente arbóreo em uma área ecotonal entre Floresta Ombrófila Mista e Estacional Decidual, na região do Alto Uruguai, no município de Capão Alto, Santa Catarina. Para isto foi i) realizada a caracterização florística-estrutural do componente arbóreo regenerante em diferentes classes de tamanho de plantas; e ii) verificada a similaridade florística entre as classes de tamanho e o componente adulto. O componente regenerante (Circunferência na Altura do Peito, CAP, < 15,7 cm) foi avaliado em 30 unidades amostrais (u.a.), distribuídas ao longo de um gradiente topográfico, com área diferenciada para classe de regenerantes: Classe 1 (plantas com altura entre 0,2 e 1 m, u.a. = 5 m<sup>2</sup>), Classe 2 (plantas maiores que 1 m e até 3 m, u.a. = 10 m<sup>2</sup>) e Classe 3 (plantas maiores que 3 m e com CAP < 15,7 cm, u.a. = 20 m<sup>2</sup>). Informações sobre o componente adulto para as mesmas unidades amostrais foram extraídas do banco de dados Laboratório de Dendrologia e Fitossociologia (LABDENDRO), da Universidade do Estado de Santa Catarina. Para todo o componente e para cada classe de tamanho, foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H'), de equabilidade de Pielou (J) e os Índices de Regeneração Natural por Classe (RNC) e Total (RNT). A similaridade entre os componentes (classes da regeneração e adultos) foi obtida pelo Índice de Sorensen. Foi realizado um teste de qui-quadrado aplicado a uma tabela de contingência para verificar a existência de associação entre a distribuição dos indivíduos pertencentes a espécies de diferentes guildas de regeneração e a classe de tamanho. Foram amostrados 771 indivíduos regenerantes, distribuídos em 51 espécies, cujos

valores de  $H'$  e  $J$  foram, respectivamente, de 3,06 e 0,77. A espécie com maior RNT foi *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. A similaridade com o componente adulto variou entre 0,46 para a classe 3 e 0,62 para a classe 1. Em todas as classes de tamanho ocorreu a predominância de indivíduos de espécies classificadas como Clímax Exigentes em Luz. Conclui-se que as espécies do dossel estão representadas principalmente na classe de menor tamanho, onde encontra-se a maior parte dos indivíduos amostrados.

**Palavras-chave:** Regeneração Natural; Sub-bosque; Floresta Ecotonal.

## 2.2 ABSTRACT

We aimed to evaluate the regenerative potential of the tree component in an ecotonal area between Araucaria and Deciduous forests, in Upper Uruguay region, in the municipality of Capão Alto, Santa Catarina. For this, i) a floristic-structural description of regenerative component was conducted for different plant size classes; and ii) the floristic similarity among size classes and adult component was verified. The regenerative component (circumference at breast height, cbh, < 15,7 cm) was evaluated within 30 sampling units (s.u.), distributed along a topographic gradient, with different areas for regenerative class: Class 1 (plants from 0,2 up to 1m high, s.u. = 5 m<sup>2</sup>), Class 2 (plants greater than 1 m up to 3 m high, s.u. = 10 m<sup>2</sup>) and Class 3 (plants greater than 3 m high, with cbh < 15.7 cm, s.u. = 20 m<sup>2</sup>). Information about adult component for the same sampling units were extract from the database of the Dendrology and Phytosociology Laboratory (LABDENRO), of Santa Catarina State University. For the whole component and for each size class, the Shannon diversity ( $H'$ ) and Pielou Evenness ( $J$ ) indexes, and the Class (RNC) and Total (RNT) Natural Regeneration Indexes were

determined. The floristic similarities among components (regeneration classes and adults) were obtained by Sorensen Index. A chi-square applied to a contingency table was conducted to verify the existence of association between the distribution of individuals belonging to different regeneration guilds and size classes. A total of 771 regenerative individuals were sampled, belonging to 52 species, whose  $H'$  and  $J$  were, respectively, 3.06 and 0.77. The species with the greatest RNT was *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. The similarity with the adult component varied between 0.46 for Class 3 and 0.62 for Class 1. In all size classes, there was the predominance of individuals of Climax Light Demanding species. We conclude that the canopy species were mostly represented within the smaller plant size class, where the largest proportion of sampled individuals was found.

**Keywords:** Natural regeneration; understory; Ecotonal Forest.

## 2.3 INTRODUÇÃO

O estabelecimento e o desenvolvimento de indivíduos arbóreos jovens em condição de sub-bosque, processo denominado como regeneração natural, representa uma importante etapa na dinâmica de florestas, pois é quando ocorrem as maiores pressões seletivas (POORTER, 2007). Assim, é durante este processo que são definidas as espécies com o potencial de ocuparem os diferentes estratos do perfil vertical da floresta (FELFILI et al., 2000; SALLES e SCHIAVINI, 2007).

Entre a germinação do propágulo até a idade adulta, uma árvore passa por uma série de filtros ecológicos abióticos e bióticos, além de se sujeitar a vários distúrbios ambientais estocásticos (e.g., formações de clareiras). Por isso, espera-se que apenas um pequeno percentual de indivíduos arbóreos que

se estabelecem inicialmente consiga completar todo o ciclo de vida em uma floresta natural. Desta forma, a relação florística entre o componente adulto e regenerativo em uma floresta depende de vários fatores, como aqueles relacionados à auto-ecologia das espécies, condições ambientais e distúrbios, de forma que esta pode apresentar diferenças em função do estágio sucessional florestal (ASSIS; WITTMAN, 2011).

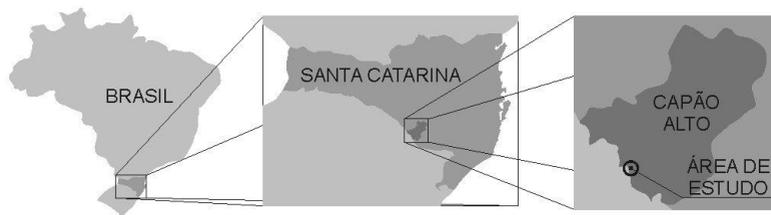
Dentre os fatores abióticos, destacam-se aqueles associados às exigências ecológicas das espécies, como as condições microclimáticas (e.g. luz) (KOBÉ, 1999) e ambiente edáfico (e.g. propriedades físico-químicas, profundidade, relevo) (PALMIOTTO et al., 2004; HIGUCHI et al. 2015). Além disso, vários autores também têm destacado a importância das relações bióticas, associadas à riqueza e densidade do componente adulto (HIGUCHI et al., 2015), relações ecológicas inter (SANTOS et al., 2015) e intraespecífica (JANZEN, 1970; WEBB et al., 2006), associações simbióticas obrigatórias (JHONSON et al., 1997) e dispersão limitada (INMAN-NARAHARI et al., 2013).

Neste sentido, conhecer a fitossociologia das espécies arbóreas jovens em condições de sub-bosque permite realizar inferências sobre o potencial regenerativo de uma floresta em condições naturais (GAMA et al., 2002; SILVA et al., 2007), sendo fundamental para a definição de estratégias de manejo sustentável. Assim, considerando o exposto, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar o potencial regenerativo de uma floresta em área ecotonal entre Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista, na região do Alto Uruguai, em Santa Catarina. Para isto, foi realizada a caracterização fitossociológica do componente regenerativo em diferentes classes de tamanho, sendo estas comparadas florísticamente entre si e com o componente adulto.

## 2.4 MATERIAS E MÉTODOS

A área estudada é um fragmento que se encontra em um ecótono entre Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista, localizado nas margens de um tributário do rio Pelotas ( $28^{\circ}11'29''\text{S}$ ,  $50^{\circ}45'34''\text{L}$ ), com altitude variando de 600 a 700 m, no município de Capão Alto, SC (Figura 1). A topografia da região é, em sua maior parte, suave-ondulada a ondulada, com áreas de maior declividade próxima aos principais rios da região, formando vales encaixados. A região possui clima Cfb, de acordo com a classificação de Köppen, e a precipitação média anual varia entre 1.200 a 1.900 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano.

Figura 1. Localização geográfica do fragmento estudado de floresta ecotonal no município de Capão Alto, em Santa Catarina.



