

Regeneração de uma Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense

João Paulo de Maçaneiro ^{1*}

Rafaela Cristina Seubert ²

Allisson Heilmann ²

Lauri Amândio Schorn ²

¹ Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias
Departamento de Ciências Florestais
Avenida Prefeito Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba – PR, Brasil

² Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas
Departamento de Engenharia Florestal
Rua São Paulo, 3250, Itoupava Seca, CEP 89010-971, Blumenau – SC, Brasil

* Autor para correspondência
jpmacaneiro@gmail.com

Submetido em 17/03/2016

Aceito para publicação em 07/10/2016

Resumo

Estudos sobre regeneração florestal podem fornecer informações sobre as espécies que irão compor a floresta no futuro. Entretanto, poucos estudos enfatizam esse componente. Neste trabalho, avaliou-se a regeneração arbórea e arbustiva de uma Floresta Ombrófila Mista em 180 parcelas de 2,5 m de raio, onde foram medidos os indivíduos com altura ≥ 50 cm e DAP ≤ 5 cm. Foram amostrados 4.078 indivíduos e 89 espécies. Os índices de Shannon (3,64) e Pielou (0,81) evidenciaram alta diversidade e equilíbrio na abundância das espécies. As espécies mais importantes da regeneração foram *Allophylus edulis*, *Casearia decandra*, *Cupania vernalis*, *Matayba elaeagnoides* e *Myrsine coriacea*. Os resultados mostram que nem todas as espécies mais importantes apresentam tendência à forma de J-invertido, evidenciando que pode estar havendo desequilíbrio entre as taxas de mortalidade e recrutamento dos indivíduos dessas espécies na regeneração.

Palavras-chave: Distribuição de alturas; Fitosociologia; Floresta de Araucária; Regeneração florestal; Riqueza de espécies

Abstract

Regeneration of a Mixed Ombrophilous Forest on the Santa Catarina Plateau. Studies on forest regeneration can provide information about species that will form a forest in the future. However, few studies emphasize this component. This study evaluated tree and shrub regeneration in a Mixed Ombrophilous Forest using 180 sample plots with 2.5 m radius, where individuals whose height was ≥ 50 cm and diameter at breast height (DBH) was ≤ 5.0 cm. The sample consisted of 4,078 individuals and 89 species. The Shannon index (3.64) and the Pielou index (0.81) showed a high diversity and balance regarding the abundance of

species. The most significant species for regeneration were *Allophylus edulis*, *Casearia decandra*, *Cupania vernalis*, *Matayba elaeagnoides*, and *Myrsine coriacea*. The results show that not all of the most important species tend exhibit an inverted J shape, indicating the possibility of imbalance between the mortality and recruitment rates of these species in regeneration.

Key words: Araucaria forest; Forest regeneration; Height distribution; Phytosociology; Species richness and diversity

Introdução

O domínio da Mata Atlântica constitui uma região heterogênea, com diferentes fitofisionomias e elevada riqueza de espécies que por vezes superam a das florestas amazônicas (THOMAS et al., 1998). Entre as fitofisionomias com maior riqueza de espécies da Mata Atlântica está a Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) (LEITE, 2002; IBGE, 2012), caracterizada pela mistura das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austral-antártica-andina), com destaque para os elementos Coniferales (*Araucaria* e *Podocarpus*) e Laurales (*Ocotea*, *Nectandra* e *Cryptocarya*) (LEITE, 2002; KERSTEN et al., 2015).

Em Santa Catarina, a Floresta Ombrófila Mista compreende grande parte das formações do Planalto Meridional e está dividida em Floresta Aluvial, Submontana, Montana e Alto-montana (IBGE, 2012). Originalmente, essa fitofisionomia ocupava cerca de 43.000 km² da superfície do estado de Santa Catarina, mas, devido ao intenso processo de exploração de seus recursos, se encontra reduzida a apenas 12.317 km² (VIBRANS et al., 2013). Atualmente, grande parte dessas florestas está constituída por fragmentos com fisionomia de vegetação secundária em estágios médio ou avançado de regeneração, sendo raros os remanescentes com florestas primárias (SEVEGNANI et al., 2013).

Em florestas secundárias, a regeneração florestal pode ser entendida como um processo de sucessão secundária em nível de comunidade e de ecossistema, sobre uma área desmatada e que anteriormente apresentava floresta (CHAZDON, 2012). As florestas em processo de regeneração podem constituir fontes essenciais de produtos madeireiros e não madeireiros, além de oferecerem carbono atmosférico (PAN et al., 2011) e habitats adequados para diferentes espécies da fauna e flora regional (DENT; WRIGHT, 2009). Em

Santa Catarina, poucos estudos avaliaram os estágios sucessionais da Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1960; SEVEGNANI et al., 2013; SIMINSKI et al., 2013), com destaque para os de Klein (1960), o qual verificou que a regeneração florestal variava de acordo com o grau de umidade dos solos. Assim, esse autor definiu duas trajetórias sucessionais de regeneração: a primeira ocorria em solos muito úmidos, onde a vegetação poderia apresentar até sete associações vegetais com composição de espécies distintas, e a segunda ocorria nos campos limpos com solos mais secos, onde *Araucaria angustifolia* era a principal espécie a colonizar a área e modificar as condições ambientais. Além disso, as trajetórias sucessionais de regeneração dessas florestas podem ocorrer em diferentes escalas e variam de acordo com o tipo do uso anterior do solo, proximidade da área com remanescentes florestais e presença da fauna dispersora regional, entre outros (CHAZDON, 2012).

