

**POSSIBILIDADE DE GANHO DE FUSTE EM ESPÉCIES EUXYLÓFORAS NATIVAS DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL****POSSIBILITY OF STEM GAIN OF NATIVE EUXYLOPHOROUS SPECIES FROM THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL**Rodrigo Borges de Mattos<sup>1</sup> Miguel Antão Durlo<sup>2</sup> Alessandro Dal'Col Lúcio<sup>3</sup>**RESUMO**

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de observar e quantificar a possibilidade de ganho de fuste em cinco espécies euxilóforas (*Angico (Parapiptadenia rigida)*, *Canjerana (Cabranea canjerana)*, *Cedro (Cedrela fissilis)*, *Grápia (Apuleia leiocarpa)*, e *Louro (Cordia trichotoma)* em matas nativas, não-manejadas, de São João do Polêsine, RS. Foram levantadas 17 parcelas temporárias de 10 x 100 m nas matas nativas do município. Nas árvores das cinco espécies eleitas para este estudo, que apresentavam diâmetro à altura do peito (dap) superior a 5 cm, foram medidas a altura total, a altura comercial atual e a altura comercial potencial dos troncos. O ganho de fuste foi definido como a diferença entre a altura comercial atual e potencial, em relação à altura comercial atual e expresso em porcentagem. O percentual médio de ganho de fuste para todas as espécies em conjunto foi superior a 70%. O Louro mostrou um ganho de fuste significativamente menor que as demais espécies. Mediante a análise de regressão (stepwise), selecionou-se modelos matemáticos que melhor descrevem o ganho de fuste de cada espécie e das espécies em conjunto. Os resultados mostraram que existe um potencial para o aumento do valor das formações florestais nativas da região, ainda não-explorado por ações silviculturais.

**Palavras-chave:** altura comercial das árvores, desrama, formação do fuste, valor da floresta.

**ABSTRACT**

The present work was developed to observe and quantify the possibility of stem gain in five native euxylophorous species [*Angico (Parapiptadenia rigida)*, *Canjerana (Cabranea canjerana)*, *Cedro (Cedrela fissilis)*, *Grápia (Apuleia leiocarpa)*, and *Louro (Cordia trichotoma)*] in non managed native forests of São João do Polêsine municipality, state of RS. There were studied 17 temporary plots of 10 x 100 m. In the trees of the five elected species for this study, that presented diameter at breast height (dbh) larger than 5 cm, the total height, the commercial height and the potential commercial height of the stems were measured. The stem gain was defined as the difference between the current and potential commercial height, in relation to current commercial height and was expressed in percentage. The average percentile of shaft gain for all the species was larger than 70%, while Louro showed a stem gain significantly smaller than the other species. By a regression analysis (stepwise procedure), mathematical models were selected to describe the stem gain of each species and all the species together. The results showed that there is a potential for value adding to the native forest formations of the area, not yet explored by silviculture practices.

**Key words:** commercial height of the trees, pruning, formation of the shaft, value of the forest.

**INTRODUÇÃO**

A madeira de muitas árvores nativas brasileiras é de ótima qualidade e possui características muito boas como resistência, durabilidade, beleza, entre outras. Entretanto, há pouco interesse por parte de indústrias e produtores no sentido de cultivar tais espécies. Um dos fatores normalmente alegados é o longo tempo necessário para que as espécies nativas cresçam e possam ser colhidas. Comparado com as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, o tempo de maturação é relativamente longo. A alegação, entretanto, evidencia apenas que o conceito de sustentabilidade não é bem compreendido e praticado, pois se a

1. Engenheiro Florestal, M.Sc., Acadêmico do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). [rmb760@yahoo.com.br](mailto:rmb760@yahoo.com.br)
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). [migueldurlo@smail.ufsm.br](mailto:migueldurlo@smail.ufsm.br)
3. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). [adlucio@ccr.ufsm.br](mailto:adlucio@ccr.ufsm.br)

Recebido para publicação em 5/11/2002 e aceito em 3/09/2003.

produção é sustentada, o fator tempo passa a ter importância secundária.

Além do longo tempo de rotação, outro fator negativo, tido como importante é a tendência que as espécies nativas têm de apresentar fustes tortuosos e de bifurcar-se produzindo troncos de comprimento aproveitável reduzido. A altura do fuste livre de galhos e bifurcações, assim como a forma dos troncos, determinam o valor das árvores, pois suas presenças degradam as características tecnológicas da madeira e reduzem o aproveitamento.

