

## **DISTRIBUIÇÃO E RIQUEZA DE ESPÉCIES ARBÓREAS RARAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA AO LONGO DE UM GRADIENTE ALTITUDINAL, EM SANTA CATARINA<sup>1</sup>**

Tiago de Souza Ferreira<sup>2</sup>, Pedro Higuchi<sup>3</sup>, Ana Carolina Silva<sup>3</sup>, Adelar Mantovani<sup>3</sup>, Amanda Koche Marcon<sup>2</sup>, Bruna Salami<sup>2</sup>, Fernando Buzzi Junior<sup>4</sup>, Roni Djeison Ansolin<sup>4</sup>, Marco Antonio Bento e Angélica Dalla Rosa<sup>4</sup>

**RESUMO** – Este estudo teve por objetivo analisar como a distribuição e riqueza de espécies raras em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista ocorrem ao longo de um gradiente altitudinal. Para isso, espécies arbóreas (diâmetro à altura do peito  $\geq 5$  cm) foram amostradas em 10 fragmentos florestais localizados em diferentes pisos altitudinais do Planalto Sul-Catarinense, em uma área total de 10 ha. As espécies que apresentaram número de indivíduos igual ou inferior a 2 em pelo menos um fragmento foram classificadas como raras. A distribuição das espécies foi verificada por meio de dendrograma construído a partir do índice de distância florística de Jaccard e do algoritmo de agrupamento UPGMA. A riqueza total de espécies por fragmento e o número de espécies raras foram comparados entre as subformações montana e alto-montana, por meio do teste de Mann-Whitney (U). As relações entre altitude e os valores de riqueza total e número de espécies raras em cada fragmento foram determinadas por regressões lineares simples. Os resultados indicaram a formação de dois grandes grupos de espécies raras em função do piso altitudinal. Apesar de a riqueza total das comunidades reduzir com o aumento da altitude, o número de espécies raras não apresentou alterações significativas. Conclui-se que na região do Planalto Sul-Catarinense os fragmentos de Floresta Ombrófila Mista apresentam diferentes conjunto de espécies arbóreas raras de acordo com a altitude e que a diminuição da riqueza das comunidades com o aumento do piso altitudinal não é acompanhada pela redução do número de espécies raras.

Palavras-chave: Raridade; Floresta com araucária; Florestas montanas e alto-montanas.

## ***DISTRIBUTION AND RICHNESS OF RARE TREE SPECIES IN ARAUCARIA FOREST FRAGMENTS, ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT, IN SANTA CATARINA STATE, BRAZIL***

**ABSTRACT** – *The present study aimed to analyze how the distribution and the richness of rare tree species occur along an altitudinal gradient, in Araucaria Forests fragments. For this purpose, tree species (diameter at breast height  $\geq 5$  cm) were sampled in 10 forest fragments located on different altitudinal floors in “Planalto Sul-Catarinense” region, totaling 10 ha of sampling area. The species with only one or two individuals in at least one fragment were classified as rare. The species distribution was verified by a dendrogram constructed through the Jaccard floristic distance index and the UPGMA clustering algorithm. The total species richness per fragment and the number of rare species were compared among montane and upper-montane sub-formation by the Mann-Whitney (U) test. The relationship between altitude and values of total richness and number*

---

<sup>1</sup> Recebido em 13.12.2013 aceito para publicação em 02.02.2015.

<sup>2</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, Santa Catarina, Brasil. E-mail: <tiagoferreira@florestal.eng.br>, <amandamarcon@yahoo.com.br> e <brunaflorestal@yahoo.com.br>.

<sup>3</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Florestal, Lages, Santa Catarina, Brasil. E-mail: <higuchip@gmail.com>, <carol\_sil4@yahoo.com.br>, <a2ama@cav.udesc.br>.

<sup>4</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina, Graduando em Engenharia Florestal, Lages, Santa Catarina, Brasil. E-mail: <buzziifjr@hotmail.com>, <roni\_ansolin@hotmail.com>, <marco\_a\_bento@hotmail.com> e <angelica.dalla.rosa@hotmail.com>.



