

DESEMPENHO DO *Pinus echinata* NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

PERFORMANCE OF THE *Pinus echinata* AT THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

Paulo Renato Schneider¹ Jorge Farias² César Augusto Guimarães Finger³
Paulo Sérgio Pigatto Schneider⁴ Frederico Dimas Fleig⁵
Cláudio Thomas⁶ Juarez Iensen Pedroso Filho⁷

RESUMO

Neste trabalho, estudou-se o crescimento e a produção em povoamento de *Pinus echinata* Mill. O povoamento foi instalado em 1996 em espaçamento de 3,0 x 2,0 metros, no município de Boqueirão do Leão, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Para o estudo, foram instaladas seis unidades amostrais, onde foram medidas e abatidas seis árvores de diâmetro médio e de altura dominante para análise de tronco. Os resultados obtidos indicam que a espécie apresenta bom potencial de crescimento em diâmetro, altura e volume. Aos 12 anos de idade, o povoamento apresentou um diâmetro médio de 18,4 cm, altura média de 12,6 m, altura dominante de 14,1 m, área basal de 42,3 m².ha⁻¹, volume total com casca de 248,2 m³.ha⁻¹ e um incremento médio anual de 20,7 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Tais resultados iniciais indicam que a espécie apresenta potencial de crescimento e produção, podendo ser indicada para cultivo no estado do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: crescimento; produção; *Pinus echinata*.

ABSTRACT

In this work, the growth and the yield of a *Pinus echinata* Mill. stand were studied. The stand was implanted in 1996 in spacing of 3,0 x 2,0 meters, at Boqueirão do Leão, in Rio Grande do Sul, Brazil. For the study, 6 sample units were installed, and 6 trees of average diameter and dominant height were cut down for trunk analysis. Results indicated that the species presents a good growth in diameter, height and volume. At 12 years-old, the stand presented an average diameter of 18.4 cm, an average height of 12.6 m, a dominant height of 14.1 m, a basal area of 42.3 m².ha⁻¹, total volume with rind of 248.2 m³.ha⁻¹ and an average annual increment of 20.7 m³.ha⁻¹.yr⁻¹. These initial findings indicate that the species bears a great potential for growth, what enables it to thrive in some regions of Rio Grande do Sul.

Keywords: growth; yield; *Pinus echinata*.

1. Engenheiro Florestal, Dr. Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). paulors@smail.ufsm.br
2. Engenheiro Florestal, MSc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). farias@afubra.com.br
3. Engenheiro Florestal, Dr. Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). finger@smail.ufsm.br
4. Engenheiro Florestal, MSc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). psp@mail.ufsm.br
5. Engenheiro Florestal, Dr. Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). fdfleig@smail.ufsm.br
6. Engenheiro Florestal, MSc., Rua Sete de Setembro, 995, CEP 97935-000, Mato Queimado (RS). claudio4022002@yahoo.com.br
7. Engenheiro Florestal, Técnico da Associação dos Fumicultores do Brasil, Rua Júlio de Castilhos 1021, Bairro Goiás, CEP 96810-246, Santa Cruz do Sul (RS).

Recebido para publicação em 6/11/2008 e aceito em 23/03/2009.

INTRODUÇÃO

O *Pinus echinata* Mill, pertence à família das *Pinaceae* e se constitui numa das quatro coníferas comerciais mais importantes do sudeste dos Estados Unidos, sendo conhecida pelos nomes vulgares: shortleaf yellow, southern yellow, oldfield, shortstraw e soft pine. Essa espécie tolera amplas condições de variação de solo e ambiente, onde mantém sua taxa de crescimento regular por período longo. Nos primeiros anos, após seu estabelecimento, tem taxa de crescimento menor do que as outras espécies de *Pinus*, como o *elliottii* e o *taeda* (FOWELLS, 1965).