Fonte: Produção do próprio autor.

O fragmento se encontra nas margens da represa da hidrelétrica de Barra Grande, que teve a formação de um reservatório no ano de 2005, alterando seu nível de água de acordo com a estação e o funcionamento da hidrelétrica. Este fragmento atualmente está protegido e se encontra em avançado estágio sucessional.

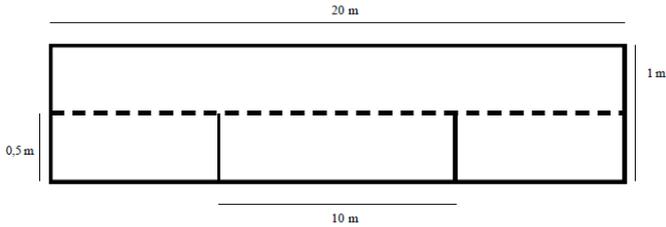
Para o levantamento vegetacional, foram instaladas 30 unidades amostrais, com tamanho diferenciado de acordo com a classe de tamanho de planta. As unidades amostrais foram distribuídas de forma estratificada-sistemática em uma área de encosta, na margem do reservatório. Assim, foram considerados os estratos inferior (margem do reservatório e de topografia mais plana), intermediário (meio da encosta e de topografia declivosa) e superior (topo da encosta, de topografia declivosa e presença de clareiras). Foram alocadas 10 unidades amostrais, distanciadas 10 m entre si, por estrato.

Informações sobre o componente adulto (circunferência a altura do peito – CAP  $\geq 15,7$  cm), referente à abundância e à identificação de cada espécie, foram extraídas do banco de dados do LABDENDRO, sendo que os mesmos foram amostrados em unidades amostrais de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m) cada, por Souza et al. (2015). O componente arbóreo regenerante (CAP < 15,7 cm) foi amostrado em subunidades amostrais alocadas no interior das unidades amostrais dos adultos, com tamanho diferenciado de acordo com a classe de tamanho da planta, segundo metodologia modificada de Volpato (1994) (Figura 2): Classe 1, plantas de 20 cm a 1 m de altura, amostradas em parcelas de 5 m<sup>2</sup> (1 x 5 m); Classe 2, plantas maiores do que 1 m e até 3 m de altura, amostradas em parcelas de 10 m<sup>2</sup> (1 x 10 m); e Classe 3, plantas acima de 3 m de altura e menores do 15,7 cm de CAP, amostradas em parcelas de 20 m<sup>2</sup> (1 x 20 m). No interior das subunidades amostrais, todos os indivíduos arbóreos foram marcados com etiquetas metálicas, registrando-se o nome científico e a classe de altura. Os indivíduos não identificados no campo foram coletados e identificados com auxílio de literatura e especialistas. As espécies foram classificadas nas famílias organizadas de acordo com o sistema APG III (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2009).

Para o total de indivíduos regenerantes e para cada classe separadamente, foi quantificada a densidade absoluta,

riqueza de espécies, riqueza padronizada pela rarefação, índice de Shannon ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou ( $J$ ).

Figura 2. Esquema das sub- unidades amostrais segundo a metodologia modificada de Volpato (1994).



Fonte: Produção do próprio autor.

A suficiência amostral do componente regenerativo foi determinada utilizando-se a curva de acumulação de espécies, pelo método da aleatorização, com 1.000 permutações. Foram estimadas as densidades e frequências absolutas e relativas de cada espécie amostrada na regeneração natural. Por meio da média dos valores de frequência relativa e densidade relativa, foram calculados os Índices de Regeneração Natural por Classe (RNC) e Total (RNT) (VOLPATO, 1994).

A similaridade entre as diferentes classes de tamanho, representando as fases ontogenéticas do componente arbóreo (classes de tamanho da regeneração natural, junto com o componente adulto), foi obtida pelo Índice de Sorensen, utilizando uma matriz de presença e ausência.

Todos os indivíduos amostrados foram classificados de acordo com a guilda de regeneração da espécie a qual pertence, em pioneiras, clímax tolerante à sombra ou clímax exigente em luz, de acordo com a classificação de Swaine e Whitmore (1988), adaptada por Oliveira-Filho et al. (1994). Esta classificação das espécies baseou-se em observações realizadas

em campo e com base na literatura (SOUZA et al., 2015; LOREGIAN et al., 2012). Foi realizado um teste de qui-quadrado aplicado a uma tabela de contingência para verificar se existe relação entre a distribuição de indivíduos em diferentes guildas de regeneração e classes de tamanho.

Todas as análises foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014), junto com a biblioteca vegan (OKSANEN et al., 2015), e por meio de planilha eletrônica.

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 771 indivíduos arbóreos regenerantes, cuja densidade absoluta foi de 40.500 ind.ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). Da maior para a menor classe de tamanho, ocorreu uma acentuada redução na densidade de plantas, na ordem de 96,5%. Esta direcionalidade na redução da densidade em função do tamanho de plantas não se repetiu para a riqueza, diversidade e equabilidade, cujo valores para toda comunidade foram, respectivamente, 51 espécies, 3,06 e 0,77. Os maiores valores de riqueza padronizada e diversidade foram observados para a classe de tamanho intermediária e a maior equabilidade foi observada para a Classe 3.

Tabela 1. Densidade, riqueza e índices de diversidade das espécies arbóreas, por classe de altura, em um fragmento de floresta ecotonal no município de Capão Alto, em Santa Catarina.

	Densidade absoluta (ind./ha)	Riqueza	Riqueza padronizada*	Shannon	Pielou
Classe 1	31.800	41	20	2,80	0,75
Classe 2	7.600	39	25	3,14	0,85
Classe 3	1.100	21	21	2,70	0,88
Total	40.500	51	-	3,06	0,77

Fonte: Produção do próprio autor.

A elevada densidade na classe de menor tamanho de regenerantes é típico de florestas inequiâneas, e sugere que o banco de plântulas e de jovens represente um importante componente do processo de regeneração florestal (SCHORN; GALVÃO, 2006). De acordo com Scoti et al. (2011), este padrão indica uma grande produção de propágulos, permitindo que indivíduos ingressem no banco de plântulas, mas com poucos, de fato, conseguindo atingir tamanhos maiores. Isto corre, pois, nas fases iniciais de estabelecimento, as plantas encontram-se no período de maior vulnerabilidade de seus ciclos de vida (KITAJIMA; FENNER, 2000), de forma que a redução do tamanho populacional observada nas classes de maiores tamanhos é esperada. Durante a fase de estabelecimento, os propágulos, ao chegarem ao solo florestal, ficam sujeitos a filtros ecológicos, abióticos (e.g., stress ambientais) e bióticos (e.g., competição inter e intra-específica, herbivoria, presença de organismos simbióticos) (GEORGE; BAZZAZ, 1999; JANZEN, 1970; JHONSON et al., 1997; LARPKERN et al., 2011; WEBB et al., 2006). Destaca-se, ainda, que a maior dominância ecológica na Classe 1, associada à elevada densidade, seguida por uma mudança de padrão nas maiores classes de tamanho, caracterizado por maior equabilidade e menor densidade de plantas, indica que os filtros ecológicos representam uma limitação para o tamanho populacional, mas não para o número de espécies.

Em relação ao perfil florístico, foram identificadas 51 espécies, pertencentes a 42 gêneros e 24 famílias botânicas (Tabela 2). Um indivíduo não foi identificado por ser muito jovem e não permitir coleta.

Tabela 2. Espécies amostradas e índice de regeneração natural por classe (RNC em %) e total (RNT em %), e guilda de regeneração (Gr) em um fragmento de

floresta ecotonal, no município de Capão Alto, em  
Santa Catarina.

