

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CAMPUS DE CURITIBANOS

Raul Ricardo Pessole Fagundes Gervásio

**Desenvolvimento de Diferentes Progenies de *Araucaria angustifolia* (Bert.)
O. Ktze na Região do Planalto Catarinense**

Curitibanos - SC

2017



Raul Ricardo Pessole Fagundes Gervásio

**Desenvolvimento de Diferentes Progenies de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze na
Região do Planalto Catarinense**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação
apresentado à banca examinadora da Universidade
Federal de Santa Catarina, como requisito para
obtenção do título de bacharel em Engenharia
Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Otávio Camargo Campoe

Curitibanos

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gervásio, Raul Ricardo Pessole Fagundes
Desenvolvimento de Diferentes Progênes de Araucária
angustifolia (Bert.) O. Ktze na Região do Planalto
Catarinense / Raul Ricardo Pessole Fagundes Gervásio ;
orientador, Otávio Camargo Campoe, 2017.
32 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2017.

Inclui referências.

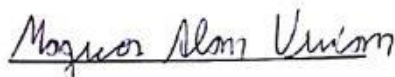
1. Engenharia Florestal. 2. Engenharia Florestal. 3.
Progênes de Araucaria angustifolia. 4. Obtenção de dados
dendrométricos das árvores. 5. Avaliação de desenvolvimento
das progênes. I. Camargo Campoe, Otávio . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Florestal. III. Título.

Raul Ricardo Pessole Fagundes Gervásio

Desenvolvimento de Diferentes Progenies de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze na região do Planalto Catarinense.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal e aprovado em sua forma final pela Comissão Examinadora

Curitiba SC, 30 de Novembro de 2017



Prof. Dr. Magnos Alan Vivian

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Otávio Camargo Campoe, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Mario Dobner Junior, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Magnos Alan Vivian, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram viver esse momento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Otávio Camargo Campoe, pela paciência, suporte, correções e incentivos, e à todas as pessoas que me ajudaram na coleta e processamento de dados para a formação desse TCC.

Aos meus pais, avós, minha irmã, minha namorada, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da vida.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Ktze. já ocupou 35% de toda a cobertura vegetal do Sul do Brasil. Devido ao interesse em sua madeira de alta qualidade, a exploração sem precedentes que ocorreu sobre a espécie deixou de 1 a 4 % da área original. Para se obter sucesso em um povoamento florestal com a araucária, é necessário, além de conhecer qualidade do sítio e tratamentos culturais em épocas e quantidades adequadas, conhecer a procedência a ser utilizada. Com base nisso, o objetivo desse trabalho foi analisar o desenvolvimento das progênies de araucária com enfoque naquelas com melhor desempenho, através de dados obtidos em campo e também obtidos com ajuste de modelos de prognose para os próximos quatro anos. Foram ajustados quatro modelos para prognose de crescimento em DAP e volume individual. Verificou-se que o povoamento apresentou DAP médio de 13,2 cm e altura total média de 6,8 m. A área basal do povoamento foi de 8,5 m² ha⁻¹. O H_{dom} e DAP_{dom} foram de 7,15 m e 17,3 cm respectivamente, aos 6 anos. O volume para as 3 melhores progênies aos 6 anos de idade foi de 50,3 m³/ha. Para a prognose de crescimento, o modelo proposto por Curtis foi usado para o DAP, e para o volume individual, o modelo Linear foi o escolhido. Os resultados mostram bom potencial a ser explorado, se tomadas as decisões corretas em termos de melhoramento e conservação genética da espécie, bem como maior investimento em estudos relacionados às práticas silviculturais e necessidades edafoclimáticas da espécie.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*, desenvolvimento, prognose, teste de progênie.

ABSTRACT

The *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Ktze occupied 35% of all plant cover in the South of Brazil. Due to the interest in your great value wood, the exploration unprecedented thath occurred on the specie left 1 to 4% of the original area. To succeed in a forest stand with araucaria, is required, beyond to know the quality of the site and the deals cultivations in times and quantities suitable, know the source to be used. Based on this, the the purpose of this work is to analyze the development of the araucaria progenies focusing on those with better performance, through data obtained in the field and too obtained with adjustment of prognosis models for the next four years. Were adjusted four prognosis models for the DAP and volume growth. It was verified that the stand presented averege DBH of 13,2 cm and average total height of 6,8 m. The basal area of the stand was of 8,5 m² ha⁻¹. Te Hdom and DBHdom were of 7,15 m and 17,3 cm respectively, at the 6 years old. The volume for the 3 best progenies at the 6 years old was of 50,3 m³/ha. For the prognosis growth, the Curtis model was used for the DBH, and for the individual volume, the Linear model was chosen. The results showed the good potential to be explored, if the right decisions are taken in terms of genetical enhancement and conservation of the specie, as well as greater investimento in studies related to silvicultural pratices and needs edafoclimatic of the specie.

Keywords: *Araucaria angustifolia*, development, prognosis, progeny test.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1	EXPERIMENTO IMPLANTADO	13
2.2	REGIÃO DO EXPERIMENTO	13
2.3	COLETA DE DADOS	13
2.4	PROCESSAMENTO DE DADOS	14
2.5	PROGNOSE DE CRESCIMENTO ATÉ OS 10 ANOS DE IDADE.....	15
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4	CONCLUSÃO	27
5	RECOMENDAÇÕES	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Araucaria* L. Jussieu é composto por 19 espécies que ocorrem somente no hemisfério Sul, em países como Austrália, Papua Nova Guiné, Chile, Argentina, Nova Caledônia e Brasil (ANGELI, 2003). No Brasil, dentro do Bioma Mata Atlântica, existe a formação florestal chamada de Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como “Mata das Araucárias”, que já cobriu 35% de toda a cobertura vegetal do sul do país, o que corresponde a aproximadamente 7,5 milhões de hectares. Atualmente, estima-se que restem apenas de 1 a 4% de floresta primária, o que gira em torno de 20 mil hectares. (Guerra et al., 2002). Em virtude dessa exploração, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze está na Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção (IBAMA N° 06-N, 1992).

