



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria  
Brasil

Longhi, Solon Jonas; Brena, Doádi Antônio; Becker Ribeiro, Sylviane; Gracioli, Cibeles Rosa; Longhi, Régis Villanova; Mastella, Tarso

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, vol. 40, núm. 1, enero-febrero, 2010

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33118929002>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Fatores ecológicos determinantes na ocorrência de *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil

Ecological factors that determine the occurrence of *Araucaria angustifolia* and *Podocarpus lambertii* in Mixed Ombrophylous Forest at São Francisco de Paula's FLONA, RS, Brazil

Solon Jonas Longhi<sup>I\*</sup> Doádi Antônio Brena<sup>I</sup> Sylviane Becker Ribeiro<sup>II</sup>  
Cibele Rosa Gracioli<sup>III</sup> Régis Villanova Longhi<sup>IV</sup> Tarso Mastella<sup>IV</sup>

### RESUMO

O presente trabalho foi realizado na Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul. Teve como objetivo determinar, via análise de regressão logística, os fatores ambientais que influenciam a ocorrência das espécies *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. em uma área de Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula. Para o estudo, foram avaliados os indivíduos com  $cap=30cm$ , em 1.000 subunidades amostrais de 10 x 10m, demarcadas em 10 conglomerados permanentes de 1ha (100 x 100m) previamente instalados na floresta. Em cada subunidade amostral, foram avaliados os fatores passíveis de influenciar a ocorrência das espécies, como os fatores relativos ao habitat: físicos do solo (profundidade, presença de afloramentos rochosos e umidade), exposição à luz e inclinação do terreno; e os fatores relativos à concorrência: área basal, densidade do sub-bosque e frequência de indivíduos. Pelos resultados obtidos, foi possível concluir que a *Araucaria angustifolia* ocorre em locais com solos profundos, expostos para o norte e com baixa frequência de indivíduos. Por outro lado, *Podocarpus lambertii* prefere locais não pedregosos, pouco inclinados, com exposição sul, relativamente úmidos, com alta frequência de indivíduos e alta densidade do sub-bosque.

**Palavras-chave:** regressão logística, análise multivariada, floresta com araucária.

### ABSTRACT

The present research was accomplished at São Francisco de Paula's National Forest (FLONA), in Rio Grande do Sul. The objective was to determine, through logistics regression analysis, the environmental and competition factors

that could influence on the occurrence of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze and *Podocarpus lambertii* former Klotzsch Endl. species in Mixed ombrophylous forest. For the study, the individuals with  $cap=30cm$  had been evaluated, in 1000 samples of 10 x 10m, demarcated in ten permanent conglomerate of 1ha (100 x 100m) previously installed in the forest. In each sample the factors that might influence the occurrence of the species and the factors related the habitat was assessed as physical of the soil (depth, rocky outcrop and humidity), exhibition to the light and the relief inclination. The competition factors were: basal area, sub-forest density and individuals' frequency. For the obtained results it had been possible to conclude that the *Araucaria angustifolia* prefers places with deep soils, north exposition and low individuals frequency. On the other hand, *Podocarpus lambertii* prefers no stony places, little sloping, with south exposition, relatively humid, with high frequency of individuals and high sub-forest density.

**Key words:** logistics regression, multivariate analysis, araucaria's forest.

### INTRODUÇÃO

O entendimento dos processos ecológicos e dinâmicos das populações vegetais são requisitos básicos que permitem subsidiar ações de conservação e manejo em áreas silvestres. O conhecimento das interações entre as florestas e o ambiente possibilita fazer inferências sobre as mudanças que ocorrem nos ecossistemas durante o tempo e são importantes informações para as atividades silviculturais e de manejo.

<sup>I</sup>Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: sjlonghi@smail.ufsm.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Luterano do Brasil (ULBRA), Santarém, PA, Brasil.

<sup>III</sup>Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>IV</sup>Curso de Engenharia Florestal, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Um dos principais fatores que atuam na composição florística e estrutura das florestas é a heterogeneidade ambiental, que é resultado da diversidade de fatores que interagem nas comunidades, e a resposta das espécies a esses fatores faz que cada local tenha características próprias e características que são comuns a outros locais, possibilitando observar tendência. Numa escala local, a topografia tem sido considerada como a mais importante variável na distribuição espacial e na estrutura das florestas tropicais, porque ela corresponde às mudanças nas propriedades do solo, particularmente no regime de água e na fertilidade (RODRIGUES et al., 2007).