Famílias/espécies	RNC <sub>1</sub>	RNC <sub>2</sub>	RNC <sub>3</sub>	RNT	Gr
<b>ANNONACEAE</b>					
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	0,21	0,21	0,00	0,42	CEL
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	0,80	0,51	0,00	1,31	CEL
<b>APOCYNACEAE</b>					
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	0,21	0,00	0,00	0,21	CEL
<b>ARALIACEAE</b>					
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	0,00	0,00	0,15	0,15	CEL
<b>ARAUCARIACEAE</b>					
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	0,21	0,34	0,00	0,55	CEL
<b>ASTERACEAE</b>					
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,46	0,34	0,00	0,80	P
<b>CARDIOPTERIDACEAE</b>					
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	0,21	0,00	0,00	0,21	CEL
<b>CELASTRACEAE</b>					
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	0,72	0,25	0,00	0,97	CTS
<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	0,80	0,68	0,15	1,63	CEL
<b>EUPHORBIACEAE</b>					
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	2,01	0,84	0,60	3,45	CTS
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	0,21	0,34	0,15	0,70	CEL
<b>FABACEAE</b>					
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	0,84	0,17	0,00	1,01	CEL

Continua...

Tabela 1- Continuação...

<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	0,72	0,38	1,37	2,46	CEL
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	0,72	0,17	0,60	1,48	CEL
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	0,29	0,00	0,15	0,44	CEL
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	2,59	1,61	0,00	4,21	CEL
INDERTEMINADA	0,21	0,00	0,00	0,21	*
LAURACEAE					
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	12,08	1,06	0,75	13,88	CEL
<i>Ocotea</i> sp 1.	0,21	0,17	0,00	0,38	*
<i>Ocotea</i> sp 2.	0,21	0,00	0,00	0,21	*
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	2,00	0,55	0,00	2,54	CEL
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	0,63	0,00	0,00	0,63	CEL
MELIACEAE					
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0,00	0,17	0,13	0,30	CEL
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	4,13	2,79	0,30	7,22	CEL
MYRTACEAE					
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	1,06	0,76	0,00	1,82	CEL
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	0,21	0,00	0,00	0,21	CTS
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	2,56	1,90	1,37	5,83	CEL
<i>Eugenia uniflora</i> L.	2,02	2,36	0,96	5,34	CEL
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	0,42	0,17	0,00	0,59	CTS

Continua...

Tabela 1- Continuação...

<i>Myrceugenia mesomischa</i> (Burret) D.Legrand	0,00	0,17	0,00	0,17	CTS
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	0,84	0,34	0,30	1,48	CEL
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	0,42	0,00	0,15	0,57	CEL
OLEACEAE					
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Ait.*	0,00	0,51	0,00	0,51	CEL
PICRAMNIACEAE					
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	0,21	0,00	0,00	0,21	CEL
PODOCARPACEAE					
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	0,00	0,00	0,15	0,15	CEL
PRIMULACEAE					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	0,63	0,17	0,00	0,80	CEL
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	0,21	0,00	0,00	0,21	P
RHAMNACEAE					
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	0,00	0,17	0,00	0,17	CEL
RUBIACEAE					
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	0,79	0,84	0,00	1,63	CTS
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll. Arg.	0,00	0,17	0,00	0,17	CEL
RUTACEAE					
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	0,96	0,55	0,00	1,51	CTS
SALICACEAE					
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,38	0,85	0,15	1,38	CTS
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,43	0,17	0,30	0,90	CTS
SAPINDACEAE					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Radlk.	7,43	2,61	0,30	10,34	CEL

Continua...

Tabela 1- Continuação...

<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	3,77	1,74	0,15	5,65	CTS
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	6,64	1,53	0,30	8,46	CEL
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	2,30	0,68	0,45	3,43	CEL
SOLANACEAE					
<i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A.Schmidt	0,00	0,51	0,32	0,83	CTS
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	0,21	0,00	0,00	0,21	P
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	0,00	0,21	0,00	0,21	CEL
STYRACACEAE					
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	0,88	0,76	0,00	1,64	CEL
VERBENACEAE					
<i>Duranta vestita</i> Cham.	0,00	0,17	0,00	0,17	P
TOTAIS	62,84	27,94	9,22	100,00	

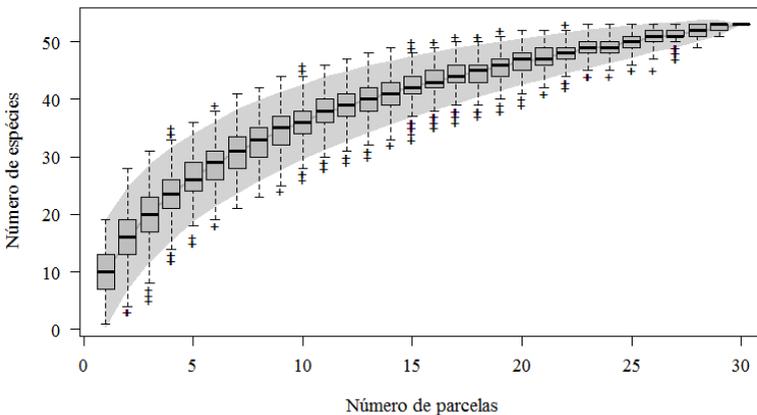
C1- Classe 1, C2- Classe 2, C3- Classe 3. Espécie exótica\*, Gr: regeneração (CEL: clímax exigente em luz; CTS: clímax tolerante à sombra; P: pioneira).

Fonte: Produção do próprio autor.

A suficiência amostral foi satisfatória para quantificação da riqueza da área, pois houve tendência à estabilização da curva de acumulação de espécies (Figura 3), uma vez que com a inserção das três últimas unidades amostrais, que representam 10% da área amostral, obteve-se o aumento em riqueza de apenas 1,4%. Porém, a estabilização de uma curva ocorre, de fato, em seu ponto de inflexão (SCHILLING et al., 2008), cujo o valor do coeficiente angular da tangente é zero, indicando que não há incremento no número de espécies. Neste caso, o valor obtido para o coeficiente angular da tangente no ponto da curva representado pela penúltima parcela (28), foi 0,56. Isto demonstra a necessidade de inclusão de pelo menos duas

parcelas para a amostragem de uma nova espécie, o que demonstra a adequabilidade do esforço amostral para a caracterização da composição florística da área.

Figura 3. Curva de Acumulação das espécies do componente regenerativo amostradas em um fragmento de floresta ecotonal, no município de Capão Alto, em Santa Catarina.



Fonte: Produção do próprio autor.

As famílias de maior riqueza foram Myrtaceae (oito espécies), Fabaceae (cinco), Lauraceae (cinco) e Sapindaceae (quatro). Estas famílias são frequentemente relatadas como de maior riqueza, tanto para o componente regenerativo (SCHORN; GALVÃO, 2006; SCCOTI et al., 2011; MEYER et al, 2013a; MEYER et al. 2013b; HIGUCHI et al., 2015; SANTOS et al., 2015), quanto para o componente adulto (MAUHS; BACKES, 2002; ARAUJO et al., 2004; SCHEER; BLUM, 2011; HIGUCHI et al., 2012; SILVA et al., 2012;

HIGUCHI et al., 2013, GASPER et al., 2013; NARVAES et al., 2014), em diferentes formações florestais na região Sul do Brasil. Isto mostra que estas famílias apresentam elevada amplitude de nichos ecológicos, com espécies adaptadas a diferentes condições ambientais, o que permite que as mesmas apresentem ampla distribuição geográfica na região Sul do país, tanto no dossel quanto no sub-bosque.

