

Variação florístico-estrutural em resposta à heterogeneidade ambiental em uma floresta nebulosa em Ububici, Planalto Catarinense

Floristic and structural variation in response to the environmental heterogeneity in a cloud forest in Ubirici, Santa Catarina, Southern Brazil

Amanda Koche Marcon¹, Ana Carolina da Silva², Pedro Higuchi³,
Tiago de Souza Ferreira¹, Francieli de Fátima Missio³, Bruna Salami¹,
Angélica Dalla Rosa⁴, Marcelo Negrini⁵, Marco Antonio Bento⁴ e Fernando Buzzi Júnior⁴

Resumo

O presente estudo objetivou verificar se o componente arbóreo de uma Floresta Nebulosa, localizada em Urubici, SC, apresenta variações florísticas e estruturais associadas à heterogeneidade ambiental existente. Para caracterização da comunidade arbórea foram alocadas 25 parcelas de 20X20 m, onde os indivíduos arbóreos com CAP (circunferência a altura de 1,30 m do solo) $\geq 15,7$ cm foram medidos (CAP e altura) e identificados. Em cada parcela, foram obtidas informações sobre as propriedades físicas e químicas do solo, relevo, compactação dos solos, cobertura do dossel e impacto ambiental. Os dados foram analisados por meio do teste de Mann-Whitney, análise de variância multivariada não-paramétrica (NPMANOVA), escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) e análise de espécies indicadoras. A partir da análise exploratória dos dados, verificou-se que a NMDS indicou a ocorrência de dois grupos florístico-estruturais, associados à declividade do solo. Assim, foram definidos dois setores com características ambientais distintas. O setor de menor declividade apresentou maiores valores de matéria orgânica, areia, alumínio e CTC, enquanto o setor de maior declividade apresentou maiores teores de silte e cálcio e maiores valores de saturação de bases e pH. A heterogeneidade ambiental influenciou a organização florístico-estrutural do componente arbóreo e a ocorrência de espécies indicadoras nos dois setores. As condições do meio físico, associadas às características edáficas e a declividade do terreno, condicionaram a organização espacial da comunidade no fragmento estudado.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana; Declividade; NMDS.

Abstract

The objective of this study was to check if the tree component of a cloud forest, located in Urubici, SC, shows structural and floristic patterns variations associated to the environmental heterogeneity. For the tree community characterization, a total of 25, 20x20 m plots were allocated in the forest fragment. All trees with circumference at 1,30 m (CBH) $\geq 15,7$ cm were measured (CBH and height) and identified. In each plot, environmental variables related to soils physical and chemical traits, terrain, canopy cover and environmental impact were collected. The data were analysed by Mann-Whitney test, non-parametric multivariate ANOVA (NPMANOVA), nonmetric multidimensional scaling analysis (NMDS) and indicator species analysis. From exploratory analysis of data, it was observed that the NMDS indicated the occurrence of two floristic-structural groups associated to terrain declivity. The two sectors differed in their environmental characteristics, with the lower declivity sector demonstrating higher values of organic matter, sand, aluminum content and cation-exchange capacity, and the higher declivity sector with higher values of elevation difference, silt and calcium content, base saturation and pH. The environmental heterogeneity influenced the floristic-structural organization of the tree component and the occurrence of indicator species at the two sectors. The conditions of the physical environment, associated with the soil characteristics and declivity conditioned community organization in the fragment studied.

Keywords: Highland Araucaria Forest; Declivity; NMDS.

¹Mestre em Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, B. Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC. E-mail: amandamarcon@yahoo.com.br; tiagoferreira@florestal.eng.br; brunaflorestal@yahoo.com.br; franmissio@yahoo.com.br.

²Doutora em Engenharia Florestal, Professora do Departamento de Engenharia Florestal. UDESC, Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, B. Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC. E-mail: carol_sil4@yahoo.com.br.

³Bolsista do CNPq - Brasil. Doutor(a) em Engenharia Florestal, Professor(a) do Departamento de Engenharia Florestal. UDESC, Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, B. Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC. E-mail: higuchip@gmail.com.

⁴Graduando(a) em Engenharia Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, B. Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC. E-mail: angelica.dalla.rosa@hotmail.com; marco_a_bento@hotmail.com; buzzifjr@hotmail.com.

⁵Engenheiro Florestal. UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões, 2090, B. Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC. E-mail: engfmarcelonegrini@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

No sul do Brasil, as florestas nebulares ocorrem em altitudes entre 700 e 1.600 m, região das altas montanhas do complexo da Serra do Mar e a borda do planalto da Serra Geral (FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995). Possuem essa nomenclatura em função da presença frequente de nuvens sobre a vegetação, que influenciam a atmosfera por meio do aumento da umidade relativa e da redução da radiação solar, portanto, chamadas também de matinha nebular, matinha de altitude, floresta de altitude, mata de neblina, entre outros (BIGARELLA, 1978; MAACK, 1981; HAMILTON et al., 1995; FALKENBERG, 2003). Na região do Planalto Catarinense, as florestas nebulares ocorrem, predominantemente, em elevadas altitudes, onde a vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana, segundo o IBGE (2012). Estas florestas apresentam elevada importância na manutenção da qualidade e quantidade da água por abrigarem nascentes de rios (OLIVEIRA FILHO et al., 2004) e por apresentarem alto endemismo, e estarem, em sua maioria, reduzidas a fragmentos isolados (HAMILTON et al. 1995; BRUIJNZEEL; VENEKLAAS, 1998; BRUIJNZEEL, 2000; OLIVEIRA FILHO et al., 2004; SCHAEFER et al., 2012).