Em estudo realizado em um fragmento de floresta semidecídua em Lavras, Minas Gerais (MG), pesquisadores constaram que a heterogeneidade ambiental do fragmento foi caracterizada principalmente pela topografia acidentada e pelas variações de fertilidade, granulometria e regime hídrico dos solos, sendo este último o mais fortemente correlacionado com a distribuição das espécies (SOUZA et al., 2003).

Métodos de regressão têm se tornado um componente integral de qualquer análise de dados relacionados com a descrição da relação entre uma variável resposta (dependente) e uma ou mais variáveis explanatórias (independentes). O modelo de regressão logística é adequado para estimar a probabilidade de um evento dicotômico ocorrer. A presença de uma espécie em uma área pode ser considerada como um fenômeno dicotômico. Existem somente duas hipóteses: ou a espécie ocorre ou não ocorre. A regressão logística pode, nesse caso, ser usada para descobrir as variáveis que influenciam a probabilidade de ocorrência de uma espécie (HOSMER & LEMESHOW, 1989).

A interação de qualquer modelo apropriado requer que se tirem inferências práticas dos coeficientes estimados do modelo. Esses coeficientes para as variáveis independentes representam a inclinação ou a taxa de mudança da variável dependente, em função da modificação de uma unidade da variável independente. A formulação lógica do modelo geral, ou seja, a seleção das variáveis independentes é, pois, a base para a correta utilização da regressão logística (HOSMER & LEMESHOW, 1989).

Uma das vantagens da regressão logística é que se necessita saber apenas se um evento ocorreu para então usar um valor dicotômico como variável dependente. A partir desse valor dicotômico, o procedimento prevê sua estimativa da probabilidade de que o evento ocorrerá ou não. Se a probabilidade prevista for maior que 0,50, então a previsão será sim, caso contrário será não (HAIR et al., 2005).

O conhecimento dos fatores ambientais é importante para o entendimento da dinâmica das florestas e serve de subsídio para futuros planejamentos de manejo silvicultural dessas espécies. Dessa forma, procurou-se no presente trabalho avaliar, por meio de análise de regressão logística, os fatores possíveis de avaliação rápida diretamente na área que mais influenciam a ocorrência das espécies de *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii* na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul (RS).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA), RS, localizada no nordeste do Estado, região dos Campos de Cima da Serra, Serra Gaúcha. A região é uma das mais úmidas do Estado, com pluviosidade superior a 2.000mm e com temperatura média anual de aproximadamente 14,5°C. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo “Cfb”, mesotérmico médio (MORENO, 1961).

A presente pesquisa integra o conjunto de estudos previstos no Projeto Ecológico de Longa Duração – PELD/CNPQ – “Conservação e Manejo Sustentável de Ecossistemas Florestais – Bioma Araucária e suas Transições”, em andamento na Unidade Experimental de Pesquisa na FLONA, período de 1999 a 2009.

Para determinar os fatores ambientais responsáveis pela ocorrência das espécies de *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii* na área de estudo, foi utilizada a regressão logística. Muitas são as variáveis que podem influenciar o estabelecimento das espécies numa determinada área, dentre elas, os fatores relativos ao habitat (ecológicos). Consideraram-se os fatores físicos do solo (profundidade, quantidade de pedra e umidade), exposição e inclinação do terreno; e fatores relativos à concorrência, como a área basal, a densidade do sub-bosque e a frequência de indivíduos. Essas variáveis foram avaliadas em cada uma das 1.000 subunidades amostrais de 10 x 10m demarcadas em 10 conglomerados permanentes de 1ha (100 x 100m) instalados na floresta.

A inclinação do terreno foi avaliada em %, a exposição do terreno, em radianos, a frequência de indivíduos, em valores absolutos (número de indivíduos), e a área basal, em m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, foi determinada para os indivíduos com cap=30cm. Para detectar a influência do tipo qualitativo do solo (profundo, raso, hídrico, presença de afloramentos rochosos) e a densidade do sub-bosque foi utilizado o conceito de dummy variables, conforme HOSMER & LEMESHOW (1989). O solo profundo e hídrico foi tomado como

padrão para interpretar a influência dos outros tipos. Dessa maneira, sempre que a parcela apresentava solo raso (profundidade <30cm), hídrico e afloramentos rochosos, o valor dessas variáveis foi considerado 1 e aos outros, o valor 0. Além disso, sempre que havia sub-bosque denso atribuiu-se valor 1 e, ao contrário, 0.

