

MAIOR ABERTURA DE DOSEL FACILITA O DESENVOLVIMENTO DE *Merostachys multiramea* HACK. EM UMA FLORESTA SUBTROPICAL ALTO MONTANA

A higher canopy openness facilitates *Merostachys multiramea* HACK. Development in an upper Montane Subtropical Forest

MOREIRA, K.
SMANIOTTO, L.
SANTOS, M.P.V.
BUDKE, J.C.

Recebimento: 14/02/2013 - Aceite: 23/04/2013

RESUMO: As diferentes condições ambientais em áreas de borda e interior de floresta podem promover mudanças nos parâmetros populacionais de espécies vegetais. Neste sentido, espera-se que a alta capacidade competitiva da bambusea *Merostachys multiramea* Hack. seja favorecida em áreas com maior descontinuidade de dossel e luminosidade. O objetivo deste trabalho foi analisar variáveis ambientais de abertura de dossel, luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar e parâmetros estruturais de *M. multiramea*, buscando identificar relações entre as variáveis ambientais e influência destas sobre parâmetros estruturais e na abundância desta bambúsea num gradiente borda-interior. O levantamento foi realizado na Fazenda Tamanduá, município de Vargem Bonita, sul do Brasil, a partir de 16 unidades amostrais distribuídas no gradiente. A maior abertura do dossel interferiu na luminosidade, influenciando na temperatura e umidade do ar. Verificou-se maior número de colmos nas áreas de borda, bem como maior altura e número de rebrotes. Quanto aos teores de clorofila, verificou-se maior média de clorofila *a* e *b* em ambiente de borda. A maior abertura de dossel desencadeia uma série de alterações ambientais, que, por sua vez, influenciam diretamente sobre os parâmetros estruturais e na abundância de *Merostachys multiramea*, interferindo diretamente na sua maior ocorrência e desenvolvimento em bordas florestais.

Palavras-chave: Efeito de borda. Luminosidade. Densidade populacional. Sul do Brasil.

ABSTRACT: Different environmental conditions associated to edge-interior forest gradients may promote changes in population parameters of plant species. On this way, current hypothesis predicts that the high competitiveness of the bamboo *Merostachys multiramea* Hack. is favored in those areas with higher light conditions. The aim of this work was to analyze environmental variables of canopy openness, light, temperature and air relative humidity and structural parameters of *M. multiramea* to seek for relationships between environmental variables and the influence of such conditions on the structure parameters and population abundance of this bamboo in an edge-interior gradient. The survey was conducted at the Tamanduá Farm, Vargem Bonita county, southern Brazil, from 16 sampling units distributed into the gradient. Higher canopy openness influenced light conditions, which played a key role on temperature and air humidity conditions. We verified higher sprouting at edge areas as well as higher mean culm height and number of culms. Regarding chlorophyll contents, plants from edge areas showed higher *a* and *b* values. Higher canopy openness promoted several changes on environment conditions that, in turn, directly influenced on structure parameters and on the abundance of *Merostachys multiramea*, which keep its abundance higher at forest edges.

Keywords: Edge effect. Lightness. Population density. Southern Brazil

Introdução

A perda de habitats provocada pela destruição ou alteração de ambientes naturais está entre as principais ameaças à diversidade biológica e, juntamente com a fragmentação de habitats, vem se tornando um dos mais fortes agentes de perda de espécies (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Uma das consequências do processo de fragmentação florestal é a criação de bordas florestais, que levam a modificações nas condições microclimáticas nos remanescentes (CAMARGO e KAPOS, 1995).

A região oeste do estado de Santa Catarina sofreu intensas interferências e impactos relacionados à conversão das florestas (KLEIN, 1978) a partir do desenvolvimento pecuário, além dos cultivos agrícolas, como soja, batata

e maçã nas áreas de ecótonos entre floresta e campos naturais (ROSÁRIO, 1996). Este processo tem gerado alta fragmentação florestal e redução dos ambientes naturais, bem como a homogeneização das paisagens agrícolas, restando apenas pequenos remanescentes da vegetação original.

As mudanças propiciadas pelo efeito de borda causam alterações na abundância relativa e na composição de espécies vegetais, bem como o aumento, recrutamento e densidade de espécies pioneiras (LAURANCE et al., 1998; SIZER e TANNER, 1999), e diminuição na densidade de plântulas de espécies tolerantes à sombra (BENITEZ-MALVIDO, 1998).