O estudo da regeneração de florestas pode auxiliar no entendimento dos processos sucessionais e de manutenção da diversidade de espécies, pela comparação da composição, estrutura e dinâmica da regeneração e das plantas adultas ao longo do tempo (FELFILI, 1997; CHAZDON, 2012; SIMINSKI et al., 2013). Aliado a isso, é possível fornecer informações sobre as trajetórias sucessionais, permitindo identificar quais espécies que irão compor a floresta no futuro e quais espécies são aptas para uso em projetos de restauração (SILVA et al., 2013). Além disso, os padrões de crescimento e regeneração das espécies podem servir de base para distinguir florestas secundárias antigas de florestas intocadas pelo homem (CHAZDON, 2012).

Nos últimos anos, em função da atual situação de degradação da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina, alguns estudos foram realizados com o propósito de caracterizar a composição e estrutura de fragmentos florestais. Entretanto, grande parte desses

estudos enfatizou o estrato arbóreo da vegetação (KLAUBERG et al., 2010; VIBRANS et al., 2011; HIGUCHI et al., 2012; SILVA et al., 2012b; 2013), sendo poucos os estudos voltados à regeneração florestal (FIORENTIN et al., 2015; HIGUCHI et al., 2015). Apesar de a maioria desses estudos terem enfatizado o estrato arbóreo, eles servem de base para determinar padrões florísticos em estudos de meta-análise (SILVA et al., 2013) e a análise de vários estudos que enfatizam a regeneração de florestas pode servir de base na definição de trajetórias sucessionais e na escolha de espécies para projetos de restauração, além de possibilitarem a geração de novas hipóteses sobre a relação entre as espécies e as condições ambientais, as quais não seriam possíveis sem a soma de vários estudos já publicados (MAÇANEIRO et al., 2015b). Neste sentido, para caracterizar a regeneração natural de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Planalto de Santa Catarina, o presente trabalho teve como objetivo obter informações sobre a composição florística e estrutura fitossociológica de indivíduos arbóreos e arbustivos

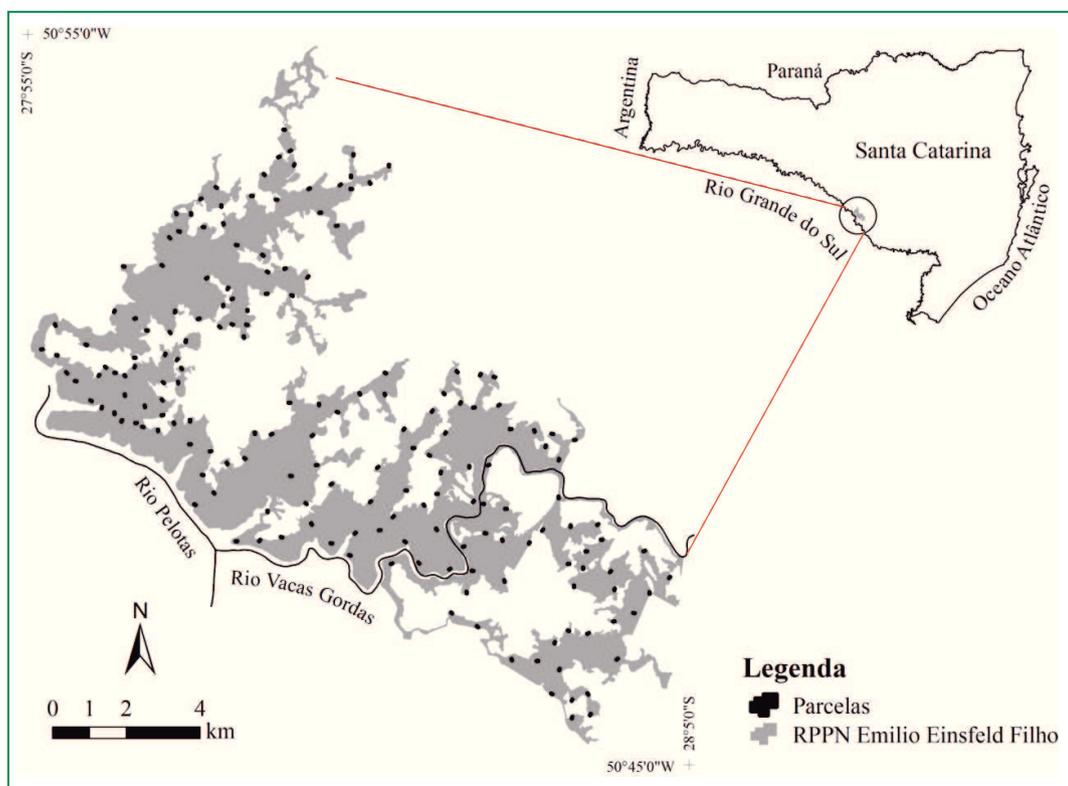
regenerantes, de modo a fornecer informações básicas para ações de conservação e restauração dessas florestas.

Material e Métodos

A área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do rio Pelotas, em Campo Belo do Sul, Santa Catarina. Pertence à RPPN Emílio Einsfeld Filho, que possui área total de 6.328,6 ha, altitude que varia de 620 a 980 m e está localizada entre 27°58' e 28°04'S e 50°54' e 50°45'W (Figura 1). O clima da região de estudo, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfb – clima temperado mesotérmico úmido com verão ameno. A temperatura média anual varia entre 16-17 °C, com umidade relativa média anual entre 78-80% e precipitação total anual de 1.527 mm, bem distribuída durante o ano (EPAGRI, 2002).