A partir dos dados levantados elaborou-se uma matriz de dados, tendo como variável dependente a presença da espécie (valor 1) ou ausência (valor 0) e, como variáveis independentes, os valores dos fatores ecológicos e de concorrência que foram levantados nas subunidades amostrais. A partir dessa matriz de dados, realizou-se a Análise de Regressão Logística com auxílio do Programa SPSS (Statistical Package for the Social Science), versão 13.1, para Windows. Para a seleção sequencial das variáveis, utilizou-se o método *Forward Stepwise*. Adotou-se o modelo geral da regressão logística, que, segundo HOSMER &

LEMESHOW (1989), é Probabilidade (evento) =  $\frac{1}{1 + e^{-Z}}$ ,

em que Z é a combinação linear das diferentes variáveis que possam influenciar a probabilidade de ocorrência das espécies, isto é,  $Z = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n$ . Os coeficientes ( $B_0, B_1, B_2, \dots, B_n$ ) são medidas das variações na proporção das probabilidades, chamadas de razão de desigualdade. São expressos em logaritmos, precisando ser transformados de volta (antilogaritmo), de forma que seu efeito relativo sobre as probabilidades seja avaliado mais facilmente. Um coeficiente positivo aumenta a probabilidade, ao passo que um valor negativo diminui a probabilidade prevista (HAIR et al., 2005). Para o presente estudo, o valor de Z foi:  $Z = B_0 + B_1 u + B_2 i + B_3 ps + B_4 e + B_5 qp + B_6 ds + B_7 g + B_8 fq$ , sendo:  $B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7$  e  $B_8$  os coeficientes estimados dos dados;  $u$  = umidade do solo,  $i$  = inclinação do terreno,  $ps$  = profundidade do solo,  $e$  = exposição,  $qp$  = quantidade de pedras,  $ds$  = densidade do sub-bosque,  $g$  = área basal e  $fq$  = frequência de indivíduos, as variáveis independentes;  $e$  = a base do logaritmo natural, aproximadamente 2,718. Portanto, o modelo geral testado para explicar a ocorrência das espécies *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii* foi:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(B_0 + B_1 u + B_2 i + B_3 ps + B_4 e + B_5 qp + B_6 ds + B_7 g + B_8 fq)}}.$$

Para avaliar o quanto o modelo é apropriado, fez-se a comparação da precisão do modelo com dados reais, por meio de uma tabela de classificação. Essa tabela não revela a distribuição das probabilidades estimadas para um fato em dois grupos. Para cada grupo estimado, todas as tabelas mostram se a probabilidade estimada é maior ou menor que 50% (CALDATO, 1998).

Além da tabela de classificação, avaliou-se a adequação do ajuste do modelo estimado, pela observação da semelhança entre os dados amostrais e os previstos pelo modelo, por meio da estatística -2LL (-2 *Logarithm of the Likelihood*), que compara o modelo em teste como um “modelo perfeito”. Um bom modelo é o que tem uma alta semelhança entre os dados e o resultado do modelo, o que leva um pequeno valor de -2LL. Quando o modelo descreve perfeitamente os dados, o valor da verossimilhança observada é um. Para testar a hipótese nula de que a verossimilhança observada não difere de um (ajuste perfeito), pode-se usar o valor de -2LL. Sob a hipótese nula, que o modelo se ajusta perfeitamente, -2LL tem uma distribuição qui-quadrada com  $N-p$  graus de liberdade, em que  $N$  é o número de casos e  $p$  é o número de parâmetros estimados. Se o nível de significância for grande, maior que 5 %, por exemplo, não se pode rejeitar a hipótese de que o modelo é apropriado (HOSMER & LEMESHOW, 1989). Além disso, utilizaram-se diversas medidas do tipo  $R^2$  para representar o ajuste geral do modelo, como as de Cox & Snell e de Nagelkerke (HAIR et al., 2005).