À medida que a altitude aumenta e a temperatura diminui, observam-se mudanças na estrutura da comunidade, associada à redução na estatura da floresta, incremento na densidade de indivíduos, com elevada biomassa de briófitas e pteridófitas, e menor riqueza de espécies arbóreas devido ao ambiente seletivo (WEBSTER, 1995; FRANÇA; STEHMANN, 2004). Essas variações da vegetação florestal em função de gradientes altitudinais estão relacionadas a expressivas mudanças edáficas, que estão, por sua vez, associadas à topografia local (SCHAEFER et al., 2012). Nas florestas nebulares os solos são pouco profundos, influenciados pelo material de origem, pelo clima e pelo relevo, tornando-se mais úmidos, muitas vezes saturados em água e com elevado teor de matéria orgânica, que é decomposta lentamente em função das baixas temperaturas (STADTMÜLLER, 1987; RIZZINI, 1997; PORTES, 2000). Ocorre então complexa interação pedoecológica, considerando-se que a fitofisionomia é fortemente influenciada pela natureza do substrato subjacente e responde às mudanças edáficas com alterações na sua composição florística e estrutural (SCHAEFER et al., 2012).

Fatores topográficos são considerados importantes filtros ambientais, pois são agentes modificadores do microclima e do solo, de modo que depressões e elevações exibem condições ecológicas nitidamente distintas (RIZZINI, 1997). A topografia é considerada uma das variáveis mais expressivas na distribuição espacial das espécies, pois assume importante posição na definição das propriedades dos solos, do regime de água e da fertilidade (RODRIGUES et al., 2007). Essa condição é especialmente verificada em ambientes com relevo acidentado, como nas florestas de altitude (GANDOLFI, 2000).

Desta forma, considerando-se a importância do relevo sobre a estrutura da vegetação, estudos que tenham como proposta a análise da influência de fatores topográficos sobre comunidades de espécies arbóreas em ambientes nebulares são relevantes para o entendimento da estruturação espacial dessas comunidades. No entanto, poucos estudos dessa natureza têm sido realizados na região Sul do Brasil, destacando-se os estudos de Falkenberg (2003), Scheer et al. (2011), Higuchi et al. (2013) e Scheer et al. (2013). Em Urubici, região do Planalto Catarinense, apesar das peculiaridades da região, com áreas que alcançam até 1.800 m de altitude, onde são registradas as temperaturas mais baixas do Brasil, estudos desta natureza são escassos. Assim, o presente estudo buscou verificar se o componente arbóreo de uma Floresta Nebular apresenta variações florísticas e estruturais associadas à heterogeneidade ambiental existente em função da declividade do solo. Neste sentido, pretendeu-se responder as seguintes perguntas: i) A comunidade da floresta avaliada apresenta variações em resposta a heterogeneidade ambiental?; e ii) Existem espécies indicadoras em função dos setores ambientais associados a declividade do terreno?

MATERIAL E MÉTODOS

O fragmento de Floresta Nebular estudado possui 346 ha e está localizado no município de Urubici, no Planalto Catarinense, na latitude 28°04'27" S e longitude 49°37'30" O (Figura 1). A altitude é de 1.600 m, com ocorrência, no inverno, de geada e neve. A região possui clima Cfb, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 15 a 16°C. A precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.900 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano. Os solos da região são pouco pro-

fundos e classificados, principalmente, como Neossolos Litólicos e Cambissolos. Segundo a classificação do IBGE (2012), a vegetação arbórea é Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana.

Para caracterização da comunidade arbórea foram alocadas, de forma sistemática na área do fragmento, 25 parcelas de 400 m² cada (20 x 20 m), distanciadas 10 m entre si, o que totalizou 1 ha amostrado. Em cada parcela foram medidos, coletados, identificados e marcados com plaquetas metálicas todos os indivíduos arbóreos vivos que apresentaram circunferência na altura do peito, medido a 1,30 m (CAP), igual ou superior a 15,7 cm. Em cada um destes indivíduos foi medido o CAP e estimada a altura. Indivíduos com troncos múltiplos foram medidos quando a raiz da soma dos quadrados dos CAPs foi maior ou igual a 15,7 cm. Com o objetivo de complementar a lista florística, foram feitos caminhamentos aleatórios na área do fragmento e anotadas as espécies arbóreas não amostradas nas parcelas. As identificações foram realizadas

por especialistas. As famílias das espécies foram classificadas de acordo com o sistema APG III (APG, 2009) e uma amostra de cada espécie foi depositada no Herbário LUSC da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Em cada parcela amostrada foi realizado o levantamento das variáveis ambientais. As propriedades físico-químicas dos solos foram obtidas por meio de amostras compostas em cada parcela, oriundas de nove coletas realizadas na camada superficial de 0 a 20 cm. Foram realizadas análises físico-químicas e quantificados o pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica efetiva (CTC), saturação por base na CTC efetiva (V) e os teores de areia, silte e argila. O grau de compactação do solo foi mensurado pela resistência à penetração vertical no solo por meio de um penetrômetro de impacto digital modelo penetrológ PLG1020 Falker, com o cone tipo 2. As leituras foram realizadas em condição de umidade