Segundo Zanon (2007), a extração de florestas naturais de araucária iniciou-se em 1883, primeiramente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e posteriormente no estado do Paraná. Durante o período de ocupação das terras do Sul do Brasil, o pinheiro tornou-se a base da colonização dos imigrantes europeus, que chegaram no país por volta do final do século XIX. Com interesse no aproveitamento da sua madeira de alta qualidade, diversas indústrias madeireiras se instalaram em toda a área de dispersão natural da espécie.

Essa constante exploração acarretou no cenário atual, sendo criada uma legislação específica para proteção da espécie. O Projeto de Lei n° 4631 de 2001 proíbe o corte de espécimes nativos de araucária, exceto em casos que comprovadamente mostrem que estão plantadas em linha; colocam em risco pessoas ou residências; ou se mostre necessário o seu corte em função de uma benfeitoria social. Atualmente, a principal fonte de madeira de araucária que se encontra disponível do mercado provem de plantios (FIGUEIREDO FILHO et al., 2015).

Segundo Gerhardt (2001), a araucária tem sido preterida em plantios no Sul do Brasil em favor de espécies exóticas do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, apesar de seu potencial. O motivo principal tem se mostrado a garantia de retorno do capital investido com base nessas espécies exóticas consideradas mais rústicas e com crescimento mais acelerado. Esse fato, somado ao fato de que a araucária possui restrição por parte da legislação florestal, fazem com que o interesse por parte dos produtores rurais praticamente inexista.

A área total de floresta plantada no Brasil chegou em 7,8 milhões de hectares, dos quais 5,7 milhões correspondem à plantios de eucalipto e 1,6 milhão à plantios de pinus. A araucária possui uma área plantada de somente aproximadamente 11 mil hectares (IBÁ, 2017).

O crescimento mais lento da araucária decorre principalmente da sua alta exigência relacionada aos aspectos físicos, morfológicos e químicos do solo. Porém, em bons sítios florestais, podem apresentar um bom incremento, somados à boa qualidade da madeira, fazendo com que se torne viável a implantação de povoamentos florestais com esta espécie (GERHARDT et al., 2001).

Para se obter sucesso em um povoamento florestal com a espécie em questão, é necessário conhecer previamente a procedência a ser utilizada, porque através da seleção das mais promissoras, será constituído o ponto de partida para o desenvolvimento de materiais genéticos florestais adaptados e de alta produtividade (FERREIRA et al., 1987). Comprovada a qualidade da procedência, somado à qualidade do sítio, aplicação de tratamentos silviculturais em época e intensidades adequados, permitirão obter maiores taxas de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi analisar o desenvolvimento das progênies de araucária com enfoque naquelas com melhor desempenho, como uma forma de seleção para uma próxima fase de melhoramento, utilizando dados obtidos a campo e dados obtidos com ajuste de modelos de prognose para os próximos 4 anos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 EXPERIMENTO IMPLANTADO

As árvores de araucária analisadas fazem parte de um teste de progênes, oriundo de uma parceria entre EMBRAPA e UFSC. O plantio foi realizado em março de 2011, com área de 15840m² e 990 indivíduos no ano de seu plantio, com espaçamento inicial de 4 m x 4 m (16 m² por planta). O experimento é composto por 30 progênes coletadas nos estados de RS, SC e PR, repetidas em 33 blocos, com exceção da progênie codificada pelo número 237, que foi substituída a partir do bloco 30 pela progênie 201. Ainda existe uma linha simples de plantas na bordadura, que somam mais 122 árvores.

2.2 REGIÃO DO EXPERIMENTO

O teste de progênes está localizado no município de Curitibanos, Santa Catarina, em área experimental pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina. A área está compreendida dentro da Região Bioclimática 1 do Estado de Santa Catarina (EMBRAPA, 1988), com elevação média de 1000 metros (EMBRAPA, 2013).

Na área de estudo predomina o clima do tipo Cfb, mesotérmico úmido com verões amenos (Alvares et al., 2013). Segundo a SDR (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, 2003) a temperatura média anual fica entre 16 e 17 °C, e a precipitação média anual fica entre 1.500 a 1.700 mm. A umidade relativa do ar média varia entre 80 e 82%.

2.3 COLETA DE DADOS

No período de 2012 a 2017 foram realizados inventários, com medições anuais de altura total, nos quatro primeiros anos com régua graduada e no quinto ano com equipamento Vertex. O DAP (diâmetro à altura do peito – 1,30 m) anualmente (à partir de 2015) de todos os indivíduos, sendo obtida até o ano de 2016 com a suta diamétrica.

2.4 PROCESSAMENTO DE DADOS

Uma excelente forma de avaliar a estrutura horizontal de um povoamento é analisando a sua área basal (G), que é obtida através da somatória das áreas transversais, como pode ser visto na equação 1 (POGGIANI; OLIVEIRA; CUNHA, 1996). Para transformar o resultado para m^2/ha , foram necessários ajustes, com a obtenção de um fator de proporcionalidade, como pode ser visto na equação 2.

$$G = \left(\sum \frac{(DAP_i^2 * \pi)}{40000} \right) * FP \text{ (Eq. 1)}$$

Em que: G = Área basal em m^2/ha do povoamento e DAP = diâmetro a altura do peito da árvore i .

$$FP = 10000/(nt * Asi) \text{ (Eq. 2)}$$

Em que: FP = fator de proporcionalidade do povoamento; área correspondente à 1 hectare ($10000 m^2$); nt = número total de árvores no povoamento; Asi = área de sobrevivência individual ($16 m^2$).

Outros parâmetros a serem analisados que fornecem informações importantes sobre o povoamento são h_{dom} (altura dominante ou altura média das 100 árvores com maior DAP por hectare) e DAP_{dom} (média do DAP das 100 árvores com maior diâmetro por hectare).

Devido à impossibilidade de realizar a cubagem das árvores, buscou-se na literatura métodos de estimar o volume em plantios de Araucária que proporcionassem o mínimo de erro possível.