A análise estatística utilizada no trabalho foi realizada por meio do *Software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 13.0 for Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-brasileiro), a área basal ( $g$ ) foi a primeira variável selecionada para compor o modelo da regressão logística, por apresentar maior escore estatístico e alta significância. Nos passos seguintes do processo *Forward Stepwise*, foram selecionadas, pela ordem, as variáveis profundidade do solo ( $ps$ ), frequência de indivíduos ( $fq$ ) e exposição do terreno ( $e$ ). Dessa forma, o modelo específico para a estimativa da probabilidade de ocorrência do pinheiro-brasileiro no local do estudo ficou resumido a

$$P_{Araucaria\ angustifolia} = \frac{1}{1 + e^{-(B_0 + B_1 \cdot g + B_2 \cdot ps + B_3 \cdot fq + B_4 \cdot e)}}.$$

Já para *Podocarpus lambertii* (Pinheiro-bravo), seis variáveis foram selecionadas. A primeira foi frequência de indivíduos ( $fq$ ), seguida, pela ordem, das variáveis: umidade do solo ( $u$ ), exposição do terreno ( $e$ ), densidade do sub-bosque ( $ds$ ), quantidade de pedras ( $qp$ ) e inclinação do terreno ( $i$ ). Assim, o modelo específico para a estimativa da probabilidade de ocorrência do *P. lamberti* ficou

$$P_{Podocarpus\ lambertii} = \frac{1}{1 + e^{-(B_0 + B_1 \cdot fq + B_2 \cdot u + B_3 \cdot e + B_4 \cdot ds + B_5 \cdot qp + B_6 \cdot i)}}.$$

Na tabela de classificação da regressão logística para a variável dependente “presença de *A. angustifolia*” (Tabela 1), pode-se verificar que as 455 parcelas sem a presença dessa espécie (valor 0) foram corretamente estimadas pelo modelo como não tendo a espécie. Similarmente, 204 parcelas com presença de *P. lambertii* (valor um) foram corretamente estimadas como tendo a espécie. A diagonal secundária da tabela mostra quantas parcelas foram incorretamente classificadas, ou seja, (233+108=341). Das parcelas sem a presença da espécie, 80,8% foram corretamente classificadas e das parcelas com pelo menos uma árvore de *A. angustifolia* houve 46,7% de acertos. No total, 65,9% das parcelas foram corretamente classificadas. Para cada grupo estimado, a tabela mostra se a estimativa da probabilidade é maior ou menor que 50%, mas não revela a distribuição da probabilidade. Por exemplo, não se pode dizer dos dados da tabela 1 se as 233 parcelas com “falsa presença de Araucária” tinham probabilidades estimadas perto de 50%, ou uma probabilidade estimada mais baixa.

Pode-se verificar, pela tabela 1, para *P. lambertii*, que as 906 parcelas sem a presença da espécie (valor 0) foram corretamente estimadas pelo modelo como não tendo a espécie. Similarmente, uma parcela com presença da espécie (valor um) foi corretamente estimada como tendo a espécie. Pela diagonal secundária da tabela, nota-se que 93 (90+3) parcelas foram incorretamente classificadas. Das parcelas sem a presença da espécie, 99,7% foram corretamente classificadas e das parcelas com pelo menos uma árvore de *P. lambertii* 1,1% foram corretamente classificadas. No total, 90,7% das parcelas foram corretamente classificadas. Outra forma de julgar a performance do modelo logístico é examinar o quanto

o modelo se ajusta aos dados. Isso pode ser feito por meio da verossimilhança (-2LL), cujos resultados dessa estatística estão na tabela 2.