O *Pinus echinata* tem uma larga amplitude de ocorrência natural no sudeste dos Estados Unidos. Essa espécie cresce em 22 estados americanos, entre eles: New York, New Jersey, Pensilvânia, Ohio, Kentucky, Illinois, Missouri, Oklahoma, Texas, Florida, e no nordeste dos estados da costa Atlântica a Delaware (LITTLE, 1971).

Apesar de crescer em uma região razoavelmente úmida, é a espécie menos exigente do gênero *Pinus* em relação à temperatura e umidade (FOWELLS, 1965). A precipitação média anual entre 1.020 mm na borda ocidental e 1520 mm no sul da sua área de ocorrência natural (U.S. DEPARTMENT OF INTERIOR, 1970). A região de melhor desenvolvimento da espécie está em Arkansas, norte de Louisiana, e sul de Piedmont, onde a precipitação varia de 1.140 a 1.400 mm e médias de 1.270 mm. A temperatura média anual na área de ocorrência, varia de 9° C, em New Jersey, a 21° C, no sudeste do Texas.

Pela reduzida exigência quanto ao solo, o *Pinus echinata* adapta-se em uma grande variedade de locais e tipos de solo. A melhor taxa de crescimento ocorre no sul, em solos planos do litoral atlântico e na costa do golfo. Entretanto, a maioria dos solos de ocorrência natural do *Pinus echinata* é geralmente úmido, com pouca matéria orgânica no horizonte superficial, clima úmido, e curto período seco durante o ano. Dois grandes grupos do solo, o paleudults e o hapludults (solos semelhantes aos argisolos da classificação brasileira). Os solos paleudults têm um horizonte espesso de acumulação da argila sem íons trocáveis apreciáveis. Os solos hapludults podem ter horizonte superficial de argila relativamente fina ou um horizonte superficial com íons trocáveis apreciáveis, ou ambos. (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1975).

Mesmo com grande adaptabilidade, o *Pinus echinata* cresce melhor em solos profundos, bem drenados, arenosos ou textura com sedimentos. Estes solos são encontrados em planícies de inundação. O índice de sítio do local pode exceder 30 m de altura. Em solos muito rasos, rochosos e em locais de baixa precipitação a espécie tem índice de sítio muito baixo, às vezes, inferior a 10 m (GRANEY e BURKHART, 1973). Por outro lado, o *Pinus echinata* não cresce bem em solos com índice elevado de cálcio, pH elevado, ou com uma drenagem interna excessiva. Apresenta uma baixa tolerância à aeração em solo pobre, porém não exige um alto nível de nutrientes (FOWELLS, 1965).

Populações de *Pinus echinata* podem ser estabelecidas pela sementeira direta cujo sucesso depende de condições dos locais, do banco de sementes, da proteção das sementes aos pássaros e roedores, da quantidade de sementes, do sincronismo da sementeira e do controle da competição. Os locais apropriados são obtidos pela preparação de local mecanicamente, tal como: aração, discagem, trituração dos resíduos com rolo faca e subsolagem; e outras técnicas como: queima controlada de resíduos, tratamentos químicos e o ajuntamento de resíduos. Para isso, é necessário selecionar sementes de boa qualidade, com 95% de pureza e pelo menos 80% de capacidade germinativa, que foram coletadas adequadamente, armazenadas, estratificadas, tratadas com repelente contra os pássaros e roedores (BARNETT et al., 1986). No estabelecimento do plantio com mudas deve-se tomar o cuidado para assegurar uma manipulação e armazenamento apropriado das mudas. O momento mais seguro de plantar as mudas é no final de março, depois que passou o tempo severo de seca. Fora desse período ideal não é recomendado o plantio, porque as mudas podem ser perdidas em razão da seca e competição severa da vegetação que se estabelece. As mudas devem ser plantadas preferencialmente em espaçamentos de 3,0 x 2,0 m a 3,0 x 3,0 m (BARNETT et al., 1986).