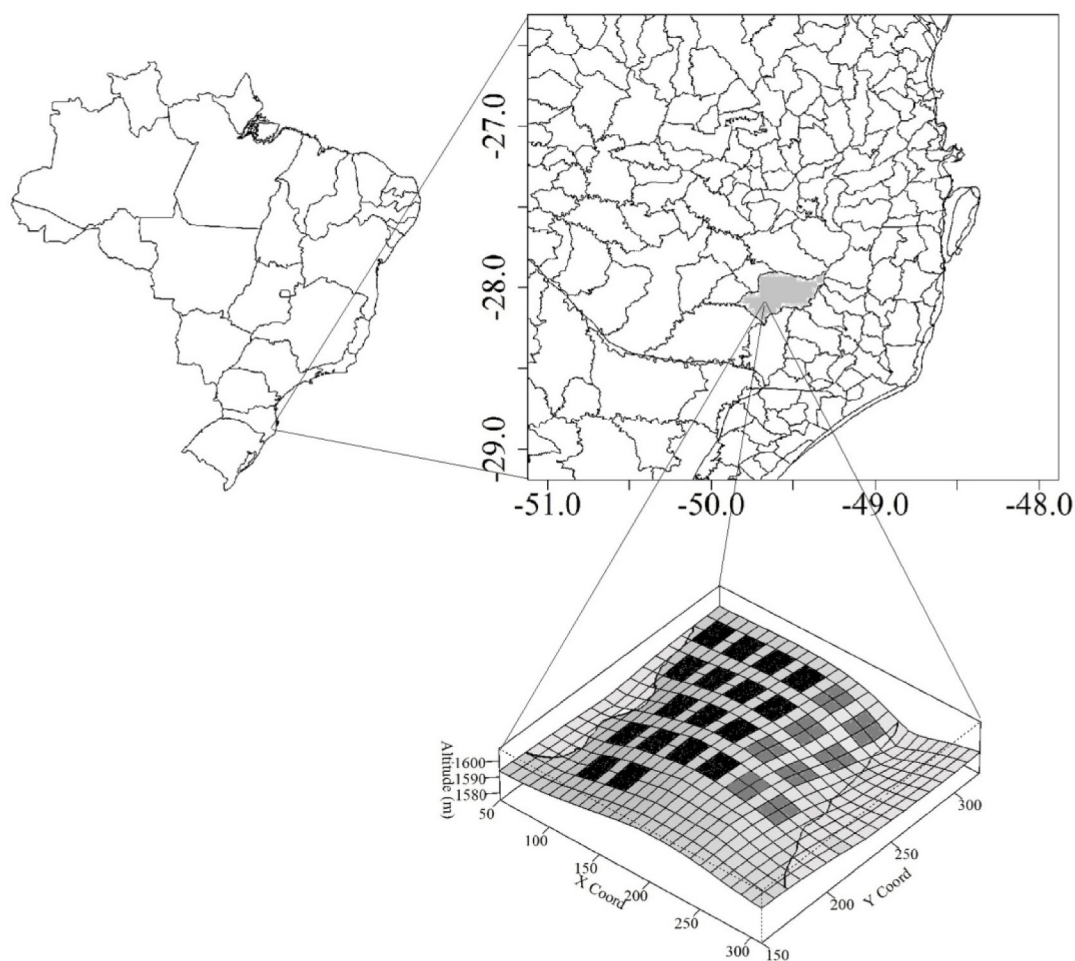


Figura 1. Localização geográfica, relevo da área e distribuição das parcelas do fragmento de Floresta Nebular estudado em Urubici, Santa Catarina. Parcelas em preto possuem declividade menor ou igual a 15,5° e parcelas em cinza são as com declividade maior que 15,5°.

Figure 1. Geographical location, topography of the area and distribution of the plots of the studied cloud forest fragment in Urubici, Santa Catarina state. Black plots: declivity lower than or equal to 15.5°. Gray plots: declivity higher than 15.5°.

do solo na capacidade de campo. Foram realizadas 10 repetições sistemáticas em cada parcela, na profundidade de 0 a 20 cm, e retirada a média por parcela. Foram utilizados os dados de resistência à penetração a 20 cm, média da resistência em todo o perfil e resistência do valor máximo no perfil. A classificação dos solos foi realizada segundo o sistema da EMBRAPA (2006).

Para o levantamento topográfico, três variáveis foram coletadas em cada parcela alocada: cota, desnível máximo e declividade média. A cota foi considerada como a distância vertical do centro da parcela à superfície do terreno e o desnível máximo correspondeu à maior distância vertical entre os vértices das parcelas (OLIVEIRA FILHO et al., 1994). A declividade média foi calculada por meio da média das declividades das duas diagonais cruzando a parcela retangular (VAN DEN BERG; OLIVEIRA FILHO, 1999). A luminosidade foi estimada pela cobertura do dossel (%), por meio de um densiômetro esférico côncavo (LEMMON, 1956), com leituras realizadas no mês de junho de 2012. Foram realizadas quatro leituras, em direção ao norte, sul, leste e oeste, no centro de cada parcela e retirado a média das leituras. A avaliação dos impactos ambientais foi feita por observações de trilhas, de impactos causados pelo gado e do corte seletivo de árvores dentro das parcelas. A avaliação foi feita em todas as parcelas pela mesma pessoa que preencheu um questionário em que, para cada uma dessas variáveis, foram atribuídas notas de 0 a 5, com 0 para a ausência de impacto observável. Posteriormente, foi retirada uma média, por parcela, dos impactos observados.

Os dados sobre a composição florística e estrutural foram ordenados por meio da análise multivariada do tipo escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), utilizando-se dados de abundância nas parcelas e Bray-Curtis como medida de distância. Em seguida, as variáveis ambientais foram ajustadas à ordenação produzida, com aquelas significativas ($p \leq 0,01$), determinadas por meio de teste de permutação (999 permutações), plotadas *à posteriori* na forma de vetor. A partir da análise exploratória dos dados, verificou-se que a NMDS indicou a ocorrência de dois grupos florísticos-estruturais, associados à declividade do solo. Desta forma, partindo-se do princípio que a declividade influencia características do solo (RIZZINI, 1997) e representa importante fator na determinação da organização de comunidades de espécies arbóreas, foram considerados dois setores am-

bientais associados a esta variável. A comparação das variáveis ambientais entre os setores foi realizada por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitney e da organização da comunidade, por meio da análise de variância multivariada não-paramétrica (NPMANOVA). Foram determinadas as espécies de maior associação com cada setor de declividade por meio da análise de espécies indicadoras, com a utilização do método IndVal (DUFRÊNE; LEGENDRE, 1997). Todas as análises dos dados foram feitas no programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008). Foram utilizados o pacote Vegan (OKSANEN et al., 2012) para a NMDS e MPMA-NOVA e Labdsv (ROBERTS, 2012) para a definição das espécies indicadoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio de nutrientes minerais do solo de toda a área, resumidos pela saturação de bases, indicou solo com baixa disponibilidade de nutrientes ($V = 3,73 \pm 4,30\%$) (Tabela 1), classificado como distrófico pela EMBRAPA (2010). Segundo a classificação proposta por Alvarez et al. (1999), o teor de Mg foi baixo ($0,24 \pm 0,21$ cmolc/dm³) e o teor de Ca foi médio ($1,27 \pm 1,07$ cmolc/dm³). Segundo essa mesma classificação, o teor de alumínio médio ($Al = 6,84 \pm 2,84$ cmolc/dm³) é considerado muito alto e o valor do pH médio em água ficou em nível muito baixo ($3,87 \pm 0,29$), característico de solos ácidos. Esses padrões são comuns em florestas em elevadas altitudes, como os estudados por Safford (1999), que também encontrou solos pouco profundos.