Merostachys multiramea Hack. (Poaceae) é uma bambúsea frequente em ambiente de borda, apresentando floração cíclica massiva a cada 31-33 anos (SCHIMIDT e LONGHI-

WAGNER, 2009). No sul do Brasil, o último evento reprodutivo registrado foi entre 2006 e 2008. Após a floração, todos os colmos de bambu morreram e geraram clareiras de tamanhos diferentes no interior das florestas (BUDKE et al., 2010).

De acordo com Sanquetta (2007), a grande densidade de taquaras no sub-bosque de remanescentes degradados dificulta os processos regenerativos, reduz o crescimento e acelera o processo de mortalidade de espécies arbóreas. Além disto, devido ao complexo sistema rizomatoso e densidade de colmos, que podem chegar até o dossel, os bambus têm sido considerados como fatores de interferência negativa na dinâmica florestal (FRANCO, 2008). Alguns estudos realizados em florestas subtropicais e temperadas tem demonstrado que bambus são colonizadores agressivos e podem interferir na regeneração natural ao suprimir ou retardar o recrutamento e a colonização de espécies arbóreas, além de afetar a sobrevivência e o crescimento de indivíduos adultos (GONZALES et al., 2002). Por outro lado, diversos autores tem relatado que a morte, queda e subsequente abertura de clareiras podem gerar um momento específico para aumentar o recrutamento e estabelecimento de espécies arbóreas, tornando estas áreas biodiversas em função da dinâmica de mosaicos oriundas de clareiras (MONTTI et al., 2011).

A proposta deste estudo foi comparar os parâmetros estruturais de *Merostachys multiramea* em ambiente de borda e interior em um remanescente de Florest Ombrófila Mista Alto Montana, avaliando as possíveis relações entre as relações desta espécie com mudanças nas condições microclimáticas destes ambientes. Dessa forma, investigaram-se as seguintes questões: (1) Existe diferença na abertura média do dossel em áreas de borda e interior da floresta? (2) Existe diferença nas

médias de luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar entre os dois ambientes? (3) Como as variáveis ambientais interagem? (4) Existe diferença nos parâmetros estruturais de *M. multiramea* na borda e no interior da floresta?

Material e métodos

Área de estudo

O levantamento de *Merostachys multiramea* foi realizado na Fazenda Tamanduá (ponto central nas coordenadas 26°53'51.52"S, 51°42.19.82"O), localizada no município de Vargem Bonita, SC, com uma extensão aproximada de 1.400 ha, dos quais 300 ha são de reflorestamento com espécies exóticas de Eucalipto e Pinus. A área apresenta alta incidência de *M. multiramea*, sendo encontrada de maneira densa tanto em fragmentos de vegetação nativa (interior e borda), quanto nos talhões de espécies exóticas. A área está inserida no âmbito da Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária), em uma região específica alto montana (acima de 1.000 s.n.m). A vegetação da floresta com araucária não constitui uma vegetação homogênea e contínua, sendo formada por diferentes tipologias florestais, onde *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze predomina no dossel superior (JARENKOW e BUDKE, 2009; KLEIN, 1978).

Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no mês de janeiro de 2013, onde foram estabelecidas 16 unidades amostrais de 4 m x 4 m cada, distribuídas igualmente em duas áreas pré-definidas, oito na borda e oito no interior do fragmento de vegetação nativa. Em cada unidade amostral foi obtida uma imagem hemisférica do dossel, as quais foram analisadas

no programa *Gap light analyzer 2.0*, para se avaliar a porcentagem de descontinuidade do dossel em cada uma das áreas (FRAZER et al., 1999). Da mesma forma, foram obtidas estimativas de luminosidade com auxílio de um luxímetro e de temperatura e de umidade relativa do ar com um termohigrômetro.

Foram anotados os parâmetros estruturais de todos os indivíduos de *M. multiramea* com altura mínima de 0,20 m existentes em cada uma das unidades amostrais. Além da altura dos indivíduos, que foi medida com o auxílio de trena, foram mensurados índices de clorofila *a* e *b* com auxílio de um cloroflóg CFL 1030 (Falker Ltda, Porto Alegre, Brasil) e também realizada a contagem de rebrotes e indivíduos mortos em cada unidade amostral.