As plantas jovens do *Pinus echinata* crescem lentamente enquanto o sistema radicular se forma durante os primeiros anos. O crescimento médio anual em altura durante o estágio do rebento varia entre 0,3 e 0,9 m dependendo das condições do local. A competição das plantas com a vegetação não lenhosa é prejudicial ao crescimento e desenvolvimento das mudas. Em consequência disso, o controle da vegetação deve ser feito ainda no pré-plantio pela aplicação de herbicida no solo e, após o plantio, por meio de

pulverização com herbicida (CAIN, 1988; LAWSON, 1986; RUSSELL, 1979).

O rendimento do *Pinus echinata* é muito variável com a qualidade do sítio. Em um povoamento de 60 anos de idade, com uma área basal de 16,1 m²/ha, índice de sítio de 21,3 m, foi encontrado um volume de madeira para serraria de 119,8 m³/ha para as árvores com diâmetro igual ou superior a 23 cm e para as árvores com diâmetro igual ou maior que 13 cm o volume foi de 129,6 m³/ha (MURPHY *et al.*, 1981).

As plantações do *Pinus echinata* no Tennessee, Alabama e nas montanhas da Geórgia, nos Estados Unidos, mostram que num índice de sítio de 18,3 m, na idade de 25 anos, o incremento médio anual em volume total culmina perto da idade 20 anos, com, aproximadamente, 15,8 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Em outros povoamentos, o rendimento total em volume com casca de todas as árvores na idade 40 anos, onde o índice de sítio era 9,1 m com densidade 3.090 árvores/ha, era de 180 m³.ha⁻¹. Para a mesma idade e densidade de plantio, porém com índice de sítio de 18,3 m, o volume era de 451 m³.ha⁻¹. Nessas duas situações de povoamentos, as áreas basais eram de 31 e 39 m².ha⁻¹ respectivamente (SMALLEY *et al.*, 1974).

Sendo o *Pinus echinata* uma cultura não tradicional no Brasil e o povoamento estudado o único plantio comercial no Rio Grande do Sul, o presente trabalho tem como objetivos caracterizar o povoamento quanto à dimensão do diâmetro, altura, número de árvores, sua distribuição em classes e volume aos 12 anos de idade, bem como modelar o crescimento do diâmetro à altura do peito, altura e volume em função da idade.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do presente estudo localiza-se na região centro oriental sul rio-grandense, no município de Boqueirão do Leão, estado do Rio Grande do Sul, numa latitude 29°21'18.10'' sul, longitude 52°23'20.79'' oeste e altitude de 652 m.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical com verões quentes, temperatura média do mês mais quente em torno de 25,1°C, temperatura média do mês mais frio de 14,1°C e a precipitação média anual em torno de 1.699 mm (MORENO, 1961).

Segundo a Classificação Brasileira de Solos, a região apresenta solos dos tipos argissolos, com maior ocorrência, e os cambissolos e chernossolos, com menor intensidade. De acordo com Lemos (1973), o solo da área é argiloso, com presença de faces pedregosas, de coloração avermelhada e bem drenada. Apresentam limitações, pela baixa fertilidade natural, sendo fortemente ácidos, com saturação de bases baixa, relativamente pobres em nutrientes, com teores de alumínio trocável elevados.

O povoamento estudado, constituído de *Pinus echinata*, com cerca de 10 hectares, foi instalado em 1996, em espaçamento de 3,0 x 2,0 m, e conduzido até então sem desbaste.

Na instalação do povoamento, o solo recebeu uma aração seguida de uma gradagem leve, realizada com trator agrícola. Após a instalação foram realizados tratamentos culturais como: capinas, roçadas, coroamentos e combate à formiga.

Nas parcelas amostrais de dimensão de 20 x 30 m foram medidos os diâmetros à altura do peito e altura total das árvores, bem como, foram feitas observações sobre o estado sanitário das plantas, falhas e danos bióticos e abióticos eventuais.

Para a reconstituição do crescimento em diâmetro, altura e volume no tempo foram abatidas árvores para análise de tronco, sendo três árvores de altura dominante e três árvores de diâmetro médio, dentro das parcelas inventariadas. As árvores foram abatidas, e extraídos discos na altura de 0,10, 1,3 m, 3,3 m e, os demais de metro em metro até o topo.

A identificação dos anéis de crescimento foi realizada de acordo com a orientação de Schweingruber (1996) que descreveu os problemas na identificação de anéis de crescimento anual em *Pinus*.

A medição dos anéis de crescimento foi realizada no aparelho Lintab II, sendo os dados processados no programa ANATRO – Análise de Tronco.

Para o cálculo do volume rigoroso utilizou-se o Método de Smalian, aplicando-se a seguinte equação geral:

$$v = g_0.l_0 + \sum \frac{g_i + g_{i+1}}{2}.l_i + g_n.l_n \cdot \frac{1}{3}$$

Sendo: v = volume total do fuste; g_i = área basal da seção i ; l_i = comprimento da seção i .

Para a reconstituição do crescimento em diâmetro, altura e volume no tempo foi utilizado o modelo de Backman (1943):

$$\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln t + b_2 \cdot (\ln t)^2$$

Sendo: y = variável dependente, expressa por diâmetro, altura e volume; t = idade, em anos; b_1, b_2 = parâmetros.

A distribuição de frequência por classe de diâmetro foi ajustada pela função de Weibull, com dois parâmetros, convencionalmente conhecida como uma função de densidade probabilística, sendo expressa por:

$$f(x) = \left(\frac{c}{b}\right) \left(\frac{x}{b}\right)^{c-1} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x}{b}\right)^c\right)$$

Sendo: $c, b > 0; x \geq a; -\infty < 0 < +\infty$; b e c = parâmetros da função; x = variável aleatória, no caso o centro de classe de diâmetro; $f(x)$ = frequência ou volume relativo por unidade de área.

Os modelos de regressão foram ajustados no procedimento GLM, do pacote SAS (Statistical Analysis System, 1999).

Como forma de comparação do volume obtido aos 12 anos de idade no povoamento de *Pinus echinata* foi analisada frente aos volumes obtidos nas tabelas de produção publicadas por Mainardi et al. (1994) para *Pinus taeda* em Cambará do Sul, RS, e por Schneider (1984) para *Pinus elliottii*, em Passo Fundo, RS. Os volumes obtidos foram calculados sobre o mesmo índice de sítio, ou seja, sobre as curvas harmonizadas para descrever, na idade de 12 anos, a mesma altura encontrada para o *Pinus echinata* em Boqueirão do Leão, RS.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 podem ser observados os parâmetros dendrométricos médios da população de *Pinus echinata*, onde se verifica que na idade de 12 anos, a população mantinha 1.508 árvores por hectare, diâmetro à altura do peito de 18,4 cm, com um mínimo de 9,2 cm e máximo de 30,0 cm, e um desvio padrão dos diâmetros de 4,02 cm. A área basal média encontrada foi de 42,3 m².ha⁻¹, indicando um povoamento estocado em estado de concorrência, portanto com necessidade de realização de desbaste. O volume de madeira com casca foi de 248,2 m³.ha⁻¹, resultando num incremento médio anual de 20,7 m³.ha⁻¹.ano⁻¹.

TABELA 1: Parâmetros médios da população de *Pinus echinata*, aos 12 anos de idade.

TABLE 1: Average parameters of the population of *Pinus echinata*, to the 12 years of age.

Unidade amostral	N (ha)	DAP (cm)	h (m)	G (m ² .ha ⁻¹)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)	S _{DAP}	DAP Mínimo	DAP Máximo
1	1367	17,3	11,8	34,3	224,6	4,48	7,3	31,5
2	1517	18,7	11,2	43,5	247,1	3,71	9,6	29,5
3	1583	19,5	11,4	48,8	279,6	3,70	12,0	29,0
4	1617	17,7	11,2	42,0	238,4	4,02	10,0	32,0
5	1467	18,7	12,6	41,8	245,3	3,69	6,2	26,0
6	1500	18,7	11,6	43,5	254,5	4,54	10,0	32,0
Média	1508	18,4	11,6	42,3	248,2	4,02	9,2	30,0

Em que: DAP = diâmetro à altura do peito; h = altura; G = área basal; N = número de árvores; S_{DAP} = desvio padrão dos diâmetros.

Considerando que a população de *Pinus echinata* foi instalada num espaçamento de 3,0 x 2,0 m, perfazendo 1.666 árvores por hectare, aos 12 anos de idade, mantinha 1.508 árvores por hectare vivas, detectou-se um índice de falhas e mortalidade de 9,48%. Isto indica uma população de alta sobrevivência, e que demonstra uma boa adaptação às condições edáficas e climáticas regionais.

Na Tabela 2, encontram-se os resultados estatísticos das equações de diâmetro, altura e volume em função da idade, ajustadas com dados oriundos de análise de tronco. Observa-se que tanto para o diâmetro, altura e volume sem casca as equações apresentaram um excelente ajuste, com um coeficiente de determinação superior a 0,91, erro-padrão da estimativa e coeficiente de variação baixo.

TABELA 2: Parâmetros das equações de diâmetro, altura e volume sem casca em função da idade de *Pinus echinata*, em Boqueirão do Leão, RS.

TABLE 2: Parameters of the equations of diameter, height and volume without rind in function of the age of *Pinus echinata*, in Boqueirão do Leão, RS.

Var. dep.	Equação	R ²	Syx	CV (%)
Diâmetro	$\ln d = -0,3213 + 2,0193 \cdot \ln(t) - 0,3041 \cdot \ln(t)^2$	0,91	0,1056	4,08
Altura	$\ln h = 0,3441 + 0,5816 \cdot \ln(t) + 0,1374 \cdot \ln(t)^2$	0,93	0,1095	5,19
Volume	$\ln v = -9,3627 + 3,9174 \cdot \ln(t) - 0,3653 \cdot \ln(t)^2$	0,93	0,2534	-8,57

Em que: d = diâmetro à altura do peito em cm; h = altura em m; v = volume sem casca em m³; t = idade em anos.

As equações da Tabela 2 permitiram projetar o crescimento em diâmetro, altura e volume sem casca em função da idade em anos, conforme pode ser observado nas Figuras 1, 2 e 3 respectivamente até os 12 anos de idade.

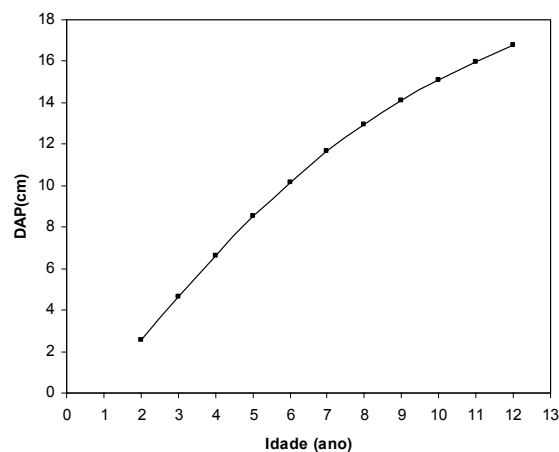


FIGURA 1: Crescimento em diâmetro em função da idade do *Pinus echinata*, em Boqueirão do Leão, RS.

FIGURE 1: Growth in diameter in function of the age of the *Pinus echinata*, in Boqueirão do Leão, RS.