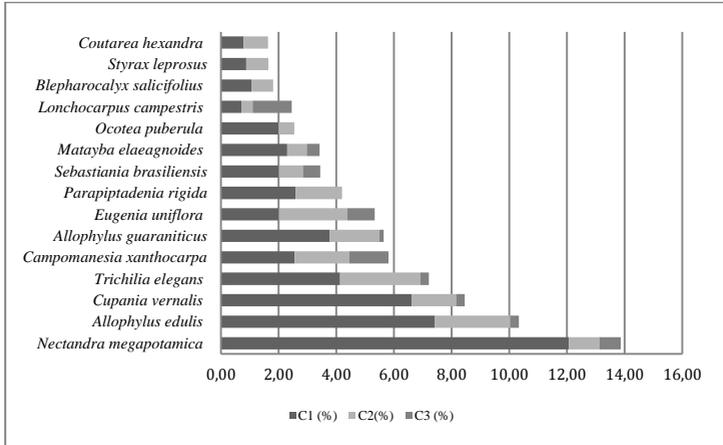
Considerando as espécies com maior importância relativa, observa-se o caráter ecotonal da área, uma vez que os táxons que se destacaram têm sido relatados como relevantes para a regeneração natural tanto em área de FOM, quanto em FED, no Sul do Brasil. Meyer et al. (2013a; 2013b), em Santa Catarina, observaram *Casearia decandra*, *Matayaba elagnoides* e *Sebastiania commersoniana* se destacando no componente regenerativo em áreas de FOM; e *Lonchocarpus campestris*, *Trichila elegans* e *Nectandra megapotamica* em áreas de FED. Já *Cupania vernalis* foi relatada pelos mesmos autores como uma espécie importante no componente regenerativo de ambas fitofisionomias. Destaca-se que o elemento mais representativo da FOM, *Araucaria angustifolia*, esteve presente com baixa representatividade na regeneração natural, uma vez que o ambiente avaliado, representado por condições de sub-bosque e baixa altitude relativa, pode ser considerado marginal para o seu estabelecimento (Souza et al. 2007; HIGUCHI et al., 2013). Esta variação das espécies mais relevantes do componente regenerativo entre diferentes fitofisionomias, reflete um padrão fitogeográfico já observado para o componente adulto, relacionado à influência de aspectos ecológicos e históricos, associados, principalmente ao clima e rotas de migração de espécies arbóreas (OLIVEIRA-FILHO et al., 2013).

Destaca-se, ainda, a presença de *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton, espécie exótica considerada invasora, também encontrada em outras florestas naturais do sul do Brasil, tanto em FED (e.g. HUMMEL et al., 2014) como em FOM (e.g.

GUIDINI et al., 2014). *L. lucidum* tem a capacidade de substituir o estrato médio de árvores em florestas, além de ter abundante produção de sementes e dispersão zoocórica, apresentando alta taxa de crescimento e de sobrevivência em relação às espécies nativas (ARAGÓN E GROOM, 2003), o que a torna uma invasora agressiva, sendo necessário o monitoramento de sua população na floresta.

Dentre as 15 espécies com maior RNT (Figura 4), 10 apresentaram indivíduos nas três classes de tamanho, o que indica que as mesmas se encontram bem adaptadas às condições de sub-bosque e que, teoricamente, possuem maior potencial de estabelecimento na floresta (CITADINI-ZANETTE, 1995; SILVA, 2007). *Nectandra megapotamica* se destacou pelo elevado valor de RNC na Classe 1, porém com baixa representatividade nas outras classes de tamanho. Este padrão sugere que esta espécie tem elevada produção de propágulos, no entanto, baixa capacidade competitiva ou de estabelecimento. Na Classe 2 se destacaram *Allophylus edulis* e *Trichillia elegans*, e na Classe 3 se destacaram *Campomanesia xanthocarpa* e *Lonchocarpus campestris* (Figura 4). Destaca-se que a capacidade de uma espécie se manter suprimida ou apresentar um crescimento mesmo que lento em condição de sub-bosque, alcançando, assim, estágios ontogenéticos posteriores, representa uma das principais vantagens competitivas de espécies para conseguirem se estabelecer em no sub-bosque florestal (BROWN; WHITMORE, 1992).

Figura 4. Índice de Regeneração Natural por Classe (RNC) e Total (RNT) das 15 espécies de maior RNT em um fragmento de floresta ecotonal, no município de Capão Alto, em Santa Catarina.



Fonte: Produção do próprio autor.

A similaridade dos regenerantes com o componente adulto, onde foram amostrados 1.000 indivíduos pertencentes a 53 espécies (SOUZA et al., 2015), variou entre 0,46 para a classe 3 até 0,62 para a classe 1 (Tabela 3). Assis e Wittmann (2011), a partir de uma revisão de trabalhos realizados na Amazônia, verificaram que a similaridade entre as espécies que ocupam o dossel e o sub-bosque pode variar em função do estágio sucessional. Assim, no presente estudo, a semelhança entre os adultos e as diferentes classes de tamanho pode estar refletindo este aspecto sucessional, além das estratégias ecológicas das espécies analisadas e a influência de filtros ecológicos.

Tabela 3. Similaridade entre estratos do componente regenerante (classes 1, 2 e 3) e adulto por meio do Índice de Sorensen, em um fragmento de floresta ecotonal, no Município de Capão Alto, em Santa Catarina.

	Adultos	Classe 3	Classe 2
Classe 3	0,46		
Classe 2	0,57	0,57	
Classe 1	0,62	0,59	0,78

Fonte: Produção do próprio autor.

De forma geral, os resultados indicam que as espécies do componente adulto estão mais bem representadas na classe de menor tamanho, do que nas maiores classes da regeneração natural, demonstrando que boa parte consegue se estabelecer inicialmente, mas poucas conseguem de fato se desenvolver.

A análise da distribuição dos indivíduos pertencentes às diferentes guildas de regeneração nas diferentes classes de tamanho (Tabela 4) sugere que este padrão de similaridade não esteve relacionado com a exigência lumínica (qui-quadrado = 5,67;  $p = 0,225$ ), uma vez que indivíduos pertencentes às espécies Clímax Exigentes em Luz predominaram ao longo de todo perfil vertical da floresta. Assim, fica evidenciado o particionamento do perfil vertical da floresta, por espécies que apresentam diferentes estratégias de vida, porém não associadas à guilda de regeneração.

Tabela 4. Número de indivíduos por classe e por guildas de regeneração (CTS= Clímax Tolerantes à Sombra; CEL = Clímax Exigente em Luz; P = Pioneira) em um fragmento de floresta ecotonal, no município de Capão Alto, em Santa Catarina. Valores entre parênteses representam o esperado para uma distribuição uniforme de acordo com o teste de qui-quadrado (chi-quadrado = 5,67;  $p = 0,225$ ).

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Total
CTS	69 (79,26)	48 (37,94)	11 (10,79)	128

CEL	395 (385,16)	174 (184,39)	53 (52,45)	622
P	6 (5,57)	3 (2,67)	0 (0,76)	9
Total	470	225	64	759

Fonte: Produção do próprio autor.

## 2.6 CONCLUSÃO

Conclui-se que as espécies do dossel estão representadas principalmente na classe de menor tamanho, onde encontra-se a maior parte dos indivíduos amostrados, sendo que, em função de filtros ecológicos, poucas conseguem se desenvolver e avançar no processo de ocupação florestal. Isto evidencia o particionamento do perfil vertical da floresta, por espécies que apresentam diferentes estratégias de vida, não associadas às guildas de regeneração. O sucesso das espécies em completarem seus ciclos de vida depende diretamente da capacidade de estas permanecerem suprimidas até que ocorra alterações ambientais (e.g. abertura de clareiras) ou manter um crescimento constante em condições de sombreamento. Para inferências mais conclusivas, serão necessários estudos com caráter temporal, de caracterização ambiental da área e sobre os atributos funcionais das espécies, o que deve ser o foco de próximos trabalhos na área.

## 2.7 REFERÊNCIAS

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

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

ARAUJO, M. M. et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual Ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 128-141, dez./2004.

ASSIS, R.L; WITTMANN, F. Forest structure and tree species composition of the understory of two central Amazonian várzea forests of contrasting flood heights. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 206, n. 3, p. 251-260, 2011.

BROWN, N. D.; WHITMORE, T. C. Do dipterocarp seedlings really partition tropical rain forest gaps?. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 335, n. 1275, p. 369-378, 1992.

CITADINI-ZANETTE, V. **Fitossociologia e aspectos dinâmicos de um remanescente da Mata Atlântica na microbacia do Rio Novo, Orleans, SC**. 1995. 236f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

FELFILI, J. M. et al. Recuperação de matas de galeria. **Embrapa Cerrado Série Técnica**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 45-45, 2000.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de Floresta Secundária de Várzea Baixa no Estuário Amazônico. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.559 – 566, 2002.

GASPER, A. L. et al. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia**, v. 65, n.4, 2013.

GEORGE, L. O.; BAZZAZ, F. A. The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. **Ecology**, v. 80, n. 3, p. 833-845, 1999.