Apesar de utilizar em grande maioria o uso de equações volumétricas em estimativas madeireiras, ainda pode-se usar o fator de forma, uma medida que corresponde à um procedimento mais simples, em que pressupõe que o volume de uma árvore pode ser calculado a partir da fórmula geométrica do cilindro reduzida pela sua conicidade. O fator de forma é um método que deve ser considerado quando não há equações ajustadas disponíveis, e, havendo controle da espécie e classe diamétrica, fornece estimativas confiáveis (FIGUEIREDO et al., 2009).

Por isso, segundo Sanquetta et al. (2016), o fator de forma à ser utilizado para a classe de diâmetro de 8,0 cm – 14,9 cm é de 0,61. Essa classe de diâmetros foi selecionada por representar a maior quantidade de $DAPs$ existentes no presente estudo. Por isso, a fórmula utilizada para estimar o volume individual das árvores está apresentado na Equação 3.

$$v_i = g_i \cdot h_{ti} \cdot 0,61 \text{ (Eq. 3)}$$

Em que v_i = volume individual da árvore 'i' (m^3); g_i = área transversal da árvore 'i'; h_{ti} = altura total da árvore 'i'; 0,61 = fator de forma utilizado.

2.5 PROGNOSE DE CRESCIMENTO ATÉ OS 10 ANOS DE IDADE

Para realizar a prognose de crescimento para as variáveis DAP e volume, foram selecionadas as 3 progênies com melhor desempenho até o presente momento, tendo em vista o objetivo principal do presente estudo, que é selecionar os melhores desempenhos. Foram testadas 4 diferentes modelos, apresentados na Tabela 1. Os modelos não lineares foram transformados e tiveram seu ajuste na forma logaritimizada.

Tabela 1. Modelos de crescimento para as variáveis DAP e Volume médio por árvore.

Parabólica	$y = \beta_0 + \beta_1(I_i) + \beta_2(I_i^2)$
Curtis (1967)	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(1/I_i)$
Stoffels (1953)	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(I_i)$
Linear (2002)	$y = \beta_0 + \beta_1(I_i)$

Em que: y = diâmetro da árvore 'i' a 1,30 metros de altura (cm)/ volume individual da árvore i (m^3); I_i = idade da árvore 'i' (anos); β_{is} = parâmetros dos modelos a serem testados; \ln = logaritmo neperiano.

O critério para seleção dos modelos foi baseado no coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$), no erro padrão da estimativa (S_{yx}), e na análise gráfica visual dos resíduos, que permite a verificação de tendenciosidade na estimativa da variável dependente. O coeficiente de determinação e o erro padrão da estimativa tiveram seus valores corrigidos para os modelos logarítmicos de forma a compará-los aos modelos não logarítmicos.

Para corrigir a discrepância logarítmica, foi utilizado um fator de correção, conhecido como “Fator de Correção de Meyer”, como é demonstrado na equação 3.

$$Fm = e^{0,5 \cdot Q.M. res.}$$

Em que: Fm = Fator de Correção de Meyer; e = base do logaritmo natural; $Q.M. res.$ = quadrado médio dos resíduos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de progênies com 6 anos de idade teve diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 13,2 cm, variando entre 3,1 e 20,7 cm e altura média de 6,8 m, variando entre 1,45 e 9,7 metros. A área basal do povoamento (G) foi de 8,5 m² ha⁻¹ com 625 árvores por hectare. As progênies que apresentaram a primeira, segunda e terceira maiores médias em DAP foram, respectivamente, a 201, 223 e 221, com 14,4 cm. Em termos de volume, as 3 melhores progênies na média foram a 201, 209 e 221 respectivamente, apresentando média de 0,08 m³/árv. O resultado geral dos parâmetros analisados está demonstrado na tabela 2.

Na tabela 3, estão dispostos os dados obtidos no presente estudo ao lado dos obtidos na literatura, comparando com gênero *Pinus* e com a própria *Araucaria angustifolia*.

Tabela 2. Médias de diferentes parâmetros para cada progênie aos 6 anos de idade, classificadas em ordem de DAP, do maior para o menor.

Progênie	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³ /árv)	Volume (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/ano)	ICA (5-6 anos)
201	14,5	6,9	0,0824	51,5	8,57	2,15
221	14,3	6,8	0,0790	49,4	8,23	2,60
223	14,3	6,9	0,0765	47,8	7,97	2,22
209	14,2	6,7	0,0803	50,2	8,36	2,15
205	14,1	7,3	0,0719	44,9	7,49	1,80
206	14,0	6,4	0,0689	43,1	7,17	2,07
224	13,9	6,7	0,0732	45,7	7,62	2,07
229	13,5	6,7	0,0680	42,5	7,08	1,92
231	13,5	7,0	0,0662	41,4	6,89	2,16
243	13,5	6,9	0,0643	40,2	6,70	2,32
222	13,4	7,0	0,0676	42,2	7,04	1,65
246	13,4	6,8	0,0671	41,9	6,98	2,34
204	13,3	7,2	0,0655	40,9	6,81	2,41
217	13,2	6,9	0,0677	42,3	7,04	1,93
226	13,2	7,0	0,0617	38,6	6,42	1,79
320	13,2	7,2	0,0653	40,8	6,80	2,58
215	13,1	7,1	0,0669	41,8	6,97	2,00
241	13,1	6,9	0,0646	40,4	6,73	2,13
220	13,0	7,0	0,0628	39,2	6,53	1,94
225	12,9	6,7	0,0640	40,0	6,66	1,85
207	12,8	6,4	0,0580	36,2	6,04	1,77
237	12,8	7,1	0,0605	37,8	6,30	2,14
228	12,7	6,6	0,0557	36,1	5,80	1,68
245	12,5	6,6	0,0585	36,6	6,09	1,93
219	12,4	6,5	0,0526	32,9	5,48	1,40
249	12,3	7,0	0,0560	35,0	5,82	1,93
238	12,2	7,0	0,0575	35,9	5,99	2,06
210	12,1	6,3	0,0516	32,2	5,37	1,60
236	11,7	6,8	0,0477	29,8	4,97	1,59

Tabela 3. Comparação dos dados obtidos no presente estudo com dados obtidos na literatura.

