

**PRODUÇÃO DA *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. NA  
REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO ESTADO DO  
RIO GRANDE DO SUL**

THE YIELD OF *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. IN THE  
REGION "PLANALTO MEDIO" OF RIO GRANDE DO SUL  
STATE

Paulo Renato Schneider<sup>1</sup> César Augusto Guimarães Finger<sup>2</sup>  
Juarez Martins Hoppe<sup>3</sup>

**RESUMO**

No presente trabalho foi estudada a produção de povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., na região do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul. Observou-se que a espécie apresenta uma variação muito grande de produção, representada por 7 índices de sítio, com intervalo de 2 metros de altura, dominante na idade de referência de 40 anos. Foram ajustadas funções para estimar a altura, diâmetro, fator de forma e número de árvores por hectare, o que permitiu a confecção das tabelas de produção que retratam a situação do povoamento remanescente, desbaste e a produção total.

**Palavras-chave:** sítio; produção; *Araucaria angustifolia*.

---

1 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

3 Engenheiro Florestal, MSc., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

## ABSTRACT

The present work studies the yield of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. stands in the region of Planalto Medio of Rio Grande do Sul state. It has been observed that the variety shows a great variation of production, represented by 7 site index with a spacing of 2 meters of height at the age reference of 40 years. Functions have been adjusted for estimating the height, diameter, form factor and number of trees per hectare. This analysis has allowed the confection of production tables which gives a clear idea of the situation of the remaining stands, thinning and total production.

**Keywords:** site; yield; *Araucaria angustifolia*.

## INTRODUÇÃO

O aumento da densidade demográfica, especialmente nas últimas décadas, tem sido acompanhado de uma maior demanda de produtos de origem florestal, fato que exerceu aumento de pressão sobre os recursos florestais naturais e que tem trazido consequências muitas vezes danosas ao meio ambiente. Devido a isto, um grande número de pesquisadores florestais tem se dedicado a estudar as inúmeras influências ecológicas e de tratos silviculturais sobre o desenvolvimento das florestas, com o objetivo de promover o aumento da produção quantitativa e qualitativa dos povoamentos florestais. Muitos destes estudos têm sido concentrados nas relações dos fatores do meio e tratos silviculturais, especialmente dos que afetam a densidade do povoamento, o crescimento e a produção.

O crescimento acelerado da área basal ocorre até o momento em que inicia a competição entre as árvores, que promove o início da mortalidade natural das árvores na floresta, a redução da área basal e a retomada do crescimento.

A este fato pode-se atribuir a redução da produção fotossintética causada pela diminuição da área de copa, limitação da disponibilidade de água e nutrientes absorvidos por cada indivíduo e, também a falta

de desenvolvimento do sistema radicular. Desta forma, os desbastes permitem aumentar o espaço disponível para cada árvore, propiciando o desenvolvimento equilibrado da copa e sistema radicular. A aplicação de desbastes pode, em função do seu peso, causar a diminuição da produção total, mas é justificado por elevar a produtividade comercial dos sortimentos ocasionado pelo aumento da dimensão das toras.

Uma das grandes limitações para o manejo racional dos povoamentos florestais tem sido a falta de informações dendrométricas, de crescimento e produção das plantações. Por isso, é de fundamental importância que se conheçam os parâmetros de crescimento por índice de sítio, para a avaliação da produção das unidades de manejo, com fim de desenvolver uma economia racional e funcional, baseada na exploração otimizada dos povoamentos, alicerçada no princípio do rendimento sustentado.

Através do presente trabalho, pretendeu-se estruturar a produção florestal da espécie, para o que foi estudado: a classificação de sítio com base na altura dominante; o crescimento do diâmetro, altura e volume por sítio e idade; o número ideal de árvores por hectare para o povoamento remanescente do desbaste por sítio; o desenvolvimento do fator K-Magin em tempo e sítio; a produção do desbaste e total por sítio e idade; a caracterização destes resultados sob forma de tabela de produção.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No manejo florestal, a maioria das decisões envolvem avaliações da capacidade produtiva das áreas florestais em estado de manejo. Estas informações são normalmente expressas em termos de curvas de índice de sítio, as quais se originam do meio tradicional de classificação de solos florestais, expresso pela altura dominante (SCHNEIDER, 1984).