*of rare species in each fragment were determined by simple linear regressions. The results indicated the formation of two groups of rare species, in function of the altitude floor. Despite the fact that total richness of communities decreased with increasing altitude, the number of rare tree species did not significantly change. We conclude that in the "Planalto Sul-Catarinense" region, the fragments of Araucaria Forest have different set of rare tree species according to altitude and that the reduction of the richness of communities with increasing altitudinal floor is not accompanied by a reduction in the number of rare species.*

*Keywords: Rarity; Araucaria forest; Montane and upper-montane forest.*

## 1. INTRODUÇÃO

Espécies arbóreas localmente raras apresentam elevado valor ecológico, por representarem importante componente da diversidade de espécies e possuírem baixa redundância funcional (MOUILLOT et al., 2013). Dessa forma, a conservação delas é de grande importância para a manutenção e funcionamento de ecossistemas florestais diversos. No entanto, por apresentarem tamanho populacional reduzido ou distribuição geográfica restrita (CAIAFA; MARTINS, 2010), essas espécies são particularmente sensíveis à extinção local, o que torna necessário o entendimento da ecologia desse grupo, com o propósito de subsidiar estratégias de conservação, principalmente em paisagens fragmentadas, como a Floresta Atlântica. Assim, para a compreensão da organização de espécies raras em fragmentos florestais em escala regional, é fundamental o entendimento de que fatores ambientais são determinantes na distribuição de espécies arbóreas. No Domínio Atlântico, vários estudos têm destacado que elevada substituição de espécies ocorre em função de gradientes altitudinais (e.g. OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2000; HIGUCHI et al., 2012a). Isso ocorre devido às consequências que as mudanças no piso altitudinal podem ocasionar na temperatura (PENDRY; PROCTOR, 1997), pluviosidade (MONTANA; VALIENTE-BANUET, 1998), ventos (RICHTER, 2000), incidência de neblina, umidade relativa do ar, características do solo, drenagem e topografia (LIEBERMAN et al., 1985). Whittaker et al. (2001) citaram que, em escala local, mecanismos biológicos têm sido reconhecidos como preponderantes para a biodiversidade, enquanto na macroescala e fatores climáticos têm maior importância. Além da rotatividade de espécies, outro padrão frequentemente observado é o decréscimo monotônico da riqueza com o aumento altitudinal (RAHBK, 2005; McCAIN, 2009).

O estudo da organização e distribuição de espécies arbóreas raras em gradientes altitudinais pode gerar

informações ecológicas de grande importância para o manejo desse grupo de espécies, com implicações importantes para o desenvolvimento de melhores estratégias para a conservação da diversidade de espécies, gestão dos recursos naturais e sua utilização de forma sustentável (GRYTNES; VETAAS, 2002). Por isso, este trabalho teve como objetivos: i) avaliar se ocorre substituição de espécies arbóreas raras ao longo do gradiente altitudinal em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, região fitoecológica do Planalto Sul-Catarinense; ii) verificar se existem diferenças significativas entre a riqueza de espécies arbóreas e o número de espécies raras entre as subformações da Floresta Ombrófila Mista; e iii) constatar se a riqueza das comunidades e o número de espécies raras apresentam decréscimo monotônico com o aumento da altitude.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área de estudo

Os fragmentos estudados estão inseridos nas Bacias Hidrográficas do Rio Canoas e do Rio Pelotas, em diferentes pisos altitudinais (Tabela 1). Em cada local foi amostrado 1 ha de área, totalizando 10 ha amostrados, sendo 5 ha em cada subformação da FOM (Montana até 1.000 m e Alto-Montana acima de 1.000 m). De acordo com a classificação de Köppen, a região possui clima Cfb, apresentando chuvas bem distribuídas durante o ano e sem estação seca. A precipitação média anual nas unidades amostrais, segundo Hijmans et al. (2005), é de 1.400 a 1.600 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano. A temperatura média anual na região é de 15 a 16 °C.

O Planalto Catarinense está localizado na porção central do Estado e é formado por relevo bastante variável, apresentando desde relevo montanhoso até suave ondulado, com altitudes oscilando entre 700 e 1.800 m acima do nível do mar. A vegetação dessa região é formada por um mosaico de campos e fragmentos

**Tabela 1** – Fragmentos florestais avaliados na região do Planalto Sul-Catarinense. Alt. = Altitude.**Table 1** – Studied forest fragments, in “Planalto Sul-Catarinense” region. Alt. = Altitude.