GUIDINI, A. L. et al. Invasão por espécies arbóreas exóticas em remanescentes florestais no Planalto Sul Catarinense. **Revista Árvore**, v. 38, n. 3, p. 469-478, 2014.

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**, v. 22, p. 79-90, 2012.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; 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 Paineis, SC. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 153-164, 2013.

HIGUCHI *et al.* Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, , 2015.

HUMMEL, R. B., et al. Análise preliminar da invasão biológica por *ligustrum lucidum* w.t. Aiton em unidade de conservação no Rio Grande do Sul. **Caderno de pesquisa, Sér. Biologia**, v. 26, n. 3, p. 14 -26, 2014.

INMAN-NARAHARI, F.; OSTERTAG, R.; CORDELL, S.; *et al.* Seedling recruitment factors in low-diversity Hawaiian wet forest: towards global comparisons among tropical forests. **Ecosphere**, v. 4, n. 2, p. art24, 2013.

JANZEN, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501–528, 1970.

JOHNSON, N. C.; GRAHAM, J-H.; SMITH, F. A. Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism–parasitism continuum\*. **New Phytologist**, v. 135, n. 4, p. 575–585, 1997.

KITAJIMA, K., FENNER, M. Ecology of seedling regeneration. **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities**, p. 331-359, 2000.

KOBE, R. K. Light gradient partitioning among tropical tree species through differential seedling mortality and growth. **Ecology**, v. 80, n. 1, p. 187–201, 1999.

LARPKERN, P.; MOE, S. R.; TOTLAND, Ø. Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest. **Oecologia**, v. 165, n. 1, p. 161-168, 2011.

LOREGIAN, A.C. et al. Padrões espaciais e ecológicos de espécies arbóreas refletem a estrutura em mosaicos de uma floresta subtropical. **Acta Botanica Brasilica**, n. 26(3), p. 593-606, 2012.

MAUHS, J.; BACKES, A. Estrutura fitossociológica e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposta a Perturbações Antrópicas. **Botânica**, n. 52, p. 89-109, 2002.

MEYER, L. et al. Regeneração natural da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina I. Vibrans, AC; Sevegnani, L.; Gasper, AL; Lingner, DV **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Mista. Blumenau**, v. 3, p. 191-222, 2013a.

MEYER, L.; GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; SCHORN, L. A.; LINGNER, D. V.; VIBRANS, A. C.; VERDI, M.; SANTOS, A. S.; DREVECK, S.; KORTE, A. Regeneração natural da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. (Eds.). **Inventário florístico florestal de Santa Catarina: Floresta Estacional Decidual. Blumenau: Edifurb**, p.167-187, 2013b.

NARVAES, I. S.; LONGHI, S. J.; KILCA, R. V.; *et al.* Arboreous species population in a topographic gradient of mixed ombrophilous forest in rio grande do sul. **FLORESTA**, v. 44, n. 4, p. 553–564, 2014.

OKSANEN, J. et al. **vegan: Community Ecology Package**. 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 10, n. 4, p. 483-508, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of Plant Ecology**, p. 058, 2013.

PALMIOTTO, P. A.; DAVIES, S. J.; VOGT, K. A.; *et al.* Soil-related habitat specialization in dipterocarp rain forest tree species in Borneo. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 4, p. 609–623, 2004.

POORTER, L. Are Species Adapted to Their Regeneration Niche, Adult Niche, or Both? **The American Naturalist**, v. 169, n. 4, p. 433–442, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>> Acesso em: 11 nov. de 2014.

SALLES, J. C.; SCHIAVINI, I. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.1, p. 223-233, 2007.

SANTOS, K. F.; FERREIRA, T. S.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; VANDRESEN, P. B.; COSTA, A.; SPADA, G.;

SCHMITZ, V.; SOUZA, F. Regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 107-117, 2015.

SCCOTI, M. S. V. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 459-472, 2011.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Species accumulation curve and sampling sufficiency in tropical forests. **Rev. bras. Bot.** vol.31 n.1 São Paulo, 2008.

SCHEER, M. B. ; BLUM, C. T. Arboreal diversity of the Atlantic Forest of Southern Brazil: from the beach ridges to the Paraná river. **The Dynamical Processes of Biodiversity-Case Studies of Evolution and Spatial Distribution. Rijeka: Intech**, p. 109-134, 2011.

SCHORN, Lauri Amândio; GALVÃO, Franklin. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Floresta**, v. 36, n. 1, 2006.

SILVA, W. C. et al. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no Município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. **Revista Ciência Florestal**, v.17, n.4, p.321-331, 2007.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.; FERT NETO, J.; HESS, A. F. Relações florísticas e

fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana Secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 22, p. 193-206, 2012.

SOUZA, A.F. . Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecology (Print)*, v. 32, p. 524-533, 2007.

SOUZA, K. et al. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma topossequência no alto-uruguai. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, 2015.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetatio*, v. 75, n. 1-2, p. 81-86, 1988.

VOLPATO, M.M.L. **Regeneração natural em uma Floresta Secundária no Domínio de Mata Atlântica: uma análise Fitossociológica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.1994.

ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice-Hall.

WEBB, C. O.; GILBERT, G. S.; DONOGHUE, M. J. Phylodiversity-dependent seedling mortality, size structure, and disease in a Bornean rain forest. **Ecology**, v. 87, n. sp7, p. S123-S131, 2006



### **3 VARIAÇÃO FLORÍSTICA-ESTRUTURAL DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FUNÇÃO DE POSIÇÕES TOPOGRÁFICAS EM UMA FLORESTA ECOTONAL EM SANTA CATARINA**

#### **3.1 RESUMO**

Estudos sobre a regeneração natural de comunidades de espécies arbóreas são importantes por fornecer informações sobre a capacidade de desenvolvimento da floresta. O presente trabalho objetivou avaliar as variações florístico-estruturais do componente arbóreo regenerativo ao longo de um gradiente topográfico, em uma área ecotonal entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. No fragmento florestal, foram instaladas 30 unidades amostrais, onde todos os indivíduos arbóreos regenerantes foram identificados. As unidades amostrais foram distribuídas em três estratos ao longo de um gradiente topográfico: setor inferior, intermediário e superior. Para a comunidade como um todo e para cada setor, foram determinados a abundância, riqueza, índice de Shannon ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou ( $J$ ). A organização florístico-estrutural da comunidade foi verificada por meio do Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), análise de espécies indicadoras e Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA). Diferenças de abundância e riqueza entre os setores foram avaliadas, respectivamente, pela Análise de Kruskal-Wallis, com teste múltiplo não paramétrico, e rarefação. Houve baixa densidade de indivíduos regenerante no setor superior (129) em comparação com os demais setores (401 no inferior e 241 no intermediário). Observou-se que a composição florístico-estrutural foi variável entre as posições topográficas ( $p < 0,001$ ), sendo o setor inferior o mais distinto dos demais e com maior número de espécies indicadoras.

**Palavras-chave:** componente regenerativo; topossequência; NMDS.

### 3.2 ABSTRACT

Studies about natural regeneration of tree species communities are important for providing information on forest development capacity. The present research aimed to evaluate the floristic-structural variations of the tree regenerative component along a topographic gradient in an ecotonal area between Araucaria and Deciduous forests in Santa Catarina. In the forest fragment, 30 sampling units were allocated, where all regenerating individuals of tree species were identified. The sampling units were distributed into three strata along a topographic gradient: lower, intermediate and upper sectors. For the whole community and for each sector, abundance, richness, Shannon index ( $H'$ ) and Pielou evenness ( $J$ ) were determined. The floristic-structural organization of the study community was verified by Non-metric Multidimensional Scalling (NMDS), indicator species analysis and Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA). Differences among sectors related to abundance and richness were analyzed through Kruskal-Wallis test, with post hoc multiple non-parametric test, and rarefaction. There was a lower regenerative individual density in the upper sector (129) in relation to other sectors (401 in lower and 241 in the intermediary sectors). Among topographic positions, there was variation in floristic-structural composition ( $p < 0.001$ ), with the lower sector being the most different, with the greatest number of indicator species.