Inicialmente, os métodos usados para construção de curvas de índice de sítio, eram gráficos, o que originava as curvas monomórficas (SPURR, 1952). Estas curvas são traçadas em função de uma curva

mestra, obtida por regressão, e conservam uma percentagem fixa acima e abaixo da curva padrão. Com estas curvas monomórficas fica estabelecido que as diferenças em sítio resultam em diferenças similares no crescimento em altura para todas as idades, porém, com níveis diferentes. Com isto, pode-se deduzir que o coeficiente de variação deveria ser igual para todas as classes de idade.

Neste mesmo sentido, Osborn & Schumacher (1953), conforme Macedo (1978), analisaram o coeficiente de variação e constataram que ele era maior nas menores classes de idade, razão pela qual desenvolveram, graficamente, curvas de índice de sítio polimórficas, usando diferentes pesos para diferentes classes de idade.

Atualmente, as curvas polimórficas estão sendo muito utilizadas, uma vez que elas descrevem o crescimento real dos povoamentos.

De Hoogh (1981), em seu estudo de índice de sítio para a *Araucaria angustifolia*, no sul do Brasil, utilizou, em um primeiro estágio, a equação de Prodan gerando curvas monomórficas de índice de sítio e, em um segundo estágio, a equação proposta por Hradetzky, o que resultou curvas polimórficas de índice de sítio.

A produção de um povoamento florestal está diretamente relacionada com a densidade alcançada pelo povoamento florestal. Esta densidade compreende a área utilizada pelas árvores e pode ser expressa em termos absolutos ou relativos. As variáveis mais utilizadas para expressar a densidade são a área basal e o número de indivíduos por unidade de área. Entretanto, esta também pode ser expressa por índices de espaçamento relativo, como definido por Hart-Becking (ASSMANN, 1961).

Neste sentido, Assmann (1961) descreve que povoamentos com igual índice de sítio podem conter diferentes áreas basais e, conseqüentemente, diferenças na produção total, tendo, a partir desta observação, definido esta diferença na capacidade de produção do sítio como “nível de produção”.

A complexidade para determinação do regime de desbaste levou Magin (1964) a desenvolver um método que permite obter

estas estimativas com boa precisão a partir de dados de parcelas permanentes ou temporárias, tomadas em povoamentos de mesmo sítio, submetidas aos mesmos critérios de desbaste. Esta metodologia está sendo largamente utilizada em vários trabalhos de Sterba (1975); Hradetzky (1972); Bechter (1977) e Schneider (1984).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Localização da área de estudo**

Os dados para o presente trabalho foram coletados na Floresta Nacional de Passo Fundo, do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, localizada no Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul.

### **Fisiografia da região**

A região de origem dos dados situa-se em uma formação geológica basáltica, com relevo ondulado. A altitude varia, em torno de 780 metros em relação ao nível do mar.

### **Características climáticas**

Segundo a classificação de Koeppen, a região é caracterizada por um clima Cfa, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio oscila entre -3 a 18°C. A temperatura média anual é de 17,6°C, sendo que a média das máximas é de 23,5°C e a média das mínimas de 12,8°C. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.659 mm, regularmente distribuídos durante o ano (MOTA et al., 1971).

### **Características edáficas**

O solo da região pertence à Unidade de Mapeamento Passo

Fundo, sendo classificado como latossolo vermelho-escuro distrófico. Esta unidade caracteriza-se por apresentar 80% de solos com profundidade variável de 2,5 a 3,0 metros, com horizonte B latossólico, bem drenado, sem pedregosidade. A textura é argilosa, com mais de 40% de argila em todo o perfil, porém, a fração areia é menor que 30% no horizonte superficial (LEMOS et al., 1967).

### **Obtenção dos dados**

Os dados para o presente estudo são originados de:

#### **Análise de tronco**

Foram abatidas 4 árvores de altura dominante por sítio natural, previamente delimitado por sondagem e mapeamento de *habitat*, perfazendo um total de 16 árvores. Esta análise forneceu os dados de altura dominante por idade que foram empregados no ajuste de modelos de regressão para classificação de sítio;

#### **Parcelas permanentes**

As parcelas permanentes forneceram dados de diâmetro e altura;

#### **Parcelas temporárias**

As parcelas temporárias tiveram origem no inventário, estratificado por sítio natural e idade, realizado na área dos povoamentos. As unidades amostrais tiveram um tamanho de 20,0 x 30,0 metros, nas quais foram tomados os diâmetros e alturas das árvores.