Análise dos dados

Para avaliar a diferença de abundância de *M. multiramea* em ambientes de borda e interior de floresta, bem como no intuito de identificar as diferenças de variáveis

ambientais (abertura do dossel, luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar) e parâmetros estruturais (altura, nº de rebrotes, colmos mortos, clorofila *a* e *b*), foram aplicados testes *t* (ZAR, 1999). Foram aplicados testes de regressão linear, buscando identificar as relações existentes entre as variáveis ambientais analisadas: abertura do dossel e luminosidade; abertura do dossel e temperatura; temperatura e umidade relativa do ar. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

Resultados e discussão

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,001$) para todas as variáveis ambientais analisadas nos ambientes de borda e interior de floresta, revelando a existência de diferenças entre a abertura do dossel, luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar nas áreas estudadas (Tabela 1).

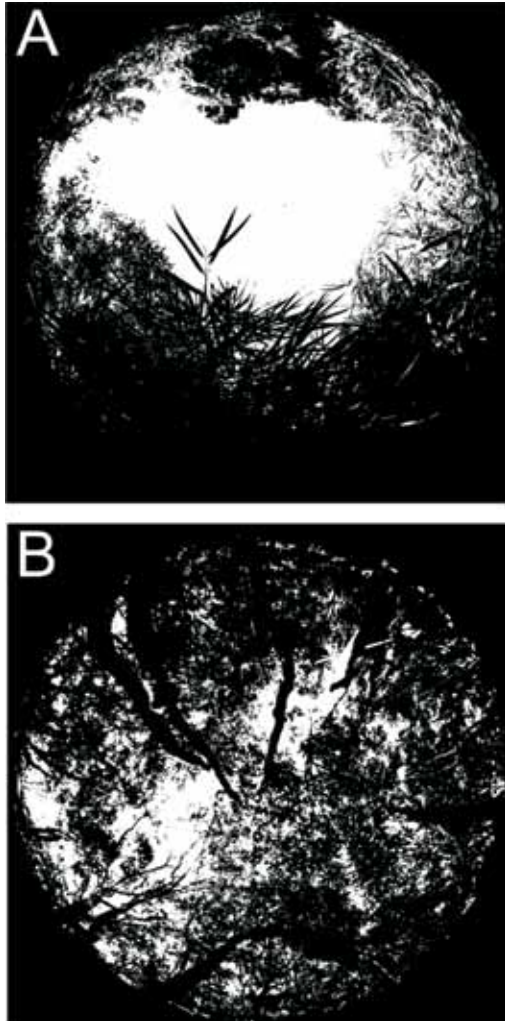
Tabela 1 - Variáveis ambientais amostradas em dois ambientes florestais (borda e interior) num remanescente de Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, sul do Brasil.

Variáveis ambientais	Ambientes		Teste <i>t</i>	<i>p</i>
	Interior	Borda		
Abertura do dossel (%)	26,92±5,43	39,83±3,12	-6,44	<0,0001
Temperatura (°C)	23,25±0,11	28,08±0,33	-38,83	<0,0001
Umidade relativa do ar (%)	44,67±0,54	34,92±1	24,01	<0,0001
Luminosidade (Lux)	324,75±71,81	1336,12±250,14	-10,99	<0,0001

A Figura 1 permite uma imagem visual das diferenças na abertura de dossel nos ambientes de borda e interior de floresta, respectivamente, revelando que a maior abertura de dossel é encontrada nas áreas de borda. Inácio e Jarenkow (2008), avaliando a relação