O teor de matéria orgânica, considerando-se a média da área total, foi alto quando comparados a outros trabalhos realizados em patamares mais baixos de altitude (e.g. JARENKOW; WAECHTER, 2001; HIGUCHI et al., 2012a), o que está, provavelmente, relacionado às condições ambientais limitantes encontradas nas florestas alto-montanas, como as baixas temperaturas, que diminuem a ação microbiana e resultam em baixas taxas de decomposição (WHITE, 2009). Segundo Lepsch et al. (1982), quanto mais frio e úmido, menor é a taxa de decomposição e, portanto, maiores teores de matéria orgânica deverão ser encontrados no solo.

O alto teor de matéria orgânica, associado às outras características edáficas encontradas, tais como baixa fertilidade, alta acidez e altos teores de Al, têm correlação tanto com a distribuição

Tabela 1. Valores médios das variáveis ambientais analisadas em 25 parcelas alocadas no fragmento estudado de Floresta Nebular em Urubici, SC.

Table 1. Mean values of environmental variables analyzed within 25 plots allocated in a cloud forest fragment in the municipality of Urubici, Santa Catarina state, southern Brazil.

Variáveis	Média global (n = 25)	Média S1 (n = 17)	Média S2 (n = 8)	p
pH H ₂ O	3,87 (±0,29)	3,71 (±0,13)	4,21 (±0,25)	0,00269 **
Ca (cmolc/dm ³)	1,27 (±1,07)	0,70 (±0,36)	2,48 (±1,08)	0,00065 **
Mg (cmolc/dm ³)	0,24 (±0,21)	0,18 (±0,11)	0,38 (±0,30)	0,04096 *
Al (cmolc/dm ³)	6,84 (±2,84)	8,42 (±1,73)	3,48 (±1,36)	0,00001 **
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	8,61 (±1,88)	9,55 (±1,43)	6,62 (±0,85)	0,00034 **
Saturação de Bases (V)(%)	3,73 (±4,30)	1,55 (±1,37)	8,37 (±4,79)	0,00042 **
Matéria orgânica (%)	12,21 (±3,00)	13,96 (±1,52)	8,49 (±1,47)	0,00011 **
P (mg/dm ³)	2,02 (±1,53)	2,33 (±1,73)	1,38 (±0,66)	0,38690
Na (mg/dm ³)	6,12 (±1,59)	6,06 (±1,64)	6,25 (±1,58)	0,57020
K (mg/dm ³)	100,68 (±34,29)	96,82 (29,44)	108,88 (±44,02)	0,81570
Teor de Areia (%)	77,08 (±7,89)	81,76 (±3,56)	67,13 (±4,26)	0,00008 **
Teor de Silte (%)	11,32 (±4,71)	8,82 (±3,09)	16,63 (±2,67)	0,00008 **
Teor de Argila (%)	11,84 (±4,57)	9,59 (±2,87)	16,63 (±3,78)	0,00020 **
Resistência a penetração a 20cm (kPa)	1092,04 (±193,09)	1154,84 (±129,02)	958,57 (±244,64)	0,05095
Resistência a penetração média (kPa)	679,50 (±121,49)	700,80 (±113,24)	634,23 (±133,62)	0,08581
Resistência a penetração máxima (kPa)	1294,63 (±204,17)	1343,76 (±149,73)	1190,24 (±270,85)	0,04265 *
Declividade (graus)	14,77 (±5,60)	11,56 (±2,15)	21,61 (±4,29)	0,00008 **
Desnível (m)	10,19 (±4,11)	8,04 (±2,78)	14,76 (±2,23)	0,00038 **
Cota (m)	1601,79 (±22,47)	1603,22 (±26,53)	1598,74 (±10,36)	0,17470
Dossel (%)	99,35 (±0,36)	99,35 (±0,32)	99,33 (±0,46)	0,97670
Impacto Ambiental	0,76 (±1,13)	1,12 (±1,22)	0,00 (± 0,00)	0,00469 **

S1 = Setor 1, parcelas com declividade menor ou igual a 15,5°; S2 = Setor 2, parcelas com declividade maior que 15,5°. Os valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão. *Diferença entre os setores significativo a 5% de probabilidade, de acordo com o teste Mann-Whitney; **Diferença entre os setores significativo a 1% de probabilidade, de acordo com o teste Mann-Whitney.

florística, quanto com o porte da floresta, que geralmente possui apenas um estrato e indivíduos de menor porte. Para Scheer et al. (2011), a gênese desses solos, com quantidade de matéria orgânica superior ao comumente encontrado em florestas de menor altitude, a baixa densidade global dos solos aliada a alta densidade de raízes e a exposição de ventos fortes, parecem não permitir o crescimento e o estabelecimento de indivíduos arbóreos de maior porte.

Quanto à textura média dos solos da área total, esta pode ser considerada como arenosa (EMBRAPA, 2006), pois houve alto valor médio do teor de areia (superior a 70%) e baixo valor do teor de argila (inferior a 15%). Essa característica condiciona solo excessivamente drenado em função da grande porosidade e permeabilidade do material arenoso (SCHAEFER et al., 2012). O valor de resistência a penetração médio encontrado pode ser considerado baixo (679,50 ± 121,49 kPa), o que pode estar relacionado, além de fatores como os solos arenosos, ao baixo impacto antrópico encontrado na área. A campo, foi verificada presença de gado somente na borda da floresta, observando-se baixo impacto ambiental (média de 0,76), de forma geral. Machado et al. (2008), em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana,

encontraram para esta variável, na mesma profundidade mensurada, resistência muito superior, de 3010 kPa (± 770) para um Argissolo e de 2700 kPa (± 460) para um Nitossolo. Porém, os autores citam que nesta área os efeitos pela circulação do gado eram muito evidentes, o que provavelmente agravou a compactação do solo.