Município	Localidade	Alt. (m)	Latitude	Longitude	Formação
São José do Cerrito	Amola Faca	950	27°44'53" S	50°26'00" O	Montana
Lages	Epagri	940	27°48'17" S	50°20'04" O	Montana
Lages	Guará	960	27°51'03" S	50°19'03" O	Montana
Lages	PARNAMUL	970	27°47'21" S	50°20'50" O	Montana
Lages	Pedras Brancas 1	1000	27°51'38" S	50°11'37" O	Montana
Lages	Pedras Brancas 2	1050	27°51'16" S	50°09'58" O	Alto-Montana
Lages	Coxilha Rica	1100	28°07'44" S	50°19'34" O	Alto-Montana
Painel	Farofa	1400	27°55'42" S	49°56'49" O	Alto-Montana
Bom Jardim da Serra	Bom Jardim	1350	28°20'30" S	49°44'33" O	Alto-Montana
Urubici	Mundo Novo	1600	28°04'27" S	49°37'33" O	Alto-Montana

de FOM, adaptada a um inverno rigoroso com ocorrência frequente de geada e neve (HIGUCHI et al., 2013). As áreas de maior altitude dessa região são comumente caracterizadas por baixas temperaturas, sendo também comum a formação de nuvens, o que caracteriza um ambiente nebuloso, com menor incidência de radiação solar e elevada umidade relativa do ar, o que conduz a uma baixa capacidade evapotranspirativa que, associada à predominância de solos pouco profundos, reflete um ambiente ecologicamente muito seletivo (HIGUCHI et al., 2013).

## 2.2. Coleta dos dados

Os dados foram obtidos a partir do banco de dados do Laboratório de Dendrologia (LABDENDRO) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Em cada unidade amostral, todos os indivíduos arbóreos que apresentaram DAP (diâmetro à altura do peito medido a 1,30 m) igual ou superior a 5 cm foram inventariados. As parcelas foram distribuídas nas unidades amostrais de forma a procurar amostrar adequadamente as variações ambientais, como borda x interior e variações ligadas aos tipos de solos e topografia. As identificações foram realizadas por meio de pareceres de especialistas e literatura especializada. As espécies foram classificadas nas famílias de acordo com o sistema APG III (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2009).

## 2.3. Análise dos dados

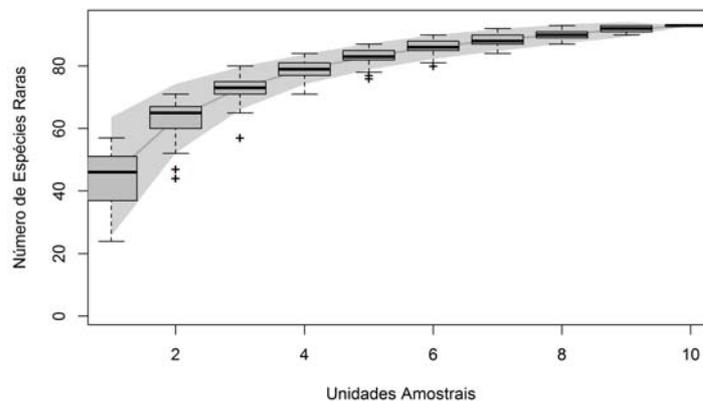
As espécies arbóreas raras foram classificadas com base no tamanho populacional, seguindo os conceitos de “singletons” (espécies representadas por apenas um indivíduo) e “doubletons” (espécies representadas por dois indivíduos) (PRESTON, 1962; GASTON, 1994). Dessa forma, as espécies arbóreas

que apresentaram número de indivíduos igual ou inferior a 2 em pelo menos um fragmento foram classificadas como raras, sendo classificadas como não raras as espécies arbóreas que sempre apresentaram número de indivíduos superior a dois nos fragmentos em que ocorreram. Com o objetivo de verificar a eficácia da amostragem realizada, foi gerada uma curva de acumulação de espécies, por meio do método de rarefação (HELTSHE; FORRESTER, 1983).

Para avaliar a relação florística das espécies arbóreas raras presentes nas unidades amostrais na região fitoecológica do Planalto Sul-Catarinense, foi construído um dendrograma por meio do agrupamento hierárquico das áreas, utilizando o índice florístico de Jaccard, como medida de distância; e o algoritmo UPGMA, como método de ligação.

