

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE MADEIRA E POLPA DE EUCALIPTO

BERTOLUCCI, F.L.G.¹

DEMUNER, B.J.²

LA TORRACA, S.M.³

1. RESUMO

A herdabilidade e correlações genotípicas foram estimadas para características silviculturais, da madeira/fibras, cozimento e da polpa ($k=20$), para árvores de 9 clones, híbridos de *E. grandis*, com 5 anos de idade. Essas estimativas são inéditas para a maioria das 27 características avaliadas.

Os resultados demonstraram elevada herdabilidade para as características silviculturais, da madeira/fibra e polpa. A herdabilidade média para os parâmetros de cozimento foi inferior à média das demais características. Entretanto, os parâmetros de cozimento apresentaram alta correlação genotípica com a densidade básica. Esses resultados permitem importantes direcionamentos para um programa de melhoramento genético, que vise aliar a produtividade florestal à qualidade da madeira, para a produção de celulose.

PALAVRAS CHAVES

Herdabilidade, Correlação Genotípica, Eucalipto, Clones, Melhoramento Florestal, Seleção de Árvores, Qualidade da Madeira, Densidade Básica, Propriedades do Papel.

2. INTRODUÇÃO

Aumentar a produtividade de uma floresta e obter melhorias na qualidade da madeira para a produção de celulose são os principais desafios de um programa de melhoramento florestal.

O uso de florestas clonadas tem resultado em ganhos significativos de produtividade e de uniformidade para as características da polpa (1). Esse sucesso é resultante de uma perfeita sintonia entre os critérios de seleção adotados pelos setores florestal e industrial. As contribuições dos estudos de identificação das principais características da madeira e das fibras que influenciam as propriedades do papel (1-5), são também relevantes.

1 - Genética e Melhoramento - Aracruz Florestal SA

2 - Tecnologia Industrial - Aracruz Celulose SA

3 - Solos e Nutrição - Aracruz Florestal SA

Entretanto, esses avanços não são suficientes para responder importantes questões para o direcionamento de um programa de melhoramento florestal. São fundamentais estudos para avaliar a influência de fatores genéticos e ambientais sobre as características de interesse e a interdependência entre elas, visando obter o maior ganho possível em cada ciclo de seleção (6,7).

Portanto, o principal objetivo desse estudo é estimar parâmetros genéticos e fenotípicos para as características de interesse para a seleção, visando direcionar as estratégias de melhoramento para obter máxima produtividade da floresta e qualidade da polpa.

3. INFORMAÇÕES ANTERIORES

No período de 1967 a 1979 as florestas da ARACRUZ foram plantadas a partir de sementes provenientes do Brasil, África do Sul e Zimbawe, sendo observada grande variabilidade entre e dentro das populações (8). Com o intuito de rapidamente aproveitar essa variabilidade, árvores superiores foram clonadas, permitindo a propagação de aproximadamente 130 milhões de indivíduos, desde 1980.

Uma das preocupações, desde o início do programa de melhoramento florestal da ARACRUZ, foi com a escolha das características que deveriam ser alvo da seleção. Adotou-se o método de níveis independentes de escolha, com todas as árvores selecionadas para a propagação vegetativa atendendo os valores mínimos e máximos pré-estabelecidos para as características desejáveis.

Dentre as principais características de seleção adotadas, destacam-se o volume das árvores, resistência à doenças e insetos, forma do fuste, copa, densidade básica, rendimento de polpa e capacidade de rebrotamento e enraizamento (9).

A árvore matriz aprovada quanto aos critérios florestais, era encaminhada para a caracterização tecnológica: densidade básica de cavacos, cozimento, análises química, anatômica, morfológica e testes de papel (1,2).

Os resultados desses estudos serviram de base para os primeiros direcionamentos do programa de melhoramento florestal. Eles também mostraram que havia necessidade de se obter estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para as características silviculturais e tecnológicas da madeira/fibras e polpa.

Destaca-se que apesar de estudos dessa natureza serem frequentes para culturas agrícolas, para culturas florestais, no entanto, ficam restritos para características dendrométricas (10-13) e densidade básica da madeira (14-16).

Para a maioria das características de qualidade da madeira e da polpa, e também para importantes variáveis de cozimento, existe uma enorme lacuna na literatura técnica quanto às estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos. Essa limitação de estudos pode estar contribuindo para um certo atraso nos programas de melhoramento florestal que investem em qualidade da madeira e produtividade.

Pretende-se com essa pesquisa contribuir com importantes e originais informações sobre estimativas de herdabilidade e correlações genotípicas entre características, visando fundamentar a seleção de genótipos baseada em propriedades da madeira, fibras, polpa e variáveis do cozimento kraft.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material Vegetal e Área Experimental

Para as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos foi utilizado um experimento, o qual obedece a um delineamento em blocos casualizados, com 3 repetições e 9 clones, com 5 anos de idade, plantados em um único local, na região de Aracruz - Espírito Santo - Brasil. A pesquisa envolve mais dois solos e duas idades que deverão ser analisados em uma próxima etapa, procurando avaliar a influência da interação genótipo x ambiente e da idade sobre as estimativas dos parâmetros em estudo.

O solo para essa etapa do estudo, segundo a Classificação Brasileira de Solos, é Podzólico Vermelho Amarelo (Ultisols para a 7th approximation). Caracteriza-se por uma textura média - argilosa e baixa fertilidade natural, em relevo plano, com vegetação original de floresta subperenifólia.