### **Determinação da classificação e sítio de produção**

Os sítios foram classificados a partir de curva, obtidas por

meio de equação de regressão da altura dominante em função da Idade, a partir de dados estratificados na idade de referência de 40 anos. O intervalo de classe de sítio foi de 2 metros de altura dominante na idade de referência.

A produção total foi determinada pelo método de Magin (1964), expressa por:

$$Pt = Va + \sum Vs + (\sum Ns * Vm (s/2) * K)$$

que é apresentada de forma detalhada na Tabela 1. Sendo Pt: a produção total na idade T; Va: o volume no início do período; Vs: a diferença dos volumes no período s; Ns: a diferença do número de Árvores/ha no período s; Vm (s/2): o volume médio na metade do período; K: o

TABELA 1: Funções usadas para a confecção das tabelas de produção.  
TABLE 1: Functions used to make production tables.

Eq. Variável Dependente	Tipos de Funções
Altura dominante	$H_{100} = t^2/(b_0+b_1 \cdot t+b_2 \cdot t^2)$
Altura média	$lnhg = b_0+b_1 \cdot ln h_{100} + b_2 \cdot ln^2 h_{100}$
Diâmetro médio	$lndg = b_0+b_1 \cdot ln hg + b_2 \cdot ln^2 hg$
Fator de forma	$f = b_0+b_1 \cdot (d_{0,5}/d)^2 + b_2 \cdot (d_{0,3}/d)^2$
Diâmetro $d_{0,5}$	$log_{0,5} = b_0+b_1 \cdot log(1/d) + b_2 \cdot log(1/h)$
Diâmetro $d_{0,3}$	$logd_{0,3} = b_0+b_1 \cdot log(1/d) + b_2 \cdot log(1/h)$
Número de árvores/ha	$N = b_0+b_1 \cdot ln h_{100}$
Fator K-Magin	$K = b_0+b_1 \cdot h_0$
Área basal	$G = PI \cdot d_g^2 / 4 \cdot N$
Volume remanescente	$V = G \cdot h_g \cdot f$
Volume médio remanescente	$V_m = (V_t/N_t + V_{t+5}/N_{t+5})/2$
Volume desbaste	$Vd = \Delta N \cdot K \cdot V_m$
Produção total	$GWL_t = V_t + \sum V_d$

Em que:  $N = 10^4 / [(S\% \cdot h_{100} / 100)^2 \cdot 0,866]$ ;  $PI = 3.1415$ .

fator de conversão do tipo de desbaste.

O fator de conversão para do tipo de desbaste, foi obtido pela expressão definida por Magin (1964):

$$K = (DN / N)^{\ln(n2/3000)/c/\ln V}$$

Em que: N = número de árvore/ha no início do período; DN = diferença do número de árvores no período; V = volume/ha no período; C = constante regulativa.

O fator K de 0,5 foi fixado na idade de referência para obtenção da constate regulativa e dos outros fatores K. Para a obtenção da produção foram estudadas as relações entre as variáveis: altura dominante em função da idade; altura média em função da altura dominante; diâmetro da árvore de Área basal média como função da altura dominante: fator de forma como função do diâmetro e altura:

TABELA 2: Estatística das equações utilizadas para estimar os parâmetros das tabelas de produção (Ver equações na Tabela 1).

TABLE 2: Statistics of the equations used to estimate the parameters of the production tables (See equations in Table 1).

N. Eq.	Coeficientes			R <sup>2</sup>	Sxy%	F
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>			
01	-0,9710	1,1676	-0,02203	0,95	8,76	1.088,2
02	0,0379	0,7895	0,0574	0,97	10,14	1.912,9
03	1,4298	0,0938	0,1785	0,81	4,70	221,8
04	0,2575	0,3590	0,2785	0,92	2,96	539,9
05	0,0485	-0,9934	0,1375	0,97	2,58	671,2
06	0,2054	-1,0961	0,4943	0,56	1,55	350,5
07	13,0136	-2,1268	-	0,99	0,06	55.334,0
08	0,5758	-0,0036	-	0,85	4,00	64,5

TABELA 3: Altura dominante por índice de sítio e idade.

TABLE 3: Dominant height by site index and age.