Segundo Gotteli e Colwell (2001), a comparação entre dados brutos geralmente produz resultados equivocados. Assim, a riqueza de espécies arbóreas das comunidades de cada altitude foi comparada por meio do método de rarefação baseada em número de indivíduos, com o intuito de padronizar o esforço amostral nas áreas (GOTTELI; COLWELL, 2001; MAGURRAN, 2004). A comparação entre a riqueza de espécies de cada comunidade e o número de espécies raras foi realizada por meio do teste não paramétrico de Mann-Whitney (U). Para verificar a existência de correlações entre a riqueza da comunidade/número de espécies raras e a cota altitudinal, foram utilizadas regressões lineares simples.

Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013), utilizando a biblioteca Vegan (OKSANEN et al., 2009).



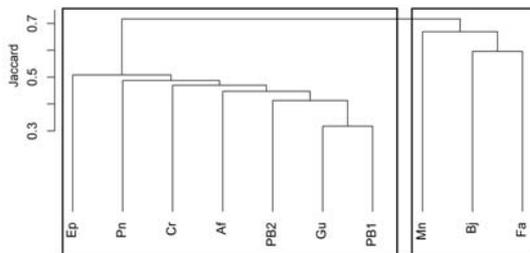
**Figura 1** – Curva de acumulação das espécies arbóreas raras encontradas na região fitoecológica do Planalto Sul-Catarinense, com os desvios-padrão indicados na forma de *box plots*.

**Figure 1** – Rare tree species accumulation curve found in the phytoecological region of “Planalto Sul-Catarinense”, with standard deviations indicated in *box plots*.

### 3. RESULTADOS

Das 143 espécies arbóreas encontradas na região de estudo, um total de 93 foram raras em pelo menos um fragmento. As famílias mais expressivas em número de espécies foram Myrtaceae (21), Asteraceae (oito), Lauraceae (sete) e Solanaceae (seis). E os gêneros que se destacaram foram *Eugenia* (cinco espécies), *Ilex*

(cinco), *Myrceugenia* (cinco), *Solanum* (cinco) e *Myrcia* (quatro). A curva de acumulação de espécies (Figura 1) demonstrou que a amostragem foi adequada para a caracterização florística de espécies raras na região, uma vez que a inclusão da última unidade amostral, que representa 10% da área amostral, resultou em acréscimo de apenas 1,45% na riqueza observada (*sensu* KERSTEN; GALVÃO, 2011).



**Figura 2** – Dendrograma produzido por meio de análise de Cluster das espécies arbóreas raras encontradas na região fitoecológica do Planalto Sul-Catarinense. Ep = Epagri/Lages, Pn = Parnamul/Lages, Cr = Coxilha Rica/Lages, Af = Amola Faca/São José do Cerrito, PB2 = Pedras Brancas 2/Lages, Gu = Guará/Lages, PB1 = Pedras Brancas 1/Lages, Mn = Mundo Novo/Urubici, Bj = Bom Jardim/Bom Jardim da Serra e Fa = Farofa/Painel.

**Figure 2** – Dendrogram produced by cluster analysis of the rare tree species found in the phytoecological region of “Planalto Sul-Catarinense”. Ep = Epagri/Lages, Pn = Parnamul/Lages, Cr = Coxilha Rica/Lages, Af = Amola Faca/São José do Cerrito, PB2 = Pedras Brancas 2/Lages, Gu = Guará/Lages, PB1 = Pedras Brancas 1/Lages, Mn = Mundo Novo/Urubici, Bj = Bom Jardim/Bom Jardim da Serra and Fa = Farofa/Painel.

O dendrograma produzido (Figura 2) indicou a formação de dois grandes grupos floristicamente distintos (Distância de Jaccard, DJ > 0,7) de espécies raras. O menor grupo, com apenas três fragmentos, todos localizados em áreas de elevada altitude (>1.300 m) e com influência nebulosa, apresentou elevada substituição de espécies (DJ > 0,60). O maior grupo, com sete fragmentos localizados em locais de menor altitude, apresentou maior homogeneidade florística (DJ < 0,5).