O relevo pode ser considerado ondulado (declividade média = 14,77 ± 5,60°), segundo a qualificação proposta pelo IBGE (2007), porém, também se observaram parcelas com relevo classificado como forte ondulado (parcelas de número 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 21, 22, 24 e 25) e parcelas com relevo montanhoso (parcelas de número 5, 14 e 23), que apresentaram declividade média de até 27°. A cobertura do dossel foi alta (média = 99,35%), quando comparada a outros trabalhos realizados em fragmentos de FOM (e.g. HIGUCHI et al., 2012a, encontraram valor de 87,20%; MEDRI et al., 2009, encontraram valor de 60%). No entanto, Valente et al. (2010), que utilizaram a mesma metodologia nesta fitofisionomia, encontrou média semelhante de cobertura de dossel (98%), indicando baixa luminosidade no solo florestal. A luminosidade pode influenciar na dinâmica da floresta alterando, principalmente, os padrões de regeneração natural.

A ordenação produzida pelo NMDS apresentou valor de *stress* de 16,60%. Considerando que o *stress* varia de 0 a 100%, o baixo valor encontrado indica que os diagramas de ordenação são adequados para interpretação, uma vez que demonstra um bom ajuste linear entre as distâncias euclidianas das projeções das parcelas na ordenação e a similaridade florístico-estrutural entre elas (BORCARD et al., 2011). A organização florístico-estrutural do componente arbóreo indicou a existência de dois setores no fragmento estudado, o que sugere a existência de ambiente heterogêneo (Figura 2). De acordo com a NPMA-NOVA, o particionamento florístico-estrutural foi significativo ($p=0,01$). Este particionamento pode ser explicado pelas diferenças ambientais entre os setores. No Setor 1, ocorreram as parcelas com menor declividade ($\leq 15,5^\circ$), maior acúmulo de matéria orgânica (MO), maior proporção de areia e maiores valores de saturação por alumínio (Al) e CTC. O Setor 2 caracterizou-se por apresentar maior declividade ($> 15,5^\circ$), maior desnível (*desn*), maior proporção de silte e de cálcio (Ca), elevada saturação de bases (SatBas) e maior pH (pH_H2O). A distinção dos dois setores foi confirmada pela classificação dos solos, pois o Setor 1 foi classificado como Cambissolo Húmico Alumínico típico e o solo do Setor 2 como Neossolo Litólico Húmico típico. As outras variáveis obtidas (Mg, P, Na, K, argila, resistência à penetração dos solos, impacto ambiental, cota e fechamento do dossel) não obtiveram resultados significativos ($p > 0,01$) nessa análise.

Entre esses setores, houve diferenças, pelo teste Mann-Whitney, nos valores médios das variáveis significativas no NMDS, além de teores de Mg e argila, resistência à penetração máxima do solo e impacto ambiental (Tabela 1). As parcelas do Setor 2 (declividade $> 15,5^\circ$), com maior declividade (declividade média = $21,61^\circ$) e menor teor de matéria orgânica (MO = 8,49%), apresentaram melhores condições edáficas em comparação com as parcelas do Setor 1 (declividade $\leq 15,5^\circ$), pois tiveram maior saturação de bases ($V = 8,37\%$), menor acidez (pH médio do setor = 4,21) e menor teor de alumínio (Al médio = $3,48 \text{ cmolc/dm}^3$). Em locais declivosos, o solo tende a ser mais raso e ocorre maior escoamento superficial (TONELLO, 2006; SOUZA JUNIOR; DEMATTÊ, 2008). Desta forma, espera-se menor lixiviação de nutrientes, ao contrário do Setor 1, onde há menor declividade (declividade média = $11,56^\circ$) e maior percolação vertical. Além desses fatores, tem-se

maior insolação na face onde ocorrem as parcelas do Setor 2 (face nordeste), o que pode resultar em maior amplitude térmica diária, maiores médias de temperatura e maior decomposição da matéria orgânica. Em locais com menor insolação e onde as temperaturas e a declividade são menores, como no Setor 1, tem-se maior acúmulo de matéria orgânica (MO = 13,96%) e, com isso, maior CTC (CTC = $9,55 \text{ cmolc/dm}^3$) e aumento na acidez do solo (pH = 3,71). A matéria orgânica pode contribuir substancialmente para a CTC, especialmente em solos com baixo conteúdo de argila (a média da argila no setor 1 é de apenas 9,59%), além de liberar íons H^+ no meio, por meio da dissociação dos seus grupos carboxílicos e fenólicos, o que diminui o pH e aumenta o Al trocável (COELHO, 1973; VELOSO et al., 1992; WHITE, 2009).

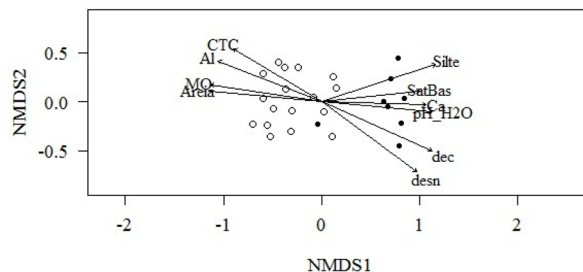


Figura 2. Ordenação das parcelas e vetores das variáveis ambientais significativas ($p \leq 0,01$) produzida pelo NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico) no fragmento de Floresta Nebular em Urubici, SC. o = Parcelas com declividade menor ou igual a $15,5^\circ$; • = parcelas com declividade maior a $15,5^\circ$. CTC = Capacidade de Troca de Cátions efetiva; Al = Alumínio; MO = Matéria Orgânica; Areia = Teor de areia; Silte = Teor de silte; SatBas = Saturação por bases; Ca = Cálcio; pH_H2O = pH em água; dec = declividade; desn = desnível.

Figure 2. Classification produced by NMDS (Nonmetric multidimensional scaling) analysis for plots with vectors of environmental variables ($p \leq 0.01$) in a cloud forest fragment in the Urubici, Santa Catarina State, Southern Brazil. o = Plots with declivity lower than or equal to 15.5° ; • = plots with declivity higher than 15.5° . CTC = effective cation-exchange capacity; Al = Aluminum; MO = organic matter; Areia = sand content; Silte = silt content; SatBas = base saturation; Ca = Calcium; pH_H2O = water pH; dec = declivity; desn = elevation difference.