Idade (anos)	Índice de Sítio						
	12	14	16	18	20	22	24
05	2,73	3,18	3,64	4,09	4,55	5,00	5,46
10	4,61	5,37	6,14	6,91	7,68	8,44	9,21
15	6,25	7,29	8,34	9,38	10,42	11,46	12,50
20	7,69	8,97	10,26	11,54	12,82	14,10	15,38
25	8,96	10,46	11,95	13,44	14,94	16,43	17,92
30	10,09	11,77	13,45	15,13	16,01	18,50	20,18
35	11,10	12,94	14,79	16,64	18,49	20,34	22,19
40	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00
45	12,82	14,95	17,09	19,23	21,36	23,50	25,63
50	13,56	15,82	18,08	20,34	22,60	24,86	27,12
55	14,24	16,61	18,98	21,35	23,73	26,10	28,47
60	14,85	17,33	19,81	22,28	24,76	27,23	29,71

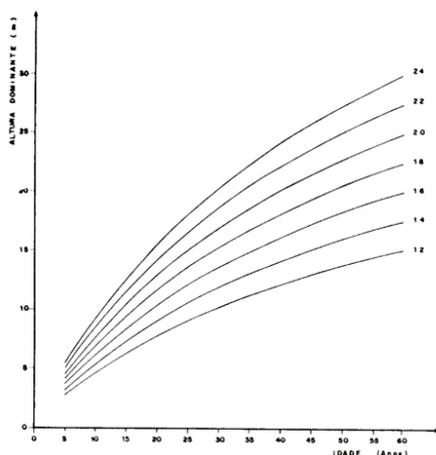


FIGURA 1: Curvas de índice de sítio para *Araucaria angustifolia*.

FIGURE 1: Site index curves for *Araucaria angustifolia*.

TABELA 4: Tabela de produção para *Araucaria angustifolia*.  
 TABLE 4: Production table for *Araucaria angustifolia*. Índice de sítio = 12 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 5.7 Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

Idade (ano)	Povoamento remanescente										Produção total			Idade (anos)
	dg	hm	h0	n/ha	g/ha	f	v/ha	n/ha	v/ha	vac.	%	v/ha	ima	
5	5.1	2.3	2.7	2423	5.0	-7300	8.6	9	-0	-0	-0	8.6	1.7	3.2
10	6.7	4.0	4.6	2413	8.4	-7300	24.4	8	-1	-0	-2	24.5	2.4	4.8
15	8.1	5.4	6.3	2404	12.3	-7300	48.2	7	-1	-1	-2	48.3	3.2	5.6
20	9.4	6.6	7.7	2397	16.7	-6876	75.9	6	-1	-2	-3	76.1	3.8	6.6
25	10.7	7.7	9.0	2390	21.4	-6551	108.5	5	-2	-4	-3	108.8	4.4	7.5
30	11.9	8.8	10.1	2384	26.4	-6319	145.8	5	-2	-5	-4	146.3	4.9	8.3
35	13.9	9.7	11.1	2379	31.4	-6144	187.0	119	5.6	-7	-4	187.8	5.4	7.8
40	14.0	10.5	12.0	2259	34.8	-6007	220.4	293	16.8	6.4	2.9	226.8	5.7	5.5
45	15.0	11.3	12.8	1966	34.7	-5896	231.2	221	15.0	23.2	10.0	254.4	5.7	5.1
50	15.9	12.0	13.6	1745	34.7	-5805	241.8	171	13.5	38.2	15.8	280.0	5.6	4.8
55	16.8	12.7	14.2	1573	34.7	-5728	252.1	136	12.3	51.7	20.5	303.8	5.5	4.4
60	17.6	13.3	14.9	1437	34.8	-5663	262.0			64.0	24.4	326.0	5.4	60

Em que: Índice de sítio = 12 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 5.7 Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

TABELA 5: Tabela de produção para *Araucaria angustifolia*.  
 TABLE 5: Production table for *Araucaria angustifolia*.