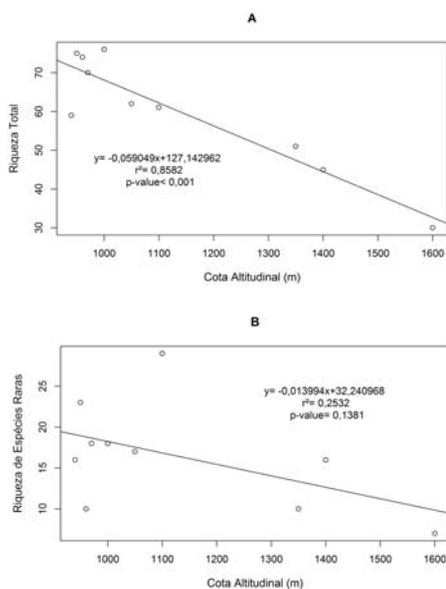
Os valores médios da riqueza total das comunidades e do número de espécies raras foram, respectivamente, 60,3 e 16,4 espécies (Tabela 2). A riqueza total da comunidade nas áreas inseridas na subformação montana ( $70,80 \pm 6,98$ ) foi superior à encontrada nas áreas Alto-Montanas ( $49,80 \pm 13,14$ ) ( $p = 0,03$ ). Já o número de espécies raras ( $17,00$  e  $15,80$ , respectivamente) se manteve equivalente entre as subformações florestais ( $p = 0,52$ ).

As análises das regressões lineares confirmaram os padrões de estruturação da riqueza total das comunidades e de espécies raras entre as subformações

**Tabela 2** – Valores médios da riqueza de toda a comunidade e do número de espécies raras (N. raras) em 10 unidades amostrais de 1 ha, alocadas ao longo de um gradiente altitudinal na região fitoecológica do Planalto Sul-Catarinense.

**Table 2** – Mean values of communities richness and number of rare species (N. rare) in 10 samples of 1 ha allocated along an altitudinal gradient in the phytoecological region of “Planalto Sul-Catarinense”.

Variáveis	Média geral	Média montana	Média alto-montana	p
Riqueza	60,30 (±14,86)	70,80 (±6,98)	49,80 (±13,14)	0,03*
N. raras	16,40 (±6,48)	17,00 (±4,69)	15,80 (±8,46)	0,52



**Figura 3** – Regressão linear entre a cota altitudinal e a riqueza da comunidade (A) e número de espécies raras (B) na região fitoecológica do Planalto Sul-Catarinense.

**Figure 3** – Linear regression between altitude and communities richness (A) and number of rare species (B) in the phytoecological region of “Planalto Sul-Catarinense”.

florestais, de forma que a cota altitudinal teve correlações negativa e significativa apenas com a riqueza total de espécies arbóreas das comunidades (Figura 3).

#### 4. DISCUSSÃO

Para as espécies raras, o padrão de composição florística, indicado pela expressiva participação das famílias Myrtaceae, Asteraceae e Solanaceae e dos gêneros *Myrcia*, *Solanum*, *Myrceugenia* e *Eugenia*, é semelhante ao de estudos que consideram toda a comunidade em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (e.g. NASCIMENTO et al., 2001; FORMENTO et al.,

2004; SEGER et al., 2005; KOZERA et al., 2006; LINGNER et al., 2007; KLAUBERG et al., 2010; HIGUCHI et al., 2012b; NEGRINI et al., 2012; SILVA et al., 2012). A interpretação visual da curva de acumulação permite inferência a respeito de como a riqueza de espécies raras está estruturada nos fragmentos estudados. Observa-se que expressiva proporção de espécies foi contemplada a partir do quarto fragmento, indicando a existência de elevada substituição de espécies raras até essa intensidade amostral. A elevada substituição de espécies ao longo de gradientes altitudinais, também considerando toda a comunidade, foi observado por Higuchi et al. (2012a). Esses resultados permitem a inferência de que as espécies raras contribuem, de forma expressiva, para a identidade florística e a diversidade beta nos fragmentos florestais da região, evidenciando a necessidade de conservação dessas espécies ao longo de todo o gradiente.