**Keywords:** regenerative component; topossequence; NMDS.

### 3.3 INTRODUÇÃO

No sul do Brasil, o bioma Mata Atlântica tem várias tipologias florestais e, dentre elas, a Floresta Ombrófila Mista (FOM), que ocorre em altitudes geralmente superiores a 500 m, e a Floresta Estacional Decidual (FED), distribuída em um intervalo altitudinal situado entre 150 a 800 m (KLEIN, 1978). O contato entre essas duas formações nas altitudes onde há sobreposição de suas ocorrências, resulta na formação de áreas de ecótono. No entanto, áreas ecotonais não são homogêneas, podendo ser influenciadas por uma série de fatores físicos locais, como as variações edáficas e topográficas.

Na região do Alto Uruguai, observa-se elevada variação do relevo, com rios caracterizados por drenarem em vales “encaixados”. Nestes locais, ocorrem a sequência de diferentes tipos de solos, distribuídos na paisagem de acordo com a topografia (BOCQUIER, 1973). Espera-se que a organização das comunidades de espécies arbóreas que se desenvolvem nestes ambientes, tanto adultos, quanto regenerantes, sejam condicionadas em pequena escala espacial por fatores ambientais relacionados aos gradientes topográficos (PINTO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2007; SCIPIONI et al., 2009; BUDKE et al., 2010; SOUZA et al., 2015).

Considerando que uma das fases mais críticas para o estabelecimento de comunidades de espécies arbóreas refere-se a etapa de regeneração natural (KITAJIMA; FENNER, 2000; POOTER, 2007), estudos que busquem aprofundar o conhecimento sobre os fatores que influenciam esta etapa são relevantes, pois permitem uma melhor compreensão sobre o desenvolvimento de uma floresta em condições naturais. Dentre as regiões no Sul do Brasil em que estudos desta natureza são necessários, uma vez que podem subsidiar estratégias de conservação e restauração, destaca-se o Alto Uruguai, pelo fato das florestas desta região encontrarem-se

com um *status* crítico de conservação, em função do histórico de exploração seletiva e de fragmentação florestal.

Neste sentido, o presente trabalho teve como principal objetivo investigar a organização florístico-estrutural do componente regenerativo, em função da posição topográfica, em uma área ecotonal entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual no Alto Uruguai em Santa Catarina. Espera-se que, devido ao gradiente topográfico, exista elevada variação florístico-estrutural, reforçando a importância de se conservar diferentes micro-habitats em uma floresta nessas condições.

### 3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O local de estudo situa-se em uma área ecotonal entre Floresta Estacional Decidual e Ombrófila Mista, em avançado estágio sucessional, no município de Capão Alto, SC (coordenadas geográficas de 28°11'29''S e 50°45'34''L, e altitude aproximada de 600 a 700 m). A topografia da região é, em sua maior parte, suave-ondulada a ondulada, com áreas de maior declividade próxima aos principais rios da região, formando vales encaixados. A região possui clima Cfa, de acordo com a classificação de Köppen, e a precipitação média anual varia entre 1.200 a 1.900 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano.

A coleta de dados ocorreu em uma encosta, nas margens da represa Barra Grande no rio Pelotas, cujo reservatório foi formado em 2005. Nessa área foram definidos três setores (estratos): inferior, próximo da margem do reservatório, com terreno, em geral, menos declivoso e presença de umidade vinda do reservatório; intermediário, no meio da encosta e com elevada declividade; e superior, no topo da encosta e também de maior declividade. A declividade do terreno em cada setor foi aferida por Souza et al. (2015), que observaram, em média, 14,38° ( $\pm 2,64$ ), 19,74° ( $\pm 1,98$ ) e

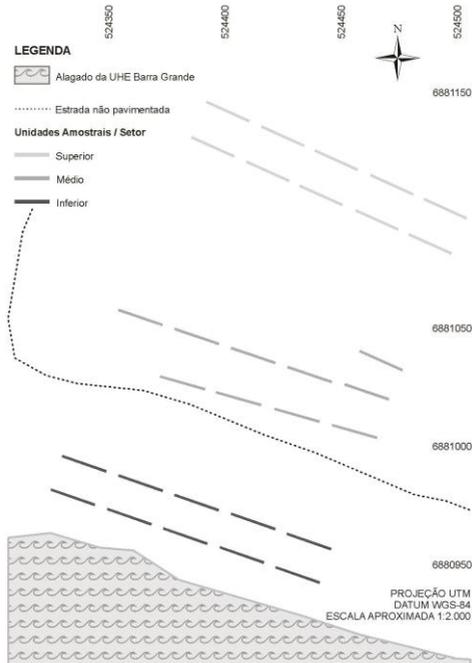
20,66° ( $\pm 1,24$ ), respectivamente, no setor inferior, intermediário e superior.

Para a caracterização do componente arbóreo regenerante (aqueles com DAP - diâmetro a altura do peito - menor que 5 cm e altura maior ou igual a 20 cm), foi realizada uma amostragem estratificada-sistemática, com 10 parcelas, distanciadas 10 m entre si, alocadas em cada um desses estratos, o que totalizou 30 parcelas alocadas (Figura 1). As parcelas foram subdivididas em sub-parcelas de tamanho diferenciado de acordo com a classificação em altura dos regenerantes, sendo cada sub-parcela menor alocada dentro das parcelas maiores, conforme metodologia de Volpato (1994). Dessa forma, a classe 1 dos regenerantes foi constituída por plantas de 20 cm a 1 m de altura, amostrados em sub-parcelas de 5 m<sup>2</sup>, a classe 2 foi formada por plantas acima de 1 até 3 m de altura, amostradas em sub-parcelas de 10 m<sup>2</sup>, e a classe 3 foi constituída por plantas com mais de 3 m de altura e com menos de 5 cm de DAP, amostradas em sub-parcelas de 20 m<sup>2</sup> (Figura 5).

Os indivíduos regenerantes foram marcados com etiquetas metálicas, registrando-se o nome científico e a classe de altura a que a planta pertence. Os indivíduos não identificados no campo foram coletados e identificados com auxílio de literatura e especialistas. As espécies foram classificadas nas famílias organizadas de acordo com o sistema APG III (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2009).

Para a análise dos dados, as espécies foram organizadas de acordo com sua ocorrência (número de indivíduos) nos diferentes setores considerados (inferior, intermediário e superior). Para cada setor, foram determinados a abundância, o índice de diversidade de Shannon (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J).

Figura 5. Organização das unidades amostrais entre os três estratos (Inferior, Intermediário, Superior) em um fragmento de floresta ecotonal no município de Capão Alto, em Santa Catarina.



Fonte: Produção do próprio autor.

Os valores de abundância foram avaliados quanto a normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e, constatando-se que os dados não possuíam distribuição normal, estes foram comparados entre os setores pelo teste de Kruskal-Wallis, com teste *post hoc* múltiplo não paramétrico. A riqueza entre os setores foi comparada por meio da técnica de rarefação. A organização florístico-estrutural da comunidade foi verificada por meio de ordenação multivariada do tipo Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Para testar a hipótese da variação da comunidade em função da posição topográfica,

foi realizado uma Análise de Variância Multivariada Não-Paramétrica (NPMANOVA). Foi realizada uma análise de espécies indicadoras (IndVal) para verificar a existência de espécies associadas a cada setor. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015), junto com a biblioteca *vegan* (OKSANEN et al., 2015) e *labdsv* (ROBERTS, 2015).

### 3.5 RESULTADOS

Foram amostrados 771 indivíduos distribuídos em 24 famílias botânicas, 42 gêneros e 51 espécies, ao longo das diferentes posições topográficas (Tabela 5). Um indivíduo não foi identificado por ser muito jovem e não permitir coleta. A abundância de regenerantes não ocorreu de forma homogênea ao longo da encosta, com mais da metade dos indivíduos presentes no setor inferior (401), sendo que este diferiu significativamente do setor superior, que apresentou apenas 16,8% dos indivíduos amostrados.

Tabela 5. Número de indivíduos amostrados para cada espécie e setor (Inf = inferior; Int = intermediário; Sup = superior; T = toda a comunidade), em um fragmento de floresta ecotonal no município de Capão Alto, em Santa Catarina.