Idade (ano)	Povoamento remanescente										Produção			Idade total ipa (anos)
	d <sub>a</sub>	b <sub>a</sub>	b <sub>0</sub>	n/ha	g/ha	f	v/ha	n/ha	v/ha	vac.	%	v/ha	ima	
5	5.6	2.8	3.2	2420	5.9	-7300	12.0	11	-1	-0	-0	12.0	2.4	5
10	7.3	4.6	5.4	2409	10.1	-7300	34.0	10	-1	-1	-2	34.1	3.4	10
15	9.0	6.3	7.3	2399	15.4	-6997	67.4	8	-2	-2	-3	67.6	4.5	15
20	10.7	7.7	9.0	2390	21.5	-6549	108.8	7	-2	-4	-3	109.2	5.5	20
25	12.3	9.1	10.5	2382	28.1	-6252	159.9	28	1.2	-6	-4	160.5	6.4	25
30	13.7	10.3	11.8	2353	34.9	-6040	217.5	428	24.4	1.8	-8	219.3	7.3	30
35	15.1	11.4	12.9	1925	34.7	-5880	232.9	295	21.4	26.2	11.3	259.2	7.4	35
40	16.5	12.4	14.0	1630	34.7	-5754	248.4	213	19.0	47.6	19.2	296.0	7.4	40
45	17.7	13.4	15.0	1416	34.9	-5653	263.6	160	17.1	66.6	25.3	330.2	7.3	45
50	18.9	14.2	15.8	1256	35.1	-5569	278.5	124	15.6	83.7	30.1	362.2	7.2	50
55	20.0	15.0	16.6	1131	35.5	-5499	292.9	99	14.2	99.3	33.9	392.2	7.1	55
60	21.0	15.8	17.3	1031	35.8	-5439	306.8			113.5	37.0	420.3	7.0	60

Índice de sítio = 14 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 7.4. Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

TABELA 6: Tabela de produção para *Araucaria angustifolia*.  
 TABLE 6: Production table for *Araucaria angustifolia*.

Idade (ano)	Povoamento remanescente										Produção			total ipa	Idade (anos)
	d <sub>e</sub>	h <sub>m</sub>	h <sub>n</sub>	n/ha	g/ha	f	v/ha	n/ha	v/ha	vac.	%	v/ha	ima		
5	5.9	3.2	3.6	2418	6.6	-7300	15.3	13	-1	-0	-0	15.3	3.1	6.2	5
10	8.0	5.3	6.1	2405	12.0	-7300	46.2	11	-2	-1	-2	46.3	4.6	9.0	10
15	10.0	7.2	8.3	2393	19.0	-6702	91.2	10	-3	-3	-3	91.5	6.1	12.2	15
20	12.0	8.9	10.3	2383	27.2	-6288	152.1	103	4.5	-6	-4	152.6	7.6	14.4	20
25	14.0	10.5	11.9	2280	34.9	-6014	219.7	505	31.2	5.0	2.3	224.8	9.0	10.3	25
30	15.8	11.9	13.5	1774	34.7	-5817	240.2	325	27.1	36.3	15.1	276.4	9.2	9.6	30
35	17.5	13.2	14.8	1449	34.8	-5669	261.0	223	24.0	63.3	24.3	324.3	9.3	8.9	35
40	19.1	14.4	16.0	1226	35.2	-5553	281.7	161	21.6	87.3	31.0	369.0	9.2	8.4	40
45	20.7	15.5	17.1	1064	35.7	-5459	302.1	121	19.6	108.9	36.0	411.0	9.1	7.9	45
50	22.1	16.5	18.1	942	36.2	-5381	322.0	94	17.9	128.4	39.9	450.5	9.0	7.4	50
55	23.5	17.4	19.0	848	36.8	-5316	341.3	74	16.5	146.4	42.9	487.6	8.9	7.0	55
60	24.8	18.3	19.8	773	37.4	-5260	359.9	60	16.5	162.9	45.3	522.8	8.7	6.0	60

Índice de sítio = 16 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 9.2 Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

TABELA 7: Tabela de produção para *Araucaria angustifolia*.  
 TABLE 7: Production table for *Araucaria angustifolia*.

Idade (ano)	Povoamento remanescente										Produção			total ipa	Idade (anos)
	d <sub>s</sub>	h <sub>m</sub>	h <sub>0</sub>	n/ha	g/ha	f	v/ha	n/ha	v/ha	vac.	%	v/ha	ima		
5	6.3	3.5	4.1	2416	7.4	-7300	19.2	14	-1	-0	-0	19.2	3.8	8.2	5
10	8.7	5.9	6.9	2401	14.2	-7124	59.9	12	-3	-1	-2	60.1	6.0	12.3	10
15	11.1	8.1	9.4	2388	23.1	-6461	121.2	11	-4	-4	-3	121.6	8.1	17.4	15
20	13.5	10.1	11.5	2377	33.9	-6074	207.9	599	35.7	-8	-4	208.7	10.4	13.6	20
25	15.8	11.9	13.4	1777	34.7	-5818	240.1	396	34.3	36.5	15.2	276.6	11.1	12.2	25
30	17.9	13.6	15.1	1381	34.9	-5635	266.6	254	30.1	70.8	26.6	337.5	11.2	11.4	30
35	20.0	15.1	16.6	1126	35.5	-5496	293.6	175	27.0	101.0	34.4	394.5	11.3	10.8	35
40	22.0	16.4	18.0	951	36.2	-5387	320.3	126	24.5	128.0	39.9	448.3	11.2	10.2	40
45	23.9	17.7	19.2	825	37.0	-5299	346.7	95	22.4	152.5	44.0	499.1	11.1	9.6	45
50	25.7	18.9	20.3	730	37.8	-5226	372.4	73	20.7	174.9	47.0	547.3	10.9	9.1	50
55	27.4	19.9	21.4	656	38.6	-5165	397.5	58	19.2	195.6	49.2	593.0	10.8	8.7	55
60	29.0	20.9	22.3	597	39.4	-5113	421.7	214.7	50.9	214.7	50.9	636.5	10.6		60

Índice de sítio = 18 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 11.2 Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

TABELA 8: Tabela de produção para *Araucaria angustifolia*.  
 TABLE 8: Production table for *Araucaria angustifolia*.

Idade (ano)	Povoamento remanescente										Produção		total ipa	Idade (anos)	
	d <sub>e</sub>	h <sub>m</sub>	h <sub>m</sub>	h <sub>n</sub>	n/ha	g/ha	f	v/ha	n/ha	v/ha	vac.	%			v/ha
5	6.6	3.9	4.5	2413	8.3	-7300	23.8	16	-2	-0	-0	23.8	4.8	10.4	5
10	9.4	6.6	7.7	2397	16.7	-6881	75.5	14	-4	-2	-3	75.7	7.6	16.7	10
15	12.2	9.1	10.4	2382	28.0	-6258	158.4	417	20.7	-6	-4	159.0	10.6	18.7	15
20	15.0	11.3	12.8	1965	34.7	-5895	231.2	544	43.8	21.3	9.2	252.5	12.6	15.2	20
25	17.7	13.4	14.9	1420	34.9	-5655	263.4	318	37.8	65.1	24.7	328.4	13.1	14.3	25
30	20.3	15.2	16.8	1101	35.6	-5482	296.8	204	33.6	102.9	34.7	399.7	13.3	13.5	30
35	22.7	16.9	18.5	897	36.5	-5351	330.7	140	30.4	136.5	41.3	467.2	13.3	12.8	35
40	25.1	18.5	20.0	757	37.5	-5248	364.4	101	27.8	166.9	45.8	531.3	13.3	12.2	40
45	27.4	19.9	21.4	655	38.6	-5165	397.7	76	25.6	194.8	49.0	592.4	13.2	11.7	45
50	29.5	21.3	22.6	579	39.7	-5096	430.3	58	23.8	220.4	51.2	650.7	13.0	11.1	50
55	31.6	22.5	23.7	520	40.8	-5038	462.1	46	22.2	244.2	52.8	706.3	12.8	10.6	55
60	33.5	23.6	24.8	474	41.8	-4989	493.0	266.3	54.0	759.4	12.7	10.6	10.6	60	

Índice de sítio = 20 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 13.3 Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

TABELA 9: Tabela de produção para *Araucaria angustifolia*.  
 TABLE 9: Production table for *Araucaria angustifolia*.