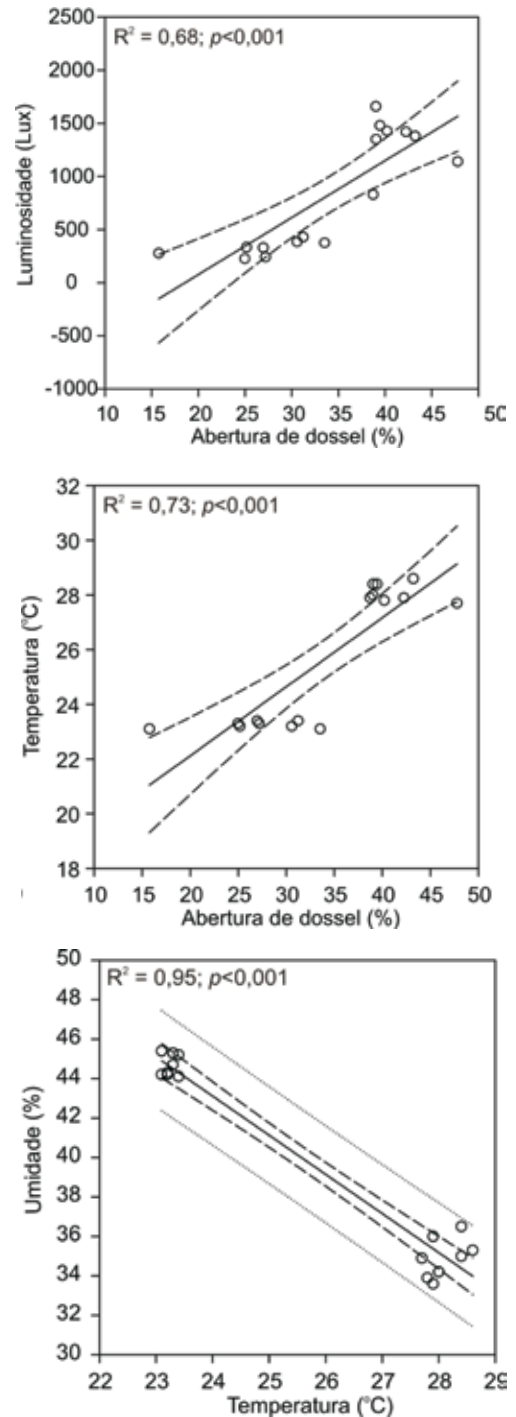
entre descontinuidade de dossel e ocorrência e abundância de espécies herbáceas terrícolas, indicaram que o aumento na descontinuidade do dossel aumentou a cobertura por espécies herbáceas, em uma floresta subtropical.

Figura 1 - Fotografias hemisféricas obtidas em ambiente de borda (A), com predomínio de *Merostachys multiramea* e em ambiente de interior (B) com predomínio de indivíduos de espécies arbóreas.



As análises de regressão linear revelaram dependência direta entre as variáveis ambientais analisadas (Figura 2). Neste sentido, houve relação positiva entre abertura de dossel e luminosidade ($R^2 = 0,68$; $p < 0,001$), ou seja, quanto maior a abertura do dossel, maior a luminosidade e esta, por sua vez, exercendo influência na temperatura do ar ($R^2 = 0,73$; $p < 0,001$), que tende a reduzir a umidade relativa do ar ($R^2 = 0,95$; $p < 0,001$) (Figura 2).

Figura 2 - Relações entre abertura de dossel e luminosidade, abertura de dossel e temperatura do ar e temperatura do ar e umidade do ar em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, sul do Brasil.



Quanto aos parâmetros estruturais de *Merostachys multiramea*, houve maior número de colmos, altura média e número médio de rebrotes por planta nos ambientes de borda (Tabela 2). Tais resultados corroboram os

resultados de outros trabalhos, os quais tem demonstrado maior biomassa destas bambúseas em ambientes com maior luminosidade (GRISCOM e ASHTON, 2003; BUDKE et al., 2010).

Tabela 2 - Parâmetros estruturais de *Merostachys mutiramea* em ambientes de borda e interior de floresta em uma área de Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, sul do Brasil. Valores representam média \pm desvio-padrão.

Parâmetros estruturais	Ambientes		teste <i>t</i>	<i>p</i>
	Interior	Borda		
Abundância de colmos	26 \pm 17,30	217,5 \pm 16,69	-22,52	<0,0001
Altura média	0,44 \pm 0,08	2,46 \pm 0,00	-65,21	<0,0001
Rebrotes	2,08 \pm 0,30	5,23 \pm 0,00	-29,17	<0,0001
Colmos mortos	12,5 \pm 11,88	0	-2,97	0,0103
Clorofila <i>a</i>	28,52 \pm 1,33	30,22 \pm 0,00	-3,6	<0,004
Clorofila <i>b</i>	8,71 \pm 1,43	10,43 \pm 0,00	-3,38	<0,0058

Merostachys multiramea apresenta alto investimento em produção de biomassa, compensado por longos intervalos entre reprodução (*trade off*), caracterizando uma compensação típica em espécies semélparas (MONTTI, 2011). Corroborando com esta premissa, Santos et al. (2012) afirmaram que a forma de reprodução vegetativa por meio de rizomas, muito comum nestas espécies, além do rápido crescimento e da elevada densidade de colmos por área, tornam as espécies de bambu altamente competitivas.