A ocorrência de grupos distintos de espécies raras em função da cota altitudinal, como observado no dendrograma, pode ser explicada pelo fato de essas espécies diferirem em relação aos respectivos nichos termais. Com o aumento da altitude, observou-se redução da temperatura e aumento da frequência de geadas, resultando em substituição de espécies ao longo desse gradiente ambiental. A ocorrência de maior diferença florística no grupo formado pelas áreas com maior altitude (>1.300 m) pode ser explicada pela Teoria do Equilíbrio de Biogeografia de Ilhas (MACARTHUR; WILSON, 1967), uma vez que essas áreas podem funcionar como ilhas na paisagem, apresentando maior isolamento entre si, o que resultou, ao longo do tempo evolutivo, em maior número de espécies exclusivas, a partir do processo de especiação simpátrica. O dendrograma demonstrou, ainda que as unidades amostrais Pedras Brancas 2 (PB2) e Coxilha Rica (Cr), apesar de serem classificadas como Alto-Montanas, segundo o IBGE (2012), agruparam-se com as demais unidades amostrais classificadas como Montanas, sendo floristicamente mais semelhantes a essas em termos de espécies raras. Esse resultado

pode ser decorrente da proximidade geográfica, conforme já observado por outros autores, como Oliveira Filho e Machado (1993) e Dauber et al. (2003).

O número total de espécies nas comunidades também apresentou redução significativa com o aumento da altitude, sendo esse um padrão frequentemente relatado na literatura (e.g. OGDEN; POWELL, 1979; LIEBERMAN et al., 1985; PENDRY; PROCTOR, 1997; RODAL et al., 1998; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; DAMASCENO-JUNIOR, 2005; MEIRELES et al., 2008; COSTA et al., 2011; URBANETZ et al., 2012), sugerindo que a redução da temperatura ao longo de gradientes ambientais representa importante filtro ambiental, que pode influenciar a riqueza local observada nos fragmentos. Como relatado por Marcon et al. (2014), as florestas Alto-Montanas apresentam características próprias, em função das condicionantes ambientais da altitude, que modificam fatores como o clima, o solo e a luminosidade. Segundo Portes et al. (2001), nas regiões altas das serras, as condições ambientais se tomam únicas e rigorosas para o desenvolvimento da vegetação, fazendo que as formações florestais que aí ocorrem adquiram estrutura, fisionomia e composição florística bastante diversas das localizadas em pisos altitudinais inferiores. Além disso, a menor riqueza observada nas áreas Alto-Montanas também poderia ser explicada sob o contexto da Teoria do Equilíbrio de Biogeografia de Ilhas (MACARTHUR; WILSON, 1967), uma vez que as cotas superiores são representadas por menor área geográfica, com espécies isoladas em função de seus nichos termais, resultando em maior taxa de extinção local e menor taxa de colonização. No entanto, nas revisões recentes de McCain (2005; 2006), a autora rejeita a hipótese de espaço (efeito de área) como o principal mecanismo responsável pela variação de riqueza encontrada em gradientes altitudinais e aponta como potenciais fatores a história evolutiva e fatores climáticos.

Apesar da redução da riqueza total, o número de espécies raras não se alterou de forma significativa ao longo do gradiente altitudinal analisado. Considerando que a riqueza total é composta pela soma de espécies abundantes e raras, esse resultado indica que a redução do número total de espécies se deu, predominantemente, em razão do menor número de espécies abundantes nos locais de maior altitude. De fato, vários estudos demonstram baixa equabilidade na distribuição de indivíduos nessas áreas, indicando elevada dominância ecológica (e.g. KOEHLER et al., 2002; SCHEER et al.,

2011; HIGUCHI et al., 2013; MARCON, 2013). Esse padrão reforça a ideia do aumento do filtro ambiental, por meio da redução da temperatura, uma vez que, proporcionalmente, menor número de espécies é capaz de se tornar abundante.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados indicaram elevada substituição de espécies raras ao longo do gradiente altitudinal em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista na região do Planalto Catarinense. Observou-se a formação de dois grupos floristicamente distintos em razão da altitude, e as áreas acima de 1.300 m, com influência nebulosa, apresentaram maior heterogeneidade florística do que o grupo formado por áreas de menor altitude. A manutenção do número de espécies raras ao longo do gradiente altitudinal demonstra que menor quantidade de espécies consegue se estabelecer como abundantes em áreas de maior altitude, indicando maior seletividade ambiental e maior dominância ecológica.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), pelo incentivo, em forma de bolsa de pós-graduação ao primeiro autor, por meio do Processo nº 1137/2012; e ao CNPq, pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo e ao terceiro autor.

## 7. REFERÊNCIAS

- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, n.2, p.105-121, 2009.
- CAIAFA, A.N.; MARTINS, F.R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodiversity and Conservation**, v.19, n.9, p.2597-2618, 2010.
- COSTA, M. P.; PEREIRA, J. A. A.; FONTES, M. A. L.; MELO, P. H. A.; PIFANO, D. S.; PELLICCIOTTI, A. S.; POMPEU, P. V.; SILVA, R. A. Estrutura e diversidade da comunidade arbórea de uma floresta superomontana, no planalto de Poços de Caldas (MG). **Ciência Florestal**, v.21, n.4, p.711-725, 2011.

- DAMASCENO JUNIOR, G. A. **Estudo florístico e fitossociológico de um gradiente altitudinal no Morraria Urucum, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2005. 153f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- DAUBER, J.; HIRSCH, M.; SIMMERING, S.; WALDHARDT, R.; OTTE, A.; WOLTERS, V. Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v.98, n.1-3, p.321-329, 2003.
- FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. B. R. Dinâmica estrutural arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul, SC. **Cerne**, v.10, n.2, p.196-212, 2004.
- GASTON, K. **Rarity**. London: Chapman and Hall, 1994. 207p.
- GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v.4, n.4, p.379-391, 2001.
- GRYTNES, J.A.; VETAAS, O.R. Species richness and altitude: a comparison between null models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient, Nepal. **The American Naturalist**, v.159, n.3, p.294-304, 2002.
- HELTSHE, J.; FORRESTER, N. Estimating species richness using the jackknife procedure. **Biometrics**, v.39, n.1, p.1-11, 1983.
- HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M.; SANTOS, K. F. Floristic composition and phytogeography of the tree component of Araucaria Forest fragments in southern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v.35, n.2, p.145-157, 2012a.
- 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, n.1, p.79-90, 2012b.
- 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 Painel, SC. **Ciência Florestal**, v.23, n.1, p.153-164, 2013.
- HIJMANS, R.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v.25, n.15, p.1965-1978, 2005.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: 2012. 323p.
- KERSTEN, R.A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J.M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Viçosa MG: Editora UFV, 2011. p.153-176.
- KLAUBERG, C.; PALUDO, G. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, v.23, n.1, p.35-47, 2010.
- KOEHLER, A.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. **Ciência Florestal**, v.12, n.2, p.27-39, 2002.
- KOZERA, C.; DITTRICH, V. A. O.; SILVA, S. M. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR. **Floresta**, v.36, n.2, p.225-237, 2006.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G. S.; PERALTA, R. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. **Journal of Ecology**, v.73, n.2, p.505-516, 1985.

- LINGNER, D.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, N. C.; DLUGOSZ, F. L. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um remanescente de Floresta com Araucária no Planalto Catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.55, p.55-66, 2007.
- MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 203p.
- MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Science, 2004. 256p.
- MARCON, A. K.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; FERREIRA, T. S.; MISSIO, F. F.; SALAMI, B.; DALLA ROSA, A.; NEGRINI, M.; BENTO, M. A.; BUZZI JÚNIOR, F. Variação florístico-estrutural em resposta à heterogeneidade ambiental em uma Floresta Nebular em Urubici, Planalto Catarinense. **Scientia Forestalis**, v.42, p.439-450, 2014.
- MARCON, A.K. **Fitogeografia e influência de variáveis ambientais em uma comunidade arbórea de Floresta Nebular no Planalto Catarinense**. 2013. 71f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.
- McCAIN, C.M. Elevational gradients in diversity of small mammals. **Ecology**, v.86, n.2, p.366-372, 2005.
- McCAIN, C.M. Do elevational range size, abundance, and body size patterns mirror those documented for geographic ranges? A case study using Costa Rica rodents. **Evolutionary Ecology Research**, v.8, n.3, p.435-454, 2006.
- McCAIN, C.M. Global analysis of bird elevational diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v.18, n.3, p.346-360, 2009.
- MEIRELES, L.D.; SHEPHERD, G. J.; KINOSHITA, L. S. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. **Revista Brasileira Botânica**, v.31, n.4, p.559-574, 2008.
- MONTANA, C.; VALIENTE-BANUET, A. Floristic and life-form diversity along an altitudinal gradient in intertropical semiarid mexican region. **The Southwestern Naturalist**, v.43, n.1, p.25-39, 1998.
- MOUILLOT, D.; BELLWOOD, D. R.; BARALOTO, C.; CHAVE, J.; GALZIN, R.; HARMELIN-VIVIEN, M.; KULBICKI, M.; LAVERGNE, S.; LAVOREL, S.; MOUQUET, N.; PAINE, C. E. T.; RENAUD, J.; THUILLER, W. Rare species support vulnerable function in high-diversity ecosystem. **PLoS Biology**, v.11, n.5, p.1-11, 2013.
- NASCIMENTO, A.R.T.; RAMOS, P. H. X.; DALMASO, C. A. Estrutura e classificação de um remanescente de floresta ripária no município de Lages, SC. **Ciência Florestal**, v.21, n.2, p.209-218, 2011.
- NEGRINI, M.; AGUIAR, M. D.; VIEIRA, C. T.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no Planalto Catarinense. **Revista Árvore**, v.36, n.5, p.919-930, 2012.
- OGDEN, J.; POWELL, A. A quantitative description of the forest vegetation on an altitudinal gradient in the Mount Field National Park, Tasmania, and a discussion of its history and dynamics. **Australian Journal of Ecology**, v.4, n.3, p.293-325, 1979.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H. **Vegan: community ecology package**. R package version. 2009.v.1. 8p.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MACHADO, J.N.M. Composição florística de uma floresta semidecídua montana na Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v.7, n.2, p.71-88, 1993.
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**, v.32, n.4, p.793-810, 2000.
- PENDRY, C.A.; PROCTOR, J. Altitudinal zonation of rain forest on Bukit Belalong, Brunei: soils, forest structure and floristic. **Journal of Tropical Ecology**, v.13, n.2, p.221-241, 1997.
- Revista Árvore, Viçosa-MG, v.39, n.3, p.447-455, 2015**

- PORTES, M.C.GO.; GALVÃO, F.; KOEHLER, A. Caracterização florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana do Morro do Anhangava, Quatro Barras – PR. **Revista Floresta**, v.31, n.12, p.15-24, 2001.
- PRESTON, F.W. The canonical distribution of commonness and rarity: part I. **Ecology**, v.43, n.2, p.185-215, 1962.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. [Acessado em: 21 ago. de 2013]. Disponível em: <(http://www.R-project.org)>
- RAHBK, C. The role of spatial scale and the perception of largescale species-richness patterns. **Ecology Letters**, v.8, n.2, p.224-239, 2005.
- RICHTER, M. A hypothetical framework for testing phytodiversity in mountainous regions: the influence of airstreams and hygrothermic conditions. **Phytocoenologia**, v.30, n.3-4, p.519-541, 2000.
- RODAL, M.J.N.; ANDRADE, K. V. A.; SALES, M. F.; GOMES, A. P. S. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, v.58, n.3, p.517-526, 1998.
- SCHEER, M. B.; MOCOCHINSKI, A. Y.; RODERJAN, C. V. Estrutura arbórea da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de serras do Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.4, p.735-750, 2011.
- SEGER, C. D.; DUGLOSZ, F. L.; KURASZ, G.; MARTINEZ, D. T.; RONCONI, E.; MELO, L. A. N.; BITTENCOURT, S. M.; BRAND, M. A.; CARNIATTO, I.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizado no município de Pinhais, Paraná-Brasil. **Floresta**, v.35, n.2, p.291-302, 2005.
- SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.; FERT NETO, J.; HESS, A. F. Relações florísticas e fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana Secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.193-206, 2012.
- URBANETZ, C.; LEHN, C. R.; SALIS, S. M.; BUENO, M. L.; ALVES, F. M. Composição e distribuição de espécies arbóreas em gradiente altitudinal, Morraria do Urucum, BRASIL. **Oecologia Australis**, v.16, n.4, p.859-877, 2012.
- WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J.; FIELD, R. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography**, v.28, n.4, p.453-470, 2001.