Idade (ano)	Povoamento remanescente										Produção			total ipa	Idade (anos)
	d <sub>g</sub>	h <sub>in</sub>	h <sub>o</sub>	n/ha	g/ha	f	v/ha	n/ha	v/ha	% vac.	%	v/ha	ima		
5	7.0	4.3	5.0	2411	9.3	-7300	29.1	18	-3	-0	-0	29.1	5.8	13.0	5
10	10.2	7.3	8.4	2393	19.4	-6675	94.1	15	-5	-3	-3	94.3	9.4	22.1	10
15	13.4	10.0	11.5	2377	33.5	-6086	204.1	772	49.9	-8	-4	204.9	13.7	19.1	15
20	16.6	12.5	14.1	1605	34.7	-5743	250.0	447	47.7	50.7	20.3	300.7	15.0	17.5	20
25	19.7	14.8	16.4	1158	35.4	-5514	289.6	260	41.8	98.4	34.0	388.0	15.5	16.6	25
30	22.8	16.9	18.5	897	36.5	-5350	330.8	167	37.5	140.1	42.4	470.9	15.7	15.9	30
35	25.7	18.9	20.3	729	37.8	-5226	372.5	114	34.2	177.7	47.7	550.2	15.7	15.2	35
40	28.5	20.6	22.0	614	39.2	-5129	414.2	82	31.5	211.9	51.2	626.1	15.7	14.6	40
45	31.1	22.3	23.5	532	40.5	-5050	455.5	62	29.3	243.5	53.4	699.0	15.5	14.0	45
50	33.7	23.7	24.9	469	41.9	-4985	496.1	48	27.3	272.7	55.0	768.8	15.4	13.4	50
55	36.1	25.1	26.1	421	43.3	-4930	535.8	38	25.5	300.0	56.0	835.8	15.2	12.8	55
60	38.5	26.4	27.2	383	44.6	-4883	574.5			325.5	56.7	900.1	15.0		60

Índice de sítio = 22 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 15,7/Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

TABELA 10: Tabela de produção para *Araucaria angustifolia*.  
 TABLE 10: Production table for *Araucaria angustifolia*.

Idade (ano)	d <sub>e</sub>		h <sub>m</sub>		h <sub>n</sub>		n/ha		g/ha		f		v/ha		n/ha		v/ha		vac.		%		Produção		total ipa	Idade (anos)
	7.4	4.7	4.7	8.0	5.5	2408	10.3	-7300	35.2	19	-3	316	13.6	738	61.4	373	52.0	127.3	39.9	446.1	17.8	17.2	16.2	10		
10	10.9	8.0	9.2	2309	22.4	-6496	116.0																	24.9	15	
15	14.6	11.0	12.5	2072	34.7	-5937	226.9																	21.1	20	
20	18.3	13.8	15.4	1333	35.0	-5610	270.9																	20.0	25	
25	21.9	16.4	17.9	960	36.1	-5393	318.8																	19.2	30	
30	25.4	18.7	20.2	742	37.7	-5237	368.6																	18.5	35	
35	28.8	20.8	22.2	603	39.3	-5118	419.3																	17.9	40	
40	32.1	22.8	24.0	507	41.0	-5025	470.1																	17.2	45	
45	35.2	24.6	25.6	438	42.7	-4950	520.6																	16.6	50	
50	38.2	26.3	27.1	387	44.4	-4887	570.5																	16.0	55	
55	41.1	27.8	28.5	347	46.1	-4835	619.4																	15.4	60	
60	43.8	29.2	29.7	315	47.6	-4790	667.2																	1050.5	17.5	

Índice de sítio = 24 ima (m<sup>3</sup>/ha) = 18.1 Classe com estimativas críticas, devido à densidade real inicial, falhas e mortalidade.

número de árvores por hectare como função da altura dominante: Área basal como função do número de árvores.

### **Processamento dos dados**

Os dados inventariados e de análise de tronco foram processados em computador, utilizando-se de programas especialmente elaborados para esta finalidade e os modelos matemáticos de regressão foram determinados através do pacote estatístico SAS.

A classificação de sítios e tabelas de produção foi obtida através do pacote TAPRO (Tabela de Produção), do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Dentre os diversos modelos de regressão testados para descrever as relações entre as variáveis, encontram-se na Tabela 1 as selecionadas, bem como outras relações matemáticas usadas na elaboração da tabela de produção dos povoamentos.

As equações matemáticas apresentadas na Tabela 2 mostram altos coeficientes de determinação, superiores a 80%, e erros padrão residuais em percentagens inferiores a 10%, o que justifica o emprego na elaboração das tabelas de produção.

Através da função 1 procedeu-se a determinação das alturas dos índices de sítio. Foi estabelecida a idade de referência de 40 anos, intervalo de classe de 2 metros. Para cobrir a variação dos dados observados foram necessárias 7 curvas de índice de sítio.