Para os teores de clorofila, tanto a clorofila *a* quanto *b* apresentaram maiores teores no ambiente de borda (Tabela II). A relação entre os teores de clorofila *a* e *b* foram de 3,27 (interior) e 2,89 (borda). Embora a relação entre clorofilas tenha sido menor no ambiente de borda, os valores médios de clorofila *a* são elevados, indicando que estas plantas possuem alta capacidade de tolerar condições de pleno sol, com maiores chances de sobrevivência, devido à maior concentração de clorofila *a* nas folhas. Assim, altos níveis de luminosidade não parecem ser um fator limitante para o desenvolvimento das plântulas de *Merostachys multiramea* (SCALON et al., 2003).

Um aspecto crucial sobre a dinâmica populacional de bambuseas em ambientes florestais é que tais espécies não mantem bancos de sementes, ocorrendo um massivo processo de germinação logo após a morte e queda dos bambus. Conforme discutido por Budke et al. (2010), embora a germinação desta espécie seja sincrônica, plântulas podem ser encontradas tanto em ambientes sombreados como em pleno sol, ou seja, em clareiras formadas pela queda de árvores ou pela própria eliminação da biomassa de colmos preexistente. Tal premissa corrobora aspectos do modelo proposto por Griscom e Ashton (2003), considerando que a espécie pode formar um banco de plântulas, independente do ambiente. Logo, o investimento em um banco de plântulas e com elevada capacidade de rebrote e desenvolvimento em altura em ambientes com alta luminosidade geram alto potencial de colonização após eventos catastróficos ou mesmo de pequena escala, excluindo assim outras espécies (BUDKE et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

O aumento da biomassa, caracterizado pela maior altura média, abundância de colmos e número de rebrotes em indivíduos de *M. multiramea* localizados em áreas

de borda, quando comparados em áreas de interior de floresta, demonstra que, além de ser altamente adaptada para se desenvolver em ambos os ambientes, a torna uma espécie favorecida pela presença de clareiras ou áreas abertas, comuns em ambientes de borda. Nossos resultados apontam para um maior vigor desta espécie neste ambiente, o que pode dificultar ou mesmo restringir o recrutamento de indivíduos de espécies arbóreas. Além disto, conforme relatado por Gallardo et al. (2008), a presença dos colmos de bambu e consequente barreira mecânica para dispersores de grande porte dificulta a própria chegada de sementes, tornando o processo de recrutamento por espécies arbóreas ainda mais difícil.

Uma vez que a morte e queda dos colmos não aumentam consideravelmente o aporte de nutrientes em áreas de clareiras, além de gerar uma camada espessa de material em decomposição, o desenvolvimento da vegetação arbórea pode ser facilitado apenas no primeiro momento após eventos de floração e frutificação, quando ocorre maior luminosidade (MONTTI et al., 2011). Neste sentido, o sucesso da regeneração de espécies arbóreas estará restrito a uma pequena janela de tempo

e de aporte de recursos, conforme relatado pelos autores, antes que as plântulas da nova geração de *M. multiramea* comecem a ocupar o espaço deixado pela própria espécie.

Considerações finais

A maior luminosidade ocorrente em áreas de borda, quando comparadas ao interior florestal, gera mudanças ambientais significativas e percebidas por meio da maior temperatura média e menor umidade do ar. Estas mudanças promoveram efeitos diretos no vigor de *Merostachys multiramea*, avaliado por meio da altura média das plantas, número de colmos e rebrote médio por planta. Os maiores níveis de clorofila, em plantas de ambiente de borda, também reforçam que a elevada luminosidade destas áreas não parece dificultar seu estabelecimento, mas que contribui diretamente para um crescimento mais rápido, dificultando, conseqüentemente, a regeneração de espécies arbóreas. Desta forma, concluímos que a bambusea se desenvolve de forma mais rápida em ambientes de borda, num incremento de biomassa diretamente associado às condições ambientais existentes.