Pode-se inferir que fatores como o transporte de sedimentos ao longo do declive, o gradiente de umidade entre o topo e a base da encosta, entre outros fatores que são influenciados pela declividade, sobretudo em locais de topografia íngreme, determinaram a heterogeneidade ambiental. Esses fatores criaram condições específicas e condicionam a distribuição espacial das espécies.

Foram amostrados 1.579 indivíduos, distribuídos em 19 famílias, 26 gêneros e 33 espécies (Tabela 2). As espécies *Siphoneugena reitzii* D.Legrand e *Acca sellowiana* (Berg) Burret., pertencentes a família Myrtaceae, não foram amostradas nas parcelas, mas foram encontradas em caminhamentos, o que adicionou mais dois gêneros e espécies arbóreas ao estudo. A família mais representativa foi Myrta-

ceae, com 13 espécies, seguida de Lauraceae, com três espécies. A grande representatividade da família Myrtaceae em termos de riqueza florística confirma a grande importância ecológica desta família na vegetação, sobretudo na Floresta Ombrófila Mista (e.g. JURINITZ; JARENKOW, 2003; MARTINS-RAMOS et al., 2011; HIGUCHI et al., 2012a; HIGUCHI et al., 2012b; SILVA et al., 2012).

Tabela 2. Espécies arbóreas encontradas em um fragmento de Floresta Nebular em Urubici, SC.

Table 2. Sampled species in a cloud forest fragment in the municipality of Urubici, Santa Catarina State, Southern Brazil.

Famílias/Espécies	Ind	Número de indivíduos S1	Número de indivíduos S2	R
ANACARDIACEAE				
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	S2 (p=0,022)	8	12	5532
AQUIFOLIACEAE				
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	S1 (p=0,001)	250	27	5513
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	S2 (p=0,019)	4	9	5512
ARAUCARIACEAE				
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	–	8	0	–
ASTERACEAE				
<i>Bacharis</i> sp.	–	1	1	5524
<i>Symphopappus</i> cf. <i>lymansmithii</i> B.L. Rob.	–	1	1	5529
BERBERIDACEAE				
<i>Berberis laurina</i> Billb.	–	2	0	5520
CARDIOPTERIDACEAE				
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	–	2	3	5519
CELASTRACEAE				
<i>Maytenus boaria</i> Molina	S2 (p=0,002)	16	27	5540
CUNONIACEAE				
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	S2 (p=0,030)	13	27	5534
DICKSONIACEAE				
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	S2 (p=0,001)	0	108	–
ESCALLONIACEAE				
<i>Escallonia bifida</i> Link. & Otto	–	0	5	5510
LAURACEAE				
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	S1 (p=0,026)	56	13	5539
<i>Persea</i> cf. <i>willdenowii</i> Kosterm.	–	1	4	5536
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.	S2 (p=0,001)	2	36	5521
MYRTACEAE				
* <i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	–	–	–	5511
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	–	0	1	–
<i>Eugenia</i> sp.	–	0	1	5514
<i>Myrceugenia</i> cf. <i>miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	S2 (p=0,003)	11	16	5537
<i>Myrceugenia</i> cf. <i>pilotantha</i> (Kiaersk.) Landrum	S2 (p=0,028)	0	3	5515
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	S1 (p=0,002)	424	88	5527
<i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D.Legrand & Kausel	–	13	5	5533
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	S2 (p=0,033)	5	11	5530
<i>Myrceugenia ovata</i> (Hook. & Arn.) O.Berg	S1 (p=0,022)	55	2	5538
<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D.Legrand & Kausel	S2 (p=0,042)	31	31	5518
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	–	1	0	–
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	S2 (p=0,001)	1	18	5535
* <i>Siphoneugena reitzii</i> D.Legrand	–	–	–	5528

Ind = Setor preferencial, de acordo com a Análise de Espécies Indicatoras, considerando-se 95% de confiança. O S1 indica espécies preferenciais do Setor 1, ou seja, aquele com parcelas com declividade menor ou igual a 15,5°, e o S2 indica parcelas preferenciais do Setor 2, ou seja, aquele cujas parcelas possuem declividade maior que 15,5°; o valor entre parênteses indica a significância do teste. R = número de registro no Herbário LUSC. *Espécies encontradas somente fora das parcelas.

Tabela 2 - Continuação. Espécies arbóreas encontradas em um fragmento de Floresta Nebular em Urubici, SC.
Table 2 - Continuation. Sampled species in a cloud forest fragment in the municipality of Urubici, Santa Catarina State, Southern Brazil.

Famílias/Espécies	Ind	Número de indivíduos S1	Número de indivíduos S2	R
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	S2 (p=0,018)	4	15	5531
RHAMNACEAE				
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> SW.	–	0	2	5526
ROSACEAE				
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	–	49	33	5517
SOLANACEAE				
<i>Solanum pabstii</i> L.B.Sm. & Downs	–	1	0	5523
STYRACACEAE				
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	–	1	2	5525
SYMPLOCACEAE				
<i>Symplocos</i> cf. <i>tetrandra</i> Mart.	S2 (p=0,001)	4	25	5516
WINTERACEAE				
<i>Drimys angustifolia</i> Miers	–	50	39	5522

Ind = Setor preferencial, de acordo com a Análise de Espécies Indicadoras, considerando-se 95% de confiança. O S1 indica espécies preferenciais do Setor 1, ou seja, aquele com parcelas com declividade menor ou igual a 15,5°, e o S2 indica parcelas preferenciais do Setor 2, ou seja, aquele cujas parcelas possuem declividade maior que 15,5°; o valor entre parênteses indica a significância do teste. R = número de registro no Herbário LUSC. *Espécies encontradas somente fora das parcelas.