Parâmetros	Média das 3 melhores progênies	Leite, Moreira & Nogueira (2006)	Glufke, Finger & Schneider (1997)	Montagna et al., (1993)	Scheren et al., (1999)	Nutto (2001)
Local do estudo	Planalto Catarinense	Planalto Catarinense	Planalto Catarinense	São Paulo	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul
Espécie	<i>Araucaria angustifolia</i>	<i>Pinus taeda</i>	<i>Pinus elliottii</i>	<i>Pinus elliottii</i>	<i>Araucaria angustifolia</i>	<i>Araucaria angustifolia</i>
Idade (anos)	6	6	7,5	6	6	7
Espaçamento (m)	4 x 4	2,5 x 3,0	3,5 x 3,5	2,5 x 3,0	-	6,4 – 15,8
H (m)	7,2	7,5	-	8,31 m	5,2	-
Dap (cm)	14,4	-	-	14,5	-	6,4 – 15,8
G (m ² .ha ⁻¹)	9,2	20	15,19	-	-	-

Verificou-se que Montagna et al. (1993), avaliando a influência da poda no crescimento de *Pinus elliottii*, obteve valores médios para a altura de 8,31 m aos 6 anos de idade, cerca de 1,5 metros maior que a média obtida no presente trabalho, porém, um valor menor do que aquele encontrado para as melhores progênes. Em termos de diâmetro, os mesmos autores citados anteriormente obtiveram média de 14,5 cm aos 6 anos de idade, semelhante a média encontrada para as araucárias. Porém, os valores encontrados para as 3 progênes superiores chegaram a 14,2 cm de DAP. Para um estudo com *Pinus taeda* realizado no Planalto Catarinense, sob um espaçamento de 2,5 x 3,0 m, Leite, Moreira e Nogueira (2006) observaram valores médios de altura total de 7,5 m aproximadamente, aos 6 anos de idade, assim confirmando o bom potencial de crescimento em altura das melhores progênes.

Estudos com variáveis de crescimento relacionados a povoamentos de araucária são escassos, porém alguns relatos, como os relatados por Scheren et al. (1999), avaliando a altura de um povoamento de Araucária no estado do Rio Grande do Sul, relatou altura média de 5,2 m em sítio bom. Nutto (2001), mostra um povoamento de 7 anos de idade na região de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, que apresenta DAP mínimo e máximo de 6,4 e 15,8 cm respectivamente, valores que abrangem os obtidos pelo presente estudo, porém menores que a média das 3 melhores progênes, o que pode mostrar, assim como os valores encontrados para altura, que as principais progênes possuem um bom potencial de crescimento para esses parâmetros, com valores muito próximos ao crescimento de *Pinus sp* e da própria Araucária.

A variável DAP é de suma importância, pois serve para diferenciar árvores finas de árvores grossas. Segundo Cunha (2004), a medida do DAP desempenha um papel importante no levantamento de informações de uma floresta, tais como servir de base para demais cálculos, obtenção de área basal, bem como conhecer a estrutura expressa pela distribuição diamétrica.

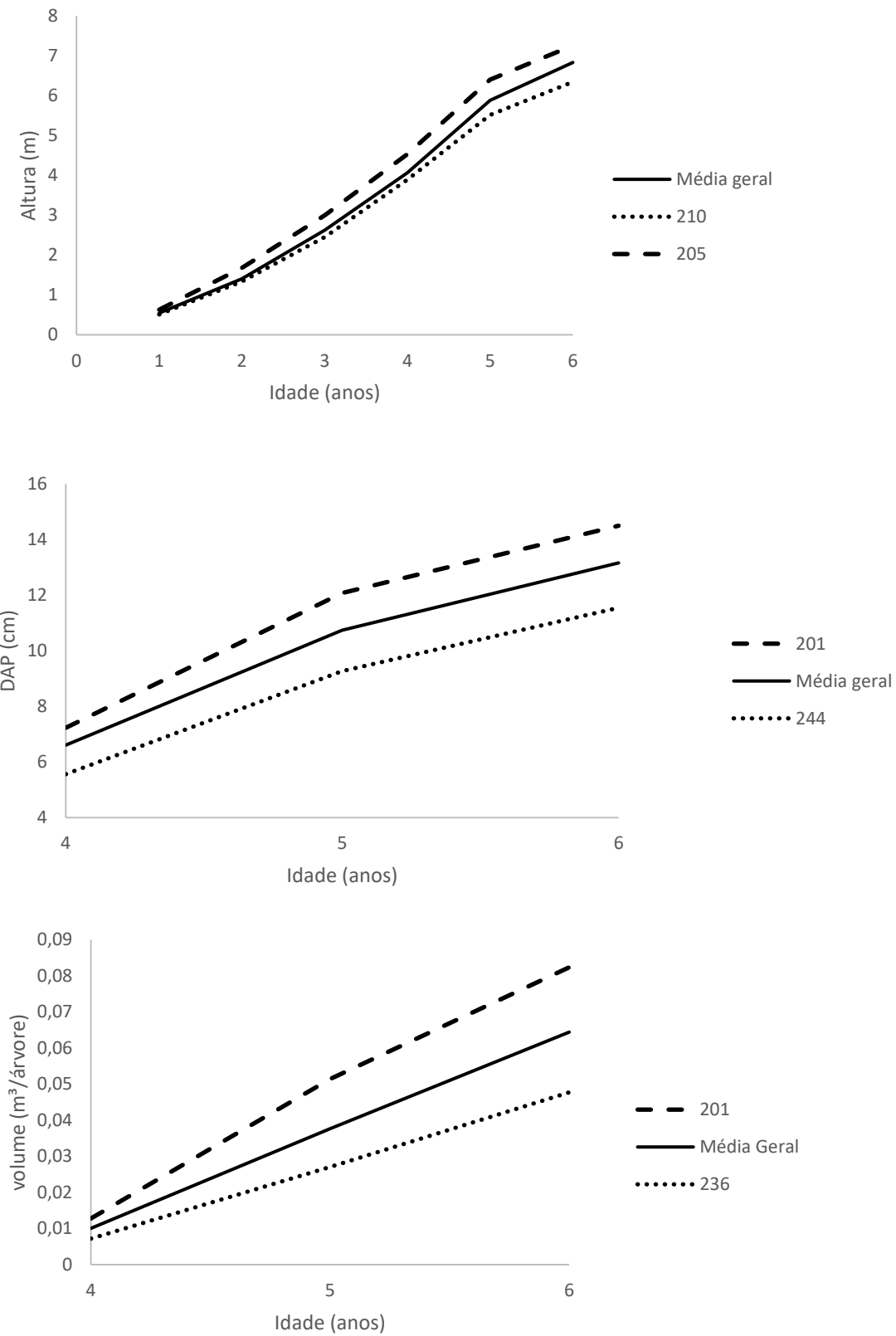
Glufke, Finger e Schneider (1997), estudando crescimento sob diferentes tipos de desbaste, encontraram uma área basal média para um plantio de *Pinus elliottii* com 7,5 anos em Ponte Alta do Norte -SC de 15,2 m²/ha em espaçamento semelhante ao teste de progênie objeto de estudo. Para um povoamento de *Pinus taeda* com área de sobrevivência menor, de apenas 7,5 metros, a área basal foi de 20 m²/ha aproximadamente (LEITE; MOREIRA; NOGUEIRA, 2006). Vale ressaltar que espaçamentos de plantio menores influenciam no valor da área basal.

A área basal é uma das formas mais úteis no controle do desbaste e na descrição de um povoamento, pois é uma forma de relacionar matematicamente o DAP ao número de árvores por hectare (N/ha), fatores muito importantes para o manejo (FISHWICK, 1976).

A h_{dom} (altura dominante) de 7,15 metros, e DAP_{dom} (Diâmetro a altura do peito dominante) de 17,3 cm aos 6 anos de idade. Comparando com Nutto (2001), a altura dominante foi aproximadamente 2 metros menor que os 9,2 obtidos pelo referido autor. Segundo Tonini et al. (2002), as curvas de crescimento em altura para um determinado povoamento originam as curvas de índice de sítio, que atualmente são um método prático e difundido para classificar a produtividade florestal. A altura dominante é altamente correlacionada com a produção volumétrica, não sofrendo influência dos tratamentos silviculturais e da competição.

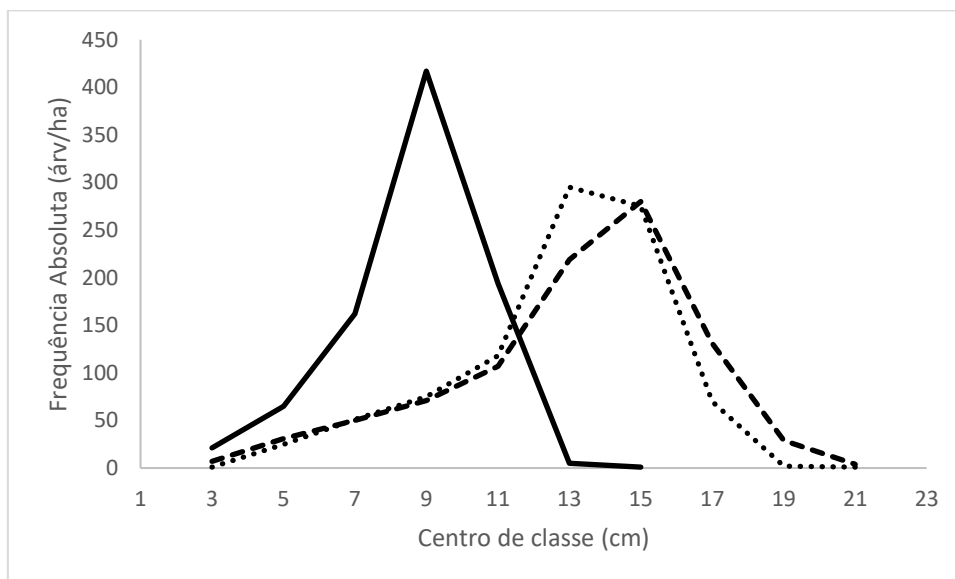
A Figura 1 mostra como se comportaram as variáveis Ht (altura total), DAP (diâmetro à altura de 1,30 m), e vt (volume total) para a melhor, a média de todas, e a pior progênie na média.

Figura 1. Evolução da altura, DAP e volume ao longo dos anos de medição. Melhor progênie (linha tracejada), média geral de todas as progênies (linha cheia) e pior progênie (linha pontilhada).



A distribuição diamétrica se mostra um bom parâmetro para avaliar a estrutura de um povoamento (CLUTTER apud DOBNER JUNIOR et al., 1983). A evolução da frequência absoluta por classe diamétrica é mostrada na Figura 2. As classes diamétricas, com amplitude de dois centímetros, foram representadas pelo seu valor central. Foi possível analisar que a distribuição da frequência dos indivíduos nas diferentes classes diamétricas foi semelhante à distribuição normal para todas as idades, onde segundo Machado (2008), o crescimento em diâmetro tende a aumentar em função da idade e da qualidade do sítio.

Figura 2. Evolução da frequência absoluta (árvore/hectare) por classe diamétrica aos 4 (linha cheia), 5 (linha pontilhada) e 6 (linha tracejada) anos de idade.



O comportamento observado já era esperado, onde o deslocamento da curva para direita e seu alargamento indicaram aumento dos diâmetros com a idade, bem como o achatamento da distribuição com o aumento da idade (TÉO et al., 2011).

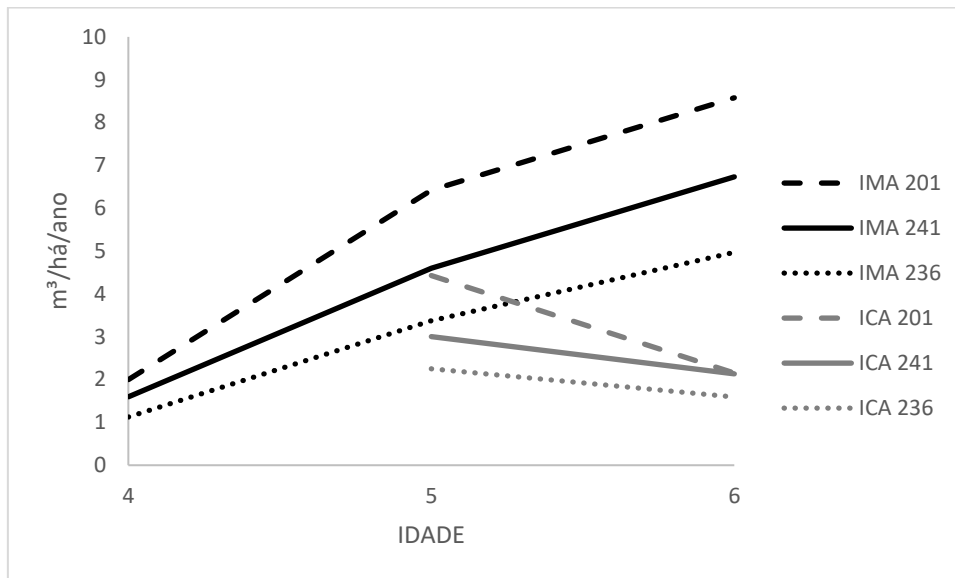
O IMA (incremento volumétrico médio anual) e o ICA (incremento volumétrico corrente anual) para a melhor progênie, o valor médio de todas as progênies, e a pior progênie, estão demonstrados na figura 3. Valores obtidos por Mainardi (1996) avaliando *Pinus taeda* obtiveram um IMA aos 4 anos de idade em sítio intermediário de 5,90 m³/ha/ano e de 17,23 m³/ha/ano aos 8 anos, para uma densidade de 888 árv/ha.

A produtividade em um plantio de conversão em Colombo – PR variou de 12 a 18 m³/ha/ano, o que confirma os dados obtidos no presente estudo, onde é possível observar que o IMA da melhor progênie ficou próximo de 9 m³/ha/ano aos 8 anos. Vale ressaltar, que esses

valores tendem a aumentar à medida que o povoamento fica mais velho, pois o crescimento inicial da Araucária é considerado lento.

O incremento em sua essência é definido por Encinas, Silva e Pinto (2005) como o crescimento da árvore ou do povoamento florestal em um determinado período, sendo assim uma variável de suma importância para determinar a produtividade de um determinado povoamento florestal.

Figura 3. IMA e ICA observados para a melhor progênie, o valor médio de todas as progênies, e a pior progênie.



A prognose de crescimento realizada para DAP e volume das 3 melhores progênies é mostrada na Figura 4. Uma das principais finalidades de se realizar a medição de crescimento é fornecer informações sobre a produção presente e futura de árvores ou de povoamentos florestais por meio de previsão de crescimento, sobretudo de produção volumétrica (ENCINAS, SILVA, PINTO; 2005).

Avaliando-se os índices estatísticos para a variável DAP, verifica-se que o modelo proposto por Curtis apresentou o coeficiente de determinação ajustado inferior, conforme mostrado na tabela 4, com erro padrão da estimativa muito próximo ao melhor encontrado. A análise gráfica dos resíduos para a equação de Curtis foi fundamental para determinar a sua escolha, não havendo tendenciosidade na estimativa do DAP para todas as idades analisadas.

Tabela 4. Coeficientes e estatísticas das equações para estimar diâmetro a altura de 1,30 m ajustadas.

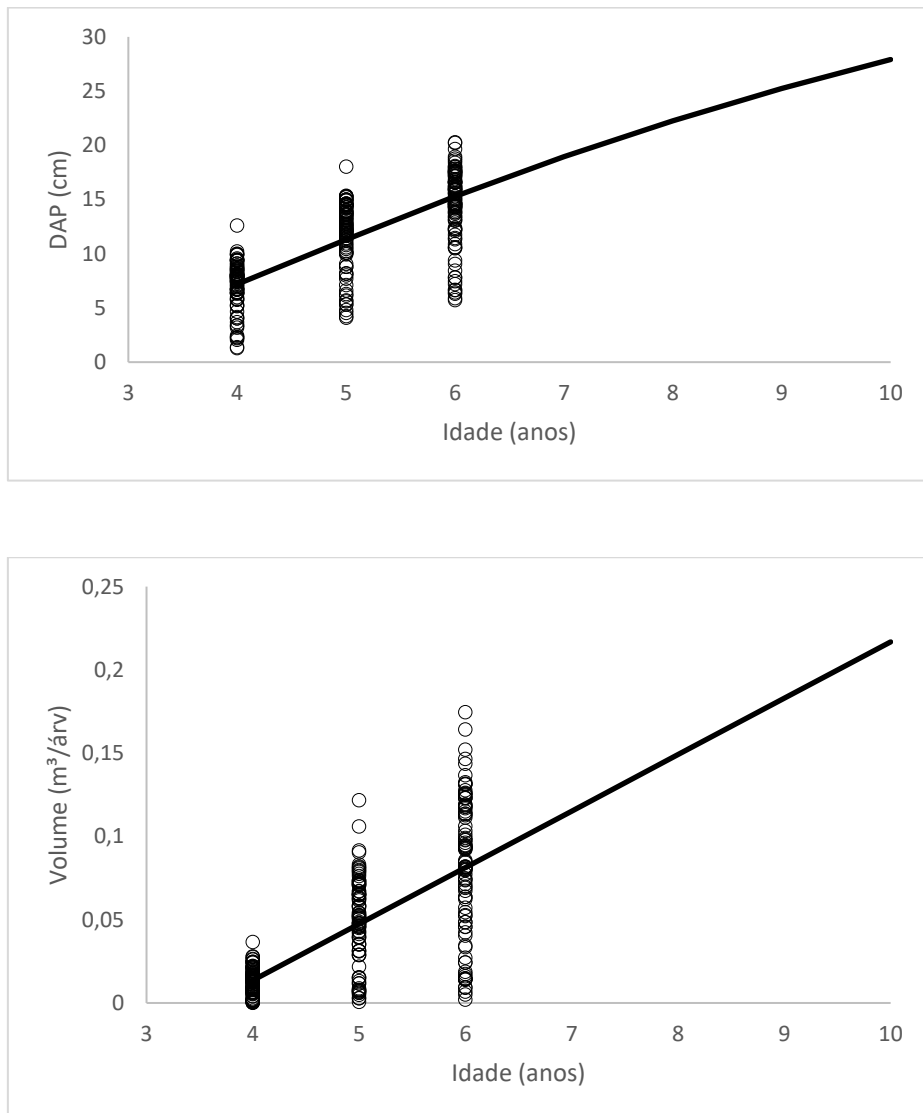
Modelo	b0	b1	b2	R ² (aj.)	S _{yx} %
Parabólica	-32,7322	14,16285	-1,05252	0,497635	27,0%
Curtis*	4,167651	-9,04052		0,420989	27,5%
Stoffels	-0,63928	1,84774		0,412865	27,9%
Linear	-7,07284	3,628301		0,485643	27,4%

Para a prognose de crescimento em volume, a equação que mais se ajustou, conforme pode ser visto na tabela 5, foi a equação linear, com o melhor coeficiente de determinação ajustado e o melhor erro padrão da estimativa encontrado. A análise gráfica dos resíduos corroborou tal decisão.

Tabela 5. Coeficientes e estatísticas das equações para estimar Volume ajustadas.

Modelo	b0	b1	b2	R ² (aj.)	S _{yx} %
Parabólica	-0,172	0,054	0,002	0,474	61,0%
Curtis	1,330	-23,982		0,395	75,0%
Stoffels	-11,425	4,903		0,387	77,9%
Linear *	-0,121	0,033		0,475	60,9%

Figura 4. Curva de crescimento estimada através de modelagem para as variáveis DAP (cm) e volume (m^3) para as 3 melhores progênes na média, até os 10 anos de idade.



O crescimento inicial da Araucária é lento, comparativamente a espécies exóticas plantadas no Brasil, mas a partir do quinto ano, apresenta taxas de crescimento em diâmetro 1,5 a 2 cm (RAMALHO, 2002). Analisando a predição do crescimento para DAP do presente estudo foi possível analisar que esse incremento chegou a 3 cm aproximadamente por volta dos 6 anos, podendo atingir valores absolutos de 27 cm de média (para as 3 melhores progênes aos 10 anos).

Resultados obtidos por Mainardi (1996) para *Pinus taeda* localizado em sítio considerado fraco obteve produtividade em volume de 62,81 m^3/ha , e em sítio considerado ótimo de 286,3 m^3/ha , ambos com 8 anos de idade. No teste de progênes em questão, o volume obtido para a média das 3 melhores progênes foi de 50,3 m^3/ha aos 6 anos de idade, e através

da prognose de crescimento, foi possível observar que aos 8 anos de idade esse valor deverá atingir os 93,2 m³/ha, e de 135 m³/ha aos 10 anos.

Valores encontrados por Gomes, Maestre e Sanquetta (1997) também mostram um plantio de *Pinus taeda* com 9 anos de idade que apresento um volume médio de 209,9 m³ /ha, com uma densidade de plantio muito maior que a do teste de progênie em questão, de aproximadamente 1400 árv/ha. Esse fator se mostra importante, em virtude de que, apesar de o volume para as 3 melhores progênies poder chegar a 125 m³/ha aos 9 anos, valor bem menor que o encontrado para o Pinus, a qualidade da madeira bem como a densidade de plantio muito menor mostram o grande potencial, e que a produtividade da Araucária ainda pode melhorar, se investido em procedimentos como cruzamento das melhores progênies com intuito de gerar populações melhoradas.

Sabe-se que os ecossistemas funcionam como um complexo ciclo de energia, onde o pesquisador florestal deve integrar todas as partes desse complexo sistema, afim de que novas alternativas possam surgir. Por isso, a classificação de uma floresta em relação à sua produtividade é de suma importância, as respostas de certas culturas estão diretamente ligadas a produtividade do sítio. Por isso, espécies exigentes como a Araucária, devem ter estudos voltados à luminosidade, biomassa e exportação de nutrientes nas diversas fases de crescimento, com dimensões dos seus produtos em diferentes idades; adoção de técnicas de manejo e conservação do solo, e no planejamento da produção, por meio da determinação da idade ótima e econômica de corte (Tonini et al., 2002). Segundo Will et al. (2001), o espaçamento de plantio interfere diretamente na quantidade de radiação interceptada pelas folhas da planta, e que tal fator se correlaciona diretamente com o crescimento. De acordo com tais autores, as árvores parecem modificar a morfologia de suas folhas para aumentar a interceptação de luz pelas copas.

Deve-se investir em estudos relacionados ao manejo silvicultural da espécie, como por exemplo, o preparo do solo, o controle de mato competição, e o espaçamento de plantio.

4 CONCLUSÃO

Os resultados mostram que o crescimento da araucária se mostrou semelhante à espécies que possuem estudos de melhoramento genético à muitos anos, como é o caso de *Pinus sp.* O presente estudo obteve um DAP médio de 14,4 para as 3 melhores progênies, por exemplo, um valor considerável para árvores pouco manejados e baixa estrutura em termos de preparo de solo. Por isso, existe um bom potencial a ser explorado desde que sejam tomadas as medidas corretas.