AUTORES

Karine Moreira - Bióloga, Mestranda do PPG Ecologia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI, Campus de Erechim, RS, Brasil.

Leila Smaniotto - Bióloga, Mestranda do PPG Ecologia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI, Campus de Erechim, RS, Brasil.

Marina Petzen Vieira dos Santos - Bióloga, Mestranda do PPG Ecologia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI, Campus de Erechim, RS, Brasil.

Jean Carlos Budke – Biólogo. Dr. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI, Erechim, RS, Brasil.

REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A. **BIOESTAT**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, PA. 2007.
- BENITEZ-MALVIDO, J. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. **Conservation Biology**, v. 12, p. 380-389, 1998.
- BUDKE, J.C.; ALBERTI, M.S.; ZANARDI, C.; BARRATO, C.; ZANIN, E.M. Bamboo dieback and tree regeneration responses in a subtropical forest of South America. **Forest Ecology and Management**, v. 260, p. 1345-1349, 2010.
- CAMARGO, J.L.C.; KAPOS, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 205-221, 1995.
- FRANCO, A.M.S. Estrutura, diversidade e aspectos ecológicos do componente arbustivo e arbórea em uma floresta estacional, Parque Estadual do Turvo, sul do Brasil. **Tese**. (Doutorado em Botânica). Porto Alegre, UFRGS, 2008.
- FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. **Gap Light Analyzer (GLA)**: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Burnaby/New York: Simon Fraser University/Institute of Ecosystem Studies, 1999.
- GALLARDO, A.; MONTTI, L.; BRAVO, S.P. Efectos del tacuarembó (*Chusquea ramosissima*, Poaceae) sobre el proceso de dispersión de semillas en la Selva Misionera. **Ecología Austral**, n. 18, p. 347-356, 2008.
- GONZÁLEZ, M.E.; VEBLEN, T.T.; DONOSO, C.; VALERIA, L. Tree regeneration responses in a lowland *Nothofagus* dominated forest after bamboo died-back in South-Central Chile. **Plant Ecology**, n. 161, 59-73, 2002.
- GRISCOM, B.W.; ASHTON, P.M.S. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in southeastern Peru. **Forest Ecology and Management**, v. 175, p. 445-454, 2003.
- INACIO, C.D.; JARENKOW, J.A. Relações entre a estrutura da sinúsia herbácea terrícola e a cobertura do dossel em floresta estacional no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, p. 41-51. 2008.
- JARENKOW, J.A.; BUDKE, J.C. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes florestais com *Araucaria angustifolia* no Brasil. In: FONSECA, C.S.D.; SOUZA, A.F.; ZANCHET, A.M.L.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADE, G.M.S. (Orgs.). **Floresta com Araucária**: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Ribeirão Preto: Holos, p. 113-126, 2009.
- KLEIN, R.M. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.
- LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; RANKIN-DE-MERONA, J.M.; LAURANCE, S.; HUTCHINGS, R.W.; LOVEJOY, T.E. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation Biology**, v. 12, p. 460-464, 1998.
- MONTTI, L.; CAMPANELLO, P.I.; GATTI, M.G.; BLUNDO, C.; AUSTIN, A.T. Understory bamboo flowering provides a very narrow light window of opportunity for canopy-tree recruitment in a neotropical forest of Misiones, Argentina. **Forest Ecology and Management**, v. 262, p. 1360-1369, 2011.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: PLANTA, 2001.

ROSÁRIO, L.A. **As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente.** Florianópolis: Pallotti, 1996.

SANQUETTA, R.C. Controle de taquaras como alternativa para a recuperação da Floresta com Araucária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 45-53, 2007.

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**, v. 26, p. 218-229, 2012.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; RIGONI, M.R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robins sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, p. 753-758, 2003.

SIZER, N.; TANNER, E.V.J. Response of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. **Biological Conservation**, v. 91, p. 135-142, 1999.

SCHIMIDT, R.; LONGHI-WAGNER, H.M. A tribo bambuseae (Poaceae: Bambusoideae) no Rio Grande do Sul. Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, p. 71-128, 2009.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**, Prentice Hall, Upper Saddle River: NJ, 1999.