Famílias/Espécies	Inf	Int	Sup	T
<b>ANNONACEAE</b>				
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	3	0	0	3
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	1	7	0	8
<b>APOCYNACEAE</b>				
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	0	1	0	1
<b>ARALIACEAE</b>				
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	0	0	1	1
<b>ARAUCARIACEAE</b>				

Continua...

Tabela 5 - Continuação...

<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	2	1	0	3
<b>ASTERACEAE</b>				
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	6	0	0	6
<b>CARDIOPTERIDACEAE</b>				
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	0	1	0	1
<b>CELASTRACEAE</b>				
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	0	0	7	7
<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	3	1	6	10
<b>EUPHORBIACEAE</b>				
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0	15	12	27
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	3	1	0	4
<b>FABACEAE</b>				
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	1	4	0	5
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	10	4	3	17
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	2	6	1	9
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	0	1	2	3
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	10	17	3	30
<b>INDERTEMINADA</b>				
	0	0	1	1
<b>LAURACEAE</b>				
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	96	19	17	132
<i>Ocotea</i> sp 1.	2	0	0	2
<i>Ocotea</i> sp 2.	0	1	0	1
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees.	25	0	0	25
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	1	1	1	3
<b>MELIACEAE</b>				
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0	0	1	1
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	8	40	11	59
<b>MYRTACEAE</b>				
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	5	5	1	11

Continua...

Tabela 5- Continuação...

<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	0	1	0	1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	34	9	2	45
<i>Eugenia uniflora</i> L.	29	11	4	44
<i>Myrceugenia mesomischa</i> (Burret) D.Legrand	0	1	0	1
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	1	2	0	3
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1	4	3	8
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	0	3	0	3
OLEACEAE				
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Ait.*	3	0	0	3
PICRAMNIACEAE				
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	0	1	0	1
PODOCARPACEAE				
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	0	0	1	1
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	0	3	1	4
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	0	0	1	1
RHAMNACEAE				
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	1	0	0	1
RUBIACEAE				
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	0	14	2	16
<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	0	0	1	1
RUTACEAE				
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	0	3	8	11
SALICACEAE				
<i>Banara tomentosa</i> Clos	6	2	1	9
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	2	1	2	5
SAPINDACEAE				
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Radlk.	62	20	8	90
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	22	11	9	42
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	33	16	16	65
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	17	5	2	24

Continua...

Tabela 5 - Continuação...

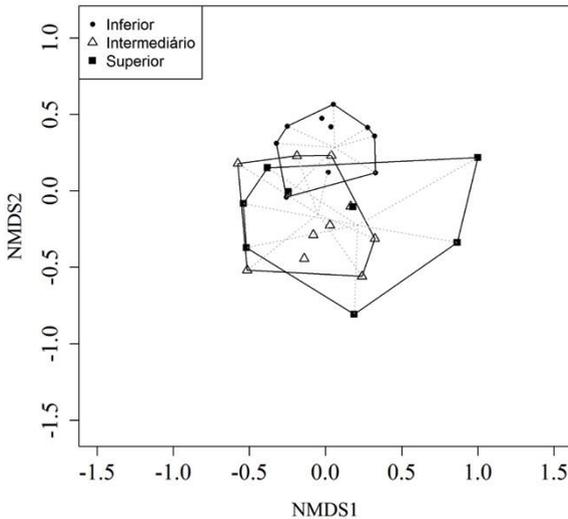
SOLANACEAE				
<i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A.Schmidt	4	2	0	6
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	1	0	0	1
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	2	0	0	2
STYRACACEAE				
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	4	8	0	12
VERBENACEAE				
<i>Duranta vestita</i> Cham.	0	0	1	1
Total de indivíduos	401a	242ab	129b	771
Riqueza	33	36	29	51
Riqueza padronizada (128)	23,12	28,68	29	-
Shannon (H')	2,63	3,02	2,91	3,06
Pielou (J)	0,75	0,85	0,86	0,78

\*Espécie exótica. Valores do total de indivíduos por setor seguidos por letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste múltiplo não paramétrico, aplicado após o teste de Kruskal-Wallis.

Fonte: Produção do próprio autor.

Da mesma forma, foram observadas variações na riqueza e diversidade ao longo do gradiente topográfico, com o setor inferior apresentando menor riqueza padronizada (23,12), menor diversidade (2,63) e menor equabilidade (0,75), em relação aos demais. Este padrão refletiu na ordenação produzida pela NMDS (Figura 6), cujo valor de stress foi de 0,18, indicando que a mesma é adequada para interpretações ecológicas. Na ordenação, observa-se que o setor inferior, de maior abundância, menor diversidade e maior dominância ecológica, foi também o mais distinto e o mais homogêneo do ponto de vista florístico-estrutural. Estas diferenças são indicadas pela segregação em relação às parcelas dos outros setores ao longo do eixo 2 da NMDS e pela menor dispersão das parcelas, cuja significância ( $p < 0,001$ ) foi confirmada pela análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA).

Figura 6. Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) para as espécies e setores de um fragmento de floresta ecotonal subtropical em Santa Catarina.



Fonte: Produção do próprio autor.

Em relação a distribuição das espécies na área, observa-se algumas amplamente distribuídas, como foi o caso de *Cupania vernalis* Cambess, que ocorreu em todos os setores. No entanto, foram observadas nove espécies indicadoras, com maior número no setor inferior (seis) (Tabela 6). Os setores intermediário e superior tiveram apenas duas e uma espécie indicadora, respectivamente. Este resultado está em consonância à ordenação multivariada, indicando maior distinção florística-estrutural do setor inferior.

Tabela 6. Espécies indicadoras de cada setor para o componente regenerativo, em um fragmento de floresta ecotonal subtropical em Santa Catarina.

Espécies indicadoras	Classe
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Radlk.	Inferior
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Inferior
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Inferior
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Inferior
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Inferior
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.)	Inferior
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Intermediário
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	Intermediário
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	Superior

Fonte: Produção do próprio autor.

### 3.6 DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que a setorização ambiental em função do relevo representou uma importante fonte de heterogeneidade florística-estrutural do componente regenerativo, sendo o setor inferior o mais distinto em relação aos demais, apresentando elevada abundância, com mais da metade dos 771 indivíduos amostrados, em contraste com uma menor riqueza, diversidade e equabilidade, o que resultou em maior número de espécies indicadoras. Segundo Gandolfi (2000) e Jafari et al. (2003), a declividade atua como fator que produz variedades de situações ambientais, como gradiente de umidade, no transporte de partículas do solo e na organização vertical do dossel, o que explica a importância de variações topográficas sobre a organização da vegetação arbórea, como já relatado em outros estudos (e.g. RODRIGUES et al., 2007; ARAÚJO et al., 2011), inclusive para o componente adulto da mesma área (SOUZA et al., 2015).

As variações nas condições ambientais em função dos setores topográficos podem ter influenciado os resultados encontrados de diferentes formas, como: i) na existência de condições ambientais mais seletivas no setor interior, implicando na menor riqueza e na dominância de um grupo de espécies adaptadas; ii) de forma oposta, o setor inferior pode apresentar melhores condições ambientais (e.g. maior fertilidade), de forma que a dominância ecológica seja o resultado de exclusão competitiva por espécies mais eficientes em aquisição de recursos; e iii) um ambiente com maior heterogeneidade ambiental nos setores intermediário e superior, como a presença de clareiras, resultando em um maior espectro de distribuição das espécies de diferentes grupos ecológicos.

Algumas espécies foram comuns a todos os setores, o que demonstra a elevada plasticidade na colonização de habitats, como *Cupania vernalis*, espécie higrófila, mas com capacidade de suportar maiores declividades do terreno. O fato desta espécie ter sido relatada por Meyer et al. (2013a) e Meyer et al. (2013b) dentre as mais importantes no componente regenerativo tanto em áreas de Floresta Ombrófila Mista quanto Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina, reforça a ideia de maior plasticidade ecológica para a mesma. De acordo com Via et al. (1995), espécies de elevada plasticidade possuem adaptações para ambientes instáveis, resultando no aumento da tolerância ambiental.