Observa-se, para a *A. angustifolia*, que o valor da verossimilhança (-2LL) no processo inicial ( $B_0$ ) foi de 1.370,376 e para *P. lambertii* foi de 609,691. A medida que a variável é selecionada nos diferentes passos e interações, o valor de -2LL diminui, e o valor do teste qui-quadrado (?) aumenta, melhorando a precisão do modelo. No modelo de uma só variável, o valor de -2LL é reduzido a partir do valor do modelo base de 1.370,376 para 1.277,769, uma queda de 92,607 para *A. angustifolia* e de 609,691 para 589,590, para *P. lambertii*. Para *A. angustifolia*, no quarto passo (modelo de quatro variáveis), a redução do valor de -2LL foi de 117,741, que corresponde ao qui-quadrado da melhora do modelo e, como foi altamente significativa (0,000), indica que ocorreu uma melhora significativa no modelo com a inclusão das quatro variáveis. Para *P. lambertii*, na redução do valor no sexto passo (modelo de seis variáveis), o valor de -2LL foi de 99,782, que corresponde ao qui-quadrado da melhora do modelo. Como o valor foi altamente significativo (0,000), indica também que ocorreu uma melhora significativa no modelo com a inclusão da frequência de indivíduos ( $f_q$ ), umidade do solo ( $u$ ), exposição do terreno ( $e$ ), densidade do sub-bosque ( $ds$ ), quantidade de pedras ( $qp$ ) e inclinação do terreno ( $i$ ).

As medidas de  $R^2$  de Cox & Snell e  $R^2$  de Nagalkerke para o modelo de quatro variáveis (*A. angustifolia*) foram de 0,111 e 0,149, respectivamente, indicando que houve melhora no modelo com a inclusão das quatro variáveis, quando comparadas com modelo de uma só variável (passo 1), cujos valores foram de 0,088 e 0,119 (Tabela 2). As mesmas medidas para o modelo de seis variáveis (*P. lambertii*) foram de 0,095 e 0,208, respectivamente, indicando que houve relativa melhora no modelo com a inclusão das seis variáveis, quando comparadas com modelo de uma só variável (passo 1), cujos valores foram 0,020 e 0,044 (Tabela 2).

A tabela 3 contém os coeficientes logísticos e as demais estatísticas da seleção das variáveis independentes do modelo, isto é, quando a área basal, profundidade do solo, frequência de indivíduos e exposição do terreno são incluídas no modelo para *A. angustifolia* e, quando a frequência de indivíduos, umidade do solo, exposição do terreno, densidade do sub-bosque, quantidade de pedras e inclinação do terreno são incluídas no modelo para *P. lambertii*.

Como os níveis de significância observadas dos coeficientes foram menores que 0,05, essas variáveis foram significativas e devem ser mantidas. Assim, o modelo definitivo, para *Araucaria*

Tabela 1 - Classificação da regressão logística para a variável dependente *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*.

	Estimada		Porcentagem correta (%)
	0	1	
<i>Araucaria angustifolia</i>			
Observada			
0	455	108	80,8
1	233	204	46,7
		Total	65,9
<i>Podocarpus lambertii</i>			
Observada			
0	906	3	99,7
1	90	1	1,1
		Total	90,7

Tabela 2 - Estatística de seleção das variáveis independentes em cada passo do modelo *Forward Stepwise* para *Araucaria angustifolia*<sup>1</sup> e *Podocarpus lambertii*<sup>2</sup>.

Passos	-2LL	Qui-quadrado n ( $\chi^2$ )	GL	Sig.	Cox & Snell R <sup>2</sup>	Nagalkerke R <sup>2</sup>
<b><i>Araucaria angustifolia</i></b>						
1	1277,769 <sup>a</sup>	92,607	1	0,000	0,088	0,119
2	1265,262 <sup>a</sup>	105,114	2	0,000	0,100	0,143
3	1258,739 <sup>a</sup>	111,637	3	0,000	0,106	0,142
4	1252,635 <sup>a</sup>	117,741	4	0,000	0,111	0,149
Constante B <sub>0</sub>	1370,376					
<b><i>Podocarpus lambertii</i></b>						
1	589,590 <sup>a</sup>	20,101	1	0,000	0,020	0,044
2	572,294 <sup>b</sup>	37,397	2	0,000	0,037	0,080
3	555,017 <sup>b</sup>	54,674	3	0,000	0,053	0,117
4	534,957 <sup>c</sup>	74,734	4	0,000	0,072	0,158
5	515,627 <sup>c</sup>	94,064	5	0,000	0,090	0,197
6	509,909 <sup>c</sup>	99,782	6	0,000	0,095	0,208
Constante B <sub>0</sub>	609,691					

\* Estimativa final na interação 4 e 6, com significância menor que 0,001.

<sup>1</sup> área basal, profundidade do solo, frequência de indivíduos e exposição do terreno.