A literatura especializada (Mitscherlich, 1978; Mayer, 1977; Zimmermann e Brown, 1974; Loskant, 1983; Schilling *et al.*, 1998; Mattos, 2002) reporta que, mediante tratos silviculturais e técnicas de manejo, é possível conseguir fustes melhores e maiores em qualquer espécie florestal.

A técnica silvicultural da desrama artificial ou poda, feita em árvores jovens, é uma prática eficiente para a condução das árvores, com vistas à melhoria da qualidade e aumento do comprimento de seus respectivos fustes.

A justificativa deste trabalho reside não só nas informações disponibilizadas para as espécies em questão, mas igualmente pelo fato de haver no Rio Grande do Sul uma considerável área de matas nativas. A origem, a história, a estrutura vertical e horizontal, a composição florística atual e as características dos troncos das árvores que compõem as matas da área eleita para o estudo, são semelhantes às que ocorrem em outros locais do RS.

Neste trabalho, procurou-se avaliar a possibilidade de ganho de fuste (ganho em comprimento da tora), para o Angico (*Parapiptadenia rigida*), a Canjerana (*Cabralea canjerana*), o Cedro (*Cedrela fissilis*), a Grápia (*Apuleia leiocarpa*) e o Louro (*Cordia trichotoma*) crescidos sem manejo, nas matas nativas de São João do Polêsine, RS, sob a hipótese de uma única intervenção de desrama.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Aspectos gerais da região de estudo

A região da Quarta Colônia de Imigração do RS é composta por sete municípios: Silveira Martins, Ivorá, São João do Polêsine, Faxinal do Soturno, Dona Francisca, Nova Palma e Pinhal Grande correspondendo a uma área de 1.430 km<sup>2</sup> dos quais 28,14% estão cobertos por floresta. O município de São João do Polêsine (84,71 km<sup>2</sup>) possui aproximadamente 21% (18 km<sup>2</sup>  $\cong$  1.800 ha) de sua área coberta por vegetação natural (Brena e Longhi, 1998). O presente trabalho foi realizado no município de São João do Polêsine. A sede do município dista 50 km de Santa Maria.

A região de estudo pertence à Floresta Estacional Decidual (caducifólia) da Fralda da Serra Geral que, segundo Leite e Klein (1990), compreende as florestas das porções médias e superiores do Vale do Uruguai e da maior parte da vertente sul da Serra Geral e de diversas áreas dispersas pelas bacias dos rios Ijuí, Jacuí e Ibicuí, cobrindo uma superfície territorial de aproximadamente 4.700.000 ha.

Segundo Klein *apud* Brena e Longhi (1998), podem ser definidos cinco estratos na estrutura organizacional da floresta caducifólia. O estrato emergente e descontínuo está quase que integralmente composto por árvores decíduais com até 30 m de altura. Nele estão inseridas a Grápia (*Apuleia leiocarpa*), a mais freqüente, o Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), a Maria-preta (*Diatenopterix sorbifolia*), o Louro (*Cordia trichotoma*), o Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) e a Canafístula (*Peltophorum dubium*), além de outras, não tão freqüentes.

Observando o inventário florestal realizado na região da Quarta Colônia (Brena e Longhi, 1998), as espécies eleitas para este estudo (Angico, Canjerana, Cedro, Grápia e Louro) mostraram-se bastante importantes, ficando entre as 20% mais freqüentes.

### Galhosidade e ganho de fuste

A ramificação ou galhosidade é um processo natural e necessário para que as plantas se desenvolvam e consigam crescer (Mitscherlich, 1978). Porém, sua presença implica no aparecimento de nós que, na dependência de sua quantidade, tamanho e posicionamento nas peças industrializadas, muitas vezes, são considerados defeitos (Kolmann, 1951; Knigge e Schuz, 1966; Loskant, 1983) e contribuem para a

depreciação do valor da madeira.

Schilling *et al.* (1998) citam que a ocorrência de defeitos, tais como os nós, prejudicam as propriedades físicas e mecânicas do produto madeira e que, uma forma de melhorar a sua qualidade, reduzindo o número de nós, é induzir a desrama natural por meio da utilização de espaçamentos apertados. Os autores afirmam ainda que, de todos os critérios de qualidade da madeira, o tamanho dos ramos é o menos herdável, já que é muito mais afetado pelo ambiente ou pelo espaço disponível para o seu desenvolvimento.

Conforme Hawley e Smith, *apud* Schilling *et al.* (1998), o valor e a utilidade da madeira de povoamentos manejados são reduzidos mais pelos nós e pelas distorções da grã do que por qualquer outro fator.

Por outro lado, a presença de galhos muito grandes (na dependência de seu posicionamento e suas dimensões, considerados até de bifurcação) implicam no seccionamento do fuste em toras ou toretes menores. Conseqüentemente, a galhosidade limita o comprimento do fuste. Embora isso não seja considerado um defeito da madeira, troncos curtos representam um enorme subaproveitamento do potencial de produção florestal.

Por essa razão, para maximizar a produção madeireira de uma floresta, deve-se adotar tratamentos culturais que conduzam à formação de troncos retos e longos. Os tratamentos culturais da desrama ou poda de galhos proporcionam melhor qualidade à madeira produzida. Mediante a desrama, evitam-se além da formação de nós na madeira, a bifurcação em espécies de ramificação simpodial (Zimmermann e Brown, 1974), fazendo com que as árvores adquiram maior fuste aproveitável. Mattos e Durlo (2001) estudando *Cabralea canjerana* caracterizaram como ganho de fuste, a diferença entre a altura comercial atual e a potencial do tronco das árvores.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A região da Quarta Colônia, onde se encontra o município de São João do Polêsine, por localizar-se na encosta sul da Serra Geral, apresenta relevo acidentado, alto grau de pedregosidade e pouca fertilidade natural do solo. Muitas áreas são consideradas improdutivas ou pouco produtivas para agricultura e pecuária que, após abandonadas, são retomadas pela vegetação florestal.

Existem diversos tipos de solo em São João do Polêsine. Os tipos predominantes pertencem às unidades de mapeamento Ciríaco-Charrua, Santa Maria e Vacacaí (Brasil, 1973).

O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Cfa. A precipitação média anual está entre 1.500 e 1.750 mm, sendo os meses de julho, agosto e setembro a época de concentração máxima de precipitação, enquanto novembro, dezembro e março são os meses que apresentam menor índice pluviométrico. A temperatura média anual situa-se entre 18 e 20°C (Moreno, 1961).

A pesquisa foi desenvolvida nos fragmentos de matas nativas, em diferentes estágios de desenvolvimento, situados no município de São João do Polêsine. A escolha desse município se deve a questões de exequibilidade, praticidade, proximidade à UFSM, existência de inventário florestal recente e, pelo fato de possuir uma cobertura florestal significativa.

### Levantamento e processamento dos dados

Para a coleta de dados, foi utilizado o processo de amostragem aleatória simples. Para a instalação das parcelas de observação, aproveitou-se o sorteio de coordenadas geográficas (locais) realizado pelo inventário florestal em São João do Polêsine. Nove desses locais sorteados foram selecionados e neles foram levantadas dez parcelas. Posteriormente, foi realizada uma segunda escolha de locais para a instalação de parcelas adicionais. Mais quatro locais foram escolhidos em matas que apresentaram boa quantidade de árvores das espécies em estudo, onde foram levantadas sete parcelas.

O método de amostragem utilizado foi o de área fixa. As parcelas amostrais consistiram-se de faixas perpendiculares às encostas, com uma área amostral em torno de 1.000 m<sup>2</sup>. Essas parcelas foram de caráter

temporário, e a imprecisão da área amostral foi consciente, pois, para os objetivos deste estudo, a precisão não era relevante, visto que não se pretendia fornecer dados quantitativos relacionados com unidades de área.

Os pontos geográficos, que identificaram cada parcela, foram obtidos com o uso de um aparelho GPS.

Na Tabela 1, são apresentados o número de parcelas, as coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) e o número de árvores encontradas em cada parcela.

TABELA 1: Número da parcela, coordenadas UTM e número de árvores por parcela.

TABLE 1: Plot number, UTM point and number of trees per plot.

Parcela	Coordenadas UTM		Árvores
1	260525	6715263	13
2	264050	6718008	2
3	255488	6719366	16
4	255010	6716820	31
5	252846	6714286	14
6	260525	6715263	11
7	255925	6715500	26
8	260018	6717973	11
9	257905	6718672	13
10	261826	6722857	3
11	255563	6718313	20
12	255906	6718340	28
13	256032	6718473	15
14	256032	6718473	11
15	254790	6718660	30
16	254790	6718660	30
17	254790	6718660	30

Para que fosse possível avaliar o ganho de fuste das espécies, realizou-se a medição da altura comercial atual, correspondente à altura do tronco livre de galhos (ou com galhos tão pequenos que não representassem nenhum tipo de influência na forma do fuste) e da altura comercial potencial. Esse ponto de medida ficou definido como a altura comercial atual, acrescida da porção do tronco que se ganharia, caso fosse feita a desrama. A existência de galhos grandes ou bifurcações foi considerada delimitadora da altura comercial atual. A altura comercial potencial ficou limitada pela inserção da copa propriamente dita, onde não seria mais possível fazer a desrama. Na Figura 1, observa-se a ilustração do ganho de fuste em uma árvore.

A ocorrência da tortuosidade também foi considerada para delimitar a altura comercial potencial. Em algumas árvores, observou-se troncos retos até certa altura e partindo desta, o início de uma forte curvatura indicando a presença de galho no passado. Nesses casos, considerou-se como a altura comercial atual o ponto de início da curvatura e, desta em diante, até a inserção da copa, como a altura comercial potencial.

Foram medidos também o diâmetro à altura do peito (dap) e a altura total (h) das árvores e quantificada a galhosidade dos troncos até a altura comercial atual. As variáveis foram medidas em árvores com dap igual ou superior a 5 cm. As alturas foram medidas com hipsômetro Vertex e os diâmetros, com suta.

Para o estudo do ganho de fuste utilizaram-se as medidas relativas (em metros) obtidas pela divisão dessa variável pela altura comercial atual (gf/aca).

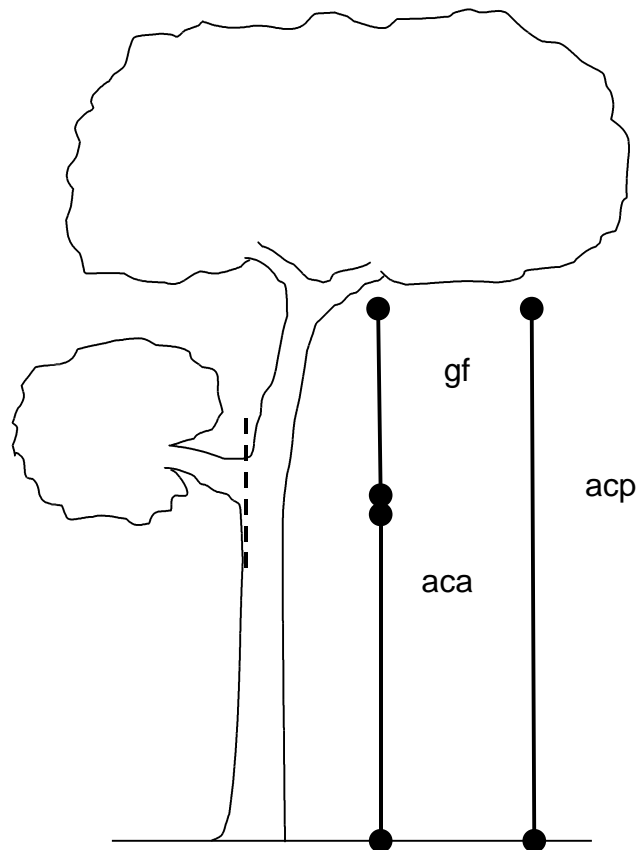


FIGURA 1: Pontos da altura comercial atual (aca), altura comercial potencial (acp) e ganho de fuste (gf) (Fonte: Mattos e Durlo, 2001).

FIGURE 1: Points of current commercial height (aca), potential commercial height (acp) and stem gain (gf) (Mattos and Durlo, 2001).

### Análise dos dados

Para o conjunto de parcelas medidas, aplicou-se o teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) de Bartlett (Snedecor e Cochran, 1974). O teste  $\chi^2$  de Bartlett trabalha com duas hipóteses que são  $H_0$ : variâncias homogêneas e  $H_1$ : variâncias heterogêneas. Quando é encontrada a homogeneidade de variâncias, significa que as parcelas analisadas pertencem a uma mesma população, e que o número de parcelas medidas é suficiente para que se tenha confiabilidade nos resultados obtidos. Quando as variâncias são heterogêneas, as parcelas são, conseqüentemente, provenientes de populações diferentes e necessita-se de um número maior de unidades de amostra.

O cálculo das médias e variâncias de ganho de fuste foi feito por parcela e por espécie. As médias por parcela foram utilizadas para os cálculos referentes à homogeneidade de variâncias pelo teste  $\chi^2$  de Bartlett. As médias por espécie foram utilizadas para comparações entre espécies pelo teste t conforme recomendado por Storck *et al.* (2000).

Além da comparação de médias de ganho de fuste, para averiguar semelhanças ou diferenças entre as espécies, efetuou-se também a análise de regressão para essa variável. Escolheu-se o diâmetro à altura do peito (dap) e a altura comercial atual (aca), consideradas variáveis de fácil medição a campo, para comporem os modelos matemáticos de ganho de fuste das espécies estudadas. Na modelagem de equações, utilizaram-se também as transformações:  $\text{dap}^2$ ,  $\ln \text{dap}$ ,  $1/\text{dap}$ ,  $\text{aca}^2$ ,  $\ln \text{aca}$  e  $1/\text{aca}$ . Para a seleção dos modelos, foi utilizado o procedimento *stepwise*, por meio do programa estatístico SPSS 7.5 (Statistical Package for the Social Sciences, 1996) for Windows.

Para que as variáveis pudessem fazer parte do modelos, utilizou-se, como critério estatístico, a significância do valor de F a 5% de probabilidade de erro. Valores de variáveis com significância de F maior que 5% foram automaticamente excluídos dos modelos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Amostragem

Nos 13 locais eleitos para esta pesquisa, foram distribuídas 17 parcelas. O número de 17 parcelas foi suficiente e confiável para realização deste estudo, conforme indica o teste  $\chi^2$  de Bartlett cujos resultados são apresentados na Tabela 2. Para o ganho de fuste, o  $\chi^2$  calculado foi inferior ao  $\chi^2$  tabelado o que indica a homogeneidade de variâncias. O número de parcelas levantadas (17) foi suficiente para o intervalo de confiança de 20% e, igualmente, para o de 10%, como se pode observar nas duas últimas colunas da Tabela 2.

TABELA 2: Teste  $\chi^2$  de Bartlett para o ganho de fuste.

TABLE 2: Test  $\chi^2$  of Bartlett for the stem gain.

Variável	$\chi^2$ cal.	$\chi^2$ tab.	GL	Média (%)	S <sup>2</sup> m	CV (%)	Tamanho de amostra	
							D% (20)	D% (10)
Ganho de fuste	8,289	23,542	16	70,23	0,58465	108,87	14	17

Em que:  $\chi^2$  cal. =  $\chi^2$  calculado;  $\chi^2$  tab. =  $\chi^2$  tabelado; GL = graus de liberdade; S<sup>2</sup> m = variância média ponderada pelos graus de liberdade; CV(%) = coeficiente de variação; D% (20) e D%(10) = semi-amplitude do intervalo de confiança da média.

O coeficiente de variação elevado (108,87%) induz a questionar a respeito de suas causas e existência de correlações.

Conforme se observa na Tabela 3, o dap médio das árvores observadas foi variável entre as espécies, ficando o valor médio geral em torno de 25 cm. A altura total média das árvores ficou próxima de 16 m.

TABELA 3: Características dendrométricas das árvores estudadas e ganho de fuste.

TABLE 3: Dendrometric characteristics of the studied trees and stem gain.

Variáveis	Angico (70)	Canjerana (98)	Cedro (69)	Grápia (32)	Louro (35)	Todas (304)
dap médio (cm)	23,7	19,7	28,3	33,3	22,3	24,8
altura total média (m)	17,8	13,8	16,9	18,4	15,3	16,1
aca média (m)	4,1	4,5	4,5	5,9	6,9	4,8
acp média (m)	6,7	7,0	7,4	9,4	9,2	7,5
aca (%)	23,0	32,6	26,6	32,1	45,1	29,8
acp (%)	37,6	50,7	43,8	51,1	60,1	46,6
mínimo	4,2	8,9	3,8	14,6	10,3	3,8
Gf médio (%)	75,6	68,4	82,9	72,5	41,1	70,6
máximo	275,7	295,3	473,8	256,3	150,8	473,8
CV (%)	68,0	74,7	95,9	79,2	73,9	83,0

Em que: aca = altura comercial atual; acp = altura comercial potencial; gf = ganho de fuste relativo à altura comercial atual; aca (%) = percentual da aca em relação à altura total; acp (%) = percentual da acp em relação à altura total; entre parênteses: número de observações.

Verifica-se, quanto à altura comercial atual (aca), que a média também foi variável entre as espécies. O Angico e o Louro representam os dois extremos para essa variável, pois, respectivamente, apresentam o menor e o maior valor médio que são 4,1 e 6,9m. Os valores se enquadram nos encontrados por Durlo e Denardi (1998), para Canjerana, (1,5 a 13,0m), em árvores de diferentes estágios sucessionais.

A altura comercial potencial média, também é variável entre as espécies. Observa-se que todas as espécies teriam um fuste potencial bem superior ao atual: em média, para todas as espécies em conjunto, a altura comercial passaria de aproximadamente 5m, para 7,5m.

Ao verificar a altura comercial atual (aca), na análise dos dados relativos, observa-se que as

diferentes espécies estudadas apresentam um baixo grau de aproveitamento comercial do fuste, atingindo apenas em torno de 30% da altura total média quando as espécies são analisadas em conjunto. Esse baixo grau de aproveitamento do fuste poderia ser elevado para percentuais que variariam de 37,6 a 60,1% entre as espécies, com a aplicação de desrama. Em média, para as espécies analisadas em conjunto, o grau de aproveitamento do fuste passaria de 30% para algo próximo de 47%. Dentre as espécies estudadas, observa-se que o Louro é a espécie com o melhor potencial comercial, pois detém os melhores percentuais médios de altura comercial atual e potencial, (45,1% e 60,1%) respectivamente, enquanto que o Angico apresenta os menores (23,0% e 37,6%). Percebe-se que o percentual médio de altura comercial atual do Louro é praticamente o dobro do percentual do Angico. Entretanto, observando-se o ganho de fuste, verifica-se que o Louro é a espécie com a menor acréscimo de fuste ganho (41,1%) enquanto o Angico ganharia em média mais de 75,%.

A Tabela 3 mostra também que, em relação à altura comercial atual, haveria um grande ganho de fuste, se uma desrama tivesse sido praticada. Para todas as espécies em conjunto, seria conseguido um importante ganho de fuste (média de 70,6%), com a aplicação de uma desrama.

Observa-se que o ganho de fuste mínimo em relação à altura comercial atual (3,8%), foi encontrado em um Cedro. O valor máximo para essa variável também foi medido em um Cedro, com 473,8% o que significa que, com apenas uma desrama, o comprimento aproveitável do tronco seria acrescido de 4,7 vezes seu tamanho original (= multiplicado por 5,7).

Percebe-se que o Cedro apresenta a maior média de ganho de fuste, com 82,9% e o Louro a menor com 41,1%. Dessa forma, pode-se afirmar que o Cedro é a espécie que, se tivesse sido submetida à desrama, ofereceria o maior ganho de fuste relativo à altura comercial atual.

O coeficiente de variação para ganho de fuste percentual variou de 68,0% para o Angico a 95,9% para o Cedro o que indica que essa variável apresenta grande amplitude, levando a questionar sobre a relação dessa variável com as demais características das árvores ou do sítio.

Para a verificação de diferenças entre médias de ganho de fuste percentual entre as espécies, procedeu-se às comparações dessas médias pelo teste t, apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4: Teste t para a médias de ganho de fuste das espécies.

TABLE 4: Test t for the averages of stem gain of the species.

Comparação	gf (%)		Comparação	gf (%)	
Angico	75,6	NS	Canjerana	68,4	NS
x			x		
Canjerana	68,4	NS	Grápia	72,5	*
Angico	75,6		Canjerana	68,4	
x			x		
Cedro	82,9	NS	Louro	41,1	NS
Angico	75,6		Cedro	82,9	
x			x		
Grápia	72,5	*	Grápia	72,5	*
Angico	75,6		Cedro	82,9	
x			x		
Louro	41,1	NS	Louro	41,1	*
Canjerana	68,4		Grápia	72,5	
x			x		
Cedro	82,9		Louro	41,1	

Em que: NS = diferença entre médias não é significativa pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro; \* = médias diferem pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Mediante as comparações de médias de ganho de fuste apresentadas na Tabela 3, percebe-se que somente foram encontradas diferenças significativas, quando se comparou o Louro com as outras espécies. Nas comparações de médias efetuadas entre as outras quatro espécies, não foram encontradas diferenças

significativas o que indica que há similaridade de ganho de fuste para Angico, Canjerana, Cedro e Grápia.

### Análise de regressão

O escopo do uso da análise de regressão neste trabalho foi verificar em que grau e de que forma o ganho de fuste está correlacionado com as variáveis independentes dap e altura comercial atual (aca). A análise foi executada para cada uma das espécies separadamente e em conjunto.

Para cada espécie e para as espécies em conjunto, foi selecionado o modelo, observando-se visualmente a correspondente distribuição dos resíduos, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o erro-padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ).

Os modelos matemáticos para o ganho de fuste (gf %), selecionados para cada espécie e para as espécies em conjunto, podem ser visualizados na Tabela 5.

TABELA 5: Modelos de regressão para ganho de fuste obtidos pelo método *stepwise*.

TABLE 5: Regression models for stem gain obtained by the *stepwise* method.

Espécie	Modelo	$R^2$	$S_{yx}$ (%)
Angico	$gf = -16,13 + (314,03/aca)$	0,44	38,6
Canjerana	$gf = -20,79 + (316,22/aca) + 0,02 \times dap^2$	0,56	34,3
Cedro	$gf = -217,61 + (789,33/aca) + (-900,8/dap) + (92,15 \times \ln aca)$	0,76	39,7
Grápia	$gf = 44,51 + (-90,07 \times \ln aca) + (52,57 \times \ln dap)$	0,43	45,0
Louro	$gf = 107,33 + (36,4 \times \ln aca)$	0,33	25,2
Em conjunto	$gf = 134,12 + (493,18/aca) + (1,04 \times dap) + (37,31 \times \ln aca)$	0,56	39,2

Observa-se, na Tabela 5, que os modelos selecionados apresentam coeficiente de determinação ( $R^2$ ) relativamente baixos, variando de 0,33 para o Louro a 0,76 para o Cedro. Isso indica que, para o Louro, somente 33% da variação na resposta (gf%) é explicada pelas variáveis que compõem o modelo, enquanto para o Cedro, esse percentual sobe para 76%.

O comportamento da variável dependente (ganho de fuste) por causa da modificação das variáveis independentes (dap e/ou aca) pode ser melhor visualizado por meio das Figuras 2 e 3. Em razão do fato de se ter uma regressão linear múltipla tanto para as espécies individualmente como em conjunto, escolheram-se valores fixos para uma delas (no exemplo da Figura 2: dap de 5, 20 e 40cm) e deixou-se a outra (aca) variar na amplitude de 0 a 15m no eixo das abscissas, possibilitando assim uma melhor interpretação silvicultural dos modelos.

Na Figura 2, considerando todas as espécies em conjunto, está representado o ganho de fuste em razão da altura comercial atual (aca) para os dap's 5, 20 e 40 cm.

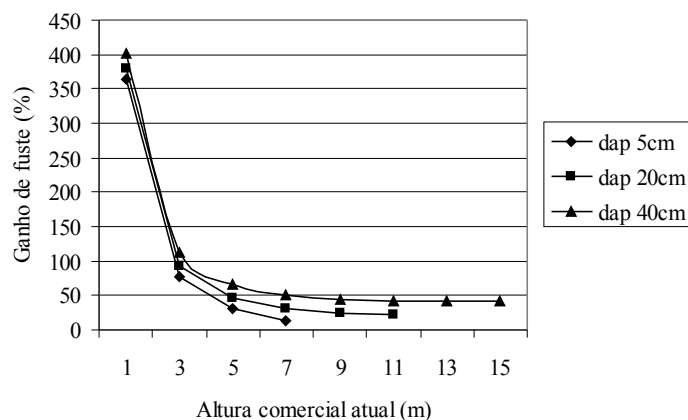


FIGURA 2: Ganho de fuste em razão da altura comercial atual para os dap's 5, 20 e 40cm.

FIGURE 2: Stem gain in function of the current commercial height for the DBH of 5, 20 and 40cm.



A observação da Figura 2 traz à luz que o ganho de fuste (relativo) é grande quando a altura comercial é baixa.

Por outro lado, quanto maior o dap, maior a possibilidade de ganho de fuste. A Figura 2 mostra, porém, que a influência do dap é relativamente pequena, especialmente quando a altura comercial é baixa, o que pode ser verificado pela pequena distância entre as curvas.

Na Figura 3, mostra-se o ganho de fuste em razão da altura comercial atual (aca) para cada uma das espécies. O dap foi fixado em 20 cm.

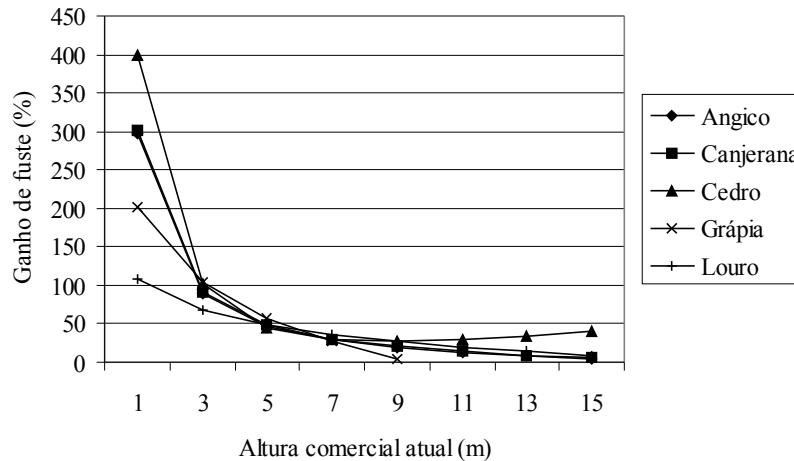


FIGURA 3: Ganho de fuste em razão da altura comercial atual com dap fixado em 20cm.

FIGURE 3: Stem gain in function of the current commercial height with DBH fixed at 20cm.

A comparação entre médias de ganho de fuste apresentadas na Tabela 4, demonstrou que apenas o Louro foi significativamente inferior às outras espécies. A Figura 3 confirma tal constatação pelo posicionamento da curva de ganho de fuste do Louro iniciar por volta de 100% e se manter abaixo das demais até, aproximadamente, 5m de altura comercial atual.

Constata-se pelas curvas da Figura 3 que, nos valores mais baixos de altura comercial atual (até 3m), as espécies diferenciam-se nitidamente quanto ao ganho de fuste. Uma única desrama pode acrescentar até 400% de fuste no Cedro, aumentar em 300% a altura comercial do Angico e da Canjerana, multiplicar por 3 a altura do fuste da Grápia e dobrar a altura do fuste do Louro.

A partir de uma altura comercial de 5 m, as espécies se diferenciam pouco entre si. Nessa altura comercial, o ganho de fuste percentual é nitidamente mais baixo, em torno de 50% o que equivale, porém, aproximadamente a 2,5m.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

A metodologia empregada neste trabalho se mostrou adequada para seu objetivo principal: a verificação de potencial ganho de fuste das árvores nativas selecionadas para estudo.

O ganho de fuste médio para o conjunto das espécies (caso tivesse sido feita uma única intervenção de desrama) foi de 70,6%.

O ganho de fuste médio é variável entre as espécies estudadas. O Cedro obteve o maior valor médio para ganho de fuste (82,9%) enquanto o Louro apresentou o menor (41,1%). O Louro foi a única espécie que diferiu significativamente das outras quanto ao ganho de fuste.

A variação entre os valores mínimo e máximo do ganho de fuste é grande dentro de uma mesma espécie.

Foi possível selecionar modelos matemáticos para o ganho de fuste, utilizando-se como variáveis independentes o diâmetro à altura do peito (dap) e a altura comercial atual (aca) das árvores.

De forma mais genérica, pode-se também concluir que as florestas estudadas possuem um potencial de melhoria bastante grande, a ser explorado pela silvicultura. Comprovou-se que, com a adoção de desrama, pode-se incrementar o valor futuro das áreas florestais que se estabelecem após o abandono da atividade agrícola ou pecuária, na região de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431 p. (Boletim Técnico; n. 30).
- BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. **Inventário florestal da região da Quarta Colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul – Santa Maria, RS**. Santa Maria, 1998. 213 p.
- DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p. 55-66, 1998.
- KNIGGE, W.; SCHULZ, H. **Grundriss der Forstbenutzung**. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, 1966. 313 p.
- KOLLMANN, F. **Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe**. Berlin: Springer-verlag, 1951, 326 p.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, 1990. v. 2., p.113-150.
- LOSKANT G. **Untersuchung zur Produkt- und Sortimentgestaltung bei schwachem Kiefern-Rohholz (Pinus sylvestris L.)**. Freiburg: Hochschulverlag, 1983. 143 p.
- MAYER, H. **Waldbau**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1977. 483 p.
- MATTOS, R. B. **Características qualitativas e possibilidade de ganho de fuste em espécies euxilóforas nativas da Região Central do Rio Grande do Sul**. 2002. 91p. Dissertação (Mestrado em Eng. Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- MATTOS, R. B.; DURLO, M. A. Possibilidade de ganho de fuste em Canjerana (*Cabralea canjerana*) em matas nativas de São João do Polêsine – RS. (Resultados parciais). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001. **Anais...** Santa Maria: UFSM/PPGEF/DCFL/CEPEF, 2001. 1CD.
- MITSCHERLICH, G. **Wald, Wachstum und Umwelt**. Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Form und Wachstum von Baum und Bestand. I Auflage. Frankfurt: J.D. Sauerländer's Verlag, 1978. 144 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.
- SCHILLING, A. C.; SCHNEIDER, P. R.; HASELEIN, C. R. *et al.* Influência de diferentes intensidades de desrama sobre a porcentagem de lenho tardio e quantidade de nós da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelman. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p.115-127, 1998.
- SNEDECOR, W. G.; COCHRAN, G. W. **Métodos estatísticos**. México: C.E.C.S.A., 1974, p. 366-369.
- SPSS – Statistical Package for the Social Sciences**. Programa de computador, ambiente Windows. Versão 7.5. Chicago, 1996.
- STORCK, L.; LOPES, S.J.; LÚCIO, A. D. **Introdução à experimentação**. Santa Maria: UFSM/CCR/DF, 2000. 54 p.
- ZIMMERMANN, M. H.; BROWN, C. L. **Trees structure and function**. New York: Springer Verlag, 1974. 336 p.