Na Tabela 3 são apresentadas as alturas dominantes em classes de idade de 5 anos, para os sítios de 12 a 24 e, na Figura 1, os mesmos resultados, são mostrados de forma gráfica.

O número de árvores por hectare para o povoamento remanescente foi estimado através do índice de espaçamento relativo, considerando-se uma variação do mesmo, de acordo com o estado de desenvolvimento do povoamento. Este índice parte de um valor de

18% na idade de 5 anos no pior sítio, aumentando diretamente com a qualidade do sítio e idade, para atingir um valor máximo de 21% aos 40 anos, no melhor sítio.

Para a estimativa da produção dos desbastes foi definido um desbaste normal, cujo valor do fator K-Magin é 0,5 na idade de 40 anos, momento em que ocorre uma menor diferenciação do crescimento diamétrico do povoamento em relação aos desbastes efetuados.

O valor de K, na idade de referência, foi utilizado para determinar a constante regulativa C, sendo obtido um valor igual a 2,05. Através deste valor foram determinados os demais fatores K por idade, os quais, posteriormente, foram ajustados por uma função linear da altura dominante (equação 8 da Tabela 1).

Através destas relações matemáticas foram obtidas as tabelas de produção por índice de sítio para a espécie, que podem ser encontrados nas Tabelas 4 a 10, em anexo.

## CONCLUSÕES

A metodologia utilizada no presente trabalho mostrou-se apropriada e permitiu estimativas da produção de *Araucaria angustifolia* com alta precisão estatística.

A variável altura dominante permitiu descrever o desenvolvimento de 7 curvas de índice de sítio, demonstrando a variabilidade de produção da espécie na região estudada.

A constante regulativa  $\underline{C}$  encontrada foi igual a 2,05 e o fator K-Magin variável no tempo.

Foram necessárias 7 curvas de índices de sítio e correspondentes tabelas de produção para cobrir toda a variabilidade dos dados e descrever o povoamento remanescente, desbaste e produção total.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. Zur theorie der grundfaechenhaltung. **FW. Cbl**, n.78, p.321-330, 1968.

- BECHTER, W. **Das Waschtum der fichte im Wuchsgebiet Baar-Wutach**. Stuttgart: Selbstverlag der Landesforstverwaltung Baden-Wuerttemberg, 1977. 80p.
- DE HOOGH, R. J. **Site-Nutrition-Growth relationships of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. in Southern Brazil**. Freiburg: Albebrt-Ludwigs-Universitaet, 1981. 161p.
- HRADETZKY, J. **Modell einess integrierten ertragstafel-systems in modular form**. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs und Forschungsanstalt. Baden-Wuerttemberg: Abteilung Biometrie, 1972.
- HUSCH, B. **Forest mensuration and statistics**. New York: Ronald Press, 1963. 41p.
- LEMOS, R. C., AZOLIN, M. A. D., ABRÃO, P. V. R. et al. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, p.71-209, 1967.
- MACHADO, S. A. **Studies in Growth and Yield estimation for *Pinus taeda* L. – Plantations in the State of Paraná – Brazil**. University of Washington, 1978. 170p.
- MAGIN, R. **Standortgerechte Ertragsmittlung als teil der Forsteinrichtung**. Mitteilungen aus der Staats forstverwaltung Bayerns, 1964. p.305-314.
- MOTTA, F. S., BEIRSDORF, M. I. C., GARCEZ, J. R. B. **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas, Ministério da Agricultura, 1971. 90p.
- RICHARD'S, F. J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, v.10, n.29, p.290-300, 1959.
- SCHNEIDER, P. R. **Betriebswirtschaftliche und estragskundliche Grundlagen der Forsteinrichtung in Suedbrasilien am Beispiel von *Pinus elliotii***. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universitaet Freiburg, 1984. 190p.
- SPURR, S. H. **Forest Inventory**. New York: The Ronald Press, 1952. 476p.
- STERBA, H., OBERKOFER, H. **Das Wachstum der Fichte im Pustertal**. Berichte aus der Abteilung Forstliche Estragslehre an der Univ. fuer Bodenkultur. Wien, 1988. 55p.

STERBA, H. Assmanns Theorie der Grundflaechenhaltung und die "Competition-Density-Rule" der Japaner Kira, Ando und Tadaki. Wien, **Cbl.f.d.ges Forstw.**, v.92, n.1, p.46-62, 1975.