Os clones são híbridos de *E. grandis*, decorrentes de matrizes selecionadas para as características silviculturais desejáveis. Foram escolhidos para a pesquisa de forma aleatória, permitindo o uso de um modelo estatístico também aleatório.

Foram usadas árvores (uma por parcela) que representavam o volume médio/árvore de cada parcela e que possuíam bordadura completa. O corte e a cubagem rigorosa foram conduzidos em um período de uma semana e as árvores analisadas dentro de, no máximo, 3 meses.

4.2. Caracterização Tecnológica - Madeira e Polpa

Os cavacos foram obtidos em equipamento industrial, utilizando todo o volume comercial de cada árvore. Os cozimentos foram realizados em digestor de laboratório, equipado com circulação forçada de licor e adotando impregnação dos cavacos com vapor. Todos os procedimentos (cozimento, lavagem, depuração e análises) foram mantidos constantes, à exceção da carga alcalina, a qual foi variada para a obtenção de todas as polpas com número kappa $20 \pm 1,5$.

Simulações de computador entre resultados de laboratório e dados do processo industrial foram também realizadas, para estimar o ganho de produção de celulose, para uma determinada capacidade do sistema de recuperação.

A densidade básica dos cavacos e as análises químicas das madeiras e polpas foram realizadas de acordo com as normas TAPPI. As características morfológicas forma obtidas em Analisador kajaani FS-100. As características anatômicas das fibras foram determinadas, a partir de cortes da seção transversal da madeira, em microscópio ótico acoplado a um analisador de imagens. A moagem PFI, formação de folhas, condicionamento e testes de papel foram realizados de acordo com as normas SCAN.

4.3. Análise Estatística dos Dados

O modelo estatístico considerado para todas as análises de variância (ANOVA'S) e de covariância (ANCOVA'S) realizadas foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + c_i + b_j + e(ij)$$

onde:

- Y_{ij} = valor da observação do clone i na repetição j ;
- m = média geral;
- c_i = efeito do clone i : $i = 1, 2, \dots, I$;
- b_j = efeito do bloco j : $j = 1, 2, \dots, J$; e
- $e(ij)$ = Erro experimental associado à observação Y_{ij} .

O esquema das ANOVA'S e ANCOVA'S, com as respectivas esperanças dos quadrados e produtos médios, considerando todos os efeitos como aleatórios, exceto a média, está apresentado no Quadro I.

Quadro I - Esquema de Análise de Variância e Covariância para as Diversas Características Avaliadas.

Fonte	Graus	Quadrados	Produtos	Esperança	Esperança
Variação	Liberdade	Médios	Médios	Quad.Médio	Prod.Médio
Blocos	GL_1	Q_1	P_1	-	-
Clones	GL_2	Q_2	P_2	$V_e + JV_c$	$COV_e + JCOV_c$
Erro	GL_3	Q_3	P_3	V_e	COV_e

V_e = Variância associada ao erro experimental.

V_c = Variância genética entre clones.

COV_e = Covariância associada ao erro experimental.

COV_c = Covariância genética entre clones.

A partir das ANOVA'S e ANCOVA'S realizadas para cada característica ou para pares de características, foi possível

obter estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de interesse, conforme apresentado a seguir:

$$V_c = \frac{Q_2 - Q_3}{J} ; V_e = Q_3$$

$$COV_c = \frac{P_2 - P_3}{J} ; COV_e = P_3$$

$$V_f = \frac{Q_3}{J} \text{ (Variância Fenotípica Média).}$$

$$h^2 = \frac{V_c}{V_f} \text{ (Herdabilidade no Sentido Amplo, ao Nível de Médias dos Clones)}$$

$$r_g = \frac{COV_c(1,2)}{\sqrt{V_{c(1)} \cdot V_{c(2)}}} \text{ (Correlação Genotípica entre as Características 1 e 2).}$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Variabilidade dos Dados

Os 9 clones apresentaram elevada variabilidade natural para as características avaliadas (tabelas 1 a 4), indicada pela amplitude entre os valores mínimo e máximo.

Tais resultados, quando comparados com recentes informações para a variabilidade natural de 100 clones (5), indicam que o material aqui avaliado pode ser considerado como representativo da população clonal de híbridos naturais, atualmente utilizados pela Aracruz em seus plantios.

Percebe-se que os resultados (tabelas 1 a 4) apresentam, de modo geral, baixos valores de coeficiente de variação das ANOVA'S, indicando que o erro experimental na determinação das análises é pequeno.

5.2. Herdabilidade (h^2)

As estimativas de herdabilidade para as características silviculturais, madeira/fibras, cozimento e de polpa (número kappa = 20) são apresentadas na tabela 5. Observa-se que para uma média geral elevada (75,9 %), ocorre uma variação de 42,9% a 95,3%. Os dados indicam que algumas características, por apresentarem menores valores de herdabilidade, mesmo em um único solo, devem apresentar maior complexidade para o melhoramento genético.

Tabela 1 - Variabilidade das Características Silviculturais da Madeira de 9 Clones com 5 Anos de Idade.

CARACTERÍSTICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV %
DIÂMETRO, cm	11	18	15	5,0
ALTURA, m	17	26	24	4,1
VOLUME, m ³	0,079	0,304	0,207	15,2

Tabela 2 - Variabilidade das Características da Madeira e Fibras de 9 Clones com 5 Anos de Idade.

CARACTERÍSTICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV %
DENSIDADE BÁSICA, kg/m ³	433	549	495	3,2
COMPRIMENTO FIBRA, mm	0,65	0,79	0,73	4,5
COARSENESS, mg/100m	6,8	8,9	7,7	4,1
Nº FIBRAS/GRAMA, milhões	15,9	24,4	20,8	7,3
ESPESSURA PAREDE, μ m	1,78	2,48	2,07	4,9
DIÂMETRO FIBRAS, μ m	11,8	14,6	13,2	4,1
PENTOSANAS (MAD.), %	13,9	16,3	15,2	2,8
EXT. DCM (MAD.), %	0,18	0,31	0,24	9,9
EXT. ET/TOL (MAD.), %	1,09	2,91	1,85	18,4
LIGNINA, %	27,3	30,6	29,5	2,1

Tabela 3 - Variabilidade Natural para Dados do Cozimento e Características da Polpa de 9 Clones com 5 Anos de Idade.

CARACTERÍSTICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV %
CARGA ALCALINA, % α /NaOH	12,5	15,0	13,8	3,5
REND. DEPURADO, %	48,4	55,0	51,5	3,0
SÓLIDOS TOTAIS, Kg/adt	1230	1563	1391	4,8
CONS. ESP. AP. MAD., m ³ ec/adt	3,19	4,59	3,77	-
GANHO PRODUÇÃO, adt/dia	-169,7	+176,2	-6,6	-
PENTOSANAS, %	14,7	18,9	16,9	2,8
EXT. DCM, %	0,18	0,28	0,22	10,1
VISCOSIDADE, dm ² /kg	1168	1415	1304	2,9

Tabela 4 - Variabilidade das Propriedades do Papel - Polpas kappa 20, Não Refinadas, de 9 Clones com 5 Anos de Idade.

PROPRIEDADES	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV %
ÍNDICE TRAÇÃO, Nm/g	44,5	123,7	61,4	8,3
DENS. APARENTE, kg/m ³	538	837	615	3,7
RESISTÊNCIA AR, g/100ml	1,1	489,4	3,9	47,1
RUGOSIDADE, ml/mln	90	91,0	203	16,2

Tabela 5 - Estimativas de Herdabilidade para Características Silviculturais, Madeira/Fibras, Cozimento e Polpas, a Partir de 27 Árvores de 9 Clones, com 5 Anos de Idade.

	CARACTERÍSTICAS	h² (%)
SILV.	DIÂMETRO A 1,30 m DA BASE	92,6
	ALTURA DA ÁRVORE	91,4
	VOLUME DA ÁRVORE	82,7
	MÉDIA	88,9
MADEIRA/FIBRA	PENTOSANAS	94,7
	DENSIDADE BÁSICA CAVACOS	90,3
	COARSENESS	85,5
	ESPESSURA PAREDE FIBRA	84,9
	LIGNINA	79,1
	EXTRATIVOS EM ETANOL/TOLUENO	78,3
	DIÂMETRO FIBRAS	76,3
	NÚMERO FIBRAS POR GRAMA	73,7
	EXTRATIVOS DCM	72,4
	DIÂMETRO VASOS	71,6
	COMPRIMENTO PONDERADO	59,1
	MÉDIA	78,7
COZIMENTO	CARGA ALCALINA	74,0
	SÓLIDOS SECOS	64,0
	GANHO DE PRODUÇÃO	45,7
	RENDIMENTO DEPURADO	45,3
	TEOR REJ. BASE POLPA	44,5
		MÉDIA
POLPA KAPPA=20	PENTOSANAS	95,3
	RUGOSIDADE	91,0
	DENSIDADE APARENTE	88,8
	VISCOSIDADE	87,3
	ÍNDICE DE RASGO	85,4
	ÍNDICE DE TRAÇÃO	84,0
	RESISTÊNCIA AO AR	77,1
	EXTRATIVOS DCM	42,9
	MÉDIA	81,5
	MÉDIA GERAL	75,9

As características silviculturais apresentaram valor médio de herdabilidade (ao nível de média de clones) de 88,9%. Dentre elas, o volume apresentou menor herdabilidade que o diâmetro e a altura das árvores. Essas estimativas são superiores às normalmente encontradas na literatura. Na revisão realizada por CASTRO (17), as estimativas de h^2 para eucalipto, em 43 trabalhos envolvendo a altura, 39 considerando o diâmetro e 17 o volume de árvores, todos a partir de famílias de meios-irmãos, foram 63%, 62% e 49%, respectivamente.

Os maiores valores de herdabilidade observados nesse estudo, em comparação aos reportados por CASTRO (17), para as características silviculturais, são justificados por tratar-se de clones, isto é, toda a variação genética disponível é aproveitada na seleção. O coeficiente de variação médio das ANOVA'S para as características silviculturais de 8,1%, indica que a influência do ambiente sobre elas deve ser baixa, com a variância entre clones sendo a principal causa dos altos valores de herdabilidade.

Afirmativas semelhantes podem ser feitas para as características da madeira/fibras e da polpa, cujos valores médios de herdabilidade foram 78,7% e 81,5%, respectivamente. Os poucos trabalhos relacionados com a estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de qualidade de madeira, estão limitados à densidade básica, impossibilitando uma comparação mais ampla para as outras características aqui avaliadas.

Quanto à herdabilidade para a densidade básica da madeira, DAVIDSON (14) encontrou valor de 44% para o *E. deglupta* e OTEGBYE & KELLISON (15) reporta $h^2 = 55%$ para o *E. viminalis*. Em ambos os casos, a herdabilidade estimada foi no sentido amplo, porém ao nível de plantas individuais. Neste trabalho, a h^2 para a densidade básica foi obtida a partir de médias de clones, o que justifica o alto valor encontrado (90,3%).

Os valores de herdabilidade para os parâmetros de cozimento (tabela 5), com exceção da carga alcalina, foram inferiores aos resultados encontrados para as características da madeira/fibras e polpa.

Atualmente, é bem conhecido que o ganho de produção, o rendimento e o teor de rejeitos são fortemente afetados pelos teores de lignina e de extrativos da madeira (2). Observa-se que a lignina e extrativos apresentaram valores de herdabilidade inferiores a outras características da madeira, como por exemplo a densidade básica e o teor de pentosanas. Isso indica que lignina e extrativos na madeira sofrem maior influência de fatores não genéticos que as demais características. Esse efeito torna-se ainda mais relevante quando a lignina e os extrativos se combinam para resultar nos parâmetros de cozimento, o que explica a baixa herdabilidade média observada.

Ao contrário do observado para os parâmetros do cozimento, as propriedades do papel (rugosidade, densidade aparente, índice de tração, índice de rasgo e resistência ao ar), apresentaram elevados valores de herdabilidade, os quais podem ser atribuídas aos elevados valores de herdabilidade para as principais características da madeira/fibras que as influenciam, que são: densidade básica, teor de pentosanas, número de fibras por grama (4,5).

Esses resultados demonstram um enorme potencial para o planejamento de um programa de melhoramento genético florestal. Os parâmetros de cozimento, com a menor média de h^2 , deverão apresentar maior complexidade para o melhoramento genético.

5.3. Correlação Genotípica

No planejamento de um programa de melhoramento genético, é importante considerar, além da herdabilidade, a correlação genotípica entre características de interesse para a seleção. Essa consideração justifica-se pela necessidade de busca de alternativas para maximizar o ganho em cada ciclo de seleção, o que pode ser obtido através da seleção indireta. Essa é recomendável quando a herdabilidade da característica sob seleção for maior que outra característica realmente importante e que se deseja melhorar, e quando a correlação genotípica entre elas for elevada (18).

Os resultados ilustrados nas figuras 1 e 2 mostram que a densidade básica apresenta elevados valores de correlação genotípica tanto com variáveis do cozimento quanto com as propriedades do papel, confirmando a sua importância como parâmetro de seleção florestal. Os resultados ilustrados na figura 3 confirmam a forte correlação entre a densidade básica e o ganho (perda) de produção de polpa. A figura 4 confirma a estreita relação entre a densidade básica e as propriedades de papel, representadas pelo índice de tração.

O teor de pentosanas (sem correlação com a densidade básica) destaca-se também como o segundo parâmetro com maior correlação genotípica entre as propriedades do papel, confirmando resultados recentes de literatura (4,5).

Os elevados valores de correlação genotípica entre a densidade básica, com elevada herdabilidade, e os parâmetros do cozimento, com menores valores de herdabilidade, sugerem que a seleção indireta pode ser mais efetiva que a direta. Embora ainda não seja comum para espécies florestais, a seleção indireta para a cultura do feijão (seleção de características de arquitetura da planta para obter maior resposta na produção de grãos) tem sido conduzida com sucesso (19,20).

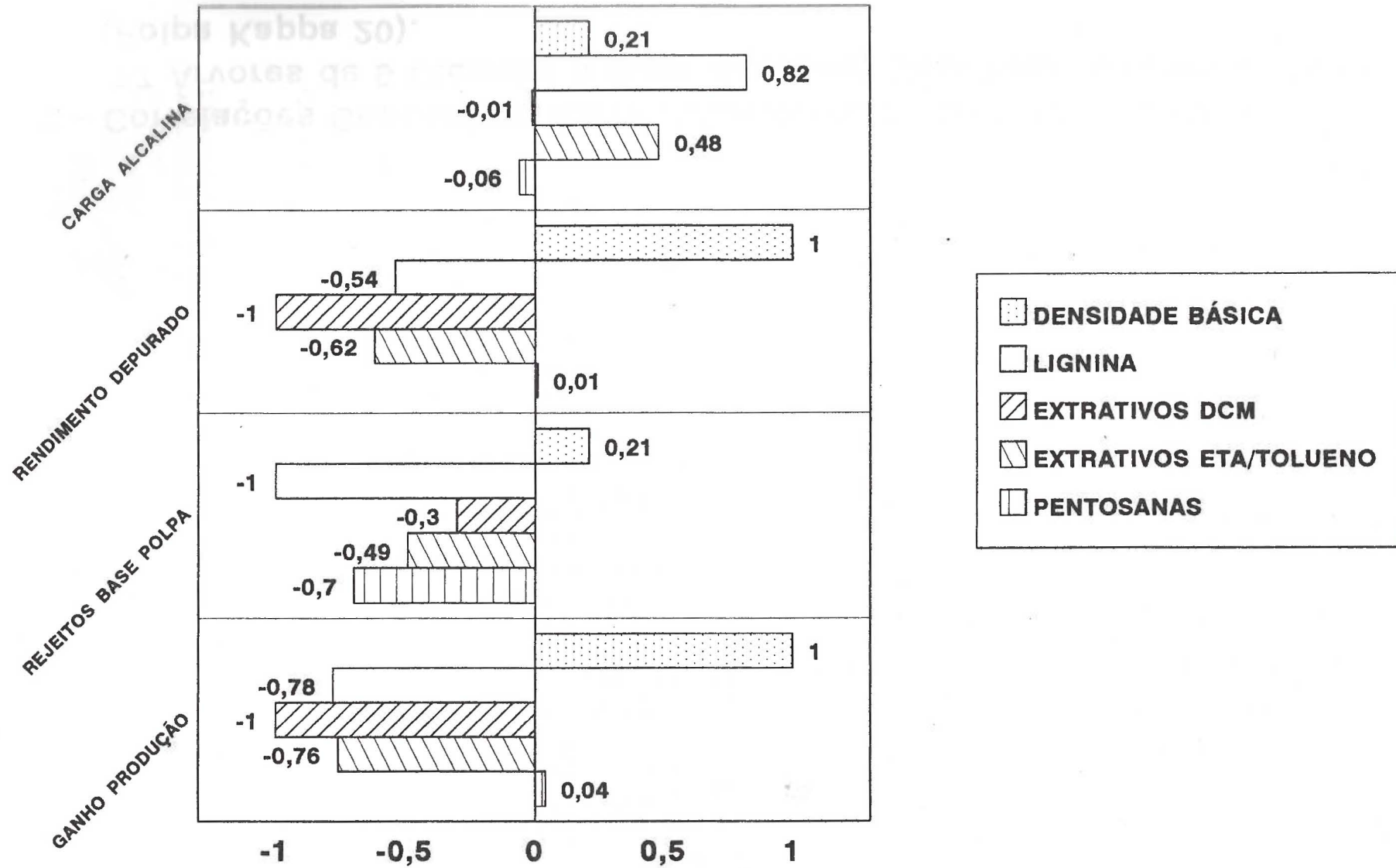


Figura 1 - Correlações Genotípicas Entre Características da Madeira (27 Árvores de 9 Clones - 5 Anos de Idade) com Parâmetros do Cozimento Para Polpa com Kappa 20.

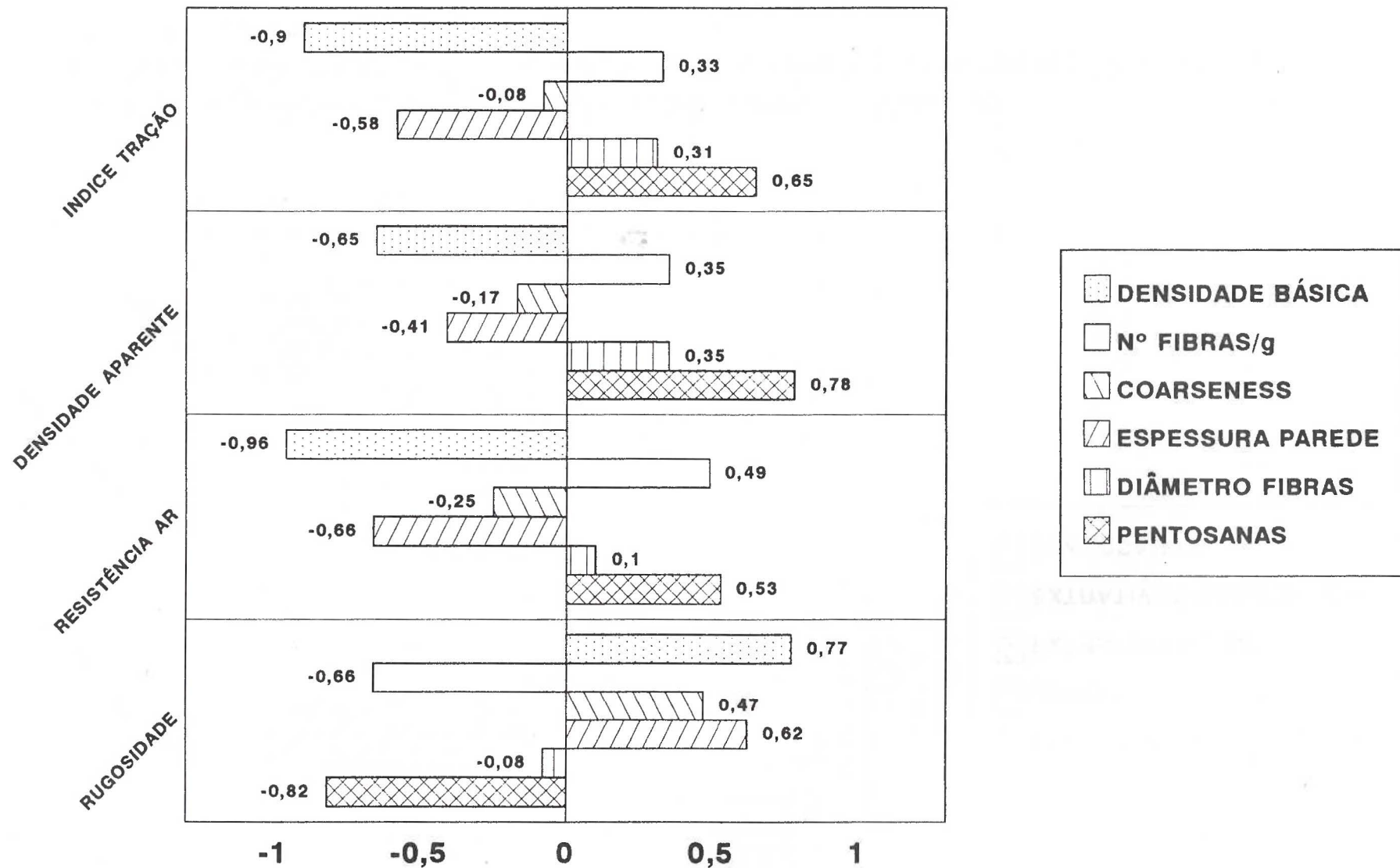


Figura 2 - Correlações Genóticas Entre Características da Madeira/Fibras (27 Árvores de 9 Clones - 5 Anos de idade) Com Propriedades do Papel (Polpa Kappa 20).

GANHO PRODUÇÃO VS DENSIDADE BÁSICA POLPAS KAPPA 20

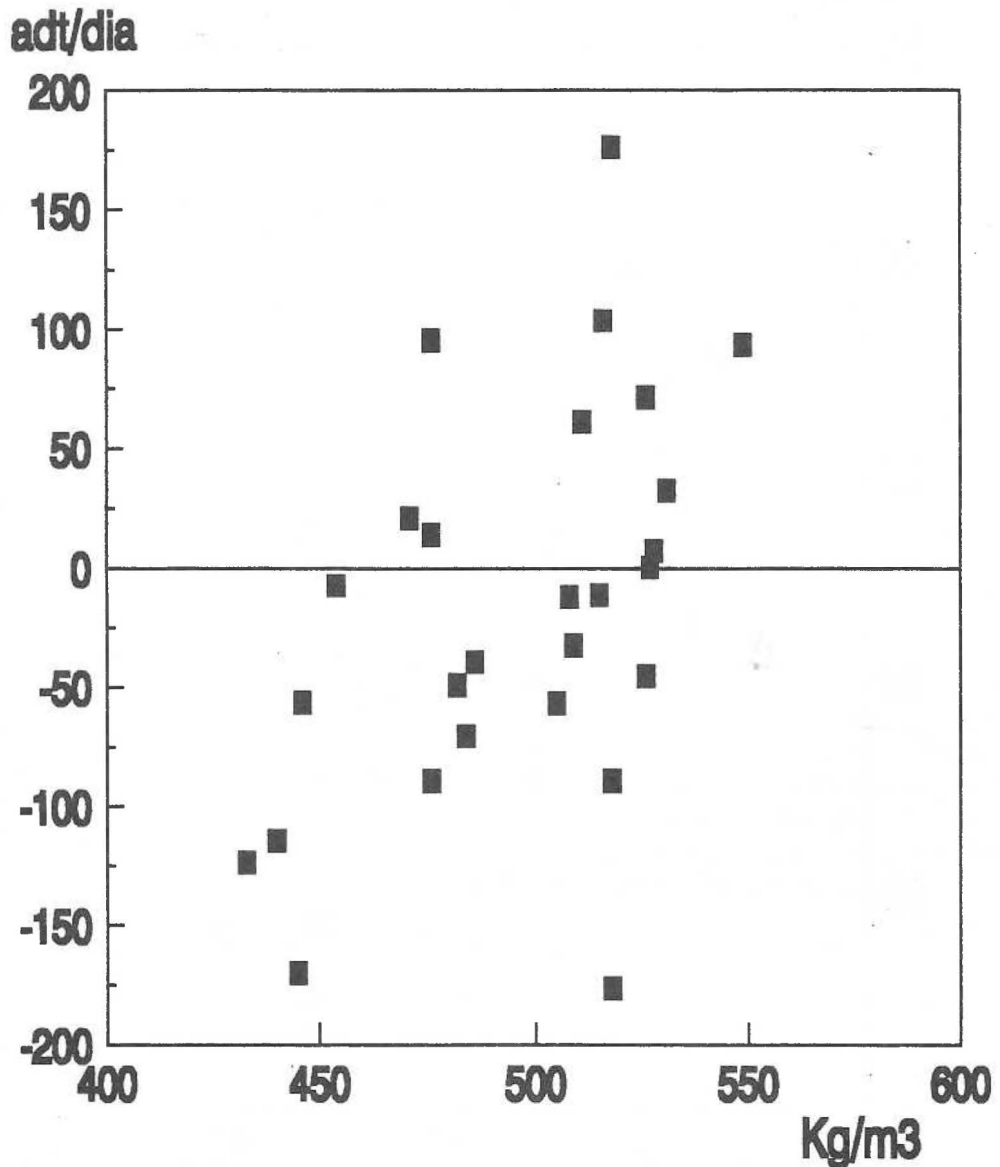


Figura 3 - Relação Entre o Ganho/Perda de Produção e a Densidade Básica da Madeira - 9 Clones-5 Anos de Idade.

Os resultados mostram também que nem todas as propriedades do papel são afetadas da mesma forma pela densidade básica e pelo teor de pentosanas (figuras 1 e 2). Em outras palavras, isso significa dizer que para obter a qualidade desejada no papel a partir de um programa de melhoramento florestal, é necessário conhecer exatamente o que o fabricante de papel necessita para atingir os níveis de qualidade requeridos pelo mercado.

ÍNDICE TRACÃO VS DENSIDADE BÁSICA CAVACOS POLPA KAPPA 20 - NÃO REFINADA

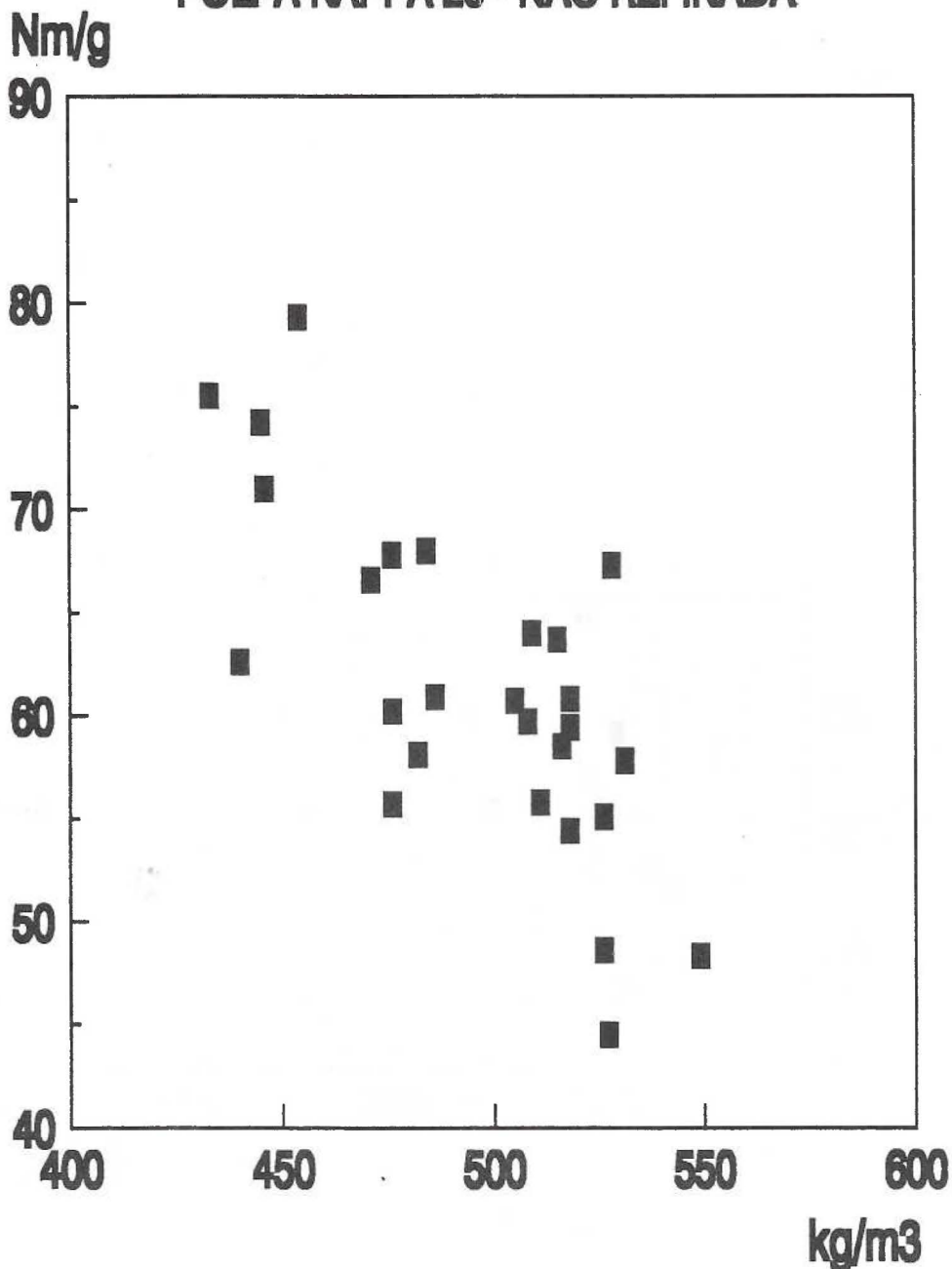


Figura 4 - Relação Entre o Índice de Tração e a Densidade Básica de 9 Clones com 5 Anos de Idade.

Esse estudo, embora esteja ainda na sua fase inicial, onde um único solo e uma só idade foram avaliados, demonstra o elevado potencial que os valores de herdabilidade e de correlação genotípica apresentam para o direcionamento de um programa de melhoramento florestal.

O uso desses resultados no melhoramento genético já se faz sentir na fase inicial do estudo, embora com alguma cautela em termos de diferenças de solos e de idade das árvores. Entretanto, objetiva-se, após a avaliação de outros dois solos e outras duas idades das árvores, e também de um maior número de clones, definir índices de qualidade e de seleção florestal, visando o aumento da produtividade e da qualidade da madeira para a produção de celulose.

6. CONCLUSÕES

Árvores de 9 clones híbridos de *E. grandis*, com 5 anos de idade e provenientes de um único solo, foram avaliadas quanto aos parâmetros de herdabilidade e de correlação genotípica, para características silviculturais, da madeira, fibras, variáveis do cozimento (polpa kappa 20) e propriedades do papel. Essa avaliação é inédita para a maioria das 27 características consideradas.

A média geral de herdabilidade para todas as características avaliadas foi 76%, com amplitude de 42 a 95%. A menor média de herdabilidade (54,7%) foi para as características do cozimento, enquanto que demais apresentaram médias elevadas (superiores a 78%).

A densidade básica da madeira, com elevada herdabilidade, apresentou altos valores de correlação genotípica com as características do cozimento, indicando que a seleção indireta poderá ser mais efetiva que a direta. A densidade básica e o teor de pentosanas foram as características que apresentaram as maiores correlações com as propriedades do papel.

A expectativa de uso desses resultados será na definição de índices de qualidade e de seleção florestal, visando o incremento de produtividade florestal e da qualidade da madeira para a produção de celulose, após a avaliação de outros dois solos e outras duas idades das árvores, em uma próxima fase.

7. LITERATURA CITADA

01. CAMPINHOS JR, E. & CLAUDIO-DA-SILVA JR, E. **Development of the Eucalyptus Tree of the Future**. IN.: PROCEEDINGS OF ESPRA SPRING CONFERENCE, Sevilha, Spain. 1990.
02. VASCONCELLOS DIAS, R.L. & CLAUDIO-DA-SILVA JR, E. **Pulp and Paper Properties as Influenced by Wood Density**. IN.: TRANSACTIONS OF THE 8th FUNDAMENTAL RESEARCH SYMPOSIUM, Oxford, 1985.
03. CARPIM, M. A.; BARRICHELLO, L.G. & CLAUDIO-DA-SILVA JR, E. & VASCONCELLOS DIAS, R.L. **A Influência do Número de**

Fibras por Grama nas Propriedades Óticas do Papel. IN.: XX^o CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, ABTCP, São Paulo, 1987.

04. DEMUNER, B. J.; VIANNA DORIA, E.L. CLAUDIO-DA-SILVA JR, E. & MANFREDI, V. The Influence of Eucalypt Fiber Characteristics on Paper Properties. IN.: 1991 INTERNATIONAL PAPER PHYSICS CONFERENCE (TAPPI), Kona, Hawaii, 1991.
05. DEMUNER, B. J.; VIANNA DORIA, E.L. CLAUDIO-DA-SILVA JR, E. & MANFREDI, V. As Propriedades do Papel e as Características das Fibras. IN.: XXIV^o CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, ABTCP, São Paulo, 1991.
06. HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Ames; Iowa State University Press, 1981. 468p.
07. KAGEYAMA, P.Y. Variação Genética em Progenies de uma População de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, 1980, 125p. (Tese de Doutorado).
08. IKEMORI, Y.K.; MARTINS, F.C.G. & ZOBEL, B.J. The Impact of Accelerated Breeding on Wood Properties. IN.: 18th IUFRO WORLD CONGRESS, Ljubljana, Yugoslavia, 1986.
09. IKEMORI, Y.K. Presentation. IN.: THE MARCUS WALLENBERG FOUNDATION SYMPOSIA PROCEEDINGS. 1. THE NEW EUCALYPT FOREST, Fallun, Sweden, 1984.
10. PATIÑO-VALERA, F. Variação Genética em Progenies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua Interação com o Espaçamento. Piracicaba, 1986. 192p. (Tese de Mestrado).
11. KIKUTI, P. Parâmetros Genéticos em Progenies Meios-Irmãos e Clonais numa População de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na Região de Telêmaco Borba - PR. Piracicaba, 1988. 119p. (Tese de Mestrado).
12. MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y. & FERREIRA, M. Variação Genética e Interação Progenies x Locais em *Eucalyptus urophylla*. IPEF, Piracicaba, (39):53. 1988.
13. ANDRADE, H.B. Avaliação de Espécies e Procedências de *Eucalyptus* nas Regiões Norte e Noroeste do Estado de Minas Gerais. Lavras, 1991, 105p. (Tese de Mestrado).
14. DAVIDSON, J. Natural Variation in *Eucalyptus deglupta* and its effect on Choice of Criteria for Selection in a Tree Improvement Program. Trop. For. Res, Papua, Note N^o SR 2, 1972.
15. OTEGBYE, G.O. & KELLISON, R.C. Genetics of Wood and Bark Characteristics of *Eucalyptus viminalis*. Silvae

16. MORAES, M.L.T. **Variação Genética da Densidade Básica da Madeira em Progenies de Eucalyptus grandis Hill Ex. Maiden e nas Relações com as Características de Crescimento.** Piracicaba, 1987, 115p. (Tese de Mestrado).
17. CASTRO, N.H.C. **Efeito do Número de Repetições na Eficiência da Seleção com Progenies de Meios-Irmãos de Eucalyptus calmadulensis.** Lavras, 1992. 120p. (Tese de Mestrado - No Prelo).
18. FALCONER, D.S. **Introdução à Genética Quantitativa.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 1981. 279p.
19. GHADERI, A. & ADAMS, M.W. **Preliminary Studies in the Inheritance of Structural Components of Plant Architecture in Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.).** *Bean Improve, Coop.* New York, 24:35, 1981.
20. ADAMS, M.W. **Plant Architecture and Yield Breeding.** *Iowa State J. Res.*, 56:225. 1982.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a YARA K. IKEMORY, ERGILIO CLAUDIO-DA-SILVA JR., EDGARD CAMPINHOS JR. e FRANCISCO C.G. MARTINS, pelas sugestões recebidas durante a realização desse estudo. As contribuições das equipes do Centro de Tecnologia da Aracruz Celulose e do Centro de Pesquisas da Aracruz Florestal na obtenção dos dados, também são agradecidas. Finalmente, agradecemos a Silvana Garcia, pela análise estatística dos dados, e a Denize Briochi e Gilmar Mattedi pelas contribuições na preparação desse artigo técnico.