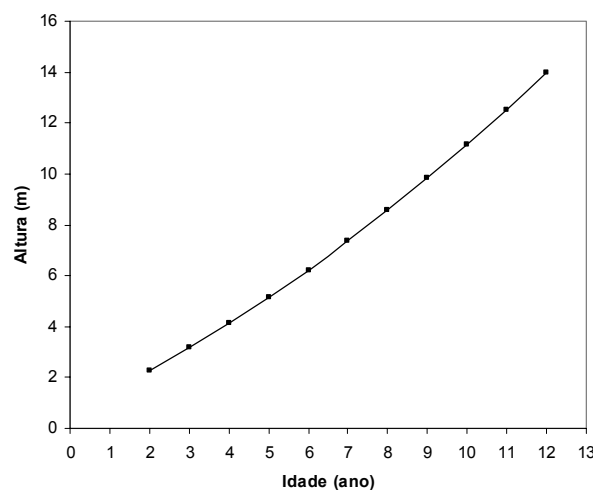


FIGURA 2: Crescimento em altura em função da idade do *Pinus echinata*, em Boqueirão do Leão, RS.

FIGURE 2: Growth in height in function of the age of the *Pinus echinata*, in Boqueirão do Leão, RS.

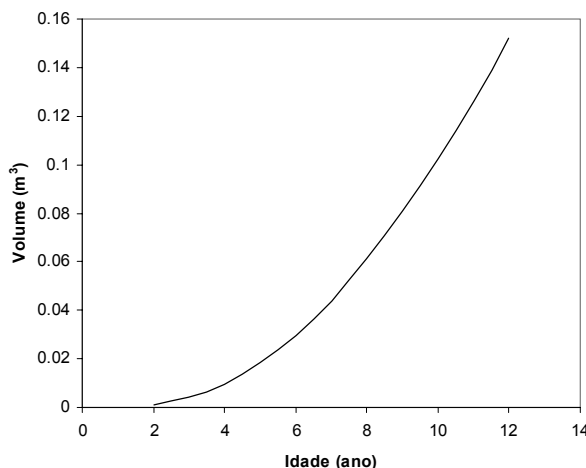


FIGURA 3: Crescimento em volume sem casca em função da idade do *Pinus echinata*, em Boqueirão do Leão, RS.

FIGURE 3: Growth in volume without rind in function of the age of the *Pinus echinata*, in Boqueirão do Leão, RS.

O crescimento em diâmetro em função da idade apresenta uma tendência ascendente indicando um crescimento acelerado e uma boa resposta ao tipo de sítio onde se localiza o povoamento. Para a altura houve uma tendência de crescimento muito mais acentuada em função da idade, típico da fase inicial de crescimento, traduzindo pela reação ao estado de competição do povoamento, pois ainda não havia sido realizado desbaste. Por outro lado, o volume sem casca apresentou um crescimento normal, com relação ao desenvolvimento em diâmetro e altura das árvores.

A função de densidade probabilística de Weibull apresentou um excelente ajuste dos dados de frequência por classe de diâmetro, como pode ser observado na Tabela 3, para os testes estatísticos de Cramer-von Mises, Anderson-Darling e Chi-Square, todos com probabilidade de significância menor que 0,001.

TABELA 3: Teste de ajustamento da distribuição probabilística de Weibull.

TABLE 3: Test of adjustment of the probabilistic distribution of Weibull.

Testes	Estatística	Valor de Prob.
Cramer-von Mises – W-Sq	0,1876	Prob > W-Sq < 0,001
Anderson-Darling – A-Sq	1,6835	Prob > A-Sq < 0,001
Chi-Square – Chi-Sq	97,3411	Prob > Chi-Sq < 0,001

Nessas condições de sítio, o povoamento de *Pinus echinata*, com 12 anos de idade, apresentou uma distribuição diamétrica, com um coeficiente de assimetria igual a 0,142, curtose igual a 0,256 e diâmetro médio centrado em 18,4 cm. Na Figura 4, observa-se uma amplitude diamétrica de 4 a 32 cm, sendo que cerca de 39% dos indivíduos situam-se num intervalo de diâmetro de 17 a 21 cm e cerca de 44% dos indivíduos apresentam diâmetro superior a 20 cm.

Para efeito de comparação simples do diâmetro, da altura e do volume do *Pinus echinata* em relação ao do *Pinus taeda*, em Cambará do Sul (MAINARDI *et al.*, 1996) e do *Pinus elliottii* em Passo Fundo (SCHNEIDER, 1984), espécies tradicionalmente cultivadas no Estado pode ser observada nos dados da Tabela 4, todos recalculados para o mesmo sítio na idade de 12 anos.

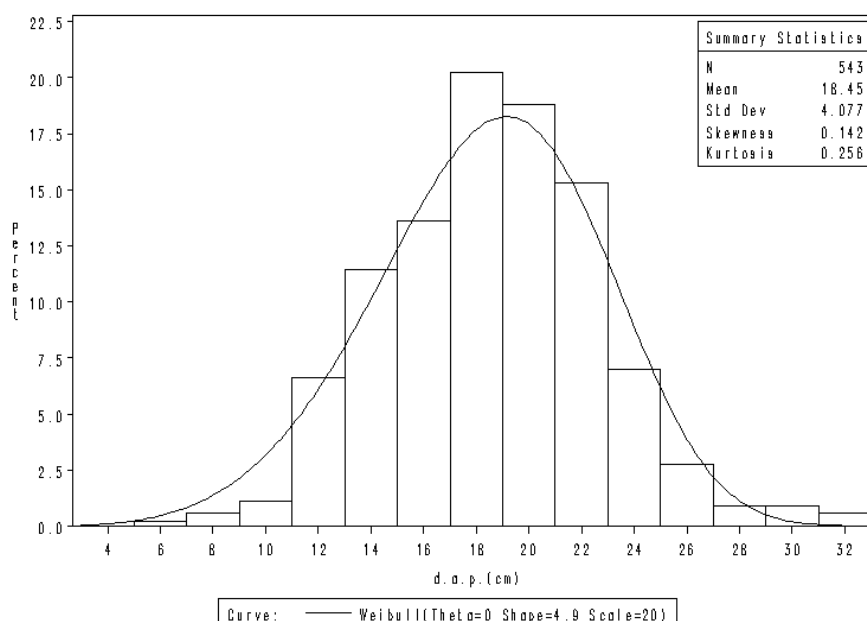


FIGURA 4: Distribuição relativa das frequências por classe de diâmetro de *Pinus echinata*, com 12 anos de idade, ajustada pela função de Weibull.

FIGURE 4: Relative distribution of the frequencies for diameter class of the *Pinus echinata*, with 12 years-old, adjusted for the function of Weibull.

Conforme dados da Tabela 4, percebe-se que o *Pinus echinata* apresenta um diâmetro médio superior ao do *Pinus taeda* e *P. elliottii*, porém deve-se considerar que o povoamento tem o menor número de árvores em relação aos demais plantios. Com relação ao volume e incremento médio anual constata-se que o *Pinus echinata* apresentou um valor superior ao *Pinus taeda*, mas inferior ao *Pinus elliottii*. Deve-se novamente destacar que essas populações apresentam densidades diferentes, decorrentes do espaçamento de plantio. Por isso, tal comparação serve apenas como um indicador do potencial de crescimento e produção da espécie, não devendo esse resultado ser extrapolado diretamente para idades maiores. Trata-se de resultados pioneiros com a espécie em plantio comercial no estado do Rio Grande do Sul que, para fins de quantificação da produção volumétrica, o povoamento deve ser acompanhado até o corte final.

TABELA 4: Crescimento e produção do *Pinus echinata*, *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, aos 12 anos de idade, em sítios semelhantes, em Boqueirão do Leão, RS.

TABLE 4: Growth and yield of the *Pinus echinata*, *Pinus taeda* and *Pinus elliottii*, to the 12 years of age, in similar small site, in Boqueirão do Leão, RS.

Espécie	Local	d (cm)	h (m)	h ₁₀₀ (m)	N (ha)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)	IMA (m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Fonte
<i>Pinus echinata</i>	Boqueirão do Leão	18,4	12,6	14,1	1508	248,2	20,7	Presente estudo
<i>Pinus taeda</i>	Cambará do Sul	17,9	12,5	14,1	2000	212,6	17,7	Mainardi <i>et al.</i> (1996)
<i>Pinus elliottii</i>	Passo Fundo	15,6	13,0	14,1	2424	254,3	21,2	Schneider (1984)

Em que: d = diâmetro à altura do peito; h = altura; h₁₀₀ = altura dominante; N = número de árvores; IMA = incremento médio anual.