<sup>2</sup> regressão logística com frequência de indivíduos, umidade do solo, exposição do terreno, densidade do sub-bosque, quantidade de pedras e inclinação do terreno.

*angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, respectivamente, pode ser escrito como segue:

$$P_{Araucaria\ angustifolia} = \frac{1}{1 + e^{-(1,621 + 2,932\ g + 0,649\ ps - 0,058\ fq + 0,105\ e)}}$$

$$P_{Podocarpus\ lambertii} = \frac{1}{1 + e^{-(6,137 + 0,109\ fq - 1,156\ u + 0,324\ e + 1,831\ ds - 2,569\ qp + 0,038\ i)}}$$

Observa-se, de acordo com a tabela 3, que a área basal das espécies atuou de forma positiva, ou seja, quando a área basal é alta, as chances de ocorrência da espécie aumentam. O resultado pode ser deduzido pela observação do Exp (B). Com o aumento

de uma unidade da área basal, a chance de ocorrência de *A. angustifolia* aumenta 18,773 vezes. Além disso, deve-se considerar que, quando essa espécie está presente, a área basal é alta justamente porque a presença dela ocasiona esse aumento, em razão das características dominantes (grandes diâmetros) da espécie.

A profundidade do solo e a exposição do terreno também atuaram de forma positiva na distribuição da *A. angustifolia* na área. Entretanto, os valores baixos dos coeficientes B indicam que sua influência na ocorrência da espécie não é tão

Tabela 3 - Variáveis independentes selecionadas pela regressão logística pelo método *Forward Stepwise* para *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*.

Variáveis	B	E.P.	WALD	GL	Sig.	Exp. (B)
<b><i>Araucaria angustifolia</i></b>						
Área basal (g)	2,932	0,327	80,348	1	0,000	18,773
Profundidade do solo (ps)	0,649	0,173	14,059	1	0,000	1,913
Frequência indivíduos (fq)	-0,058	0,022	7,226	1	0,007	0,943
Exposição do terreno (e)	0,105	0,043	6,059	1	0,014	1,111
Constante	-1,621	0,252	41,256	1	0,000	0,198
<b><i>Podocarpus lambertii</i></b>						
Frequência de indivíduos (fq)	0,109	0,031	12,582	1	0,000	1,115
Umidade do solo (u)	-1,156	0,279	17,104	1	0,000	0,315
Exposição do terreno (e)	0,324	0,084	15,066	1	0,000	1,383
Densidade do sub-bosque (ds)	1,831	0,482	14,422	1	0,000	6,239
Quantidade de pedras (qp)	-2,569	0,747	11,839	1	0,001	0,077
Inclinação do terreno (i)	0,038	0,015	6,237	1	0,013	1,039
Constante	-6,137	0,697	77,546	1	0,000	0,002

significativa, o que é comprovado também pelo baixo Exp (B). Com o aumento de uma unidade na profundidade do solo e na exposição do terreno, a chance de ocorrência da *A. angustifolia* aumenta 1,913 e 1,111 vezes, respectivamente. Essa afirmação corrobora CARVALHO (2003), relatando que *A. angustifolia* apresenta crescimento limitado em solos rasos. Também, segundo ZANON (2007), a espécie apresenta bom crescimento em solos bem estruturados, enquanto que, em solos neossolos litólicos e gleissolos (hidromórficos), em consequência das restrições físicas para o desenvolvimento radicial, produzem condições de crescimento extremamente pobres.

Com relação à exposição do terreno, observou-se, pelos dados coletados no campo, que a maioria das parcelas com ocorrência de *A. angustifolia* (73%) possui exposição entre o leste e oeste na direção norte, onde há maior incidência solar, o que favorece a regeneração natural da espécie, embora os níveis de luz que chegam ao solo sejam filtrados pelo dossel da floresta. Para DUARTE et al. (2002), a espécie não é estritamente heliófita e pioneira, mas seu desenvolvimento é facilitado em locais mais ensolarados.

A frequência de indivíduos é também importante na ocorrência de *A. angustifolia* na área, embora em menor proporção. Isso pode ser deduzido pela significância apresentada. Pela interpretação do Exp (B), as chances de ocorrência da espécie em locais de frequência alta são de 0,943 vezes. Pelo valor negativo do coeficiente B, pode-se dizer que a espécie prefere ocorrer em locais de baixa densidade de indivíduos, ou seja, em locais com relativa luminosidade.