A geologia da região é formada pelo Grupo São Bento, composto pela Formação Serra Geral, que é constituída por intrusões de basaltos, diabásios e lavas ácidas (SANTA CATARINA, 1986). Predomina, na

FIGURA 1: Localização das 180 parcelas utilizadas para amostrar as espécies da regeneração de uma Floresta Ombrófila Mista, RPPN Emilio Einsfeld Filho, Santa Catarina.



região de estudo, uma associação entre dois tipos de solo: em relevos forte ondulados, o Neossolo Litólico Álico A proeminente de textura argilosa e, em relevos ondulados, o Cambissolo Álico Tb A proeminente de textura argilosa (EMBRAPA, 2004).

A vegetação da área de estudo é constituída pela Floresta Ombrófila Mista Montana (IBGE, 2012), caracterizada pelos densos agrupamentos formados por *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (pinheiro-brasileiro), entremeados por campos naturais (LEITE, 2002). A RPPN Emílio Einsfeld Filho foi alvo de exploração madeireira até 1985. Essa exploração teve como foco o pinheiro-brasileiro e outras espécies de interesse econômico. Atualmente, o estado de conservação da floresta na área de estudo pode ser classificado como vegetação em estágio avançado de regeneração, com cerca de 30 anos sem exploração antrópica.

Para amostrar a regeneração natural foram distribuídas de forma aleatória 180 parcelas circulares com 2,5 m de raio, totalizando 3.534,30 m² de área amostral (Figura 1). Essas parcelas foram aleatorizadas e inseridas próximas à borda da floresta, em uma distância mínima de 20 m. Em cada parcela foram registrados e identificados todos os indivíduos arbóreos e arbustivos vivos, incluindo palmeiras e fetos arborescentes, com altura ≥ 50 cm e perímetro à altura do peito (PAP) ≤ 15 cm.

O material botânico coletado foi identificado por comparação com exsiccatas depositadas nos Herbários do Laboratório de Dendrologia e Dr. Roberto Miguel Klein, da Universidade Regional de Blumenau (FURB), e por meio de consulta à literatura taxonômica e aos especialistas da FURB. As espécies foram agrupadas em famílias, seguindo o sistema proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016) e utilizando a base de dados da Flora do Brasil (2016).

A riqueza de espécies observadas na regeneração foi analisada por meio da rarefação pelo método Mao Tau e baseada no número de parcelas, sendo que a riqueza de espécies foi estimada a partir do estimador Chao2, e a métrica diversidade de espécies calculada a partir do índice de Shannon (H' , base- \ln) e do índice de Pielou (MAGURRAN, 2004).

Para analisar a estrutura da regeneração foram calculados os parâmetros fitossociológicos: densidade,

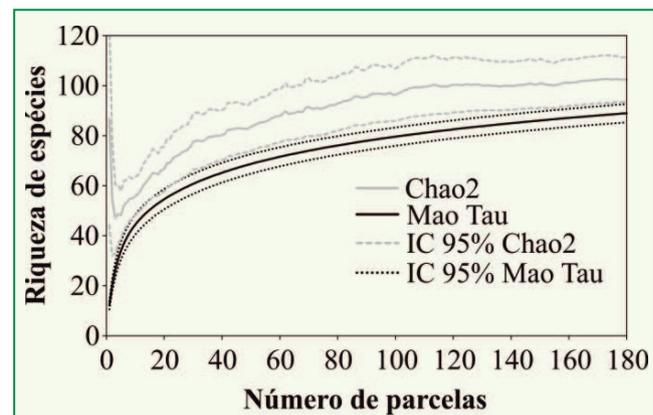
frequência e classes de tamanho absolutas e relativas e o valor de regeneração natural para cada espécie (HOSOKAWA et al., 2008). Em seguida, as espécies foram classificadas por grupo ecológico, adotando-se a metodologia de Swaine e Whitmore (1988) e Oliveira-Filho (1994) nas seguintes categorias: pioneira (P), clímax exigente de luz (CL) e clímax tolerante à sombra (CS).

Os indivíduos regenerantes foram agrupados em nove classes de altura, todas com amplitudes de 1,0 m. Com o intuito de averiguar semelhanças ou diferenças entre a distribuição de alturas da regeneração com as cinco espécies mais importantes, foram utilizados o teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras ao nível de significância $\alpha = 0,05$ (SIEGEL; CASTELLAN, 2006) e o coeficiente de Gini (WEINER; SOLBRIG, 1984).

Resultados

A riqueza amostrada foi de 89 espécies e o estimador não paramétrico Chao2 estimou uma riqueza total de 102 espécies para a área de estudo (Figura 2). O índice de diversidade de Shannon (H' , base- \ln) para a área de estudo foi de 3,64 e o índice de Pielou (J') foi de 0,81.

FIGURA 2: Curva de rarefação (Mao Tau) e estimador de riqueza (Chao2) para as 180 parcelas da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Mista, Santa Catarina.



No total, foram amostrados 4.078 indivíduos pertencentes a 66 gêneros e 40 famílias (Tabela 1). Entre as espécies amostradas, 85 (95,5%) foram identificadas em nível de espécie e apenas quatro (4,5%) em nível de gênero. Foi registrada também uma espécie exótica: *Aleurites moluccanus* (L.) Willd.

TABELA 1: Famílias e espécies registradas na regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Mista, Santa Catarina. N = número de indivíduos; GE = grupo ecológico, P = pioneira, CL = clímax exigente de luz, CS = clímax tolerante à sombra.

Família	Espécie	N	GE
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	1	P
Annonaceae	<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	87	CL
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	1	CS
Aquifoliaceae	<i>Ilex theezans</i> Mart.	25	CL
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	76	CL
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	12	CL
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	1	P
	<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén	1	P
	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	3	P
Bignoniaceae	<i>Handroanthus catarinensis</i> (A.H.Gentry) S.O.Grose	1	CL
	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	2	CL
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	2	CL
Canellaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	75	CL
Cardiopteridaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	8	CL
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	9	CS
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	2	P
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	4	CL
	<i>Weinmannia humilis</i> Engl.	1	CL
Cyatheaceae	<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	30	CS
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	25	CS
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.	2	CL
Escalloniaceae	<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	1	P
Euphorbiaceae	* <i>Aleurites moluccanus</i> (L.) Willd	1	-
	<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll.Arg.	9	CL
	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	104	P
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	19	CL
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	185	CL
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	3	CL
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	22	CL
	<i>Inga virescens</i> Benth.	14	CS
	<i>Lonchocarpus campestris</i> Benth.	43	CL
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	2	P
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	11	CL
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	19	CL
Lauraceae	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	3	CS
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	25	CS
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	170	CL
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	12	CL
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	156	CL
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	33	CS
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	12	P
Melastomataceae	<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	13	CS?
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2	CL
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	53	CL
	<i>Calypttranthes concinna</i> DC.	91	CS
	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	54	CS
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	1	CS

	<i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand	75	CS
	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	112	CS
	<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	62	CS
	<i>Eugenia</i> sp.	116	-
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	78	CS
	<i>Myrceugenia</i> sp.	105	CS
	<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand	1	CS
	<i>Myrcia palustris</i> DC.	52	CL
	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	1	CS
	<i>Myrcia</i> sp.	56	-
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	53	CS
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	6	CL
Phytolaccaceae	<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	7	CL
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	17	CS
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	197	P
	<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	2	CL
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	4	CL
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	23	CL
Rosaceae	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D.Dietr.	4	CL
	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	39	CL
Rubiaceae	<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.	86	CS
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	28	CL
	<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	3	CL
	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	1	CL
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	6	CL
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	304	CL
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	30	CL
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	CL
	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	21	CL
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	391	CL
	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	11	CL
	<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	175	CL
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	237	CL
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	188	CL
Solanaceae	<i>Brunfelsia pilosa</i> Plowman	37	CL
	<i>Capsicum flexuosum</i> Sendtn.	11	CL
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	P
	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	6	P
	<i>Solanum</i> sp.	1	-
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	96	CL
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	3	CL
Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	4	CL

* espécie exótica

As famílias com maior riqueza de espécies foram Myrtaceae (15 espécies), Fabaceae (sete), Euphorbiaceae, Sapindaceae e Solanaceae (cinco cada), com destaque para os gêneros com maior número de espécies: *Eugenia* (cinco), *Myrcia* (quatro), *Allophylus*, *Casearia*, *Myrsine*, *Nectandra* e *Zanthoxylum* (três cada).

O grupo ecológico mais representativo foi o das espécies climax exigentes de luz, que corresponderam a 51 espécies e 2.684 indivíduos (65,8%), seguido das climax tolerantes à sombra (21 espécies e 784 indivíduos – 19,2%) e das pioneiras (12 espécies e 331 indivíduos – 8,1%). A densidade de indivíduos foi de 11.538 ind.ha⁻¹ e as espécies mais abundantes foram *Allophylus edulis*, *Casearia decandra*, *Cupania vernalis*, *Myrsine coriacea*

e *Matayba elaeagnoides*, as quais somaram 32,3% da densidade total (Tabela 2).

A frequência absoluta foi relativamente baixa para a maioria das espécies. Apenas quatro espécies (4,5%) apresentaram frequência superior a 50%; com frequência entre 20 e 50%, foram registradas 21 espécies (23,6%), enquanto 64 espécies (71,9%) apresentaram frequência inferior a 20%. Em relação à estrutura vertical, *Allophylus edulis*, *Cupania vernalis*, *Casearia decandra* e *Matayba elaeagnoides* se destacaram pelo maior número de indivíduos entre as classes de altura analisadas, correspondendo a 28,2% da porcentagem total. Essas espécies, junto com *Myrsine coriacea*, foram as mais importantes da regeneração natural da área de estudo (RNR = 30%).

TABELA 2: Parâmetros fitossociológicos calculados para as 20 espécies mais importantes da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Mista, Santa Catarina. DA = densidade absoluta (ind.ha⁻¹); DR = densidade relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); CAT = classe absoluta de tamanho; CRT = classe relativa de tamanho (%); RNR = regeneração natural relativa (%).

Espécie	DA	DR	FA	FR	CAT	CRT	RNR
<i>Allophylus edulis</i>	1.106	9,6	72,2	6,1	163	9,5	8,4
<i>Casearia decandra</i>	860	7,5	66,7	5,6	102	5,9	6,3
<i>Cupania vernalis</i>	671	5,8	57,2	4,8	117	6,8	5,8
<i>Matayba elaeagnoides</i>	532	4,6	53,3	4,5	101	5,9	5,0
<i>Myrsine coriacea</i>	557	4,8	47,8	4,0	78	4,6	4,5
<i>Ocotea pulchella</i>	441	3,8	41,1	3,5	72	4,2	3,8
<i>Allophylus puberulus</i>	495	4,3	34,4	2,9	71	4,1	3,8
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	523	4,5	40,6	3,4	56	3,3	3,7
<i>Nectandra megapotamica</i>	481	4,2	36,7	3,1	67	3,9	3,7
<i>Eugenia pyriformis</i>	317	2,7	43,9	3,7	47	2,7	3,1
<i>Eugenia</i> sp.	297	2,6	33,9	2,9	49	2,9	2,8
<i>Myrceugenia</i> sp.	297	2,6	35,0	2,9	41	2,4	2,6
<i>Styrax leprosus</i>	272	2,4	28,3	2,4	47	2,8	2,5
<i>Rudgea parquioides</i>	243	2,1	31,1	2,6	42	2,5	2,4
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	294	2,6	23,3	2,0	40	2,3	2,3
<i>Annona emarginata</i>	246	2,1	29,4	2,5	37	2,1	2,2
<i>Eugenia multcostata</i>	212	1,8	32,2	2,7	34	2,0	2,2
<i>Calypttranthes concinna</i>	258	2,2	23,9	2,0	39	2,3	2,2
<i>Eugenia uniflora</i>	221	1,9	27,8	2,3	31	1,8	2,0
<i>Araucaria angustifolia</i>	215	1,9	26,1	2,2	30	1,7	1,9
Outras espécies	2.999	26,0	402,8	33,9	450	26,3	28,7
Total	11.538	100,0	1.187,8	100,0	1.712	100,0	100,0

A distribuição de alturas da regeneração (Gini = 0,56) foi estatisticamente semelhante (Kolmogorov-Smirnov, $P < 0,05$) à distribuição de alturas da população das espécies *Allophylus edulis* (Gini = 0,55) e *Myrsine coriacea* (Gini = 0,54) (Figura 3). Contudo, a distribuição de alturas das espécies *Casearia decandra* (Gini = 0,45), *Cupania vernalis* (Gini = 0,61) e *Matayba elaeagnoides* (Gini = 0,65) apresentaram diferenças significativas quando comparadas à distribuição geral da regeneração (Kolmogorov-Smirnov, $P < 0,05$).

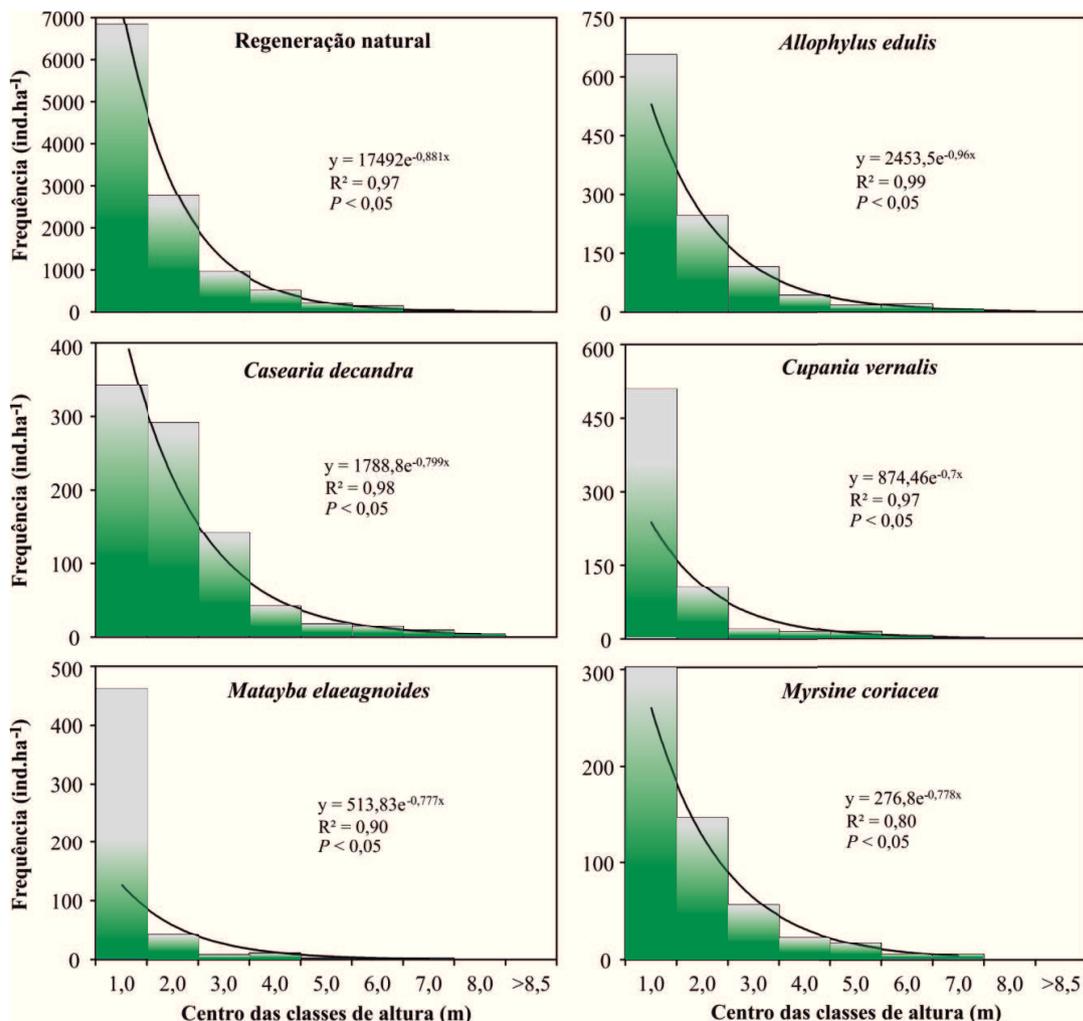
Discussão

A riqueza de espécies observada e estimada pelo Chao2 indicou que foram amostradas mais de 85% da

riqueza total de espécies da regeneração natural. Esse resultado evidencia que o esforço amostral adotado nesta pesquisa se mostrou satisfatório para representar a riqueza de espécies da área de estudo. Além disso, esses resultados se assemelharam ao encontrado em outros levantamentos realizados em Floresta Ombrófila Mista do Sul do Brasil, cuja faixa de variação está entre 39 e 109 espécies (CALDATO et al., 1996; BARDDAL et al., 2004; NARVAES et al., 2005; FIORENTIN et al., 2015; HIGUCHI et al., 2015).

Verificou-se que a diversidade de espécies do presente estudo foi superior a outros estudos sobre regeneração da Floresta Ombrófila Mista do Sul do Brasil (CALDATO et al., 1996; BARDDAL et al., 2004; NARVAES et al., 2005; BARBOSA et al., 2009;

FIGURA 3: Distribuição das frequências por classes de altura da regeneração natural e das cinco espécies mais importantes em uma Floresta Ombrófila Mista, Santa Catarina.



SANTOS et al., 2012; FIORENTIN et al., 2015), indicando que a área de estudo apresenta alto valor para conservação da diversidade biológica. Além disso, o valor do índice de Pielou demonstrou que, de modo geral, na área de estudo, a abundância de indivíduos entre as espécies está distribuída de forma equitativa (ver MAGURRAN, 2004), pois foi verificada a existência de poucas espécies altamente dominantes na amostra.

Algumas famílias registradas no presente estudo (Myrtaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Sapindaceae e Solanaceae) são as com maior número de espécies da Floresta Ombrófila Mista de Santa Catarina, na qual as mais ricas são Myrtaceae, Lauraceae, Salicaceae e Sapindaceae (KLAUBERG et al., 2010; GASPER et al., 2013). O fato de Lauraceae não estar entre as famílias mais ricas na área de estudo sugere que a regeneração florestal encontra-se em fase de recomposição de sua riqueza, uma vez que a maioria das espécies dessa família é tolerante à sombra e ocorre nos diferentes estratos de florestas bem conservadas (BARBOSA et al., 2009; KLAUBERG et al., 2010; CHAMI et al., 2011). Além disso, verificou-se que as espécies clímax exigentes de luz foram as mais expressivas na área de estudo, evidenciando que o favorecimento dessas espécies pode ocorrer em função de fatores históricos como o uso anterior da área (AVILA et al., 2011; CHAMI et al., 2011), a ocorrência de perturbações naturais devido à abertura de clareiras pela queda de árvores ou, ainda, pela ação antrópica relacionada aos efeitos de borda da floresta (RIGUEIRA et al., 2012).

Apesar de as espécies mais importantes possuírem elevada abundância de indivíduos na regeneração, apenas algumas (*Allophylus edulis*, *Casearia decandra*, *Cupania vernalis* e *Matayba elaeagnoides*) apresentaram dispersão ampla pela área de estudo. Esse resultado evidencia que a maioria das espécies que apresentou elevada densidade de indivíduos, mas baixa frequência absoluta, pode estar distribuída de forma agrupada. O agrupamento dessas espécies pode estar relacionado com o favorecimento em relação à presença de microclimas diferenciados ou, ainda, ao surgimento de diferentes trajetórias sucessionais da regeneração natural que são influenciadas pela intensidade de distúrbios na área de estudo (CHAZDON, 2008). O resultado obtido quanto

à distribuição da frequência das espécies é condizente com o padrão observado para a maioria das espécies em florestas tropicais e subtropicais que apresentam distribuição agregada (SILVA et al., 2012a). Vale destacar que 71,9% das espécies registradas apresentaram frequência inferior a 20%, o que corresponde a apenas 18,5% da densidade total de indivíduos. De modo geral, o aumento da complexidade estrutural dessas florestas ocorre de maneira gradual, pois durante a trajetória sucessional existem poucas espécies dominantes e muitas espécies com poucos indivíduos (WIRTH et al., 2009).

A espécie mais importante da regeneração, *Allophylus edulis*, apresentou distribuição de alturas estatisticamente semelhante à distribuição geral da regeneração, evidenciando que sua população está encontrando ótimas condições naturais para o estabelecimento (KLEIN, 1980). Essa espécie é frequentemente mencionada como uma das mais importantes nos estudos sobre regeneração da Floresta Ombrófila Mista (CALDATO et al., 1996; BARDDAL et al., 2004; NARVAES et al., 2005; MEYER et al., 2013), principalmente pelo elevado número de indivíduos de menores tamanhos encontrados nos estratos médio e inferior da floresta. Por outro lado, três espécies, *Casearia decandra*, *Cupania vernalis* e *Matayba elaeagnoides*, apresentaram diferenças significativas quando comparadas à distribuição geral da regeneração, evidenciando que pode estar havendo um desequilíbrio entre as taxas de mortalidade e recrutamento dos indivíduos (NASCIMENTO et al., 2001). Essas espécies já foram apontadas como as mais importantes em estudos sobre regeneração natural (CALDATO et al., 1996; NARVAES et al., 2005; AVILA et al., 2011; CHAMI et al., 2011; VIBRANS et al., 2011) e no estrato arbóreo (NASCIMENTO et al., 2001; HIGUCHI et al., 2012) da Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil. Ainda, essas espécies são classificadas como generalistas por demonstrarem elevada adaptabilidade a diversas condições ambientais, podendo ocorrer desde em florestas degradadas ou que sofreram perturbações antrópicas recentes até em florestas maduras e em vias adiantadas do processo de sucessão (NARVAES et al., 2005; VIBRANS et al., 2011). Por exemplo, em ambientes perturbados, essas