Nove espécies foram indicadoras, sendo a maioria do setor inferior, reforçando a ideia de maior distinção deste ambiente. As espécies indicadoras desse setor podem ser consideradas como tolerantes ao estresse hídrico, pois a área possui trechos sujeitos a inundação. De fato, algumas delas, como *Campomanesia xathocarpa* O.Berg, *Matayba elaeagnoides* Radlk. e *Eugenia uniflora* L., foram consideradas por outros autores (REITZ et al., 1983; LORENZI, 2000; SILVA et al., 2007; NARVAES et al., 2008) como

preferenciais de solos úmidos. Das duas espécies indicadoras do setor intermediário, *Trichilia elegans* A.Juss. germina em locais sombreados, buscando solos úmidos e de encostas (SCHUPP et al., 2002), estando, portanto, de acordo com o local onde a mesma foi mais abundante. No estudo realizado por Scipioni et al. (2009) em FED em Santa Maria, RS, *Trichilia elegans* também faz parte dos setores com influência de maior declividade. Já *Annona rugulosa* (Schltdl.) H.Rainer é considerada secundária inicial a tardia (LORENZI, 2000). A espécie representante do setor superior, *Maytenus aquifolia* Mart., prefere solos bem drenados (LORENZI, 2000), típicos de topo de encosta.

### 3.7 CONCLUSÃO

Conclui-se que a posição no relevo representa uma importante fonte de heterogeneidade florística-estrutural do componente arbóreo regenerativo em pequena escala espacial, sendo o setor inferior o mais distinto dos demais. Provavelmente, as variações topográficas condicionam a existência de micro-hábitas, em função da qualidade dos fatores edáficos e microclimáticos. A presença de espécies arbóreas indicadoras em cada setor reforça a ideia de que a indicação de grupos florísticos em programas de recuperação de áreas degradadas seja direcionado em função da posição no relevo.

### 3.8 REFERÊNCIAS

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

ARAÚJO, F. S.; COSTA, R. C.; LIMA, J. R.; VASCONCELOS, S. F.; GIRÃO, L. C.; SOBRINHO, M. S.; BRUNO, M. M. A.; SOUZA, S. S. G.; NUNES, E. P.; FIGUEIREDO, M. A.; LIMA-VERDE, L. W.; LOIOLA, M. I. B. Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 2, p. 341-366, 2011.

BOCQUIER, G. Génèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad: interprétation biogéodynamique. Paris, ORSTOM, 350p,1973.

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

GANDOLFI, S. **História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. 520 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

JAFARI, M.; ZARE CHAHOUKI; M.A.; TAVILI, A.; AZARNIVAND, H. Soil-Vegetation Relationships in Hoz-e-Soltan Region of Qom Province, Iran. *Pakistan Journal Nutrition*, 2: 329-334, 2003.

KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense: mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, V Parte - mapa fitogeográfico, 24 p, 1978.

KITAJIMA, K., FENNER, M. Ecology of seedling regeneration. **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities**, p. 331-359, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1, p. 352, 2000.

MEYER, L. et al. Regeneração natural da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina I. Vibrans, AC; Sevegnani, L.; Gasper, AL; Lingner, DV **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau, v. 3, p. 191-222, 2013a.

MEYER, L.; GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; SCHORN, L. A.; LINGNER, D. V.; VIBRANS, A. C.; VERDI, M.; SANTOS, A. S.; DREVECK, S.; KORTE, A. Regeneração natural da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. (Eds.). **Inventário florístico florestal de Santa Catarina: Floresta Estacional Decidual**. Blumenau: Edifurb, p.167-187, 2013b.

NARVAES, I. S.; LONGHI, S.; BRENA, D. Florística e classificação da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 233-245, 2008.

OKSANEN, J. et al. **vegan: Community Ecology Package**. 2015.

PINTO, J. R. R.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; HAY, J. D. V. Influence of soil and topography on the composition of a tree community in a Central Brazilian valley forest. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 62, n. 1-2, p. 69-90, 2005.

POORTER, L. Are Species Adapted to Their Regeneration Niche, Adult Niche, or Both? **The American Naturalist**, v. 169, n. 4, p. 433–442, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>> Acesso em: 11 nov. de 2014.

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

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

SCHUPP, E.W.; T. Milleron & S.E. Russo. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species-rich tropical forests, pp. 19-33. 2002. Em: **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation** (D.J. Levey; W.R. Silva & M. Galetti, eds.). CAB International.

SCIPIONI, M.C; LONGHI, S.J.; ARAÚJO, M.M.; REINERT, D.J; Regeneração Natural de um Fragmento da Floresta Estacional Decidual na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 675-690, jul./set. 2009.

SOUZA, K. et al. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma topossequência no alto-uruguai. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, xxx-xxx, 2015.

VIA, S., Gomulkiewicz, R., De Jong, G., Scheiner, S. M., Schlichting, C. D. and Van Tienderen, P. H. . Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy. *Trends Ecol. Evol.* 10, 212-217, 1995.

VOLPATO, M.M.L. 1994. **Regeneração natural em uma Floresta Secundária no Domínio de Mata Atlântica: uma análise Fitossociológica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação demonstrou que a regeneração natural da floresta estudada apresentou variações, tanto ao longo do perfil vertical, quanto ao longo do espaço horizontal. O primeiro capítulo evidenciou que a organização florística-estrutural do componente regenerativo nos diferentes estratos verticais da floresta reflete as diferentes estratégias de vida. Ainda, foi possível inferir que a formação de um banco de plântulas e indivíduos jovens ( $< 1\text{m}$ ) representa uma importante estratégia de regeneração natural de algumas espécies, como, por exemplo, para *Nectandra megapotamica*. Já, no segundo capítulo, evidenciou-se que o relevo representa uma importante fonte de heterogeneidade do componente regenerativo.

Desta forma, a presente dissertação representa uma contribuição para o conhecimento ecológico das florestas na região do Alto Uruguai, no Sul do Brasil, podendo contribuir, assim, para o subsídio de estratégias de manejo, focando o uso sustentável, conservação e recuperação de áreas degradadas. Técnicas silviculturais podem ser empregadas para, por exemplo, favorecer o desenvolvimento de espécies que se encontram suprimidas. Já no caso de plantios de enriquecimento ou de adensamento, a escolha de espécie deve considerar as diferenças nos setores topográficos.



## REFERÊNCIAS

BROKAW, N. V. L. Gap-phase Regeneration in a Tropical Forest. **Ecology**, v. 66, n. 3, p. 682–687, 1985.

BROWN, N. D.; WHITMORE, T. C. Do dipterocarp seedlings really partition tropical rain forest gaps? **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 335, n. 1275, p. 369-378, 1992.

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

CLARK, D. B.; CLARK, D. A.; READ, J. M. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. **Journal of Ecology**, v. 86, n. 1, p. 101–112, 1998.

FALSTER, D.S.; WESTOBY, M. Alternative height strategies among 45 dicot rain forest species from tropical Queensland, Australia. **Journal of Ecology**, v. 93, p. 521–535, 2005.

FELFILI, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. **Forest Ecology and Management**, Victoria, n. 91, p. 235-245, 1991.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTESGAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de

floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

KITAJIMA, K., FENNER, M. Ecology of seedling regeneration. **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities**, p. 331-359, 2000.

PINTO, J. R. R.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; HAY, J. D. V. Influence of soil and topography on the composition of a tree community in a Central Brazilian valley forest. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 62, n. 1-2, p. 69-90, 2005.

POORTER, L. Are Species Adapted to Their Regeneration Niche, Adult Niche, or Both? **The American Naturalist**, v. 169, n. 4, p. 433-442, 2007.

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

SCIPIONI, M.C; LONGHI, S.J.; ARAÚJO, M.M.; REINERT, D.J; Regeneração Natural de um Fragmento da Floresta Estacional Decidual na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 675-690, jul./set. 2009.

SCHORN, Lauri Amândio; GALVÃO, Franklin. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Floresta**, v. 36, n. 1, 2006.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Gap-phase regeneration in a tropical montane forest: the effects of gap structure and bamboo species. **Plant Ecology**, v. 148, n. 2, p. 149–155, 2000.

**VOLPATO, M.M.L. Regeneração natural em uma Floresta Secundária no Domínio de Mata Atlântica: uma análise Fitossociológica.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.1994.