CONCLUSÕES

Os resultados do estudo com dados de um povoamento de *Pinus echinata*, com 12 anos idade, permitiram concluir que:

a) O povoamento apresenta bom desenvolvimento para a idade podendo ser uma opção de investimento na área florestal;

b) A equação de Backmann descreve com precisão o diâmetro, altura e o volume das árvores alcançando coeficiente de determinação superior a 0,91 e de variação inferior a 9%;

c) A distribuição de frequência dos diâmetros mostra normalidade, com média de 18,4 cm, desvio-padrão de 4,1 cm, coeficiente de assimetria de 0,142 e curtose de 0,256, compatível com o tipo florestal equiâneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACKMAN, G. **Wachstum und organisches Zeit**. Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1943, 192 p.
- BARNETT, J. P.; MCGILVRAY, J. M. **Container planting systems for the South**. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1981, 18 p. (Research Paper, SO-167)
- CAIN, M. D. **Hardwood control before harvest improves natural pine regeneration**. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1988, 6 p. (Research Paper, SO-249)
- FOWELLS, H. A. **Silvics of forest trees of the United States**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1965, 762 p. (Agriculture Handbook, 271)
- GRANEY, D.; BURKHART, H. E. **Polymorphic site index curves for shortleaf pine in the Ouachita Mountains**. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1973, 12 p. (Research Paper SO-85).
- LAWSON, E. R. Natural regeneration of shortleaf pine. In: SYMPOSIUM ON THE SHORTLEAF PINE ECOSYSTEM, 1986, Little Rock. **Proceedings...** Arkansas: Cooperative Extension Service, Monticello, 1986.
- LEMONS, R. C. *et al.* **Levantamento e Reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias – Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973, 431 p. (Boletim Técnico, 30).
- LITTLE, E. L. Jr. **Atlas of United States trees: conifers and important hardwoods**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1971, 9 p., 313 maps. (Miscellaneous Publication, 1146)
- 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.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 42 p.
- MURPHY, P. A.; BELTZ, R. C. **Growth and yield of shortleaf pine in the West Gulf region**. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1981. 15 p. (Research Paper, SO-169)
- RUSSELL, T. E. Planting and seeding shortleaf pine. In: SYMPOSIUM FOR THE MANAGEMENT OF PINES OF THE INTERIOR SOUTH, 1978, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: USDA Forest Service, Technical Publication SA-TP2, Southeastern Area State and Private Forestry, 1979, 221 p.
- SAS INSTITUTE CORPORATION. **The SAS-System for Windows**. Release 8.01 (software), Cary, 1999.
- SCHNEIDER, P. R. **Betriebswirtschaftliche und ertragskundliche Grundlagen der Forsteinrichtung in Suedbrasilien ein Beispiel von *Pinus elliotii***. 1984. 192 p. Dissertação (Doutorado) - Albert-Ludwigs Universität, Freiburg.
- SCHWEINBRUBER, F. H. **Tree rings and environment dendroecology**. Viena: Haupt. 1996. 609 p.
- SMALLEY, G. W., BAILEY, R. L. **Yield tables and stand structure for shortleaf pine plantations in Tennessee, Alabama, and Georgia Highlands**. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1974, 57 p. (Research Paper SO-97)
- UNITED STATE. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Conservation Service. **Soil taxonomy-a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. Soil Survey Staff, Comp, Washington: U.S. Department of Agriculture, 1975. 754 p. (Agriculture Handbook, 436).
- UNITED STATE. DEPARTMENT OF INTERIOR, GEOLOGICAL SURVEY. **The National atlas of the United States of America**. Washington: U.S. Department of Interior, Geological Survey, 1970, 97 p.