5 RECOMENDAÇÕES

Devem ser tomadas as decisões corretas em termos de melhoramento e conservação genético da espécie, bem como maior investimento em estudos relacionados às práticas silviculturais e necessidades edafoclimáticas da espécie.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Z.* 22, 711–728.
- ANGELI, Aline. Araucária angustifolia (araucária). Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF). São Paulo: 2003.
- CUNHA, Ulisses Silva da. Dendrometria e Inventário Florestal. **Série Técnica Adaptada Para Atender Ao Módulo de Dendrometria e Inventário no Curso Técnico em Manejo Floresta, Escola Agrotécnica Federal de Manaus, Manaus**, v. 32, n. 32, p.22-30, nov. 2004. Disponível em: <<https://engenhariaflorestal.jatai.ufg.br/up/284/o/dendroinv.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- DOBNER JUNIOR, Mario et al. Crescimento de um Povoamento de *Cryptomeria japonica* no Sul do Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p.39-46, mar. 2013.
- ENCINAS, José Imana; SILVA, Gilson Fernandes da; PINTO, José Roberto Rodrigues. Idade e Crescimento das Árvores. **Comunicações Técnicas Florestais: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal**, Brasília, v. 7, n. 1, p.30-42, dez. 2005. Disponível em: <http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/10018/1/LIVRO_IdadeCrescimentodasArvores.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisas Florestais. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Curitiba: Embrapa, 1988. 113p. Disponível em: <http://www.acr.org.br/download/biblioteca/ZoneamentoBioclimatico.pdf>.
- FERREIRA, José Eurípedes Mendes et al. Teste de Procedência de Eucaliptos Para a Região Subúmida do Estado do Maranhão. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo - Pr, v. 2, n. 15, p.41-48, 12 dez. 1987. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/4997/1/ferreira.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2017.
- FIGUEIREDO, E. O.; SCHROEDER, R.; PAPA, D. A. **Fatores de forma para 20 espécies florestais comerciais da Amazônia**. Rio Branco, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Comunicado técnico 173, 2009. 4p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/697548/1/cot173.pdf>>.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; RETSLAFF, F. A. S.; KOHLER, S. V.; BECKER, M.; BRANDES, D. Efeito da Idade no Afilamento e Sortimento em Povoamentos de *Araucaria angustifolia*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 50-59, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.080114>>. doi: 10.1590/2179-8087.080114.)
- GLUFKE, Clarice; FUNGER, César A.g.; SCHNEIDER, Paulo R.. Crescimento de *Pinus elliottii* Engelm sob diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p.11-25, mar. 1997.

GUERRA, M.P., SILVEIRA, V., REIS, M.S. & SCHNEIDER, L. 2002. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In *Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais* (L.L. Simões & C.F. Lino, orgs.). Senac, São Paulo, p.85-102.

GOMES, Fernando dos Santos; MAESTRE, Romualdo; SANQUETTA, Carlos Roberto. Avaliação da Produção em Volume Total e Sortimento em Povoamentos de *Pinus taeda* L. Submetidos a Diferentes Condições de Espaçamento Inicial e Sítio. **Ciência Florestal**, Santa Maria - Rs, v. 7, n. 1, p.101-126, set. 1997. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/342/pdf_1>. Acesso em: 19 nov. 2017.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório anual. 2017. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

LEITE, Helio Garcia; NOGUEIRA, Gilciano Saraiva; MOREIRA, Antônio Maurício. Efeito do Espaçamento e da Idade sobre Variáveis de Povoamentos de *Pinus taeda*. **Revista Árvore**, Viçosa - Mg, v. 30, n. 4, p.603-612, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/488/48830413/>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

GERHARDT, Elodir José et al. Contribuição de Análise Multivariada na Classificação de Sítios em Povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., baseada nos fatores físicos e morfológicos do Solo e do Conteúdo de Nutrientes da Serrapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p.41-57, out. 2001. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/534/53411204/>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

MACHADO, S.A.; BARTOSZECK, A.C.P.S.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E.B. Efeito da densidade e do sítio sobre as curvas de distribuição diamétrica em bracatingais nativos (*Mimosa scabrella* Beth.) da região metropolitana de Curitiba. **Ambiência**, Guarapuava, v.14, n.1, p.37-50, 2008.

MAINARDI, G.L.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Produção de *Pinus taeda* L. na região de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.39-52, 1996.

MOTAGNA, Ricardo Gaeta et al. Influência da Desrama Artificial Sobre o Crescimento e a Densidade Básica da Madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Série Técnica Ipef**, Piracicaba, v. 9, n. 27, p.35-46, ago. 1993. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr27/cap03.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2017.

NUTTO, Leif. Manejo do Crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Baseado na Árvore Individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p.9-25, nov. 2001. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1651/937>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

POGGIANI, Fábio; OLIVEIRA, Renata Evangelista de; CUNHA, Girlei Costa da. Práticas de Ecologia Florestal. **Documentos Florestais - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 16, n. 16, p.1-44, nov. 1996. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap16.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

RAMALHO, Paulo Ernani. **Circular Técnica 60 - Pinheiro do paraná. Colombo - Pr: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2002. 17 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/304455/1/CT0060.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2017.**

SANQUETTA, Carlos Roberto et al. Estimacão de Volumes de Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Ktze. Por Fatores de Forma em Classes Diam tricas e Modelos de Regressão. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 13, n. 23, p.588-603, fev. 2016.

SCHEEREN, Luciano Weber et al. Crescimento em altura de Araucariaangustifolia (Bert.) O. Ktze. em Três Sítios Naturais, na Região de Canela - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria - Rs, v. 9, n. 2, p.23-40,1999.

T O, S.J.; ROCHA, S.P.; BORTONCELLO, A.C.; PAZ, R.A.; COSTA, R.H. Dinâmica da distribuic o diamétrica de povoamentos de *Pinus taeda* na região de Caçador, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n.67, p.183-192, 2011.

TONINI, Helio et al. Comparac o Gráfica Entre Curvas de  ndice de Sítio para Pinus elliottii e Pinus taeda Desenvolvidas no Sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p.143-152, mar. 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1708/983>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

WILL, R.R. et al. Relationship Between intercepted radiation, net photosynthesis, respiration, and rate of stem volume growth oh Pinus taeda and Pinus elliotti stands of different densities. *Forest Ecology and Management*, v. 154, p. 155-163, 2001.

ZANON, M. L. B. Crescimento da Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze. diferenciado por dioicia [tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2007.