O número de espécies encontrado foi menor quando comparado a outros levantamentos realizados na mesma fitofisionomia, mas em cotas mais baixas (e.g. SILVA et al., 2012; KLAUBERG et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2001). Esse resultado já era esperado, visto que as condições ambientais seletivas encontradas nas comunidades de florestas nebulares acabam por diminuir a riqueza de espécies, sobretudo no componente arbóreo. Observou-se a presença de espécies características de florestas nebulares, com destaque aos indivíduos do gênero *Myrceugenia*. Também foram encontrados os gêneros *Ilex* e *Drimys*, classificados por Webster (1995) como comuns em florestas de altitude neotropicais.

A média de altura da comunidade foi de 8,1 m (variou entre 1,4 a 20 m) e o diâmetro médio foi de 16 cm (variou entre 5 a 66 cm). Sonogo et al. (2007), que estudaram um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, em altitude de 923 m, encontrou altura média para a comunidade de 12,5 m. Esses valores demonstram menor porte da floresta estudada em comparação com florestas em altitude inferior, o que é esperado em ambientes nebulares, onde as características ambientais não permitem maior crescimento.

A distribuição florístico-estrutural das espécies na floresta estudada foi influenciada pelas variáveis presentes em cada setor definido. O Setor 1 apresentou quatro espécies indicadoras: *Ilex*

microdonta Reissek, *Myrceugenia euosma* (O.Berg) D.Legrand, *Ocotea pulchella* Mart. e *Myrceugenia ovata* (Hook. & Arn.) O.Berg. No Setor 2 as espécies indicadoras foram: *Cinnamomum amoenum* (Nees & Mart.) Kosterm., *Symplocos* cf. *tetrandra* Mart., *Dicksonia sellowiana* Hook., *Myrrhinium atropurpureum* Schott, *Maytenus boaria* Molina, *Myrceugenia* cf. *miersiana* (Gardner) D.Legrand & Kausel, *Myrceugenia oxysepala* (Burret) D.Legrand & Kausel, *Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera, *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult., *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., *Myrceugenia myrcioides* (Cambess.) O.Berg, *Weinmannia paulliniifolia* Pohl ex Ser. e *Myrceugenia* cf. *pilotantha* (Kiaersk.) Landrum.

Destaca-se a presença da *Dicksonia sellowiana* Hook. somente no Setor 2, onde se tem situação de maior declividade. A ocorrência restrita dessa espécie a determinados setores da floresta já foi verificada por outros autores (e.g. FERREIRA et al., 2009; GASPER et al., 2011; HIGUCHI et al., 2013) e, segundo Mantovani (2004), ela tem preferência de ocorrência em áreas úmidas e próximo a corpos d'água. Entretanto, apesar da nebulosidade na floresta permitir a umidade necessária em toda área, a sua restrição no Setor 1 pode ser devido à outros fatores, como as condições edáficas mais limitantes.

Em função das condições específicas da floresta nebulosa, foram encontrados poucos indivíduos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Tabela 2), normalmente abundante na Floresta Ombrófila Mista (e.g. HIGUCHI et al., 2012a;

SILVA et al., 2012). Estes ocorreram apenas no Setor 1. A araucária é considerada exigente em condições do solo, pois solos pobres, ácidos e pouco profundos limitam seu crescimento (SIMÕES; COUTO, 1973; LONGHI et al., 2010). Porém, as condições da floresta nebulosa, com baixa disponibilidade lumínica devido à nebulosidade quase constante, podem estar, juntamente com as características edáficas e climáticas, limitando a ocorrência dessa espécie.

Espécies como *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. e *Drimys brasiliensis* Miers. tiveram ocorrência bem distribuída nos dois setores, mostrando-se bem adaptadas as condições locais. No entanto, no estudo de Higuchi et al. (2013), também em fragmento de floresta nebulosa, *D. brasiliensis* se destacou nos locais mais declivosos. Outro resultado antagonístico foi encontrado para *Myrcogenia euosma*, a espécie com maior número de indivíduos na área e que foi preferencial do Setor 1 (424 no Setor 1 e 88 no Setor 2), local de menor declividade. No estudo de Higuchi et al. (2013) esta espécie não apresentou associação com nenhuma variável ambiental. Isso demonstra que as espécies podem se comportar de maneira diferenciada em cada ambiente, em virtude das diferentes características e associações. Assim, não é possível generalizar os resultados aqui encontrados.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a heterogeneidade ambiental, associada à declividade do terreno e características edáficas, foi determinante nas variações espaciais das espécies arbóreas, com a presença de espécies indicadoras para cada setor analisado, o que demonstrou que as peculiaridades do meio físico condicionaram a organização da comunidade no fragmento de floresta nebulosa estudado. Os resultados reforçam a ideia de que é necessário considerar as variações da vegetação associadas ao ambiente na definição de estratégias de conservação e recuperação de áreas degradadas.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Santa Catarina, através do PROMOP, pela concessão da bolsa de mestrado à primeira autora do presente trabalho. Ao professor Jaime Antônio de Almeida, por ter auxiliado na interpretação dos resultados de caracterização do ambiente edáfico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BIGARELLA, J. J. *A serra do mar e a porção oriental do Estado do Paraná*. Curitiba: Governo do Estado do Paraná - ADEA, 1978. 249 p.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. *Numerical ecology with R*. Nova York: Springer, 2011. 306 p.

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrology of tropical montane cloud forests: a reassessment. In: GLADWELL, J. S. (Ed.). *Proceedings of the Second International Colloquium*. Paris: UNESCO, 2000. p. 353-383.

BRUIJNZEEL, L. A.; VENEKLAAS, E. J. Climatic conditions and tropical montane forest productivity: the fog has not lifted yet. (The Structure and Functioning of Montane Forests: Control by Climate, Soils, and Disturbance). *Ecology*, Tempe, v. 79, n. 1, p. 10-15, 1998.

COELHO, F. S. *Fertilidade do Solo*. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, Ithaca, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8)

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

FALKENBERG, D. *Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil*. 2003. 558 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

- FALKENBERG, D. B.; VOLTOLINI, J. C. The montane cloud forest in Southern Brazil. In: HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. (Ed.). **Tropical montane cloud forests**. New York: Springer-Verlag, p.138-149. 1995.
- FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Estrutura populacional de *Dicksonia sellowiana* Hook (Dicksoniaceae) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Painel (SC). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. p.1-3.
- FRANÇA, G. S.; STEHMANN, J. R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 19-30, 2004.
- GANDOLFI, S. **História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. 551 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; UHLMANN, A.; LINGNER, D. V.; VERDI, M.; DREVECK, S.; STIVAL-SANTOS, A.; BROGNI, E.; SCHMITT, R.; KLEMMZ, G. Inventário de *Dicksonia sellowiana* Hook. em Santa Catarina. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 4, p. 776-784, 2011.
- HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis. In: HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. (Ed.). **Tropical montane cloud forests**. New York: Springer-Verlag, p.1-23, 1995.
- 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**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 153-164, 2013.
- 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**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 145-157, 2012b.
- HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M.; SANTOS, K. F.; LINKE, C.; PAULINO, P. S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 79-90, 2012a.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. 271 p.
- IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2.ed., Rio de Janeiro, 2007. 323 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 4)
- JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.
- JURINITZ, C.; JARENKOW, J. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 475-487, 2003.
- 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.
- LEMMON, P. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. **Forest Science**, Bethesda, v. 2, n. 1, p. 314-320, 1956.
- LEPSCH, I. F.; SILVA, N. M.; ESPIRONELO, A. Relação entre matéria orgânica e textura de solos sob cultivo de algodão e cana-de-açúcar, no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 41, n. 8, p. 231-236, 1982.

- LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; RIBEIRO, S. B.; GRACIOLI, C. R.; LONGHI, R. V.; MASTELLA, T. Fatores ecológicos determinantes na ocorrência de *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 57-63, 2010.
- MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. Curitiba: Livraria José Olimpo Editora, 1981. 450 p.
- MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CALEGÁRIO, N. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 287-302, 2008.
- MANTOVANI, M. *Caracterização de populações naturais de Xaxim (*Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no Estado de Santa Catarina*. 2004. 105 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- MARTINS, D.; CHAVES, C. L.; BORTOLUZZI, R. C. L.; MANTOVANI, A. Florística de Floresta Ombrófila Mista Altomontana e de Campos em Urupema, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 156-166, 2011.
- MEDRI, P. S.; FERRACIN, T. P.; SILVA, V. T.; TOREZAN, J. M. D.; PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E. Comparação de parâmetros bióticos e abióticos entre fragmento de floresta secundária e reflorestamento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 30, n. 2, p. 185-194, 2009.
- 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.
- 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*. Disponível em: < <http://cran.r-project.org/package=vegan> >. Acesso em: 30 jul. 2012.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; VAN DEN BERG, E.; CURTI, N.; CARVALHO, W. A. C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma Floresta Semidecídua Alto-Montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 291-309, 2004.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous Forest in southeastern Brazil. *Flora*, Amsterdam, v. 189, n. 4, p. 287-305, 1994.
- PORTES, M. C. G. O. *Deposição de serapilheira e decomposição foliar em Floresta Ombrófila Densa Altomontana, Morro do Anhangava, Serra da Baitaca, Quatro Barras – PR*. 2000. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. *Auckland*: R Foundation for Statistical Computing, 2008.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa: SBCS, 1999. 359 p.
- RIZZINI, C. T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, 1997. 747 p.
- ROBERTS, D. W. *Labdsv: Ordination and multivariate analysis for ecology*. Disponível em: < <http://cran.r-project.org/package=labdsv> >. Acesso em: 30 jul. 2012.
- RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURTI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Luminárias, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007.
- SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the *campos de altitude*. *Journal of Biogeography*, Oxford, v. 26, n. 4, p. 693–712, 1999.
- SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; FERREIRA JR., W. G.; VALENTE, E. L.; CORRÊA, G. R. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: Fatores edáficos e florística. In: MARTINS, S. V. *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. 2.ed. Viçosa: UFV, p. 252-293, 2012.

- SCHEER, M. B.; CURCIO, G. R.; RODERJAN, C. V. Carbon and water in in Upper Montane Soils and Their Influences on Vegetation in Southern Brazil. **ISRN Soil Science**, Philadelphia, v. 2013, 2013.
- SCHEER, M. B.; CURCIO, G. R.; RODERJAN, C. V. Funcionalidades ambientais de solos altomontanos na Serra da Igreja, Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1113-1126, 2011.
- SILVA, A. C.; HIGUSHI, 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**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 193-206, 2012.
- SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivado em vaso. **IPEF**, Piracicaba, n. 7, p. 3-39, 1973.
- SONEGO, R. C.; BACKES, A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 21, n. 4, p. 943-955, 2007.
- SOUZA JUNIOR, J. G. A.; DEMATTÊ, J. A. Modelo digital de elevação na caracterização de solos desenvolvidos de basalto e material arenítico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 449-456, 2008.
- STADTMÜLLER, I. **Los bosques Nublados em el Trópico Húmedo**. San Jose: Universidad de las Naciones Unidas, 1987. 85 p.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.
- VALENTE, T. P.; NEGRELLE, R. R. B.; SANQUETTA, C. R. Regeneração de *Araucaria angustifolia* em três fitofisionomias de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **IHERINGIA, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 65, n. 1, p. 17-24, 2010.
- VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in south-eastern Brazil. **Flora**, Amsterdam, v. 194, n. 3, p. 249-266, 1999.
- VELOSO, C. A. C.; BORGES, A. L.; MUNIZ, A. S.; VEIGAS, I. A. J. M. Efeito de diferentes materiais no ph do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 123-128, 1992.
- WEBSTER, G. L. The panorama of Neotropical cloud forests. In: CHURCHILL, S. P.; BALSLEV, H.; LUTEYN, J. L. (Ed.). **Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests**. New York: The New York Botanical Garden, p. 53-77. 1995.
- WHITE, R. E. **Princípios e práticas da ciência do solo: O solo como recurso natural**. 4.ed. São Paulo: Andrei Editora. 2009. 426 p.

Recebido em 19/08/2013
Aceito para publicação em 09/06/2014