espécies são muito comuns sob o dossel das araucárias, sendo representadas por elevado número de indivíduos regenerantes (KLAUBERG et al., 2010).

A distribuição de alturas encontrada para *Myrsine coriacea* foi estatisticamente semelhante ao padrão da distribuição geral da regeneração, evidenciando que sua população encontra-se em ótimas condições de regeneração na floresta. O fato de *Myrsine coriacea* aparecer com elevada densidade de indivíduos regenerantes na área de estudo pode estar relacionado com suas características ecológicas, uma vez que ela ocorre preferencialmente em áreas perturbadas e nas bordas das florestas (KLEIN, 1980; CARVALHO, 2003; MAÇANEIRO et al., 2015a). Além disso, sua elevada abundância pode estar relacionada com distúrbios naturais e antrópicos na área de estudo, pois ambos contribuem efetivamente nas mudanças estruturais das comunidades vegetais (CHAZDON, 2008). Apesar do mesmo nível de importância encontrado para *Myrsine coriacea*, a proporção de espécies (18%) e de indivíduos (13,4%) de pioneiras neste estudo foi inferior ao encontrado por Meyer et al. (2013). Esses autores registraram 25% de espécies e 30,7% dos indivíduos como pioneiros, o que denota que a floresta aqui estudada está mais bem preservada que a regeneração da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. Após 28 anos do fim da exploração florestal, a baixa participação das espécies pioneiras também evidencia que a regeneração florestal encontra-se em fase adiantada de reconstrução de sua estrutura.

Vale destacar a importância fisionômica que *Araucaria angustifolia* imprime nas formações da Floresta Ombrófila Mista do Sul do Brasil (KLEIN, 1960; KERSTEN et al., 2015), e que a regeneração florestal do presente estudo apresentou valores fitossociológicos medianos, mas bastante superiores aos valores encontrados por Meyer et al. (2013) na Floresta Ombrófila Mista do estado de Santa Catarina. Paludo et al. (2011) mencionaram que essa espécie apresenta uma fase crítica de regeneração dos indivíduos com até 50 cm de altura e que a mortalidade se estende até os 2 m de altura, mas, como é uma espécie longeva, ela pode manter um baixo número de indivíduos regenerantes na população e, mesmo assim, apresentar sucesso na regeneração natural.

A área estudada revelou valores de riqueza e diversidade elevados para a fitofisionomia em questão, fato corroborado pelo índice de Shannon, um dos maiores valores já registrados para a regeneração da Floresta Ombrófila Mista do Sul do Brasil. Os elevados valores de densidade, frequência e categoria de tamanho apontaram *Allophylus edulis*, *Casearia decandra*, *Cupania vernalis*, *Matayba elaeagnoides* e *Myrsine coriacea* como as espécies mais importantes da regeneração florestal na área de estudo, as quais potencialmente poderão compor parte do estrato arbóreo da floresta no futuro. A semelhança entre a distribuição de alturas de *Allophylus edulis* e *Myrsine coriacea* com a distribuição geral da regeneração evidenciou que a população dessas espécies está encontrando condições adequadas de regeneração. Por fim, a participação de espécies pioneiras na regeneração foi relativamente baixa, fato que, aliado às demais conclusões apontadas acima, indica que a regeneração encontra-se em fase avançada de reconstrução de sua composição e estrutura.

Referências

- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; GASPARIN, E. Agrupamentos florísticos na regeneração natural em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 331-342, 2011.
- BARBOSA, C. E. A.; BENATO, T.; CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. Diversity of regenerating plants in reforestation with *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze of 12, 22, 35, and 43 years of age in Paraná State, Brazil. **Restoration Ecology**, Crawley, v. 17, n. 1, p. 60-67, 2009.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Fitossociologia do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 35-45, 2004.
- CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; CROCE, D. M.; LONGHI, S. J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-38, 1996.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1.039 p.
- CHAMI, L. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; KIELSE, P.; DAL'COL LÚCIO, A. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 251-259, 2011.

- CHAZDON, R. L. Chance and determinism in tropical forest succession. In: CARSON, W.; SCHNITZER, S. A. (Ed.). **Tropical forest community ecology**. Oxford: Wiley-Blackwell Publishing, 2008. p. 384-408.
- CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.
- DENT, D. H.; WRIGHT, S. J. The future of tropical species in secondary forests: a quantitative review. **Biological Conservation**, Boston, v. 142, n. 12, p. 2833-2843, 2009.
- EMBRAPA. **Solos do estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 745 p.
- EPAGRI. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. CD 1. Versão eletrônica.
- FELFILI, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in Central Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 91, n. 2-3, p. 235-245, 1997.
- FIORENTIN, L. D.; TÊO, S. J.; SCHNEIDER, C. R.; COSTA, R. H.; BATISTA, S. Análise florística e padrão espacial da regeneração natural em área de Floresta Ombrófila Mista na região de Caçador, SC. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 60-70, 2015.
- FLORADO BRASIL. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 07 junho 2016.
- GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; SOBRAL, M.; UHLMANN, A.; LINGNER, D. V.; RIGON-JÚNIOR, M. J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; KORTE, A. Inventário florístico florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Ombrófila Mista. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 2, p. 201-210, 2013.
- HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; BUZZI JUNIOR, F.; NEGRINI, M.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; SANTOS, K. F.; VEFAGO, M. B. Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 251-259, 2015.
- 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.
- HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: Editora UFPR, 2008. 164 p.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 271p.
- KERSTEN, R. A.; BORGIO, M.; GALVÃO, F. Floresta Ombrófila Mista: aspectos fitogeográficos, ecológicos e métodos de estudo. In: EISENLOHR, P. V.; FELFILI, J. M.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 156-182.
- 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**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 35-47, 2010.
- KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, Itajaí, v. 12, p. 17-44, 1960.
- KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 32, p. 165-389, 1980.
- LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 13, n. 24, p. 51-73, 2002.
- MAÇANEIRO, J. P.; SCHORN, L. A.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C. Structure of the tree component and indicator species in different types of forests in the Itajaí-Mirim river, Southern Brazil. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Jordan, v. 9, n. 33, p. 392-397, 2015a.
- MAÇANEIRO, J. P.; SEUBERT, R. C.; SCHORN, L. A. Fitossociologia de uma floresta pluvial subtropical primária no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 555-566, 2015b.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Malden: Blackwell Publishing, 2004. 256 p.
- MEYER, L.; GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; SCHORN, L. A.; VIBRANS, A. C.; LINGNER, D. V.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; KORTE, A. Regeneração natural da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. (Ed.). **Inventário florístico florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau: Edifurb, 2013. p. 191-222.
- NARVAES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2005.
- 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**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.
- PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Regeneração de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1107-1119, 2011.
- PAN, Y.; BIRDSEY, R. A.; FANG, J.; HOUGHTON, R.; KAUPPI, P. E.; KURZ, W. A.; PHILLIPS, O. L.; SHVIDENKO, A.; LEWIS, S. L.; CANADELL, J. G.; CIAIS, P.; JACKSON, R. B.; PACALA, S. W.; MCGUIRE, A. D.; PIAO, S.; RAUTIAINEN, A.; SITCH, S.; HAYES, D. A large and persistent carbon sink in the world's forests. **Science**, New York, v. 333, n. 6045, p. 988-993, 2011.
- RIGUEIRA, D. M. G.; MOLINARI, A. L. M.; MARIANO, D. L. S.; REIS, R. M.; PORTUGAL, A. B.; SANTANA, N. S.; SANTOS, R. A. Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 1, p. 197-202, 2012.
- SANTA CATARINA. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis: GAPLAN/SUEGI, 1986. 173 p.
- SANTOS, S. C.; BUDKE, J. C.; MULLER, A. Regeneração de espécies arbóreas sob a influência de *Merostachys multiramea* Hack. (Poaceae) em uma floresta subtropical. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 1, p. 218-229, 2012.

- SEVEGNANI, L.; UHLMANN, A.; GASPER, A. L.; VIBRANS, A. C.; STIVAL-SANTOS, A.; VERDI, M.; DREVECK, S. Estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. (Ed.). **Inventário florístico florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau: Edifurb, 2013. p. 255-271.
- SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 448 p.
- SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.; FERTNETO, J.; HESS, A. F. Relações florísticas e fitossociológicas de uma Floresta Ombrófila Mista Montana secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 193-206, 2012b.
- SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; GRUDTNER, A.; ZECH, D. F. Caracterização fitossociológica e fitogeográfica de um trecho de floresta ciliar em Alfredo Wagner, SC, como subsídio para restauração ecológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 579-593, 2013.
- SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2012a. p. 326-352.
- SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C.; REIS, M. S. Classificação da vegetação secundária em estágios de regeneração da Mata Atlântica em Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 369-378, 2013.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Perth, v. 75, n. 1, p. 81-86, 1988.
- THOMAS, W. W.; CARVALHO, A. M. V.; AMORIM, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBELÁEZ, A. L. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brasil. **Biodiversity and Conservation**, New York, v. 7, n. 3, p. 311-322, 1998.
- VIBRANS, A. C.; McROBERTS, R. E.; MOSER, P.; NICOLETTI, A. L. Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic forest in the Brazilian state of Santa Catarina. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier, v. 130, n. 3, p. 87-95, 2013.
- VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; UHLMANN, A.; SCHORN, L. A.; SOBRAL, M. G.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V.; BROGNI, E.; KLEMZ, G.; GODOY, M. B.; VERDI, M. Structure of Mixed Ombrophylous Forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in southern Brazil. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 59, n. 3, p. 1371-1387, 2011.
- WEINER, J.; SOLBRIG, O. T. The meaning and measurement of size hierarchies in plant populations. **Oecologia**, Heidelberg, v. 61, n. 3, p. 334-336, 1984.
- WIRTH, C.; MESSIER, C.; BERGERON, Y.; FRANK, D.; FANKHÄNEL, A. Old-growth forest definitions: a pragmatic view. In: WIRTH, C.; GLEIXNER, G.; HEIMANN, M. (Ed.). **Old-growth forests: function, fate and value**. New York: Springer, 2009. p. 11-33.