Observa-se também que, dos fatores que influenciaram a presença de *Podocarpus lambertii* na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, a densidade do sub-bosque atuou de forma positiva, ou seja, quando a densidade do sub-bosque é alta, as chances de ocorrência da espécie aumentam (Tabela 3). O valor relativamente alto do coeficiente B para a densidade do sub-bosque indica que sua influência para a presença da espécie é significativa. O resultado pode ser deduzido pela observação do Exp (B). Com o aumento de uma unidade da frequência, a chance de ocorrência de *P. lambertii* aumenta 6,239 vezes. Assim, deve-se considerar que a espécie ocorre onde a densidade do sub-bosque é relativamente alta.

A exposição do terreno, a frequência de indivíduos e a inclinação do terreno também atuaram de forma positiva na distribuição de *P. lambertii*. Entretanto, os valores baixos dos coeficientes B indicam que suas influências na ocorrência da espécie

não são tão significantes, o que é comprovado também pelo baixo Exp (B). Com o aumento de uma unidade na exposição do terreno, na frequência de indivíduos e na inclinação do terreno, a chance de ocorrência da *P. lambertii* aumenta 1,383, 1,115 e 1,039 vezes, respectivamente.

Em relação à exposição do terreno, observou-se, pelos dados coletados, que a maioria das parcelas (61,5%) possui exposição entre o sul e o oeste, onde a incidência solar é menor. Isso, em conjunto com a alta frequência dos indivíduos das parcelas de ocorrência do *P. lambertii*, comprovam, segundo CARVALHO (2003), que a espécie tem características de secundária tardia ou clímax tolerante a sombra. A partir de observações feitas a campo, pode-se constatar que esta apresenta excelente regeneração natural em capoeirões e vegetação secundária mais evoluída.

A presença de afloramentos rochosos e a umidade são também importantes na ocorrência de *P. lambertii*, embora em menor proporção. Isso pode ser deduzido pelas significâncias apresentadas e pelos valores negativos dos coeficientes B. Pela interpretação dos Exp (B), as chances de ocorrência de *P. lambertii* em locais com pedras são de 0,077 e, em locais úmidos, de 0,315.

Como a espécie prefere locais não pedregosos, aliado ao fato de ocorrer também em local com baixa inclinação, pois 75,8% das parcelas ocorreram em locais planos ou de baixa declividade, pode-se dizer que esta tem certa exigência por solos com teores médios de umidade.

## CONCLUSÕES

*Araucaria angustifolia* prefere ocorrer em locais com solos profundos, expostos para o norte, onde há maior incidência de luz e, também, em locais com menor número de indivíduos, estes de grandes dimensões. *Podocarpus lambertii* prefere locais não pedregosos, pouco inclinados, com exposição sul, relativamente úmidos, com alta frequência de indivíduos e alta densidade do sub-bosque, indicando que a espécie tem características de secundária tardia, tolerante a sombra.

## REFERÊNCIAS

CALDATO, S.L. **Dinâmica populacional da *Ocotea porosa* (Lauraceae) na floresta ombrófila mista em Caçador, SC.** 1998. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: EMBRAPA, 2003. 1039p.

DUARTE, L.S. et al. Assessing of the role of light availability in the regeneration of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v.50, p.741-751, 2002. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=14385681>>. Acesso em: 15 jul. 2008. doi:10.1071/BT02027.

HAIR, J.F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HOSMER, D.W.Jr.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. New York: Wiley, 1989. 382p.

RIBEIRO, S.B. **Classificação e ordenação da comunidade arbórea da floresta ombrófila mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 2004. 181f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

RODRIGUES, L.A. et al. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta

estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.25-35, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622007000100004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000100004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 17 nov. 2008. doi: 10.1590/S0100-67622007000100004.

SOUZA, J.S. et al. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecidual às margens do rio capivari, Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.185-206, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622003000200009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000200009)>. Acesso em: 08 dez. 2008. doi: 10.1590/S0100-67622003000200009.

ZANON, M.L.B. **Crescimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze diferenciado por dioicia**. 2007. 107f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS.