

**VARIAÇÃO GENÉTICA E APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA EM
PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari**

MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do Título de Livre-Docente na área de Silvicultura.

1210001231



ILHA SOLTEIRA

Estado de São Paulo - Brasil

Julho - 2001



**VARIAÇÃO GENÉTICA E APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA EM
PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari**

MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do Título de Livre-Docente na área de Silvicultura.

Proc. 040/2001-NAD 110/01

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TEC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CATEGORIA	DATA DE REGISTRO
02/10/01	30/10/01
Quilza	Te. 1231
Assinado	CLASSIFICAÇÃO
Auto	
R\$ 10,00	



ILHA SOLTEIRA

Estado de São Paulo - Brasil

Julho - 2001

BCpIS - FEIS - UNESP

M827v Moraes, Mario Luiz Teixeira de
Variação genética e aplicação da análise multivariada em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari / Mario Luiz Teixeira de Moraes -- Ilha Solteira, 2001
ix, 124p. : il.

Tese (livre-docente)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2001

Bibliografia: p.89-98

1. Teste de progênies-*Pinus* 2. Parâmetros genéticos-*Pinus* 3. Divergência genética-*Pinus* 4. Programas de melhoramento-*Pinus*

ÍNDICE

	página
RESUMO	vi
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>hondurensis</i> Barret e Golfari	3
2.2. Variação genética	5
2.3. Testes de progênes e parâmetros genéticos	7
2.4. A análise multivariada e índices de seleção no melhoramento genético	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1. Material	27
3.2. Métodos	27
3.2.1. Instalação do ensaio	27
3.2.2. Coleta de dados	28
3.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos	30
3.2.4. Análise do coeficiente de trilha e da divergência genética	34
3.2.5. Seleção entre e dentro de progênes e pelo método do índice multi-efeitos	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Evolução da altura e do dap em função da idade	40
4.1.1. Crescimento das progênes	40
4.1.2. Estimativa de parâmetros genéticos	43
4.2. Avaliações nas Situações A, B, C e D	49
4.2.1. Resultados das análises de variância individuais para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira	49



4.2.2. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas e seus respectivos coeficientes de variação e herdabilidade, para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira -----	53
4.2.3. Estimativa de correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira-----	58
4.2.4. Estudo do coeficiente de caminhamento nas Situações B, C e D -----	61
4.3. Análises multivariadas e ganho na seleção -----	66
4.3.1. Estudo das medidas de dissimilaridade pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e pelo método de otimização de Tocher -----	66
4.3.2. Ganhos na seleção -----	83
4.3.2.1. Seleção entre e dentro de progênies -----	83
4.3.2.2. Índice multi-efeito -----	85
5. CONCLUSÕES -----	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	89
APÊNDICE -----	99

Aos meus pais, Mario e Lourdes,

pelo exemplo de vida e por

tudo o que fizeram por mim,

DEDICO

À minha esposa Selma e as filhas

Marcela, Mayara e Mariana e aos meus sogros

Egydio (in memoriam) e Diolinda,

OFEREÇO



AGRADECIMENTOS

A Selma M. B. de Moraes, Adelaide A. B. de Sá, Marco E. de Sá, Alexandre M. da Silva e Salatier Buzetti, que tiveram uma participação muito importante, neste trabalho, além do incentivo constante;

A FAPESP pelo apoio financeiro;

Aos professores Dr. Luiz E. G. Barrichelo, Dr. Mario Ferreira, Dr. Paulo Y. Kageyama e aos Engenheiros Paulo E. T. Santos e Silvio L. Martini que possibilitaram a vinda dos testes de progênes do CCGMPT/IPEF - ESALQ/USP, para a FEIS/UNESP;

A Duratex S.A. pela produção das mudas do teste de progênes;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP: Ailton dos Reis, Gilmar R. Guimarães, José Cambuim, Manoel F. R. Bonfim, Mario Seki, Odorico S. Silva e Vicente G. Almeida (*in memoriam*) pelo apoio na condução do experimento e coleta de dados;

Aos ex-estagiários que participaram, deste projeto, em suas várias fases: Angelo P. Jacomino, Ivo F. Carvalho, Marcos P. V. Boas, Ananda V. Aguiar e Miguel L. M. Freitas;

Aos colegas da "quantitativa" Antonio O. Mauro, Edson S. Mori, João A. C. Andrade, João R. Paiva, Luiz A. S. Dias e Marcos D. V. Resende, pelos esclarecimentos das minhas incontáveis dúvidas;

Aos bibliotecários: João J. Barbosa, da FEIS/UNESP, e Marialice M. Poggiani, do Departamento de Ciências Florestais/ESALQ/USP/IPEF, pelo apoio;

Aos funcionários e professores do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia da FEIS/UNESP, pelo apoio;

A Dra. Maria de Lourdes T. M. Polizeli, Dr. Ivor B. Aguiar e a Dra. Maria Aparecida M. Brasil pelo apoio nas fases decisivas de minha formação universitária;

A Ana A. B. Florido, Damião P. Florido, Florisvaldo Polizeli, Laerte Buzetti, Benedita Buzetti, Maria B. Bottene (D^a Mariquinha - *in memoriam*), Wilma A. S. Buzetti e aos meus sobrinhos: Damiana, Alexandre, Ana Paula, Bruno, André, Rodrigo, Ariel, Douglas, Larisa, Leandro, Laerte, Aline e Danilo, pelo apoio constante extra tese;

Enfim a todos que contribuíram direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, minha gratidão e que a paz do Espírito Santo esteja sempre com vocês.



VARIAÇÃO GENÉTICA E APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA EM PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari

RESUMO

Pinus caribaea var. *hondurensis* é uma espécie exótica de alto valor econômico, sendo encontrado em quase todo o Brasil. Dessa forma, estudos de variação genética, envolvendo a densidade básica da madeira e caracteres silviculturais, têm sido interessantes para o conhecimento da estrutura genética das populações dessa espécie. Assim, este trabalho teve os seguintes objetivos: Estimar a variabilidade genética para a densidade básica da madeira e alguns caracteres silviculturais; Verificar o efeito de um desbaste no teste de progênies e a sua interferência na estimativa de parâmetros genéticos; Obter estimativas da divergência genética, através de técnicas de análise multivariada; Fornecer subsídios para a continuidade do programa de melhoramento genético dessa espécie.

O experimento foi instalado em junho de 1986, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia – Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, sendo que as sementes das progênies foram cedidas pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e pelo Centro de Conservação Genético e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT). O delineamento experimental utilizado foi látice 10 x 10, triplo, sendo que 96 progênies são provenientes do CCGMPT e 4 são testemunhas comerciais. As parcelas foram lineares com 10 plantas, ao espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. Os caracteres avaliados foram: (1) altura total; (2) diâmetro na altura do peito (dap); (3) volume; (4) forma do fuste; (5) presença de rabo-de-raposa (*foxtail*); (6) densidade básica da madeira em nível do dap (dbm-1) e (7) na metade da altura total da árvore (dbm-2). As avaliações foram feitas em quatro situações: A: com todas as árvores da parcela antes do desbaste aos 12 anos para os caracteres referentes aos itens: 2, 4 e 5; B: referente às árvores desbastadas itens: 1 a 7; C: referente às árvores remanescentes - itens: 1, 2 e 3, aos 13 anos; e D envolvendo as árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos - itens: 1, 2 e 3.



Após a análise dos resultados verificou-se que: a) A variação genética encontrada para os caracteres analisados foi expressiva; b) O desbaste realizado abriu perspectivas para a exploração deste teste de progênies como um Pomar de Sementes por Mudas ou Clonal; c) As estimativas de herdabilidade apresentaram uma tendência de pouca variação com o tempo; d) Constatou-se altas estimativas de correlações entre os caracteres de crescimento e praticamente nula em relação à densidade básica da madeira. A análise do coeficiente de trilha foi útil para esclarecer a natureza das correlações existentes entre os vários caracteres estudados, sendo que o volume é determinado em grande parte pelo dap, tendo a altura uma participação secundária; e) A obtenção da distância generalizada de Mahalanobis e a separação das progênies em grupos mutuamente exclusivos, obtidos pelo método de agrupamento da otimização de Tocher, forneceram informações importantes, para futuros programas de melhoramento que utilizem: hibridação ou retrocruzamento; f) O uso do índice multi-efeito aplicado ao caráter dap, na situação D, apresentou maiores ganhos do que a seleção entre e dentro de progênies. Recomenda-se, no entanto, a opção de selecionar no máximo cinco indivíduos por progênies, por permitir maiores ganhos e manter a diversidade genética próxima de uma seleção entre e dentro de progênies.

Palavras-chave: teste de progênies, parâmetros genéticos, divergência genética, programas de melhoramento.



GENETIC VARIATION AND MULTIVARIATE ANALYSIS APPLICATION IN PROGENIES Of *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari

SUMMARY

Pinus caribaea var. *hondurensis* is an exotic species of high economic value and largely spread in Brazil. In this way, studies of genetic variation related to wood density and silvicultural traits are very important to the knowledge of genetic base of populations these species. This trial aimed: to estimate the genetic variability to wood density and some silvicultural traits; to evaluate the effect of thinning on progenie trial relating it to genetic parameter; to obtain genetic divergence estimates through of multivariate analysis technique; to give informations to genetic breeding program this species.

The study was conducted in June, 1986 at Experimental Station of Ilha Solteira University Campus, located in Selviria-MS. Progeny seeds were donated by Institute of Forestry Research - IPEF, and Genetic Conservation and Breeding of Tropical Pine - CCGMPT. A triple lattice design 10 x 10, with 96 progenies from CCGMPT and 4 comercial controls was used. The plots were constituted by 10 plants in line, with 3 m between plants and between lines. The follow traits were evaluated: (1) total height, (2) diameter at breast height (dbh), (3) volume, (4) form of stem, (5) foxtail presence, (6) wood density at breast height level, and (7) wood density at half of tree total height. The evaluations were done at four situations: A) to items 2, 4 and 5 for all plants of plots before thinning at 12 years old; B) to items 1 to 7 for thinned trees; C) to items 1 to 3, at 13 years old to remaining trees; and D) to items 1 to 3 at 14 years old to remaining thinned trees.

It is concluded: a) the genetic variation verified to analysed traits was expressive; b) the realized thinning showed perspectives to these progenies trial to be explored as a seed orchard by seedling or clonal; c) the heritality estimates showed little variation through time; d) high estimates among growth traits and almost null to wood density were found. The path analysis coefficient was useful to know to correlation among the studied traits, with volume being largely determined by dbh and little influenced by tree height; e) the Mahalanobis generalized distance and the assemble of progenies in mutually exclusive groups, obtained through Tocher's methods gave important informations to future breeding programs of hybridization or backcross;



f) the multi effect index applied to dbh, on D situation, showed higher gains than the selection within and among progenies. It is recommended to select up to 5 plants per progenies to permit higher gains and keep genetic diversity close to a selection within and among progenies.

Key words: progeny trial, genetic parameters, genetic divergence, breeding programs.



1. INTRODUÇÃO

As plantações comerciais de *Pinus*, notadamente no Estado de São Paulo, começaram na década de 1950, feitas inicialmente pelo Instituto Florestal, conforme citado por ROSA (1981), sendo ampliadas em seguida por empresas particulares, visando principalmente à produção de aglomerados, laminados, madeira para caixotaria, móveis, serraria, e celulose, vindo a seguir a exploração de resina e a produção de sementes melhoradas, tanto para o abastecimento interno como para a exportação. Portanto, as espécies do gênero *Pinus* vêm se destacando como uma das mais importantes, em projetos de reflorestamentos, ocupando, por exemplo, 37% da área destinada ao abastecimento do setor de celulose (FATOS-SÍNTESE, 1995).

O potencial da produção de madeira do gênero *Pinus* no Brasil é da ordem de 13.700.000 m³/ano, o que equívale a 1,96 milhões de hectares de Mata Atlântica que estariam sendo poupados (FATOS-SÍNTESE, 1996). Assim, fica evidente o importante papel que vem desempenhando as florestas plantadas, no sentido da manutenção de florestas nativas.

A manutenção e o incremento das florestas de *Pinus* dependem em sua essência do manejo destas florestas, como também da disponibilidade de sementes melhoradas. Assim, inicialmente tentou-se alcançar estes objetivos com a importação de sementes vindas de locais que possuíam populações naturais de *Pinus*, como nos países da América Central (NASCIMENTO & KIZE, 1978). Procurando, então, diminuir esta dependência externa o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) juntamente com o Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP estabeleceram em 1977 as bases para a instalação do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT), implantado em Aracruz - ES, cujo objetivo principal era a conservação de material genético e produção de sementes melhoradas de três variedades de *Pinus caribaea* (PINTO JÚNIOR, et al., 1979, MARTINI & ENGEL, 1985 e SANTOS et al., 1988).

O presente trabalho faz parte de um dos 15 testes de progênies instalados com a variedade *hondurensis*, distribuídos em várias regiões do Brasil, e teve por objetivos:

- a) Verificar o efeito de um desbaste no teste de progênies e a sua interferência na estimativa de parâmetros genéticos;
- b) Estimar o valor genotípico de árvores superiores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedentes do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais;



- c) Estimar a variabilidade genética para alguns caracteres de crescimento como: altura, dap, volume, forma, presença de rabo-de-raposa (*foxtail*), e a densidade básica da madeira em nível do dap (dbm-1) e na metade da altura da árvore (dbm-2);
- d) Estudar o nível de correlação genética e fenotípica entre os caracteres avaliados, e efetuar a análise do coeficiente de caminhamento (*path-coefficient*);
- e) Estimar a divergência genética entre as progênes estudadas, através de técnicas de análise multivariada;
- f) Estimar possíveis ganhos na seleção, visando a transformação do teste de progênes em um Pomar de Sementes por Mudas e/ou o fornecimento de material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal;
- f) Fornecer subsídios para a continuidade do programa de melhoramento genético desta espécie.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari

A espécie *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari é citada por GOLFARI (1991) como encontrada predominantemente em países da América Central com uma abrangência geográfica que vai da latitude 18° N (Belize) até 12° N (Nicarágua), porém também se encontram pequenos povoamentos no México. As condições edafo-climáticas destas regiões são bastante diferentes, indo desde altitudes ao nível do mar até 800 metros. Quanto à precipitação a presença dessa espécie pode ocorrer em locais com 4.000 mm/ano até regiões com menos de 1.000 mm/ano e períodos de seca de até 6 meses. Uma complementação a respeito da importância destes parâmetros climáticos associados aos caracteres de crescimento das plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* é dada por CASER (1984).

LAMB (1973) condiciona o sucesso do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* entre outras coisas a disponibilidade de sementes no mercado; ao seu bom desenvolvimento em solos pobres; a utilização de sua madeira na construção civil e em fábricas de celulose. Esse autor cita que as flores dessa espécie são do tipo estrobiformes, sendo que as masculinas predominam na parte inferior da copa e as femininas na superior. Quanto à polinização a mesma é realizada pelo vento, o que aliado a monoiccia da espécie, caracteriza a espécie como predominantemente alógama. MATHESON et al. (1989), estudando populações de *P. caribaea* var. *hondurensis*, encontraram taxas de cruzamento variando de 0,89 a 0,92, usando o sistema de multilocos, sendo que o nível de endogamia de 10% foi atribuído pelos autores como sendo devido mais ao cruzamento entre indivíduos aparentados do que a autofecundação.

BERTOLANI (1983), fazendo uma avaliação sobre o cultivo e o manejo dos *Pinus* tropicais instalados no Brasil, chama a atenção para o fato de espécies como o *P. caribaea* var. *hondurensis* possuírem em média 25% de casca, o que lhe confere uma defesa natural contra o fogo. Outras descrições botânicas da espécie como também aspectos ligados à resposta de explantes desta espécie em condições de cultura de tecido é dada por SILVA (1989).

ZOBEL & TALBERT (1984) fazem algumas considerações importantes sobre *P. caribaea* var. *hondurensis*, como por exemplo, em relação a sua madeira onde se detecta uma mudança abrupta que ocorre entre a madeira juvenil e adulta. Por outro lado, essa espécie pode ser citada como um bom exemplo da boa adaptabilidade que raças locais, desenvolvidas no estado

de Queensland - Austrália, vem tendo em várias regiões do mundo. Outra consideração é o fato de apresentar um bom crescimento em terras de baixa altitude próximas ao equador, mas não produzir quantidades de sementes satisfatórias, o que torna necessária à produção de sementes em escala comercial para esta espécie em outras regiões. Os autores também consideram que uma faixa de idade ótima para a produção de sementes estaria entre 10 a 20 anos. O problema na produção de sementes em *P. caribaea* var. *hondurensis* nas regiões tropicais, também havia sido relatado por WOESSNER (1983), referindo-se ao programa de melhoramento genético de pinheiros na Jari, onde as condições climáticas locais durante a estação das chuvas não favoreciam a liberação do pólen e sua disseminação, recomenda a instalação do pomar de sementes em locais mais favoráveis a produção de sementes, como o município de Morada Nova no estado de Minas Gerais.

Em relação ao ritmo de crescimento o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* vem apresentando um ótimo crescimento, porém uma forma prejudicada pela elevada incidência de *foxtail*, quando comparada a outras espécies de *Pinus* tropicais, como o que foi relatado por AGUIAR & MORAES (1979). No que se refere à densidade básica da madeira, BARRICHELO & BRITO (1979), estudando a variação radial deste caráter em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, encontraram que a variação radial da densidade (sentido medula-casca) não apresenta um padrão definido, quando os lenhos são analisados isoladamente. Porém, quando se considera ambos os lenhos de cada anel, a densidade aumenta rapidamente nos anéis próximos a medula, permanecendo, a seguir, mais ou menos constante. Quando esta comparação é feita anel por anel, a densidade do lenho tardio se mostrou de 30 a 100% maior que a densidade do lenho inicial. Outra colocação, para essa espécie, relacionando a densidade básica e outros caracteres tecnológicos da madeira são feitos por BARRICHELO (1979) que mostrou haver correlações significativas da densidade básica com todas as dimensões dos traqueídeos e relações para lenhos tardio e inicial. Com relação ao lenho tardio, os melhores coeficientes de correlação foram encontrados para espessura da parede. Já para o lenho inicial as correlações se mostraram bastante baixas. Dessa forma, este autor enfatiza que do ponto de vista anatômico é grande a importância do lenho tardio sobre a densidade básica da madeira.

Vários trabalhos reportam estimativas da densidade básica em *Pinus*. Assim, HIGA et al. (1973), trabalhando com amostras de *P. elliottii* var. *elliottii*, citam a existência de uma alta correlação entre a densidade básica da madeira em nível do dap e a densidade básica da árvore. WRIGHT et al. (1986), estudando várias procedências de *P. oocarpa* e *P. patula* ssp.



tecumanii em Agudos - SP, originárias de países da América Central, encontram estimativas da densidade básica da madeira entre 0,478 a 0,549 g/cm³. WRIGHT et al. (1988), trabalhando com várias procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis*, também da América Central e Austrália, encontraram variações na densidade básica da madeira de 402 a 506 kg/m³. Já KHIARI & IDDI (1991) encontraram para *Pinus caribaea*, com idade de 12 anos, uma densidade básica média de 460 kg/m³, sendo que a taxa de crescimento não teve efeito significativo sobre a densidade básica. CORREA (1995), estudando as variações da estrutura anatômica dos anéis de crescimento e da densidade básica da madeira em árvores de *P. caribaea* var. *hondurensis*, aos 17 anos, em diferentes espaçamentos, encontrou estimativas para a densidade básica da madeira variando de 0,39 a 0,41 g/cm³, sendo que de modo geral, houve um decréscimo do valor da densidade básica da madeira nos 6º - 8º anéis de crescimento, com posterior aumento nos anos subseqüentes e tendência à estabilização até o 14º ano. Não foram verificadas diferenças significativas entre as classes de diâmetro das árvores e os tratamentos de espaçamentos, para este caráter.

SILVA JÚNIOR (1993) cita que os caracteres tecnológicos e silviculturais da madeira de *Pinus*, notadamente o *P. caribaea*, cuja área de plantio é bem ampla no Brasil, tem permitido a sua exploração como matéria-prima fundamental para várias indústrias de celulose (fibra longa), laminação e serraria. Este autor também apresenta informações a respeito do uso de resíduos de serraria e laminação, sendo viáveis de serem usados como matéria-prima para a produção de celulose kraft. SILVA (1989) também ressalta a importância desta madeira nas indústrias moveleiras e químicas (resina e derivados).

2.2. Variação genética

As populações de *Pinus* instaladas no Brasil foram avaliadas inicialmente com maior intensidade através de vários testes de procedências como os de FERREIRA (1973), KAGEYAMA (1977) e ROSA (1981), para *Pinus oocarpa*, destacando-se nestes trabalhos a procedência de Mt. Pine Ridge - Belize.

NICOLIELO (1984), estudando várias procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na região de Agudos-SP, encontrou que havia diferença no comportamento dos principais caracteres silviculturais: altura, dap e volume entre procedências e um comportamento diferenciado destes caracteres em função das idades avaliadas, apontando como uma das melhores



procedências para essa espécie a de Mt. Pine Ridge - Belize, região situada a uma altitude de 400 metros.

Os vários estudos envolvendo espécies-procedências vêm realçando a importância que as variações genéticas entre procedências dentro de uma espécie florestal vem tendo. Essas diferenças têm surgido como resultado da adaptação das espécies às condições edafo-climáticas dos indivíduos. Assim, é de se esperar, que populações ocorrendo em habitats de diferentes condições ecológicas tenham diferentes habilidades adaptativas. Pode-se dizer, então, que de uma maneira geral o esquema empregado no melhoramento genético de *Pinus* no Brasil utiliza-se da seleção recorrente intrapopulacional (KAGEYAMA, 1983a). Nesse sentido, NAMKOONG et al. (1988) apresentam vários esquemas de seleção, desde simples ciclos de seleção recorrente intrapopulacional, sem a presença de testes de progênes, até ciclos mais complexos como a seleção recorrente interpopulacional recíproca com a finalidade de produção de híbridos.

No histórico do melhoramento de *Pinus* no Brasil, passada a fase dos testes de espécie/procedências, começaram a ser instalados com maior frequência os testes de progênes, sendo que um passo importante foi a instalação do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT, envolvendo as três variedades de *P. caribaea*. Nesse sentido, SANTOS et al. (1996) fazem um histórico sobre a instalação do CCGMPT e a posterior distribuição dos testes de progênes, abrangendo vários locais do país e do exterior, indo de Macapá - AP (Latitude: 00°10'N) até General Câmara - RS (29°54'S), incluindo Misiones e Corrientes na Argentina, totalizando trinta e dois locais. Uma média geral é apresentada onde nota-se um incremento médio anual (IMA) em altura de 2,83 m, 2,45 m e 3,00 m, para as variedades: *hondurensis*, *caribaea* e *bahamensis*, respectivamente. Já HERNÁN-RODRÍGUEZ (1997), analisando dois testes de progênes do CCGMPT - localizados em Anhenbi - SP e Selvíria - MS - aos sete anos, encontrou estimativas de herdabilidade, no sentido restrito em nível de plantas, médias entre os dois locais de 0,22 para altura, e 0,16 para o dap. Em relação à forma do fuste das plantas as estimativas de herdabilidade, em nível de média de parcelas, foram de 0,52, que corresponde à média entre os dois locais. O autor também salienta que as estimativas de ganhos genéticos com a seleção simulada entre e dentro de progênes nos locais individuais, apresentaram ganhos genéticos médios da ordem de 5,31%, 6,14%, e 5,45%, respectivamente para a altura, dap e forma do fuste das árvores.

Estudos de variação genética com estimativas de parâmetros genéticos para *Pinus* podem ser encontrados em ROMANELLI (1988) que estudou a variabilidade genética para



produção de resina associada aos caracteres de crescimento em uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, na região de Itapetininga - SP. As estimativas de herdabilidade, no sentido restrito em nível de plantas, para produção de resina foram de 0,47, enquanto que para a altura, dap e volume foram de 0,39, 0,36 e 0,41, respectivamente. Outra informação importante, encontrada pelo autor, é o fato da resposta correlacionada ter sido pequena, para produção de resina, quando os caracteres de crescimento foram selecionados.

PEREIRA (1982), estudando as variações da densidade básica da madeira entre os indivíduos de uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em função do ritmo de crescimento, encontrou que a densidade básica não se correlacionou com os caracteres altura e dap. Por outro lado, ganhos da ordem de 8% no volume de madeira para serraria, foram encontrados por ALLEN (1993), estudando progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

O estudo da variação genética no caráter densidade básica da madeira é caro e consome um tempo considerável, além de necessitar da obtenção de amostras destrutivas. Assim, WEI & BORRALHO (1997) recomendam o uso do Pilodín, como um método indireto da determinação da densidade básica. Salientam, no entanto, que embora menos preciso tem demonstrado que o seu uso fornece a mesma quantidade de ganho na seleção direta devido ao seu custo mais barato e por permitir que se analisem uma grande quantidade de indivíduos, permitindo que sejam utilizadas altas intensidades de seleção.

2.3. Teste de progênies e parâmetros genéticos

a) Ensaios de progênies

Os ensaios de progênies instalados, tanto a partir de sementes de polinização livre como de cruzamentos controlados representam uma das mais úteis ferramentas para o melhorista florestal. A sua utilização tem sido importante para a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, para a estimativa de parâmetros genéticos, para a seleção através de sua transformação em Pomares de Sementes por Mudas (KEIDING, 1974). MATHESON & RAYMOND (1984a) fazem inferências sobre testes de progênies usados para se determinar o valor dos pais em programas de melhoramento e aqueles que são utilizados para se fazer inferências sobre as progênies.



Normalmente são mensuradas todas as árvores de uma parcela em um teste de progênes, sendo que isto não apresenta muitos problemas, quando se trabalha com caracteres do tipo altura, diâmetro e volume. KUNG (1977) considera, no entanto, que fica complicada e cara a mensuração em todas às árvores da parcela quando se trabalha com caracteres do tipo: comprimento de acículas, densidade básica e composição de resina, recomendando a mensuração de apenas a árvore mais desenvolvida. Neste trabalho foram descritas várias variâncias relacionadas a herdabilidade viabilizando o uso de apenas uma árvore por parcela.

COTTERILL & JAMES (1984) verificaram em testes de progênes de *Pinus radiata* que o número de descendentes testados e o tamanho das parcelas conduziram os pesquisadores a recomendarem que de 10 a 20 indivíduos por família e 1 a 2 indivíduos por parcela seria razoável para avaliar o efeito de família. COTTERILL (1990) recomenda o uso de 100 a 200 progênes por procedência, o que representa o uso de 5 a 10 famílias, o que segundo o autor deixaria uma população com representatividade suficiente para uma futura seleção. Deve-se ressaltar aqui a distinção que o autor faz entre progênes e famílias. WHITE & HODGE (1992) fazem uma análise crítica sobre os testes de progênes em *Pinus elliottii*, considerando a sua importância para o melhoramento florestal, indicando duas idades críticas para a mensuração dos testes: primeira (4 a 5 anos) e a segunda (8 a 10 anos), sendo que após esta última idade os testes passam a ser pouco operacionais, tornando-se onerosos devido a sua manutenção (incluindo as mensurações), trazendo poucas informações, do ponto de vista genético, a partir dos 10 anos, sendo que neste caso a manutenção do teste só se justificaria por motivos de pesquisa. Exemplos da eficiência de estimativa de parâmetros genéticos aos dois anos, podem ser encontradas em KAGEYAMA (1983b) para *E. grandis* e BARNES et al. (1992b) para *Pinus patula*, onde estes autores encontraram para os caracteres de crescimento (altura, dap e volume) que a idade de dois anos fornece estimativa de parâmetros bastante confiáveis quando os experimentos foram analisados aos cinco anos. Já XIE & YING (1996) recomendam para *P. contorta* ssp. *latifolia* que a seleção para o caráter altura pode ser feita aos 7 anos. Já para os caracteres dap e/ou volume a seleção deve ser feita aos 14 anos. Ressalta-se, no entanto, que resultados apresentados na literatura como os de ROZENBERG & CAHALAN, 1997 são cépticos em relação à seleção precoce quando envolve caracteres ligados à qualidade da madeira como a densidade básica, por exemplo.

Quando se estuda testes de progênes de uma espécie instalados em diferentes locais, acaba-se tendo dois problemas e/ou dúvidas: 1) se o número de progênes é igual em todos



os locais; 2) se há necessidade de se analisar todos os locais. Em relação ao primeiro questionamento COTTERILL et al. (1983), trabalhando com *Pinus radiata*, fazem a seguinte colocação: quando o número de progênies é o mesmo nos diferentes locais quase não há diferença de acurácia entre diferentes métodos estatísticos utilizados, porém quando este número é desbalanceado, recomendam o uso do método dos quadrados mínimos (LS) e suas variantes (WLS e SLS) como os melhores para o estudo dos mais variados caracteres. Outros métodos como o RS, SA e SSA só seriam indicados para alguns caracteres, não sendo eficientes para outros. Quanto ao segundo questionamento sobre o número mínimo de locais que são necessários para que se obtenha uma boa precisão na estimativa de parâmetros genéticos, WOOLASTON et al. (1991), estudando oito testes de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, distribuídos no estado de Queensland - Austrália, onde existem mais de 50.000 ha plantados com esta espécie, chegaram a conclusão de que apenas três locais seriam necessários para se ter uma boa acurácia nas estimativas de parâmetros obtidas dos testes de progênies. Para tanto, utilizam um índice de seleção para obter esta informação. Informações dessa natureza são importantes quando se pensa no número de testes de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* que o CCGMPT possui distribuídos no Brasil e na Argentina.

Segundo KAGEYAMA (1980), os testes de progênies de polinização aberta são os que vêm sendo utilizados com maior freqüência em espécies florestais. Isto é, devido à facilidade de instalação e as dificuldades inerentes aos testes de progênies que utilizam polinização controlada. A maioria dos testes de progênies é instalado em delineamentos estatísticos (blocos casualizados ou látice), utilizando-se progênies de meios-irmãos, devido aos aspectos práticos que esse tipo de experimentação apresenta. Porém, para se obter mais informações do ponto de vista genético, cruzamentos dialélicos devem ser preferidos. Entretanto, WRIGHT (1976) considera que este aumento na precisão raramente justifica o custo adicional da instalação e condução dos testes de progênies que utilizam progênies de irmãos-germanos. Porém, esses testes permitem a obtenção de estimativas da variância de dominância que é fundamental para o monitoramento de um programa de hibridação de *Pinus*. WRIGHT (1964) faz um histórico dos programas de hibridação em *Pinus*, comentando os sucessos e fracassos destes programas. Assim, verifica-se que o conhecimento de estimativas como a variância de dominância teria evitado muitos destes fracassos.

BARNES et al. (1992a), trabalhando com *Pinus patula*, obtiveram resultados interessantes que ajudam elucidar a estrutura genética e o controle de alguns caracteres de



importância econômica como a densidade básica da madeira e os de crescimento (altura, dap e volume). Desse modo, os autores encontraram que a capacidade específica de combinação não apresentou efeitos recíprocos nos cruzamentos; o delineamento também foi interessante na determinação da capacidade geral de combinação e no estabelecimento de uma classificação para as famílias, visando a sua exploração em programas de hibridação; a interação genótipo ambiente apresentou importância para os caracteres de crescimento, mas teve pouca importância para a densidade básica da madeira e a interação genótipo x ano não foi importante.

Normalmente testes de progênies são conduzidos em condições de campo, mas também se tem outras formas, sendo isso interessante na experimentação florestal dado o tempo de espera que se tem para a obtenção dos resultados. Assim, THOMAS et al. (1997a), trabalhando com populações de clones de *Populus tremuloides*, apresentam estimativas de parâmetros genéticos obtidos em casa de vegetação e campo, encontrando-se mais variação entre clones dentro de população do que entre populações, tanto em condições de campo como em casa de vegetação, só que a magnitude de variação nessa última condição foi maior.

WHITE et al. (1993) propõem uma estratégia de melhoramento para *Pinus elliottii* onde uma população de base ampla (população elite) é dividida em subpopulações. Essas por sua vez permitem a manutenção da base genética da população elite e através da polinização controlada exploram a capacidade geral e específica de combinação, gerando constantemente indivíduos superiores no programa de melhoramento. Os autores salientam que estudos teóricos indicam que cada grupo de melhoramento (subpopulações) teria condições de apresentar uma convivência satisfatória com a binomia seleção-endogamia, desde que fosse mantido um tamanho efetivo ($N_e = 10$ a 40), por várias gerações. No entanto, se os indivíduos selecionados apresentarem um considerável grau de parentesco, recomenda-se que esse número (N_e) dobre, ou seja, passe para ($N_e = 20$ a 80). No que diz respeito ao programa que os autores vêm conduzindo em *Pinus elliottii* eles estão utilizando um N_e com uma amplitude de variação de 20 a 25 . Estratégias semelhantes poderiam ser utilizadas no programa de melhoramento do CCGMPT com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

b) Parâmetros genéticos

Conforme coloca RESENDE (1999a) a predição de valores genéticos exige a prévia ou simultânea estimativa de componentes de variância e de parâmetros genéticos, a qual



pode ser realizada pelo método de quadrados mínimos (LS) para situações de dados balanceados ou pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) para a situação de dados desbalanceados, dentre outros.

O desdobramento da variação total e a estimativa dos seus componentes, obtida em um teste de progênies, possibilitam ao melhorista o conhecimento da estrutura genética na variação total de cada caráter, bem como o progresso na seleção em determinado método de melhoramento (FONSECA, 1979).

Dentre os parâmetros genéticos a variância genética aditiva é o componente mais importante, pois é a principal causa da semelhança entre parentes; logo ela é o principal indicador das propriedades genéticas observadas em uma população e sua resposta à seleção (FALCONER, 1981). Em relação a essa variância RESENDE & HIGA (1994b) consideram que na seleção entre e dentro de progênies frações da variação genética aditiva não são consideradas na seleção, pois são retidas nos efeitos de parcela e de blocos. Assim, sugerem que com a utilização de todos os efeitos do modelo é possível conseguir a maximização na precisão da seleção, embora, em muitos casos, as inclusões dos efeitos de parcela e blocos podem pouco alterar a seleção. Assim, com a utilização do índice multi-efeito (IME) foi obtida uma superioridade, variando de 4,0% a 7,0% em relação à seleção combinada em *Eucalyptus*. Portanto, a utilização do IME seria mais recomendável.

ALLARD (1971) coloca que a herdabilidade é o quociente entre as variâncias genotípica e fenotípica, sendo que por meio dela pode-se medir a eficiência esperada da seleção, no aproveitamento da variabilidade genética. O coeficiente de herdabilidade pode ser no sentido amplo e restrito. A herdabilidade, no sentido amplo, expressa a proporção de variância genética em relação à variância fenotípica total observada. Tal coeficiente só tem significado no melhoramento florestal quando se está testando material propagado vegetativamente (FONSECA, 1979). A herdabilidade, no sentido restrito, tem a finalidade de orientar o geneticista ou melhorista sobre a quantidade relativa da variância genética que é utilizável no melhoramento (VENCOVSKY, 1969). Já RESENDE & FERNANDES (1999) lembram que as estimativas de herdabilidade referentes aos efeitos de parcela em relação às herdabilidades entre e dentro de famílias adquirem uma importância maior quando se aumenta o número de indivíduos por parcela nos testes de progênies.

ASSIS et al. (1983) colocam que as estimativas de herdabilidade são importantes por estimar o grau de confiabilidade da expressão fenotípica como um indicador do valor genético



de certo caráter. A eficiência de determinado método de melhoramento, tal como a seleção massal, depende em parte do valor da herdabilidade do caráter a ser melhorado, além de sua correlação genética com outros caracteres, da intensidade de seleção e da variabilidade genética da população.

BARNES et al. (1992b), analisando progênies de *P. patula* em três situações diferentes: policross, fatorial e dialelo, encontram estimativas de herdabilidade, para altura: variando de 0,08 (fatorial) a 0,19 (dialelo); dap 0,20 (policross e fatorial) a 0,45 (dialelo); e volume 0,17 (fatorial) a 0,36 (dialelo). Portanto, no esquema dialelo houve uma tendência de se obter maiores estimativas de herdabilidade para os três caracteres estudados. Daí a importância de se definir com clareza o esquema que será utilizado na obtenção das estimativas de parâmetros genéticos.

SMITH (1967) fornece dados sobre herdabilidade no sentido amplo e restrito dos principais caracteres responsáveis pela qualidade da madeira, mostrando que os mesmos possuem altos valores, o que evidencia o forte controle genético sobre eles. MATIZIRIS & ZOBEL (1973), estudando dez caracteres de importância para a qualidade da madeira em *P. taeda*, aos cinco anos também encontraram que os caracteres ligados a qualidade da madeira apresentam altas estimativas de herdabilidade como: comprimento do traqueídeo (0,97), conteúdo de umidade (0,80), forma (0,66), densidade (0,47), forma da copa (0,31) e espessura da casca (0,28). Já DEAN et al. (1983) estimaram vários parâmetros genéticos em progênies de *Pinus radiata* em dois locais da Austrália e constataram que a densidade básica apresenta uma herdabilidade maior que os caracteres de crescimento: altura, diâmetro, volume e forma. VARGAS-HERNANDEZ & ADAMS (1991), trabalhando com Douglas-fir, aos quinze anos, obtiveram estimativas de herdabilidade para o lenho primaveril de 0,51 e para o lenho tardio 0,46, sendo que a estimativa da herdabilidade considerando todo o disco foi de 0,55. CORNELIUS (1994), fazendo um levantamento em 67 publicações, envolvendo estudos com *Pinus*, outras coníferas, *Eucalyptus* e outras folhosas, encontrou estimativas médias para altura (0,25 e 8,50%), dap (0,19 e 8,60%), volume (0,18 e 20,30%), forma (0,26 e 11,65%), caracteres morfológicos e estruturais (0,23 e 8,80%), densidade básica da madeira (0,48 e 5,10%) e caracteres ligados à formação de galhos (0,24 e 8,40%), respectivamente para a herdabilidade e coeficiente de variação genética.

SAVILL et al. (1993) recomendam a inclusão do número de anéis que aparecem no alburno como um critério de seleção, podendo ser benéfico, tanto para programas que incluem o melhoramento tradicional como os que possuem propagação clonal. Assim, estes autores

encontraram estimativas de herdabilidade, para o número de anéis do alburno, da ordem de 0,57 (no sentido restrito) e de 0,83 (no sentido amplo) em *Quercus robur* e *Q. petraea*.

LIN & ZSUFFA (1993a), estudando caracteres importantes na produção de biomassa em *Salix eriocephala*, encontraram estimativas de herdabilidade, no sentido amplo, para: número de fuste/touça (0,13), número de ramos/touça (0,15), conteúdo de umidade (0,26), densidade básica (0,42) e peso da matéria seca (0,06). Embora os autores tenham encontrado uma significativa variação entre os clones, eles chegam a sugerir o uso da seleção indireta para estes caracteres em um programa de melhoramento, considerando as baixas estimativas de herdabilidade encontradas. LIN & ZSUFFA (1993b), estudando ganhos diretos e indiretos para os caracteres relacionados à produção de biomassa em *Salix eriocephala*, recomendam que a seleção para o número de fustes, conteúdo de umidade e densidade básica seja preferida à seleção direta. Porém, para o conteúdo de biomassa, dada a dificuldade de obtenção dos dados do ponto de vista prático, que a seleção indireta através do número de fustes ou galho ou conteúdo de umidade poderá fornecer ganhos mais rapidamente que a seleção direta desse caráter. Já MATZIRIS (2000), estudando procedências e progênes de *Pinus halepensis*, encontrou estimativas de herdabilidade, em nível de indivíduos, entre nove e dez anos, variando de 0,15 a 0,24 (espessura de casca), 0,22 (comprimento de ramos), 0,26 (espessura de galhos), 0,42 (ângulo de ramos), 0,35 a 0,57 (forma da copa), 0,57 a 0,68 (número de cones).

SMITH et al. (1993), trabalhando com *Pinus elliottii* var. *elliottii* em duas situações: $N_1 = 5$ ppm e $N_2 = 50$ ppm, encontraram estimativas de herdabilidade, para o caráter altura de plantas em quatro idades, iguais a 0,33; 0,28; 0,33 e 0,37, para a situação N_1 e 0,70; 0,50; 0,30 e 0,40, para a situação N_2 . Portanto, na primeira situação a herdabilidade nessas quatro idades se manteve em torno de uma média: 0,33; enquanto que na segunda situação a média foi de 0,48, mas verifica-se, de uma maneira geral, uma tendência de queda com o aumento da idade. Esse fato foi explicado pelos autores como um decréscimo da variância aditiva causada pela intensa competição entre as árvores.

HARDING & WOOLASTON (1991), trabalhando com progênes de *Araucaria cunninghamii*, aos 15 anos, estimaram a herdabilidade para alguns caracteres tecnológicos da madeira como madeira de compressão (0,19), grã espiral média (0,36) e densidade básica da madeira (0,60). Também encontraram que a densidade apesar de apresentar a mais alta herdabilidade tem pouca variação (6,0%), enquanto que a madeira de compressão tem 99,0%. HARDING et al. (1991) também estudaram parâmetros genéticos para caracteres tecnológicos da



madeira em *Pinus caribaea* var. *hondurensis* encontrando herdabilidades de 0,55 (porcentagem de lenho tardio), 0,02 (madeira de compressão), 0,29 (largura do anel radial médio), 0,12 a 0,46 (variação para a grã espiralada). SEHGAL et al. (1995) encontraram estimativas de herdabilidade para comprimento de traqueídeos, em *Pinus roxburghii* aos cinco anos, variando de 0,52 (em nível de média de famílias), 0,69 (em nível de indivíduos) e 0,97 (em nível de indivíduos dentro de famílias), evidenciando que a seleção dentro de famílias no caso seria a mais eficiente para se obter um ganho na seleção.

ROZENBERG & CAHALAN (1997) fazem uma revisão dos aspectos genéticos ligados à qualidade da madeira em *Picea* spp., levantando alguns aspectos interessantes em relação ao controle genético da densidade básica da madeira, salientando que resultados de numerosos trabalhos sugerem que a variação genética e a herdabilidade para este caráter em *Picea* spp. é de moderado a alto e que existe grandes possibilidades de seleção; quanto às mudanças do controle genético com a idade as estimativas de herdabilidade tendem a mudar com a idade do câmbio e que existe uma tendência de variação da herdabilidade da medula para a casca, sendo que no geral a herdabilidade decresce com o aumento da idade. Outra controvérsia é em relação à interação genótipo x ambiente, para esse caráter, onde há estudos que evidenciam a presença dessa interação e outros não. MÁTYÁS & PESZLEN (1997) também confirmam que a idade tem um efeito significativo nos caracteres relacionados à qualidade da madeira, indicando que esses caracteres não podem ser prontamente estimados em madeira de estágio juvenis.

A literatura se preocupa mais em reportar caracteres silviculturais e tecnológicos da madeira, mas THOMAS et al. (1997b), trabalhando com caracteres fisiológicos, envolvendo trocas gasosas como: taxa de assimilação (NA); condutância estomatal (G_s) e eficiência fotossintética do uso de água (WUE), em clones de *Populus tremuloides*, obtiveram estimativas de herdabilidade, no sentido amplo, para NA, G_s , e WUE com amplitudes variando de 0,28 a 0,80, 0,73 a 0,92, e 0,44 a 0,80, respectivamente.

Uma análise de vários trabalhos da literatura para coníferas (Tabelas e 1 a 4), indica que a densidade básica da madeira apresenta uma herdabilidade média de 0,52. Quanto aos caracteres de crescimento, encontrou-se 0,29 para a altura, 0,25 para o dap e 0,29 para o volume. Portanto, de uma maneira geral a densidade básica da madeira apresenta estimativas de herdabilidade superiores aos caracteres de crescimento.



A maioria dos caracteres de importância econômica é complexa quanto à sua herança e podem envolver diversos fatores relacionados; portanto, o grau de correlação genotípica e fenotípica entre as mesmas é um parâmetro importante (ROBINSON et al., 1951).

FALCONER (1981) cita que caracteres correlacionados são de interesse por três razões: primeiramente, em conexão com as causas genéticas de correlação, por meio da ação pleiotrópica dos genes, embora ligações gênicas sejam uma causa de correlação transitória, especialmente, em populações originárias de cruzamentos entre linhagens divergentes; em segundo lugar, em conexão com as mudanças efetuadas pela seleção, é importante conhecer como o melhoramento de um caráter pode causar mudanças simultâneas em outros; em terceiro lugar, em conexão com seleção natural: a relação entre um caráter métrico e o poder adaptativo.

DEAN et al. (1983) encontraram uma forte correlação negativa entre os caracteres de crescimento e a densidade básica da madeira em *P. radiata*. A correlação negativa existente entre densidade e volume, dificulta achar um índice econômico que não afete substancialmente os dois caracteres. Os autores sugerem, então, a formação de híbridos para a obtenção de indivíduos com alto volume e alta densidade. YANCHUK & KISS (1993) também encontram correlações negativas entre a densidade básica da madeira e os caracteres de crescimento: altura e dap. Nesse caso, os autores apontam duas consequências: a) a obtenção de ganhos tanto para a densidade como para os caracteres de crescimento será difícil de se obter, se a tendência de correlação negativa entre esses caracteres persistir; b) o sucesso na seleção da densidade em idades precoces (menos de 15 anos, no caso *Picea glauca*) será problemático.

Um levantamento feito com alguns trabalhos (Tabela 5) evidencia que as correlações genéticas entre: Alt x Dap; Alt x Vol, e Dap x Vol são altas, acusando uma média de 0,74, 0,86 e 0,94, respectivamente. Já correlações, envolvendo os caracteres de crescimento com a densidade básica da madeira tende apontar estimativas baixas e negativas com médias de: -0,22 (Alt x Dbm), -0,19 (Dap x Dbm) e -0,17 (Vol x Dbm). Essa mesma tendência foi observada em vários trabalhos com diferentes gêneros por ZOBEL & JETT (1995).

Um complemento ao estudo das correlações é a técnica da análise de trilha coeficiente de caminamento (*Path analysis*), que permite o desdobramento do coeficiente de correlação em efeitos diretos e indiretos das variáveis sobre uma variável principal, partindo-se de diagramas de causa e efeito.

Na literatura encontram-se vários trabalhos, sendo que cada pesquisador elege a sua variável principal conforme as necessidades do seu programa de melhoramento. Assim, KING



TABELA 1. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito, em nível de planta) para altura, em algumas espécies de coníferas.

ESPECIES	IDADE (anos)	h^2	AUTORES
<i>P. c. h.</i> *	6,5	0,10	LEDIG & WHITMORE (1981)
<i>P. c. h.</i>	2,0	0,36	KAGEYAMA et al. (1983)
<i>P. c. h.</i>	8,0	0,29	DEAN et al. (1986); COTTERILL & DEAN (1990)
<i>P. c. h.</i>	5,0-7,0	0,20	WOOLASTON et al. (1990); COTTERILL & DEAN (1990)
<i>P. c. h.</i>	5,0	0,22	SAMPAIO (1996)
<i>P. c. h.</i>	10	0,46	OTEGBEYE (1988)
<i>P.c.h.</i>	11	0,25	HARDING et al. (1991)
<i>P. contorta</i>	6,0	0,14 a 0,29	YANG et al. (1998)
<i>P. elliotii</i>	5	0,08	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliotii</i>	5	0,34	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliotii</i>	8	0,27	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliotii</i>	10	0,13	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliotii</i>	15	0,12	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliotii</i>	16	0,16	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. glauca</i>	11,0	0,06- 0,12	Host & Teich (1969)**
<i>P. monticola</i>	11,0	0,36	Hanover & Barnes (1969)**
<i>P. monticola</i>	13,0 - 16,0	0,43	Steinhoff & Hoff (1971)**
<i>P. halepensis</i>	9,0-10,0	0,42 a 0,57	MATZIRIS (2000)
<i>P. roxburghii</i>	5,0	0,69	SEHGAL et al. (1995)
<i>P. menziesii</i> ***	18	0,17	StCLAIR (1994a)
<i>P. patula</i>	5,0	0,16 - 0,29	KAGEYAMA et al. (1977)
<i>P. radiata</i>	4,5 - 6,0	0,16	DEAN et al. (1983)
<i>P. radiata</i>	8,0 - 11,0	0,23	COTTERILL & ZED (1980)
<i>P. radiata</i>	10,0 - 11,0	0,29	COTTERILL & ZED (1980)
<i>P. taeda</i>	5,0	0,34	SHELBOURNE et al. (1969)
<i>P. taeda</i>	5,0	0,44	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
<i>P. virginiana</i>	1,0	0,50	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>P. virginiana</i>	2,0	0,49	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>P. virginiana</i>	5,0	0,29	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>P. virginiana</i>	8,0	0,59	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>Picea abies</i>	28	0,29	HYLEN (1997)
<i>Picea glauca</i>	15	0,30	YANCHUK & KISS (1993)
Média		0,29	

*: *P. caribaea* var. *hondurensis*; **: Citados por KAGEYAMA, (1980); *** *Pseudotsuga menziesii*.



TABELA 1. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito, em nível de planta) para altura, em algumas espécies de coníferas.

ESPECIES	IDADE (anos)	h^2	AUTORES
<i>P. c. h.</i> *	6,5	0,10	LEDIG & WHITMORE (1981)
<i>P. c. h.</i>	2,0	0,36	KAGEYAMA et al. (1983)
<i>P. c. h.</i>	8,0	0,29	DEAN et al. (1986); COTTERILL & DEAN (1990)
<i>P. c. h.</i>	5,0-7,0	0,20	WOOLASTON et al. (1990); COTTERILL & DEAN (1990)
<i>P. c. h.</i>	5,0	0,22	SAMPAJO (1996)
<i>P. c. h.</i>	10	0,46	OTEGBEYE (1988)
<i>P.c.h.</i>	11	0,25	HARDING et al. (1991)
<i>P. contorta</i>	6,0	0,14 a 0,29	YANG et al. (1998)
<i>P. elliotii</i>	5	0,08	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliotii</i>	5	0,34	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliotii</i>	8	0,27	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliotii</i>	10	0,13	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliotii</i>	15	0,12	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliotii</i>	16	0,16	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. glauca</i>	11,0	0,06- 0,12	Host & Teich (1969)**
<i>P. monticola</i>	11,0	0,36	Hanover & Barnes (1969)**
<i>P. monticola</i>	13,0 - 16,0	0,43	Steinhoff & Hoff (1971)**
<i>P. halepensis</i>	9,0-10,0	0,42 a 0,57	MATZIRIS (2000)
<i>P. roxburghii</i>	5,0	0,69	SEHGAL et al. (1995)
<i>P. menziesii</i> ***	18	0,17	StCLAIR (1994a)
<i>P. patula</i>	5,0	0,16 - 0,29	KAGEYAMA et al. (1977)
<i>P. radiata</i>	4,5 - 6,0	0,16	DEAN et al. (1983)
<i>P. radiata</i>	8,0 - 11,0	0,23	COTTERILL & ZED (1980)
<i>P. radiata</i>	10,0 - 11,0	0,29	COTTERILL & ZED (1980)
<i>P. taeda</i>	5,0	0,34	SHELBOURNE et al. (1969)
<i>P. taeda</i>	5,0	0,44	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
<i>P. virginiana</i>	1,0	0,50	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>P. virginiana</i>	2,0	0,49	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>P. virginiana</i>	5,0	0,29	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>P. virginiana</i>	8,0	0,59	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>Picea abies</i>	28	0,29	HYLEN (1997)
<i>Picea glauca</i>	15	0,30	YANCHUK & KISS (1993)
Média		0,29	

*: *P. caribaea* var. *hondurensis*; **: Citados por KAGEYAMA, (1980); *** *Pseudotsuga menziesii*.



TABELA 2. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito, em nível da planta) para dap das árvores, em algumas espécies de coníferas.

ESPECIES	IDADE (anos)	h^2	AUTORES
<i>A. cunninghamii</i>	15	0,17	HARDING & WOOLASTON (1991)
<i>P. c .h.*</i>	6,5	0,19	LEDIG & WHITMORE (1981)
<i>P. c .h.</i>	8,0	0,48	DEAN et al. (1986); COTTERILL & DEAN (1990)
<i>P. c .h.</i>	5,0-7,0	0,30	WOOLASTON et al. (1990); COTTERILL & DEAN (1990)
<i>P. c .h.</i>	5,0	0,20	SAMPAIO (1996)
<i>P.c.h.</i>	11	0,43	HARDING et al. (1991)
<i>P. elliiottii</i>	5	0,06	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliiottii</i>	5	0,38	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliiottii</i>	8	0,30	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliiottii</i>	10	0,15	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliiottii</i>	15	0,29	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliiottii</i>	15	0,16	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. glauca</i>	11,0	0,22	Host & Teich (1969)**
<i>P. halepensis</i>	9,0-10,0	0,26 a 0,48	MATZIRIS (2000)
<i>P. patula</i>	5,0	0,14 - 0,18	KAGEYAMA et al. (1977)
<i>P. taeda</i>	-	0,13	PORTERFIELD et al. (1975)
<i>P. taeda</i>	5,0	0,29	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
<i>P. radiata</i>	5,0	0,32	SHELBOURNE et al. (1969)
<i>P. radiata</i>	7,0	0,19	SHELBOURNE & LOW (1980)
<i>P. radiata</i>	4,5 - 6,0	0,23	DEAN et al. (1983)
<i>P. radiata</i>	8,0 - 11,0	0,18	MATHESON & RAYMOND (1984b)
<i>P. radiata</i>	17	0,25	KING & BURTON (1991)
<i>P. roxburghii</i>	5,0	0,49	SEHGAL et al. (1995)
<i>P. virginiana</i>	8,0	0,33	MEIER & GOGGANS (1977)
<i>Picea abies</i>	28	0,04	HYLEN (1997)
<i>Picea glauca</i>	15	0,11	YANCHUK & KISS (1993)
<i>P. menziesii</i>	18	0,27	StCLAIR (1994a)
Média		0,25	

*: *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; **: Citados por KAGEYAMA (1980).



TABELA 3. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito, em nível de planta) para volume, em algumas espécies de coníferas.

ESPÉCIES	IDADE (anos)	h^2	AUTORES
<i>P. c. h. (*)</i>	6,5	0,11	LEDIG & WHITMORE (1981)
<i>P. c. h.</i>	5,0	0,18	RESENDE et al. (1995)
<i>P. c. h.</i>	5,0	0,30	SAMPAIO (1996)
<i>P. elliiottii</i>	5	0,08	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliiottii</i>	5	0,42	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliiottii</i>	8	0,35	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliiottii</i>	10	0,16	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. elliiottii</i>	15	0,31	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. elliiottii</i>	15	0,16	HODGE & WHITE (1992)
<i>P. halepensis</i>	9,0-10,0	0,33 a 0,58	MATZIRIS (2000)
<i>P. oocarpa</i>	9	0,49 - 0,73	SAMPAIO et al. (2000b)
<i>P. radiata</i>	4,4 - 6,0	0,24	DEAN et al. (1983)
<i>P. radiata</i>	8,0 - 11,0	0,26	MATHESON & RAYMOND (1984b)
<i>P. radiata</i>	10,0 - 11,0	0,20	COTTERILL & ZED (1980)
<i>P. taeda</i>	-	0,19	Rink & Thor (1976)**
<i>P. taeda</i>	-	0,15	PORTERFIELD et al. (1975)
<i>P. taeda</i>	5,0	0,23	SHELBOURNE et al. (1969)
<i>P. taeda</i>	5,0	0,28	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
<i>P. tecunumanii</i>	12	0,33	MOURA et al. (1998)
<i>Picea glauca</i>	20	0,30	MAGNUSSEN (1993)
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	18	0,32	StCLAIR (1994a)
Média		0,29	

* *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; ** Citados por KAGEYAMA (1980).

TABELA 4. Estimativas de herdabilidade h^2 (no sentido restrito, em nível de planta) para densidade básica da madeira das árvores, em algumas espécies de coníferas.

ESPÉCIES	IDADE (anos)	h^2	AUTORES
<i>A. cunninghamii</i>	15	0,60	HARDING & WOOLASTON (1991)
<i>Picea abies</i>	-	0,12 a 0,80	ROSENBERG & CAHALAN (1997)
<i>Picea glauca</i>	-	0,59 a 0,67	ROSENBERG & CAHALAN (1997)
<i>Picea abies</i>	-	0,47 a 0,68	ROSENBERG & CAHALAN (1997)
<i>P. c. h.*</i>	11,0	0,62	HARDING et al. (1991)
<i>P. elliotii</i>	5,0	0,46 - 0,73	ZOBEL (1961)
<i>P. elliotii</i>	5,0	0,49	EINSPAHN et al. (1964)
<i>P. elliotii</i>	14,0	0,73	ZOBEL (1961)
<i>P. elliotii</i>	15	0,36	PSWARAYI et al. (1996)
<i>P. oocarpa</i>	9	0,16 - 0,94	SAMPAIO et al. (2000b)
<i>P. pinastera</i>	4,0	0,76	POLGE & ILLY (1968)
<i>P. radiata</i>	4,5 - 6,0	0,33	DEAN et al. (1983)
<i>P. radiata</i>	6,0	0,20	ZOBEL (1961)
<i>P. radiata</i>	8,0	0,54 - 0,75	Dadswell (1961)**
<i>P. radiata</i>	10,0	0,50 - 0,75	NICHOLLS et al. (1964)
<i>P. radiata</i>	25,0	0,24 - 0,60	NICHOLLS (1967)
<i>P. radiata</i>	17,0	0,40	KING & BURTON (1991)
<i>P. roxburghii</i>	5,0	0,65	SEHGAL et al. (1995)
<i>P. taeda</i>	1,0	0,17	Van Buijtenen (1962)**
<i>P. taeda</i>	2,0	0,55	Stonecypher et al. (1963)**
<i>P. taeda</i>	5,0	0,47	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
<i>P. menziesii</i>	15	0,55	VARGAS-HERNANDEZ & ADAMS (1991)
<i>P. menziesii</i>	18	0,52	StCLAIR (1994a)
<i>P. tecumumanii</i>	12	0,43	MOURA et al. (1998)
<i>Picea abies</i>	28	0,47	HYLEN (1997)
<i>Picea glauca</i>	15	0,47	YANCHUK & KISS (1993)
Média		0,52	

*: *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; **: Citados por BRITO et al. (1978).

TABELA 5. Correlações genéticas (r_g) e fenotípica (r_f) entre altura (Alt), dap, volume (Vol) e densidade básica da madeira (Dbm), em algumas espécies de coníferas, obtidas por diferentes autores.

Caracteres	ESPÉCIES	r_g	r_f	AUTORES
Alt x Dap	<i>P. echinata</i>	0,87	-	TAUER & McNEW (1985)
	<i>P. patula</i>	0,46	0,42	BARNES et al. (1992a)
	<i>P. oocarpa</i>	0,43 a 0,86		SAMPAIO et al. (2000b)
	<i>P. radiata</i>	0,87	0,56	DEAN et al. (1983)
	<i>P. radiata</i>	0,72	0,71	COTTERILL & ZED (1980)
	<i>P. taeda</i>	0,81	0,78	SHELBOURNE et al. (1969)
	<i>P. taeda</i>	0,87	0,74	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
	<i>P. menziesii</i>	0,75	0,81	StCLAIR (1994a)
Média		0,74	0,67	
Alt x Vol	<i>P. echinata</i>	0,94	-	TAUER & McNEW (1985)
	<i>P. patula</i>	0,94	0,60	BARNES et al. (1992a)
	<i>P. oocarpa</i>	0,53 a 0,92	-	SAMPAIO et al. (2000b)
	<i>P. radiata</i>	0,93	0,76	DEAN et al. (1983)
	<i>P. taeda</i>	0,88	0,81	SHELBOURNE et al. (1969)
	<i>P. menziesii</i>	0,85	0,90	StCLAIR (1994a)
	<i>P. taeda</i>	-	0,84	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
Média		0,86	0,78	
Alt x Dbm	<i>P. patula</i>	-0,38	-0,05	BARNES et al. (1992a)
	<i>P. oocarpa</i>	-0,60 a 0,66	-	SAMPAIO et al. (2000b)
	<i>P. radiata</i>	-0,31	0,10	DEAN et al. (1983)
	<i>P. taeda</i>	-0,32	-0,16	COTTERILL & ZED (1980)
	<i>P. taeda</i>	0,23	0,27	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
	<i>Picea abies</i>	-0,68	-0,19	HYLEN (1997)
	<i>Picea glauca</i>	-0,40	-	YANCHUK & KISS (1993)
Média		-0,22	-0,01	

(Continua)

TABELA 5. (Cont.) Correlações genéticas (r_g) e fenotípica (r_f) entre altura (Alt), dap, volume (Vol) e densidade básica da madeira (Dbm), em algumas espécies de coníferas, obtidas por diferentes autores.

Caracteres	ESPÉCIES	r_g	r_f	AUTORES
Dap x Dbm	<i>P. oocarpa</i>	-0,48 a 0,27	-	SAMPAIO et al. (2000b)
	<i>P. patula</i>	0,11	0,17	BARNES et al. (1992a)
	<i>P. radiata</i>	-0,45	0,00	DEAN et al. (1983)
	<i>P. radiata</i>	0,24	-	KING & BURTON (1991)
	<i>P. taeda</i>	-0,75	-0,51	SHELBOURNE et al. (1969)
	<i>P. taeda</i>	0,02	0,23	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
	<i>Picea glauca</i>	-0,46	-	YANCHUK & KISS (1993)
Média		-0,19	-0,03	
Dap x Vol	<i>P. oocarpa</i>	0,92 a 0,99	-	SAMPAIO et al. (2000b)
	<i>Pseudotsuga</i>			
	<i>menziesii</i>	0,97	0,99	StCLAIR (1994a)
	<i>P. patula</i>	0,81	0,91	BARNES et al. (1992a)
	<i>P. taeda</i>	1,00	0,90	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
Média		0,94	0,93	
Vol x Dbm	<i>P. oocarpa</i>	-0,52 a 0,32	-	SAMPAIO et al. (2000b)
	<i>P. patula</i>	0,00	0,22	BARNES et al. (1992a)
	<i>P. radiata</i>	-0,43	0,03	DEAN et al. (1983)
	<i>P. taeda</i>	-0,82	-0,45	SHELBOURNE et al. (1969)
	<i>P. taeda</i>	0,45	0,24	MATZIRIS & ZOBEL (1973)
	<i>P. tecunumanii</i>	-	0,20	MOURA et al. (1998)
Média		-0,17	0,05	

2.4. A análise multivariada e índices de seleção no melhoramento genético

Nos programas de conservação e melhoramento genético de plantas são avaliados diversos caracteres morfológicos, fisiológicos e químicos, sendo que a seleção do material genético a ser conservado ou melhorado, tem como base o conjunto destes caracteres, que se fundamenta em “índices visuais ou mentais” adotados pelo melhorista. Porém, isto gera dificuldades para o mesmo, quando os caracteres são de difícil visualização. Nestas situações os processos de análise multivariada apresentam-se como uma técnica auxiliar, para a seleção simultânea de diversos caracteres (PEREIRA, 1989).

Embora os métodos estatísticos multivariados tenham sido relatados há muitos anos, como os apresentados por Jardine & Sibson (1971), Sneath & Sokal (1973), Li (1976), Morrison (1978), Kendall (1980) e Capen (1981) entre outros citados por CRUZ (1990), sua aplicação só foi viável recentemente devido às facilidades proporcionadas pelos recursos computacionais.

No estudo da divergência genética vários métodos multivariados podem ser aplicados, como é citado por CRUZ (1990). Entre eles destacam-se as análises por componentes principais e por variáveis canônicas e os métodos aglomerativos, sendo que este último difere dos demais, em razão de dependerem, fundamentalmente, de medidas de dissimilaridade, estimadas, previamente, como as distâncias Euclidianas ou de Mahalanobis, entre outras. Já no método dos componentes principais e também no de análise canônica, o objetivo é avaliar a similaridade dos indivíduos por intermédio de uma dispersão gráfica, em que se consideram, em geral, dois eixos cartesianos.

A obtenção de medidas de dissimilaridade entre genótipos, permite entre outras coisas que os genótipos sejam agrupados, utilizando-se métodos de aglomeração, que podem ser de natureza hierárquica (e.g., Método do Vizinho mais Próximo) ou de otimização (e.g., Método de Tocher), sendo que a principal diferença entre estes dois tipos de métodos é o fato que os grupos formados no método de Tocher são mutuamente exclusivos não deixando margem a dúvidas. Assim, segundo CRUZ (2001), o método de otimização de Tocher permite o estabelecimento de grupos, de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos, sendo que esta separação de um grupo original de genótipos em vários grupos tem como critério a similaridade ou dissimilaridade.



No Brasil estudos de análise multivariada, em espécies florestais, vêm sendo realizados mais em espécies do gênero *Eucalyptus*, visando principalmente programas de hibridação, procurando-se como é salientado por RESENDE & HIGA (1990) explorar a divergência genética encontrada entre espécies e procedências dentro de espécies de *Eucalyptus*. Cabe ressaltar, no entanto, que RESENDE & HIGA (1991) chamam atenção para o fato de que não existe uma perfeita associação entre a diversidade genética e a diversidade geográfica, no caso do *Eucalyptus viminalis*.

XAVIER et al. (1996) consideram que as aplicações das análises multivariadas nos programas de melhoramento genético florestal, em que são comuns os testes de progênes e estudos da divergência genética, além de fornecer informações dos padrões de variação fenotípica desta população, proporcionam informações que irão auxiliar no processo de seleção das progênes, bem como da alocação espacial destas no futuro pomar de sementes, na tentativa de buscar cruzamentos entre as mais divergentes. Entretanto, os autores chamam a atenção para o fato de que é questionável a utilidade da estimativa da divergência genética em se tratando de famílias de meios-irmãos e, também, como essa informação poderia ser utilizada num processo de seleção recorrente.

RESENDE (1999b), trabalhando com uma população de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, considera que uma das principais vantagens da utilização de modelos multivariados consiste no aumento da acurácia das avaliações. Porém, uma desvantagem da análise multivariada refere-se ao alto custo operacional, sendo que o custo da análise multivariada de n caracteres é maior que o custo de n análises univariadas. Além do fato da análise multivariada requerer estimativas fidedignas de correlações genéticas e fenotípicas.

A respeito dos índices de seleção RESENDE et al. (1990) colocam que nos programas de melhoramento genético no Brasil vem sendo adotado o método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos com seleção em um caráter de crescimento. Em outros casos o melhorista seleciona, levando em conta todos os caracteres de importância econômica, mas o faz sem um bom suporte científico. Assim, surge o uso dos índices de seleção que se fundamenta no fato de que cada indivíduo possui um valor genético global (H) que lhe é peculiar. Como este valor genético é difícil de ser determinado a seleção fundamenta-se num valor fenotípico do indivíduo ($I = \sum_{i=1}^n b_i \cdot X_i$), sendo I o índice de seleção que corresponde a função linear dos vários valores fenotípicos dos vários caracteres e b_i , o coeficiente associado ao valor fenotípico X_i do

caráter i . Os coeficientes b_i devem ser determinados de modo que a correlação $r(I,H)$ seja máxima. Portanto, a seleção através de índices é muito promissora, exigindo, entretanto, a estimativa de uma série de parâmetros, índices e progressos com seleção.

Vários autores como WHITE & HODGE (1991), BUENO FILHO (1992), CRUZ & REGAZZI (1994), PIRES (1996), PAULA (1997) e RESENDE (1999b) apresentam uma revisão apurada e com descrições matemáticas e estatísticas sobre índices de seleção. Assim, desde o aparecimento dos índices de seleção na literatura em 1936 até hoje existem diferentes tipos de índices, desde os mais simples até os mais complexos, que envolvem sistemas de equações laboriosos. Nesse sentido, são considerados índices clássicos os de Smith (1936) e Hazel (1943), que consideram duas funções lineares, uma com base nos valores fenotípicos e a outra com base nos valores genotípicos. Como simples o índice-base proposto por Wilians (1962); o índice primário, que é uma extensão do anterior, proposto por Andrus e McGiliard (1975) e o índice “livre de pesos” e “livre de parâmetros” ou simplesmente índice de Elston (1963). Salienta-se, porém, que esses índices são eficientes nos casos em que se têm caracteres de alta herdabilidade e alta correlação genética. WHITE & HODGE (1991) colocam que o índice de seleção é o melhor método de predição teórica em relação a ganhos genéticos, sendo que a precisão pode ser melhorada substancialmente pela adição de caracteres que atendam a dois requisitos: 1) estão fracamente correlacionados com caracteres indiretos já existentes no índice e fortemente correlacionados com o objetivo do valor genético; 2) fortemente correlacionados com os caracteres indiretos já existentes no índice e fracamente correlacionados com o objetivo do valor genético.

CRUZ & REGAZZI (1994) colocam que de uma maneira geral, quando se utiliza índices de seleção, o ganho sobre um caráter é reduzido, mas há uma compensação pela melhor distribuição de ganhos favoráveis nos demais caracteres. A escolha, então, do melhor método de seleção, segundo RESENDE et al. (1995), deve ser baseada na utilização simultânea da acurácia e ganho genético, através do intervalo de confiança do progresso genético, sendo que o número de indivíduos a serem selecionados é função do ganho genético corrigido para endogamia e de sua variância. Ressalta-se aqui (Lin, 1978 citado por RESENDE et al., 1991) que para obtenção de estimativas fidedignas de índices de seleção, um dos requisitos principais é a disponibilidade de parâmetros genéticos precisamente estimados.

COSTA E SILVA et al. (1998), trabalhando com *Picea sitchensis*, levantam uma questão importante, no uso de índices de seleção, que é quando se trabalha com caracteres que



são pouco ou negativamente correlacionados. Nesse caso, os índices de seleção podem não apresentar bons resultados. Assim, torna-se interessante à atribuição de pesos. Foram, então, atribuído peso “5” para os caracteres de crescimento (altura, dap e volume), peso “3” para caracteres tecnológicos da madeira (densidade básica da madeira e conteúdo de lignina) e peso “1” para a forma do fuste.

PAULA (1997), avaliando diferentes critérios de seleção como a seleção direta e indireta; índice clássico de Smith e Hazel, com quatro diferentes pesos econômicos; índice de Pesek e Baker, em três diferentes situações; seleção combinada; e seleção com base nos escores de variáveis canônicas, em seis caracteres de crescimento em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*, encontrou que a seleção por índices possibilitou ganhos mais bem distribuídos em todos os caracteres avaliados, chegando a maximizar o ganho total, sem ocorrer uma perda significativa no caráter principal.

RESENDE (1999a) cita que o sistema de índices de seleção considera simultaneamente todos os caracteres de interesse, gerando uma variável adicional que resulta da ponderação dos caracteres através de coeficientes calculados com base nas herdabilidades, em valores econômicos relativos e em correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres. A construção de índices de seleção baseia-se em equações de regressão múltipla, que permitem prever o valor genético ou genotípico global dos indivíduos, os quais são funções lineares dos valores genéticos ou genotípicos associados a cada caráter. Portanto, os índices de seleção são teoricamente mais eficientes que os outros sistemas de seleção. RESENDE (1999b) coloca que no Brasil para situações de dados balanceados, a seleção de indivíduos tem sido realizada pelo método índice multi-efeitos, apresentado por RESENDE & HIGA (1994a), o qual tem apresentado superioridade em relação às várias formas de seleção combinada apresentadas por BUENO FILHO (1992), RESENDE & HIGA (1994b) e PIRES (1996). Tal índice é o procedimento ótimo de seleção para situações de dados balanceados, uma vez que considera todos os efeitos aleatórios do modelo estatístico associado ao delineamento experimental de blocos ao acaso com várias plantas por parcela.

A literatura reporta vários índices de seleção, oferecendo diferentes alternativas de seleção, o que resulta também em diferentes ganhos, identificando, assim, de forma rápida aqueles materiais de maior interesse para o melhorista em seu programa de melhoramento. Quando o melhorista se utiliza de um índice de seleção deve estar sempre atento para o ganho que vai obter na seleção e com a base genética que pretende manter em seu programa de melhoramento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As sementes das 96 (noventa e seis) progênes que constituíram este ensaio são provenientes de um pomar de sementes clonal do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT, localizado em Aracruz - ES, a $19^{\circ}49'S$ e $40^{\circ}16'W$, apresentando uma altitude de 50 metros. Essas sementes foram cedidas pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF-ESALQ/USP - Piracicaba - SP. Além das progênes foram incluídas no ensaio 4 (quatro) testemunhas comerciais provenientes de árvores matrizes da Duratex em Agudos - SP, a $22^{\circ}22'S$ e $48^{\circ}52'W$, com uma altitude de 550 metros.

O experimento está instalado em Selvíria - MS a uma latitude de $20^{\circ}20'S$, longitude de $51^{\circ}23'W$ e altitude de 370 metros. O clima do local é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de $24,5^{\circ}C$, precipitação média anual de 1.232,2 mm, umidade média anual de 64,8% e insolação média de 7,3 horas/dia (HERNANDEZ et al., 1995). O solo do local foi classificado por DEMATTÊ (1980) como Latossolo Vermelho-Escuro, álico e textura argilosa.

3.2. Métodos

3.2.1. Instalação do ensaio

O teste de progênes foi instalado em 16 de junho de 1986, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira - da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, localizada no município de Selvíria - MS, sendo que



as mudas foram produzidas na Companhia Agro-florestal "Monte Alegre" - CAFMA, atual Duratex S.A., em Agudos - SP.

O delineamento utilizado foi o látice 10 x 10, triplo, sendo que 96 progênes são provenientes do CCGMPT e 4 são testemunhas comerciais. As parcelas foram lineares com 10 plantas, ao espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. Aos doze anos após o plantio foi realizado um desbaste, em todo o experimento, deixando-se 6 plantas por parcela. Um croqui do experimento e a correspondência do número da progênie no campo com a do CCGMPT são apresentados no Apêndice.

3.2.2. Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em quatro situações A (antes do desbaste, aos 12 anos), B (envolvendo as árvores desbastadas, aos 12 anos), C (depois do desbaste - árvores remanescentes, aos 13 anos) e D (depois do desbaste - árvores remanescentes, aos 14 anos). Os caracteres analisados em cada uma das situações são descritos em seguida:

- Situação A

No presente trabalho analisou-se os seguintes caracteres, de todas as plantas da parcela, antes do desbaste: a) diâmetro à altura do peito (dap); b) forma do fuste das árvores (for), sendo obtida com base em uma escala de notas, baseando-se em HERNÁN RODRÍGUEZ (1997); c) rabo de raposa (*foxtail*) (ft), também obtida por uma escala de notas, baseando-se em KAGEYAMA et al. (1984); e d) sobrevivência (sob) das progênes. As escalas de notas para *foxtail* e forma encontram-se no Apêndice (Tabelas 1A e 2A).

- Situação B

Após a obtenção dos caracteres citados acima foi realizado um desbaste em 40% das plantas, em cada uma das parcelas que constituíam o experimento, e nestas árvores foram



retirados dois discos, sendo o primeiro a altura do dap, (dbm-1), e o segundo na metade da altura da árvore, (dbm-2), sendo que com este material foi obtida a densidade básica da madeira - pelo método da balança hidrostática, conforme norma da ABCP M 14/70. Assim, analisando-se, somente, os dados das árvores desbastadas, dentro da parcela pode-se fazer o estudo dos seguintes caracteres: altura (h); volume (v); densidade básica da madeira com os discos obtidos em nível do dap (dbm-1) e na metade da altura total das árvores (dbm-2). Também foram incluídos os caracteres: forma (for), dap e *foxtail* (ft), que já haviam sido obtidas antes do desbaste. Ressalta-se, aqui, que todas as árvores das parcelas foram identificadas (Exemplo: progênie: 34, repetição 2, planta 4). Assim, na situação B, para os caracteres: for, dap e ft foram utilizados apenas os dados das árvores desbastadas.

- Situação C

Um ano após a realização do desbaste foram obtidos os seguintes caracteres das árvores remanescentes: dap, altura (h) e volume (v). A fórmula do volume utilizada foi:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (\text{dap})^2 \cdot h \cdot \bar{q} ; \text{ onde } \bar{q} \text{ é o quociente de forma } \left(q = \frac{d1 / 2H}{\text{dap}} \right)$$

O quociente de forma foi obtido para cada uma das parcelas, com base nas árvores que foram desbastadas (Ver estimativas no Apêndice - Tabela 3A).

- Situação D

Esta situação foi analisada dois anos após o desbaste, correspondendo a uma idade do experimento igual há 14 anos. Foram analisados os seguintes caracteres: altura (h), dap e volume (v), sendo que as estimativas foram obtidas de maneira semelhante à utilizada na situação C.

Com os dados de dap e altura referentes às medições anteriores, obtidas desde a implantação do teste de progênies, foram feitas estimativas de parâmetros genéticos para que se



tenha uma idéia de como estes parâmetros se comportam no decorrer do tempo. Estas avaliações basearam-se em estudos realizados por KAGEYAMA (1983b), e MORAES et al. (1990).

3.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos

A análise de variância, para cada um dos caracteres analisados, em nível de média de parcelas, foi realizada, segundo o esquema em látice proposto por COCHRAN & COX (1981), sendo que o modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijqu} = m + r_j + b_{q(j)} + t_i + e_{ij(q)} + d_{u(ijq)}$$

onde: Y_{ijqu} é a observação na árvore u , do tratamento i , no bloco q da repetição j ; m é a média geral; t_i é o efeito de tratamento i , com $i = 1, 2, \dots, t$, onde $t = k^2$; $b_{q(j)}$ é o efeito do bloco q , dentro da repetição j , com $q = 1, 2, \dots, b$; r_j é o efeito da repetição j , com $j = 1, 2, \dots, r$; $e_{ij(q)}$ é o efeito do erro intrabloco; $d_{u(ijq)}$ é o efeito dentro de parcelas.

A estrutura simplificada da análise de variância em látice, para cada caráter analisado, na obtenção das estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas, em nível de média de progênies, é apresentada na Tabela 6.

Para efeito das estimativas da eficiência do látice (ELAT) utilizou-se a seguinte fórmula:

$$ELAT = \frac{EDBC.100}{EEF}$$

onde: EDBC: Estimativa da variância do erro se o experimento fosse conduzido como blocos casualizados; EEF: erro efetivo obtido na análise em látice, conforme MIRANDA FILHO (1978).

TABELA 6. Esquema da análise de variância utilizada, nas quatro situações estudadas, em progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

FV	GL	QM	E(QM)
Tratamentos Ajustados	$k^2 - 1$	Q_1^t	$(1/\bar{n}_t)\sigma_{dt}^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_t^2$
Tratamentos Ajustados (progênies)	$p - 1$	Q_1^p	$(1/\bar{n}_p)\sigma_{dp}^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$
Erro Efetivo	$(k - 1)(rk - k - 1)$	Q_2	$(1/\bar{n}_t)\sigma_{dt}^2 + \sigma_e^2$
Variância Dentro (Tratamentos)	$\sum_{tr} (n - 1)_{tr}$	Q_3^t	σ_{dt}^2
Variância Dentro (progênies)	$\sum_{pr} (n - 1)_{pr}$	Q_3^p	σ_{dp}^2

onde: QM: quadrado médio; E(QM): esperança do quadrado médio; k: fator de tratamento do látice; $k^2 = t$: número de tratamentos; r: número de repetições; p: número de progênies; $\bar{n}_t$ e $\bar{n}_p$: média harmônica do número de plantas por parcela para "t" tratamentos e "p" progênies, respectivamente; σ_t^2 : variância devida aos tratamentos; σ_p^2 : variância devida às progênies; σ_e^2 : variância devida ao erro entre parcelas; σ_{dt}^2 e σ_{dp}^2 : variância dentro das parcelas para "t" tratamentos e "p" progênies, respectivamente; n: número de plantas dentro de cada parcela.

As estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos para os caracteres quantitativos analisados, em nível de média de parcelas, tiveram por base os trabalhos de KAGEYAMA (1980) e VENCOSKY & BARRIGA (1992), sendo que a variância dentro de parcelas foi estimada fora da análise de variância, conforme GERALDI (1977). Salienta-se que foi assumido que todas as famílias continham progênies de meios-irmãos, portanto a variância entre progênies continha um quarto da variância genética aditiva FALCONER (1981). Essa interpretação ignora o fato da possibilidade de haver algumas progênies de autofecundação ou de

irmãos-germanos. Tal observação foi feita por MAGNUSSEN (1993), sendo que atualmente ela deve ser levada em consideração principalmente quando se dispõe de dados fornecidos por marcadores moleculares. Porém, como o presente trabalho não possuía este tipo de informação foi assumida a colocação feita por FALCONER (1981). Assim, foram obtidos os seguintes parâmetros genéticos:

- a) Estimativas da média harmônica do número de plantas por parcela para “t” tratamentos ($\bar{n}_t$) e “p” progênes ($\bar{n}_p$):

$$\bar{n}_t = \frac{P_t}{\sum_{i=1} 1/x_i} \text{ e } \bar{n}_p = \frac{P_p}{\sum_{i=1} 1/x_i}$$

onde: P_t é o número de parcelas totais (testemunhas + progênes) e P_p é o número de parcelas só com as progênes e x_i é o número de plantas dentro das parcelas;

b) Estimativas da variância dentro total ($\hat{\sigma}_{dt}^2$): $\hat{\sigma}_{dt}^2 = Q_3^t = \frac{\sum_{tr} (SQ_d)_{tr}}{\sum_{tr} (n-1)_{tr}};$

c) Estimativas da variância dentro progênes ($\hat{\sigma}_{dp}^2$): $\hat{\sigma}_{dp}^2 = Q_3^p = \frac{\sum_{pr} (SQ_d)_{pr}}{\sum_{pr} (n-1)_{pr}};$

d) Estimativa da variância do erro ($\hat{\sigma}_e^2$): $\hat{\sigma}_e^2 = Q_2 - (1/\bar{n}_t)\hat{\sigma}_{dt}^2;$

e) Estimativa da variância entre família ($\hat{\sigma}_p^2$): $\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_1^p - (1/\bar{n}_p)\hat{\sigma}_{dp}^2 - \hat{\sigma}_e^2}{r};$

f) Estimativa da variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$): $\hat{\sigma}_A^2 = 4\hat{\sigma}_p^2;$

g) Estimativa da variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$): $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_{dp}^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2;$

h) Estimativa da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$): $\hat{C}^2 = \hat{\sigma}_e^2/\hat{\sigma}_F^2;$

i) Estimativa da variância fenotípica média ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$): $\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_{dp}^2}{n_p \cdot r};$

j) Coeficiente de variação dentro de parcelas (CV_d): $CV_d = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_{dp}^2}}{\bar{x}}$;

k) Coeficiente de variação genética (CV_g): $CV_g = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\bar{x}}$;

l) Coeficiente de variação do erro (CV_e): $CV_e = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_e^2}}{\bar{x}}$;

m) Coeficiente de variação fenotípica (CV_F): $CV_F = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_F^2}}{\bar{x}}$;

n) Coeficiente de variação fenotípica média ($CV_{\bar{F}}$): $CV_{\bar{F}} = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2}}{\bar{x}}$;

o) “Quociente de Seleção” (b) - VENCOVSKY (1987): $\hat{b} = \frac{CV_g}{CV_{exp}}$;

p) Coeficiente de herdabilidade, em nível de plantas ($\hat{h}^2$): $\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{dp}^2}$;

q) Coeficiente de herdabilidade, em nível de média de parcelas ($\hat{h}_m^2$): $\hat{h}_m^2 = \frac{(1/4) \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_{dp}^2}{\bar{n}_p \cdot r}}$;

r) Coeficiente de herdabilidade, em nível de plantas dentro de parcelas ($\hat{h}_d^2$): $\hat{h}_d^2 = \frac{(3/4) \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{dp}^2}$

Após as análises de variâncias individuais foram realizadas análises de covariâncias entre as variáveis dentro de cada uma das situações (A, B, C e D) conforme o esquema abaixo:

FV	QM _x	QM _y	QM _{x+y}	PM	E(PM)
REP	-	-	-	-	-
TRAT	Q _{tx}	Q _{ty}	Q _{t(x+y)}	PM _T	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e + rCOV_p$
ERRO	Q _{ex}	Q _{ey}	Q _{e(x+y)}	PM _E	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e$
DENTRO	-	-	-	PM _D	COV_d

Obs.: x e y são os caracteres que estão sendo analisadas.

a) Produto médio de tratamentos (famílias): $PM_T = \frac{QM_{t(x+y)} - QM_{tx} - QM_{ty}}{2}$;

b) Produto médio do erro: $PM_E = \frac{QM_{e(x+y)} - QM_{e_x} - QM_{e_y}}{2};$

c) Estimativa da covariância entre progênes $(C\hat{O}V_{P(x,y)})$: $C\hat{O}V_{P(x,y)} = \frac{PM_T - PM_E}{r};$

d) Estimativa da covariância genética aditiva entre x e y $(C\hat{O}V_{A(x,y)})$: $C\hat{O}V_{A(x,y)} = 4C\hat{O}V_{P(x,y)}$

e) Estimativa da correlação genética aditiva entre x e y $(r_{A(x,y)})$: $r_{A(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{Ax}^2 \cdot \hat{\sigma}_{Ay}^2}};$

f) Estimativa da correlação fenotípica, em nível de média de famílias $(r_{\bar{F}(x,y)})$:

$$r_{\bar{F}(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{F}y}^2}};$$

g) Estimativa de ganhos, para o caráter x, na seleção entre (30%, com $k_1 = 1,16$) e dentro de progênes (10%, com $k_2 = 1,54$), utilizado na Situação D (GS_x) :

$$GS_x = \frac{k_1 \cdot (1/4) \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2}} + \frac{k_2 \cdot (3/4) \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\sqrt{\hat{\sigma}_d^2}}$$

h) Resposta correlacionada para o caráter x, quando a seleção é realizada no caráter y, com seleção entre (30%, com $k_1 = 1,16$) e dentro de progênes (10%, com $k_2 = 1,54$), utilizado na Situação D $(RC_{x,y})$:

$$RC_{x,y} = \frac{k_1 \cdot (1/4) \cdot C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}y}^2}} + \frac{k_2 \cdot (3/4) \cdot C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{dy}^2}}$$

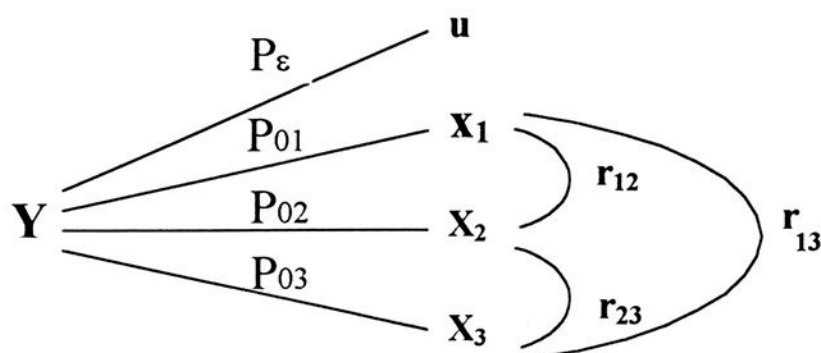
3.2.4. Análise do coeficiente de trilha e da divergência genética

A partir das correlações genéticas entre os caracteres estudados foi possível se conhecer os efeitos diretos e indiretos, envolvendo os caracteres de crescimento e a densidade básica da madeira, através de estimativas dos coeficientes de trilha (*path analysis*), conforme metodologia proposta por LI (1978) e pormenorizada por VENCOVSKY & BARRIGA (1992) e CRUZ & REGAZZI (1994).

CRUZ & REGAZZI (1994) consideram que a análise de trilha (ou *path analysis*) consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas. Os autores ainda consideram algumas propriedades associadas aos efeitos diretos da análise de trilha: a) sendo um coeficiente de regressão, ele pode ser negativo ou positivo e maior ou menor que a unidade; b) sendo um coeficiente de regressão padronizado, ele pode ser utilizado para comparar efeito de caracteres mensuráveis em diferentes escalas; e c) não tendo unidade física, ele se assemelha a um coeficiente de correlação. O sistema de equações utilizado nas estimativas dos efeitos diretos e indiretos é o seguinte:

$$\begin{bmatrix} r_{01} \\ r_{02} \\ r_{03} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & 1 & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{p}_{01} \\ \hat{p}_{02} \\ \Delta \hat{p}_{03} \end{bmatrix}$$

A Figura abaixo procura ilustrar os resultados da análise de trilha:



onde: X_1 , X_2 e X_3 são variáveis explicativas; **u** variável residual; **Y** é a variável dependente; r_{ij} = correlações genéticas entre as variáveis explicativas; P_{0j} são os coeficientes de trilha ou de passo determinantes de **Y**.

Neste trabalho foram feitas análises de trilha, na Situação B, envolvendo primeiramente sete caracteres: altura, dap, volume, *foxtail*, forma, dbm-1 e dbm-2 (Tabela 18). Em seguida foi feita uma análise envolvendo altura, dap e volume, nas Situações B (Tabela 19), C

(Tabela 20) e D (Tabela 21), para efeito de comparação entre as três situações. Adotou-se igual procedimento nas estimativas da Distância Generalizada de Mahalanobis, sendo os resultados expressos na Tabela 22a,b (Situação B - todas os caracteres); Tabela 23a,b (Situação B para altura, dap e volume); Tabela 24a,b (Situação C) e Tabela 25a,b (Situação D). Estas análises foram feitas utilizando-se do programa "GENES", conforme CRUZ (2001).

A divergência genética entre as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi estimada pela Distância Generalizada de Mahalanobis (D^2). Essa distância é considerada por DIAS (1998) como a mais robusta das medidas de distâncias disponíveis para a análise de dados quantitativos, tratando-se de uma distância do tipo escala-invariante, que considera a correlação entre as variáveis. A Distância Generalizada de Mahalanobis ($D^2 = D_{ii}^2$) é descrita a seguir, baseando-se nas citações de PEREIRA (1989) e CRUZ & REGAZZI (1994):

$$D_{ii}^2 = \delta' E^{-1} \delta;$$

em que:

$$\delta' = [d_1, d_2, \dots, d_p];$$

$$d_j = x_{ij} - x_{i'j}, \text{ para cada } j; \text{ e}$$

E = matriz de covariâncias residuais entre caracteres.

A partir das matrizes de dissimilaridades, obtidas na distância de Mahalanobis (D^2), foi aplicado um método de agrupamento com o objetivo de reconhecer grupos de progênes homogêneas. Para tanto, foi utilizado o Método de Otimização de Tocher, cuja metodologia é descrita por CRUZ & REGAZZI (1994). Esse método adota como critério que a média dos valores de D^2 , intracluster, deve ser menor que os valores de D^2 inter-cluster. Assim, para a aplicação do método parte-se da matriz de dissimilaridade, sendo identificado na mesma o par de progênes mais similar. Estas progênes formarão o grupo inicial. Uma vez formado o grupo, calculam-se as medidas de dissimilaridade entre este grupo e as demais progênes. O critério de inclusão de novas progênes no grupo tem por base verificar se a distância desta progênie em relação ao grupo, dividida pelo número de progênes que já o constitui, é inferior ao máximo permitido, ou seja:

Se $(D^2_{(\text{Grupo})i} / \eta) \leq \alpha \Rightarrow$ inclui-se a progênie no grupo;

Se $(D^2_{(\text{Grupo})i} / \eta) > \alpha \Rightarrow$ a progênie “i” não deve ser incluída no grupo.

Onde: η = número de progênies que constitui o grupo original; α = limite de acréscimo, na média da distância intragrupo, para formação ou inclusão de um novo elemento no grupo.

Como a situação D representa o estágio atual do experimento, optou-se por estimar, nesta situação, as distâncias intra e intergrupos. CRUZ & REGAZZI (1994) colocam que a distância média dentro do grupo é a média das distâncias entre cada par de progênies que o constitui. Já as distâncias intergrupos são obtidas pela média das distâncias entre pares de progênies pertencentes aos diferentes grupos.

Para a obtenção destas estimativas multivariadas utilizou-se, neste trabalho, o programa ‘GENES’, conforme instruções contidas em CRUZ (2001). As informações fornecidas, tanto pela análise multivariada como pelo coeficiente de caminhamento são úteis para a compreensão das relações entre as diferentes variáveis envolvidas em um programa de melhoramento (MIRANDA et al., 1988).

3.2.5. Seleção entre e dentro de progênies e pelo método do índice multi-efeitos

Na situação D, que representa o estágio atual do experimento, foi estimado um ganho na seleção entre (30%) e dentro (10%) das progênies, sendo as estimativas do ganho na seleção obtidas da seguinte forma:

$$\hat{G}_s = ds_1 \cdot \hat{h}_m^2 + ds_2 \cdot \hat{h}_d^2$$

onde: ds_1 = diferencial de seleção entre progênies; ds_2 = diferencial de seleção dentro de progênies; sendo $ds_i = \bar{X}_{si} - \bar{X}_{oi}$, sendo $\bar{X}_{si}$ = média selecionada e $\bar{X}_{oi}$ = média original.

A seleção entre e dentro de progênies (seleção individual) leva em consideração apenas duas fontes de informação: o desvio do valor individual em relação à média da família no bloco e o desvio da média de famílias em relação à média geral do teste (RESENDE & HIGA,

1994a). Assim, esses autores desenvolveram o Índice Multi-efeitos (IME) que considera quatro coeficientes de ponderação: b_1 , b_2 , b_3 e b_4 , correspondendo às herdabilidades associadas aos efeitos de indivíduo dentro de parcelas (h_d^2), de família (h_m^2), de parcela (h_p^2) e blocos (h_b^2), respectivamente. Desse modo, a expressão do IME assume a seguinte forma:

$$\hat{I} = \hat{h}_d^2 \cdot (Y_{ijk}) + (\hat{h}_p^2 - \hat{h}_d^2) \cdot \bar{Y}_{ij} + (\hat{h}_b^2 - \hat{h}_p^2) \cdot \bar{Y}_{.j} + (\hat{h}_m^2 - \hat{h}_p^2) \cdot \bar{Y}_{i..} + (\hat{h}_p^2 - \hat{h}_b^2 - \hat{h}_m^2) \cdot \bar{Y}_{...}$$

onde:

Y_{ijk} : valor individual;

$\bar{Y}_{...}$: média geral do ensaio;

$\bar{Y}_{i..}$: média da família no ensaio;

$\bar{Y}_{ij.}$: média da família em determinado bloco (média da parcela);

$\bar{Y}_{.j.}$: média do bloco.

Posteriormente, RESENDE (2001) verificou que o coeficiente b_4 pode ser ignorado (sempre dá próximo de zero). Assim, as estimativas dos coeficientes de ponderação (b_1 , b_2 e b_3) e do índice multi-efeitos são relacionadas a seguir:

$$\hat{b}_1 = (3/4) \cdot \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_d^2$$

$$\hat{b}_2 = [(3 + nb) / (4nb)] \cdot \hat{\sigma}_A^2 / (\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 / b + \hat{\sigma}_d^2 / nb)$$

onde: b = número de blocos e n = número de plantas/parcela

$$\hat{b}_3 = [3 / (4n)] \cdot \hat{\sigma}_A^2 / [(\hat{\sigma}_d^2 / n) + \hat{\sigma}_e^2]$$

$$\hat{I} = \hat{b}_1 Y_{ijk} + (\hat{b}_2 - \hat{b}_3) \bar{Y}_{i..} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_1) \bar{Y}_{ij.} - \hat{b}_3 \bar{Y}_{.j.} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_2) \bar{Y}_{...}$$

Nesse último índice nota-se que o efeito de bloco não é considerado na seleção, mas a média do bloco sim, recebendo peso negativo por referir-se, predominantemente, ao efeito ambiental (RESENDE, 2001).

No presente trabalho o índice multi-efeitos foi estimado para todos os indivíduos do teste de progênies, sendo selecionado com base neste índice o mesmo número de indivíduos

que seriam selecionados no ganho da seleção entre e dentro de progênie, que no presente caso corresponde a noventa indivíduos.

Procurando fornecer uma idéia sobre o tamanho efetivo populacional (N_e), do número efetivo de famílias selecionadas (N_{ef}) e da diversidade genética (D), foram feitas as seguintes estimativas, com base em RESENDE (2001), para as duas condições:

a) Seleção entre e dentro de famílias:

$$N_e = (4 \cdot N_f \cdot k_f) / (k_f + 3)$$

onde: N_f = número de famílias selecionadas; k_f = número de indivíduos selecionados por família.

b) Seleção pelo IME:

$$N_e = (4 \cdot N_f \cdot \bar{k}_f) / [\bar{k}_f + 3 + (\sigma_{k_f}^2 / \bar{k}_f)]$$

onde:

$\bar{k}_f$ = número médio de indivíduos selecionados por família;

$\sigma_{k_f}^2$ = variância do número de indivíduos selecionados por família.

Já a diversidade genética (D) após a seleção pode ser quantificada, conforme Wei & Lindgren (1996), citado por RESENDE (2001):

$$D = N_{ef} / N_{fo}, \text{ onde: } 0 < D \leq 1, \text{ sendo:}$$

N_{fo} : número original de famílias, que no presente trabalho corresponde a 96 (progênie do CCGMPT);

N_{ef} : número efetivo de famílias selecionadas, sendo dado por:

$$N_{ef} = (\sum k_f)^2 / \sum k_f^2$$

Assim, poderá ser observado que uma estimativa de D próxima a zero indica a quase extinção da variabilidade genética contida na população formada por N_{fo} famílias. Já uma estimativa de D próxima a 1 indica a quase manutenção da variabilidade total da população de referência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Evolução da altura e do dap em função da idade

4.1.1. Crescimento das progênes

Os resultados do desenvolvimento das progênes em altura e dap encontram-se nas Tabelas 7 e 8, respectivamente. Uma ilustração gráfica do desempenho das progênes em relação à altura e dap é apresentada na Figura 1.

As progênes apresentaram um bom desenvolvimento, para altura de plantas, com um incremento médio anual (I.M.A.) de 1,66 m, aos quatorze anos. Quanto ao dap este caráter foi avaliado em um número maior de idades, o que permite verificar o efeito do desbaste, pois aos doze anos apresentava um incremento médio anual de 1,85 cm, passando a 1,88 cm, logo após o desbaste. Considera-se, no entanto, que o efeito do desbaste neste primeiro ano ainda não se refletiu muito no desenvolvimento em dap. Salienta-se que o desenvolvimento apresentado, tanto em altura como dap, é superior ao registrado por HARDING et al. (1991) para *P. caribaea* var. *hondurensis* em Queensland, Austrália, que encontrou estimativas do I.M.A. de 1,06 m e 1,16 cm, aos quinze anos, respectivamente para a altura e dap, o que evidencia a boa qualidade do material proveniente do CCGMPT.

Em relação ao coeficiente de variação experimental houve uma tendência de queda, quando se considera a altura de plantas (10,23% para 4,75%), ficando estes abaixo dos apresentados por MORAES et al. (1990), para *Pinus kesiya*, porém apresentando a mesma tendência dos observados por KAGEYAMA (1983b), para *Eucalyptus grandis*. Já em relação ao dap não houve esta tendência de queda, mas uma oscilação em torno de uma média de 7,01%, sendo esta variação inferior aos resultados apresentados por KAGEYAMA (1983b).

As eficiências do látice apresentaram uma tendência de crescimento em função da idade, para altura de plantas, até um ano após o desbaste, caindo em seguida, apresentando uma média de 205,91%. Já o dap não apresentou esta tendência e sua média (132,02%) foi inferior a da altura. Como a eficiência do látice apresentou, para a maioria das idades avaliadas, valores superiores a 110%, limite este estabelecido por MIRANDA FILHO (1978), para o ajuste de totais de tratamentos e do quadrado médio ao erro efetivo, justificou-se o uso deste delineamento.

As estimativas de F para o efeito de progênes, tanto para altura como para o dap, apresentaram significância em todas as idades, evidenciando as variações genéticas entre as progênes.



TABELA 7. Resultados das análises de variâncias para altura de plantas, envolvendo os seguintes anos: 1, 2, 3, 4, 13 e 14 em um teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria - MS.

Caracteres	Média	CV (%) ⁽¹⁾	F (prog.)	E.LAT (%) ⁽²⁾
ALT-1 (m)	0,9792	10,23	2,309**	138,94
ALT-2 (m)	2,6843	10,04	2,185**	158,97
ALT-3 (m)	4,6847	9,83	2,203**	180,42
ALT-4 (m)	8,2314	7,19	2,098**	202,90
ALT-13 (m)	21,9104	4,42	2,042**	303,56
ALT-14 (m)	23,2010	4,75	1,956**	250,68

(1) Coeficiente de variação experimental; (2) Eficiência do látice.

TABELA 8. Resultados das análises de variâncias para dap, envolvendo os seguintes anos: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, em um teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria - MS.

Caracteres	Média	CV (%) ⁽¹⁾	F (prog.)	E.LAT (%) ⁽²⁾
DAP-5 (cm)	14,43	7,11	2,114**	146,60
DAP-6 (cm)	16,30	7,12	2,289**	143,64
DAP-7 (cm)	17,93	7,09	1,972**	135,05
DAP-8 (cm)	19,08	6,66	2,297**	136,93
DAP-9 (cm)	19,74	6,55	2,361**	130,16
DAP-10 (cm)	20,86	6,92	2,245**	134,50
DAP-11 (cm)	21,50	6,95	2,283**	132,10
DAP-12 (cm)	22,20	7,48	2,096**	130,52
DAP-13 (cm)	24,50	7,04	1,890**	114,13
DAP-14 (cm)	25,04	7,16	1,921**	116,55

(1) Coeficiente de variação experimental; (2) Eficiência do látice.



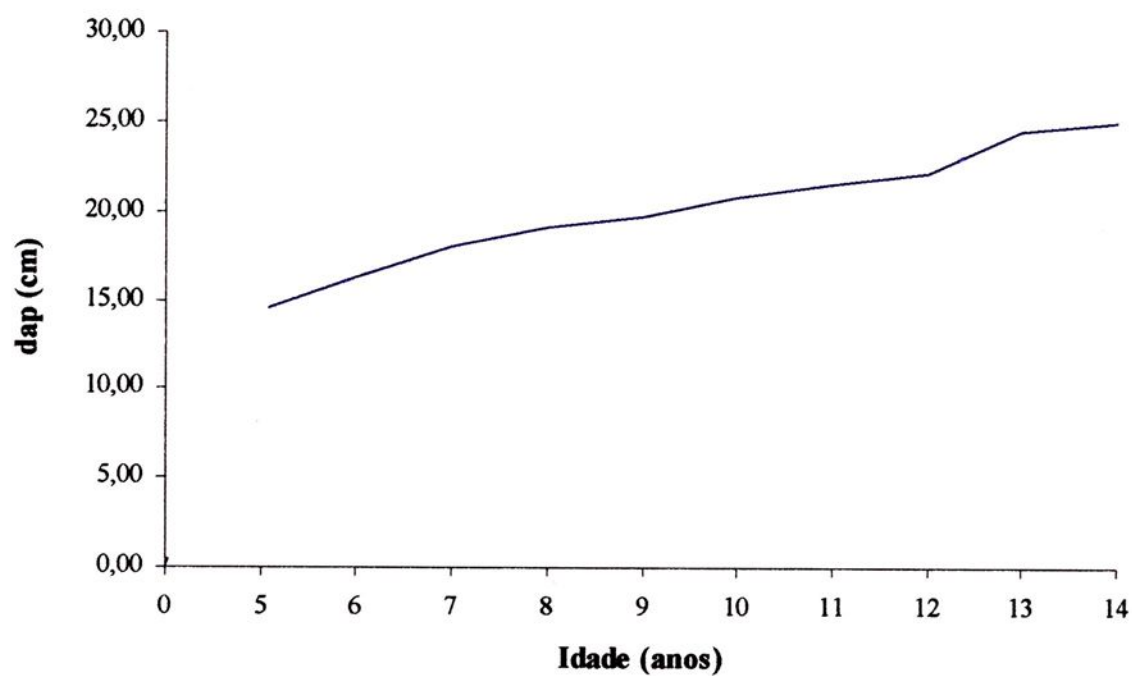
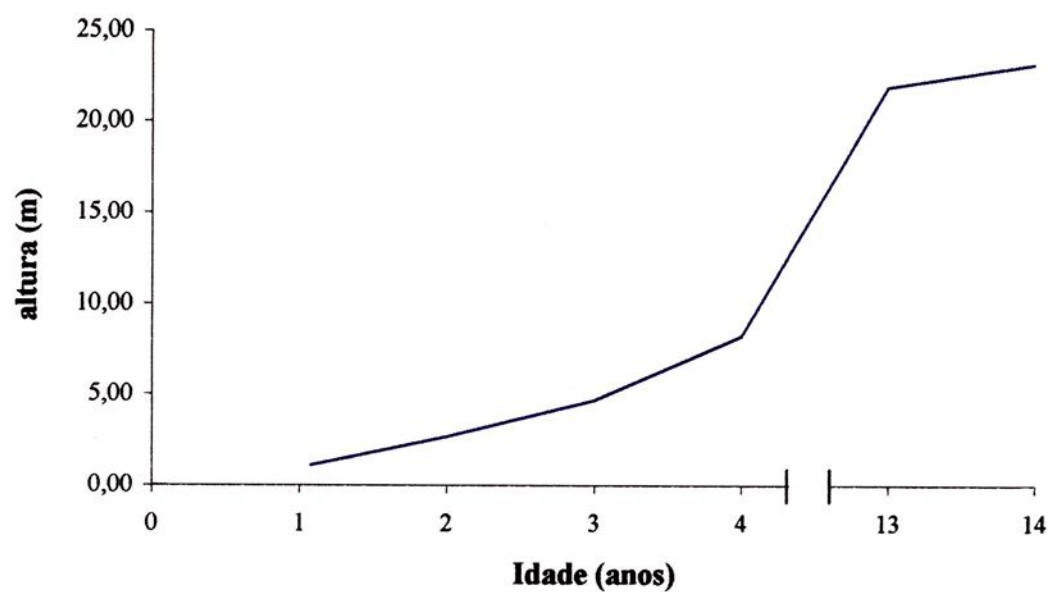


Figura 1. Média das progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em função da idade, para altura e dap.

4.1.2. Estimativa de parâmetros genéticos

As estimativas das variâncias dentro de tratamentos ($\hat{\sigma}_{dt}^2$), dentro de progênies ($\hat{\sigma}_{dp}^2$), do erro ($\hat{\sigma}_e^2$), genética entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), fenotípica em nível de média ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$), para os caracteres altura e dap são apresentados nas Tabelas 4A e 5A do Apêndice, verificando uma tendência de aumento com a idade para altura de plantas e oscilações em relação ao dap.

As estimativas dos coeficientes de variação, tanto genético como fenotípicos; estimativa da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$), e do quociente de seleção ($\hat{b}$) são apresentadas na Tabela 9 e uma ilustração, envolvendo o coeficiente de variação genética é apresentada na Figura 2.

Em relação à correlação devida ao ambiente comum da parcela, verifica-se que o caráter dap apresenta estimativas variando de 0,8% (DAP-12) a 5,9% (DAP-14) com uma média de 3,27%. Já para o caráter altura as correlações variaram de 7,4% (ALT-4) a 21,8% (ALT-14) com uma média de 11,80%. RESENDE (2001) considera que um valor bom para a estimativa $\hat{C}^2$ é quando a mesma for menor ou igual a 15%. Nesse caso, 15% da variação fenotípica total é devida a variação ambiental entre parcelas. Portanto, as estimativas apresentadas para o caráter dap estão boas, mas em relação à altura há uma tendência de aumento para esta estimativa a partir do décimo terceiro ano, chegando a ultrapassar o valor de 15% no décimo quarto ano. Talvez tenha havido aqui uma influência do desbaste ocorrido aos doze anos. Quanto ao quociente de seleção, verificou-se que para altura de plantas há uma tendência da maior estimativa ocorrer na primeira idade, tendo uma ligeira queda em seguida, mantendo-se em torno de 0,61. Já o dap tem um comportamento de oscilação em torno de uma média de 0,62 não apresentando nenhuma tendência de aumento ou decréscimo em função da idade. Isto indica um comportamento diferenciado em relação a estes dois caracteres de importância silvicultural. Assim, poderia se especular que a idade de um ano seria mais favorável à seleção para altura de plantas e a de nove anos caso se utilizasse o dap, embora a diferença entre as estimativas seja muito pequena. Salienta-se aqui, como é ressaltado por RESENDE (1995), que de uma maneira geral, os resultados práticos têm mostrado que a seleção precoce é vantajosa em termos de ganho genético por unidade de tempo. Entretanto, não deve ser analisado apenas o ganho genético anual para se determinar a idade ideal de seleção, mas sobretudo a acurácia associada à seleção, a qual indica a confiabilidade da seleção realizada.

(1992) nas Tabelas: 1, 2 e 3, onde há uma tendência das estimativas de herdabilidade começarem com baixos valores, tendo em seguida um acréscimo e estacionando ao redor dos dez anos, permanecendo assim até os quinze anos.

TABELA 9. Estimativas do coeficiente de variação dentro de progênes (CV_d); do erro entre progênes (CV_e); genética (CV_g); fenotípica, em nível de plantas (CV_F); fenotípica, em nível de médias ($CV_{\bar{F}}$); estimativa da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$) e do quociente de seleção ($\hat{b}$), para altura (1,2,3,4,13 e 14 anos) e dap (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 anos), em um teste de progênes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria-MS.

Caracteres	Coeficiente de Variação (%)					$\hat{b}$	$\hat{C}^2$
	CV_d	CV_e	CV_g	CV_F	$CV_{\bar{F}}$		
ALT-1 (m)	22,51	7,07	6,79	24,55	8,97	0,67	0,083
ALT-2 (m)	21,16	7,24	6,32	23,24	8,57	0,63	0,097
ALT-3 (m)	21,18	6,94	6,24	23,15	8,43	0,63	0,090
ALT-4 (m)	16,33	4,77	4,36	17,56	6,02	0,61	0,074
ALT-13 (m)	7,18	3,17	2,65	8,28	3,64	0,60	0,146
ALT-14 (m)	6,67	3,81	2,72	8,14	3,84	0,57	0,218
DAP-5 (cm)	17,57	4,08	4,36	18,56	5,97	0,61	0,048
DAP-6 (cm)	18,06	3,80	4,69	19,04	6,21	0,66	0,040
DAP-7 (cm)	18,10	3,68	4,08	18,92	5,75	0,58	0,038
DAP-8 (cm)	18,24	2,67	4,42	18,96	5,83	0,66	0,020
DAP-9 (cm)	17,93	2,61	4,44	18,65	5,81	0,68	0,020
DAP-10 (cm)	18,62	2,93	4,49	19,37	5,98	0,65	0,023
DAP-11 (cm)	19,11	2,66	4,58	19,83	6,06	0,66	0,018
DAP-12 (cm)	20,80	1,88	4,69	21,41	6,25	0,63	0,008
DAP-13 (cm)	14,43	3,52	3,91	15,36	5,58	0,56	0,053
DAP-14 (cm)	14,44	3,75	4,05	15,46	5,73	0,57	0,059

(1992) nas Tabelas: 1, 2 e 3, onde há uma tendência das estimativas de herdabilidade começarem com baixos valores, tendo em seguida um acréscimo e estacionando ao redor dos dez anos, permanecendo assim até os quinze anos.

TABELA 9. Estimativas do coeficiente de variação dentro de progênes (CV_d); do erro entre progênes (CV_e); genética (CV_g); fenotípica, em nível de plantas (CV_F); fenotípica, em nível de médias ($CV_{\bar{F}}$); estimativa da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$) e do quociente de seleção ($\hat{b}$), para altura (1,2,3,4,13 e 14 anos) e dap (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 anos), em um teste de progênes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria-MS.

Caracteres	Coeficiente de Variação (%)					$\hat{b}$	$\hat{C}^2$
	CV_d	CV_e	CV_g	CV_F	$CV_{\bar{F}}$		
ALT-1 (m)	22,51	7,07	6,79	24,55	8,97	0,67	0,083
ALT-2 (m)	21,16	7,24	6,32	23,24	8,57	0,63	0,097
ALT-3 (m)	21,18	6,94	6,24	23,15	8,43	0,63	0,090
ALT-4 (m)	16,33	4,77	4,36	17,56	6,02	0,61	0,074
ALT-13 (m)	7,18	3,17	2,65	8,28	3,64	0,60	0,146
ALT-14 (m)	6,67	3,81	2,72	8,14	3,84	0,57	0,218
DAP-5 (cm)	17,57	4,08	4,36	18,56	5,97	0,61	0,048
DAP-6 (cm)	18,06	3,80	4,69	19,04	6,21	0,66	0,040
DAP-7 (cm)	18,10	3,68	4,08	18,92	5,75	0,58	0,038
DAP-8 (cm)	18,24	2,67	4,42	18,96	5,83	0,66	0,020
DAP-9 (cm)	17,93	2,61	4,44	18,65	5,81	0,68	0,020
DAP-10 (cm)	18,62	2,93	4,49	19,37	5,98	0,65	0,023
DAP-11 (cm)	19,11	2,66	4,58	19,83	6,06	0,66	0,018
DAP-12 (cm)	20,80	1,88	4,69	21,41	6,25	0,63	0,008
DAP-13 (cm)	14,43	3,52	3,91	15,36	5,58	0,56	0,053
DAP-14 (cm)	14,44	3,75	4,05	15,46	5,73	0,57	0,059

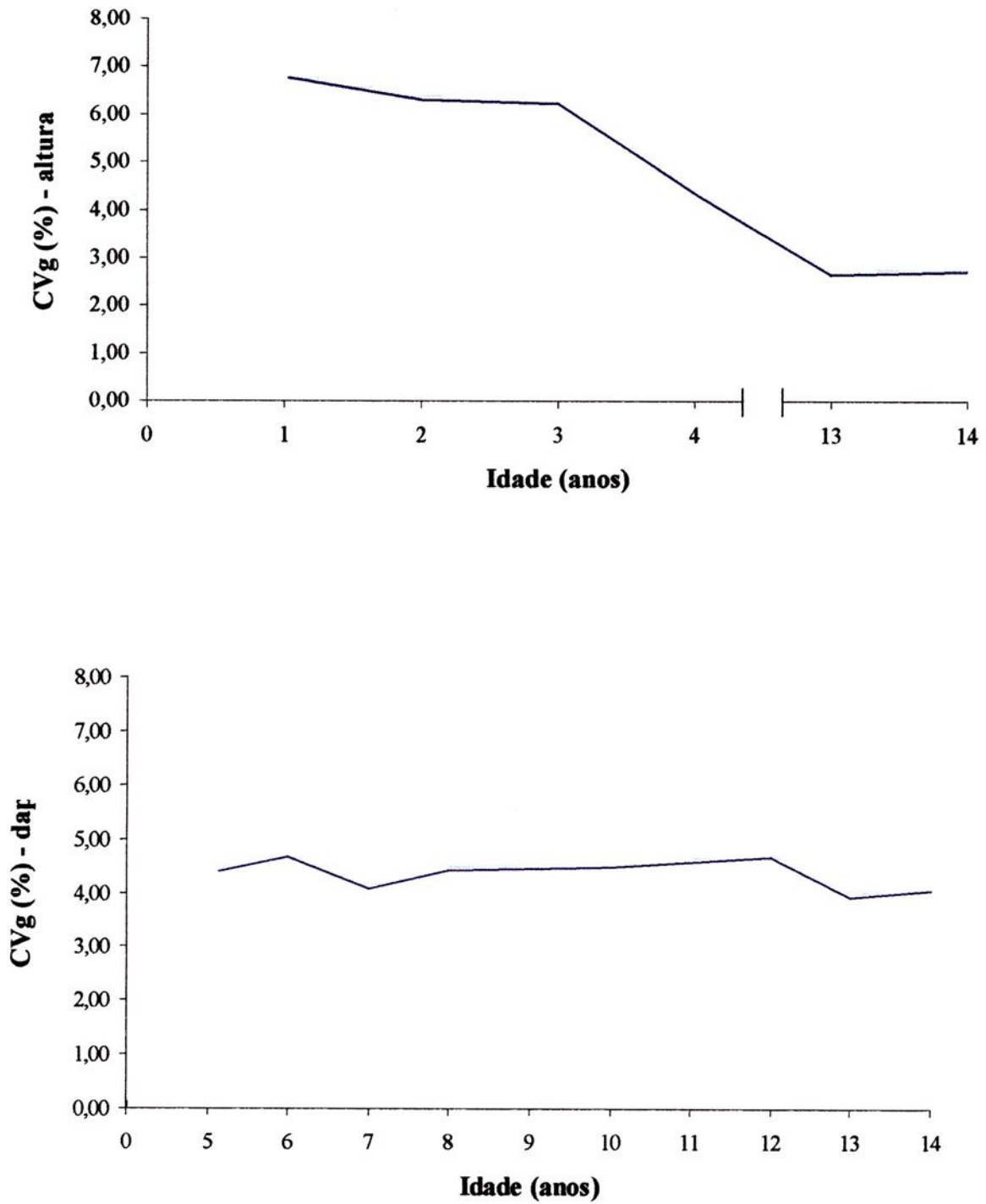


Figura 2. Evolução do coeficiente de variação genética (CVg), em função da idade, para altura e dap, em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

TABELA 10. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito em nível de plantas individuais ($\hat{h}^2$), em nível de médias ($\hat{h}_m^2$), em nível de plantas dentro de progênes ($\hat{h}_d^2$), para altura (1, 2, 3, 4, 13 e 14 anos) e dap (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 anos), em um teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria – MS.

Caracteres	Coeficiente de herdabilidade		
	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
ALT-1 (m)	0,31	0,57	0,27
ALT-2 (m)	0,30	0,54	0,27
ALT-3 (m)	0,29	0,55	0,26
ALT-4 (m)	0,25	0,53	0,21
ALT-13 (m)	0,41	0,53	0,41
ALT-14 (m)	0,44	0,50	0,50
DAP-5 (cm)	0,22	0,53	0,18
DAP-6 (cm)	0,24	0,57	0,20
DAP-7 (cm)	0,19	0,50	0,15
DAP-8 (cm)	0,22	0,57	0,18
DAP-9 (cm)	0,23	0,58	0,18
DAP-10 (cm)	0,21	0,56	0,17
DAP-11 (cm)	0,21	0,57	0,17
DAP-12 (cm)	0,19	0,56	0,15
DAP-13 (cm)	0,26	0,49	0,22
DAP-14 (cm)	0,28	0,50	0,24

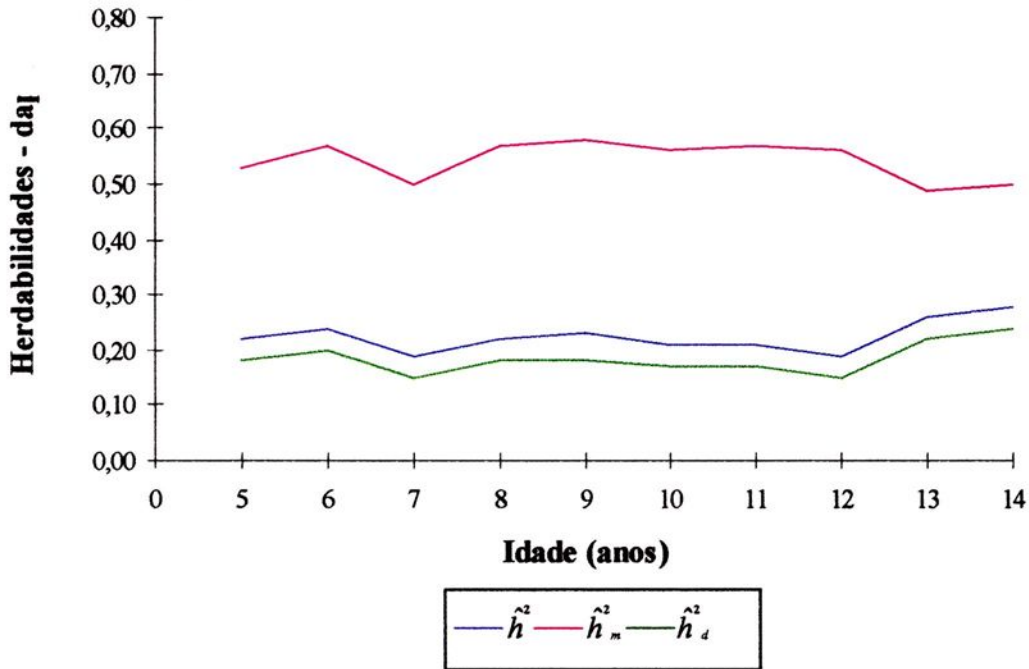
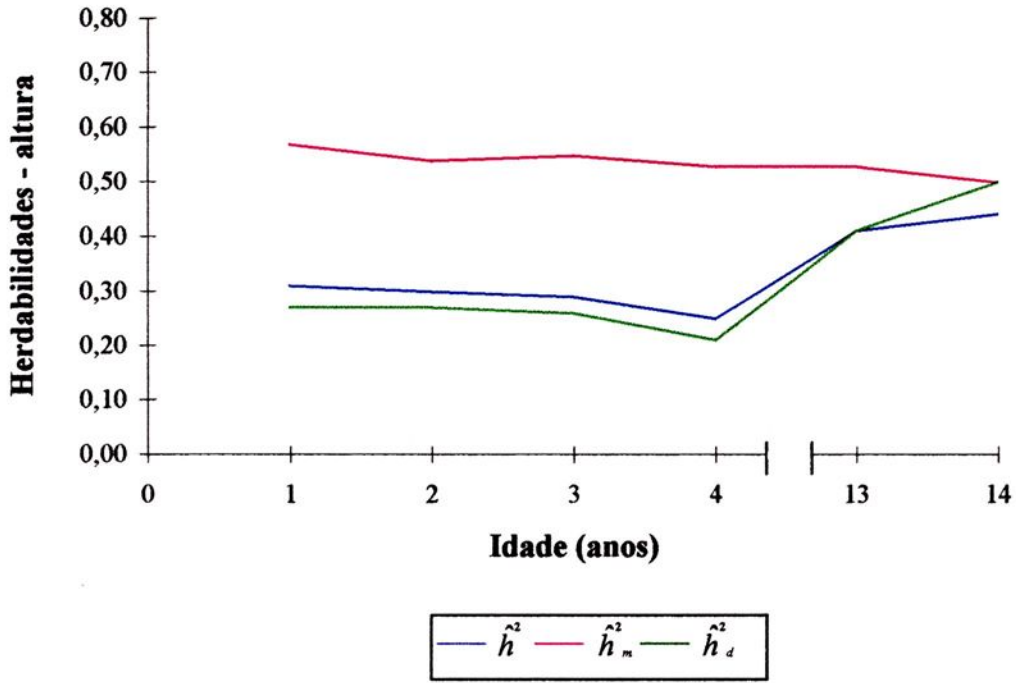


Figura 3. Evolução do coeficiente de herdabilidade, em função da idade, para altura e dap, em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

4.2. Avaliações nas Situações A, B, C e D

4.2.1. Resultados das análises de variância individuais para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira

Os resultados obtidos nas análises de variância individuais para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira, são apresentados na Tabela 11, para as quatro Situações (A, B, C e D).

O experimento apresentou alto índice de sobrevivência (90,44%), o que caracteriza uma boa condução da pesquisa quanto ao manejo e condições favoráveis de adaptação da espécie a região de estudo. Não houve diferença significativa entre as progênies e a eficiência do látice foi de 100,35%, o que permitiria que o experimento fosse analisado em blocos casualizados, para este caráter.

A presença de *foxtail* foi avaliada, baseando-se em um critério de notas (Tabela 1A do Apêndice) e verificou-se que este caráter, obteve para as Situações A e B uma média geral de 1,01 a 1,14; um coeficiente de variação de 17,18 % a 32,55 %; e uma eficiência do látice de 100,04 % a 100,97 %, respectivamente. Verifica-se que na Situação B (árvores desbastadas) houve um maior coeficiente de variação, não havendo muita diferença na média e na eficiência do látice em relação às duas Situações, para estes dois parâmetros. Os índices encontrados neste trabalho estão inferiores aqueles obtidos por KAGEYAMA et al. (1984) que ficaram em torno de 2,6.

A forma do fuste (Tabela 2A do Apêndice) apresentou uma média geral de 1,38 a 1,25, além de um coeficiente de variação estimados entre 6,53 % a 11,19 %, ficando as eficiências do látice igual a 101,61% e 100,14%, respectivamente para as Situações A e B. No caso da forma houve significância entre as progênies, tanto na Situação A como na B. SEBBENN et al. (1995), em avaliações com *Pinus tecunumanii*, encontraram valores médios de 2,08 e um coeficiente de variação em torno de 7,80 %, aos 7 anos de idade.

O dap foi o único caráter analisado nas quatro Situações (A, B, C e D). A primeira vista dá-se a impressão que o aumento na média do dap teria sido proporcionado pelo desbaste, mas quando se observa o incremento corrente anual (ICA), verifica-se que da situação A para a C o ICA é de 2,30 cm e da C para a D é de 0,51 cm. Assim, pode-se especular que o acréscimo no valor médio após o desbaste, poderá não estar representando o efeito da técnica em si, mas



apenas devido a eliminação de indivíduos inferiores, fazendo com que a média dos indivíduos remanescentes seja aumentada.

BALLONI et al. (1978), estudando diferentes espécies de *Pinus*, encontraram para *P. caribaea* var. *hondurensis* uma estimativa média para o dap de 9,7 cm, aos 5 anos de idade. Já NICOLIELO (1984), trabalhando com diferentes procedências de *P. caribaea* var. *hondurensis*, encontrou estimativas de dap que variaram de 21,56 cm (Nicarágua) a 23,62 cm (Honduras) aos onze anos de idade. LIMA (1990), trabalhando com espécies e procedências de *Pinus*, em Felixlândia - MG, encontrou para *P. caribaea* var. *hondurensis* estimativa para o caráter dap que variaram de 11,7 a 13,2 cm, aos 5 anos de idade. Esses resultados estão próximos dos encontrados no presente trabalho.

Em relação a outras espécies de *Pinus* BARRICHELO et al. (1978), trabalhando com procedências de *P. taeda*, obtiveram um valor médio de 13,35 cm, aos 9 anos de idade. Já PEREIRA (1982) encontrou para *Pinus elliottii* var. *elliotti*, aos 15 anos de idade, o valor médio 19,1 cm para dap, sendo esses valores semelhantes ao obtido no presente trabalho. ROSA (1981), em trabalhos realizados em Assis - SP e Bebedouro - SP com *Pinus oocarpa*, obteve estimativas de 19,24 cm e 17,57 cm, respectivamente, nos locais estudados. ROMANELLI (1988), em suas avaliações em *Pinus elliottii*, obteve um valor médio de 15,88 cm e 15,97 cm para o tratamento e progênie, respectivamente.

Quanto a eficiência do látice, para o caráter dap, a mesma apresentou estimativas superiores a 110%, limite este estabelecido por MIRANDA FILHO (1978) para o ajuste de totais de tratamentos e do quadrado médio ao erro efetivo.

Em relação ao desenvolvimento em altura para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* observa-se uma IMA de 1,55 e de 1,68 m; um coeficiente de variação de 9,35% e 4,42%; e uma eficiência do látice de 134,99% e 303,56%, nas Situações B e C, respectivamente. Em ambas as Situações a eficiência do látice, para o caráter altura, apresentou-se superior ao limite estabelecido por MIRANDA FILHO (1978), e houve significância entre as progênies.

Observa-se na literatura, para altura de plantas, que NICOLIELO (1984), analisando a evolução do *Pinus caribaea* Morelet obteve, aos 11 anos, o valor de 17,74 m. BARRICHELO et al. (1978) encontraram valor médio 10,35 m, aos 9 anos de idade. ROMANELLI (1988) obteve valores para o *Pinus elliottii* em média 10,23 m e 10,28 m, respectivamente para o tratamento e progênie. SEBBENN et al. (1995), para *Pinus tecunumanii*



aos 7 anos de idade, o valor em média 12,42 m. Já LIMA (1990) encontrou uma IMA de 1,70 m, considerando-o bom para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

NICOLIELO (1984) obteve um valor de 7,55% para o coeficiente de variação para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos 11 anos de idade, e cita que valor assim é um indício do início da estagnação.

Em relação ao volume, verifica-se que houve um aumento considerável quando se compara os dados da Situação B (0,3846 m³), C (0,6800 m³) e D(0,7499 m³). Outro fato interessante é a diminuição do CV, quando se trabalhou com as árvores remanescentes (Situações C e D), o que evidencia a sua maior uniformidade. A eficiência do látice foi maior que 110%, nas situações: B, C e D, justificando o uso desse delineamento neste experimento para o estudo deste caráter.

No que diz respeito à densidade básica da madeira verifica-se que este caráter apresentou o menor coeficiente de variação e baixa eficiência no delineamento em látice quando comparado aos outros caracteres na situação B. Também houve significância entre as progênies. A estimativa da densidade avaliada em nível do dap (dbm-1) foi ligeiramente superior à encontrada na metade da altura da árvore (dbm-2). Tendência semelhante foi observada por BARRICHELO (1984) para várias espécies de *Pinus*, porém em relação ao *P. caribaea* var. *hondurensis* este autor encontrou estimativas médias para a densidade de 0,393 g/cm³ (dap) e de 0,401 g/cm³ (50% H). AMARAL et al. (1977), trabalhando com várias espécies de *Pinus*, encontraram para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* estimativas, aos doze anos, variando de 0,440 g/cm³ (a 0,30 m de altura no fuste) a 0,362 g/cm³ (a 18 m de altura no fuste). Resultados semelhantes também foram encontrados por BARRICHELO (1979). Já KAGEYAMA et al. (1978) encontraram para *Pinus taeda* um valor médio 0,372 g/cm³. BRITO et al. (1978), em estudo com *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, encontraram valor médio para as duas espécies 0,383 g/cm³, aos 9 anos, para *P. taeda* e aos 16 anos, para *P. caribaea* var. *hondurensis*. TURVEY & SMETHURST (1985), analisando a densidade básica do *Pinus radiata*, obtiveram, uma média 0,413g/cm³, aos 10 anos de idade. COWN (1981), estudando a densidade básica da madeira em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, encontrou valores entre 0,334 a 0,514 g/cm³, aos 15 anos de idade. WRIGHT (1990), estudando várias procedências de *P. oocarpa* e *P. patula* ssp. *tecunumanii* em seis locais (envolvendo países da América Central, do Sul e da África), encontraram variações para a densidade de 0,418 g.cm⁻³ a 0,468 g/cm³ (Anasco -



Porto Rico) a $0,478 \text{ g.cm}^{-3}$ a $0,524 \text{ g.cm}^{-3}$ (Agudos - Brasil). Já MOURA et al. (1991), em avaliações realizadas com *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtiveram uma média em $0,421 \text{ g/cm}^3$. HARDING et al. (1991), estudando *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em

TABELA 11. Resultados das análises de variância para os caracteres de crescimento e densidade básica de madeira em um teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, no município de Selvíria – MS.

Caracteres	SITUAÇÃO A				SITUAÇÃO B			
	Média	CV	F	E.LT ⁽¹⁾	Média	CV	F	E.LT ⁽¹⁾
	(prog.)	(%)	(prog.)	(%)	(prog.)	(%)	(prog.)	(%)
SOB. (%) ⁽³⁾	9,51	9,79	1,07 ^{ns}	100,35	--	--	--	--
FOXTAIL ⁽²⁾	1,01	17,18	2,47 ^{**}	100,04	1,14	32,55	1,31 ^{ns}	100,97
FORMA ⁽³⁾	1,38	6,53	1,69 ^{**}	101,61	1,25	11,19	1,43 [*]	100,14
ALTURA (m)	--	--	--	--	18,64	9,35	1,75 ^{**}	134,99
DAP (cm)	22,21	7,48	2,10 ^{**}	130,52	19,32	15,19	1,77 ^{**}	109,48
VOLUME (m ³)	--	--	--	--	0,3846	34,45	1,75 ^{**}	115,65
DBM-1 (g/cm ³)	--	--	--	--	0,436	7,24	1,60 ^{**}	100,00
DBM-2 (g/cm ³)	--	--	--	--	0,398	7,04	1,76 ^{**}	100,30
Caracteres	SITUAÇÃO C				SITUAÇÃO D			
	Média	CV	F	E.LT ⁽¹⁾	Média	CV	F	E.LT ⁽¹⁾
	(prog.)	(%)	(prog.)	(%)	(prog.)	(%)	(prog.)	(%)
SOB. (%) ⁽³⁾	--	--	--	--	--	--	--	--
FOXTAIL ⁽²⁾	--	--	--	--	--	--	--	--
FORMA ⁽³⁾	--	--	--	--	--	--	--	--
ALTURA (m)	21,91	4,42	2,04 ^{**}	303,56	23,20	4,75	1,96 ^{**}	250,68
DAP (cm)	24,51	7,04	1,89 ^{**}	114,13	25,04	7,16	1,92 ^{**}	116,55
VOLUME (m ³)	0,6800	17,53	2,21 ^{**}	141,48	0,7499	17,75	2,30 ^{**}	142,84
DBM-1 (g/cm ³)	--	--	--	--	--	--	--	--
DBM-2 (g/cm ³)	--	--	--	--	--	--	--	--

Situação A: Análise feita com todas as árvores da parcela antes do desbaste aos 12 anos; Situação B: Análise feita só com as árvores que foram desbastadas; Situação C: Análise feita só com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos; Situação D: Envolve as árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos; (1) Eficiência do Látex; (2) Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; (3) Dados transformados em $\sqrt{x}$; CV: coeficiente de variação experimental; (* e **) valores de F significativos em níveis de 1 e 5% de significância, respectivamente; (–) O caráter não foi avaliado nessa situação.

Queensland - Austrália, encontraram estimativa de densidade, variando de 0,442 a 0,435 g/cm³. Já MOURA et al. (1998), trabalhando com *P. tecunumanii*, encontraram uma densidade média de 0,420 g/cm³, aos doze anos em Planaltina-DF. Esses autores também apresentam um levantamento de literatura para essa espécie, onde a densidade básica da madeira apresentou uma amplitude de variação de 0,376 a 0,509 g/cm³. Verifica-se, então, que os estudos realizados com várias espécies de *Pinus* vêm apresentando resultados para a densidade variando de 0,3 a 0,5. Dessa forma, pode-se concluir que as densidades obtidas, no presente trabalho, estão em acordo com estimativas encontradas por outros pesquisadores em trabalhos anteriores.

4.2.2. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas e seus respectivos coeficientes de variação e de herdabilidade, para os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas pelo método dos momentos, sendo que os respectivos quadrados médios são apresentados nas Tabelas 6A, 7A, 8A e 9A e as estimativas de variância nas Tabelas 10A, 11A, 12A e 13A do Apêndice.

As estimativas dos coeficientes de variação: dentro da progênie (CV_d), do erro entre progênies (CV_e), genética (CV_g), fenotípica, em nível de plantas (CV_F), fenotípica, em nível de média ($CV_{\bar{F}}$) e do quociente de seleção ($\hat{b}$) são apresentados na Tabela 12.

Em todas as Situações predominou a maior variação dentro de progênies. O dap, quando comparado com a altura, apresentou uma maior variação genética, mas sua variação fenotípica também foi maior. Considerando-se a situação A verifica-se que o *foxtail* é o caráter mais indicado para a seleção ($\hat{b} = 0,70$). Porém, nas situações C ($\hat{b} = 0,64$) e D ($\hat{b} = 0,67$) o volume passa a ser o caráter mais indicado para a seleção. Porém, deve-se considerar as dificuldades na obtenção desta estimativa. Assim, SAMPAIO (2000a), trabalhando com índice multi-efeito em *Pinus caribaea*, considera que a seleção de árvores, visando maximizar o ganho genético em volume deverá ser baseada no dap, em virtude dos elevados coeficientes de correlação genética aditiva e dos baixos desvios padrões entre este caráter e o volume.

O efeito do desbaste sobre o dap pode ser observado na redução do coeficiente de variação genética de 4,69%, na Situação A, para 3,91% e 4,05% nas situações C e D, respectivamente. Essa redução também é observada em relação aos coeficientes de variação

TABELA 12. Estimativas do coeficiente de variação dentro de progênes (CV_d); do erro entre progênes (CV_e); genética (CV_g); fenotípica, em nível de plantas (CV_F); fenotípica, em nível de médias ($CV_{\bar{F}}$), e do quociente de seleção ($\hat{b}$), em um teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria – MS.

Situação	Caracteres	Coeficiente de Variação (%)					$b^{(1)}$
		CV_d	CV_e	CV_g	CV_F	$CV_{\bar{F}}$	
A	FOXTAIL ⁽²⁾	49,89	4,45	12,04	51,52	15,61	0,70
	FORMA ⁽³⁾	17,66	2,47	3,14	18,10	4,87	0,48
	DAP (cm)	20,80	1,88	4,69	21,41	6,25	0,63
B	FOXTAIL ⁽²⁾	49,27	14,02	10,61	52,31	21,48	0,33
	FORMA ⁽³⁾	18,36	2,82	4,17	19,04	7,69	0,37
	ALTURA (m)	14,77	3,26	4,69	15,84	7,14	0,50
	DAP (cm)	21,69	7,89	7,73	24,34	11,63	0,51
	VOLUME (m ³)	52,92	13,76	17,13	57,30	26,14	0,50
	DBM-1 (g/cm ³)	11,43	2,62	3,21	12,15	5,27	0,44
	DBM-2 (g/cm ³)	12,81	nc	3,48	13,00	5,37	0,50
C	ALTURA (m)	7,18	3,17	2,65	8,28	3,64	0,60
	DAP (cm)	14,43	3,52	3,91	15,36	5,58	0,56
	VOLUME (m ³)	32,62	10,82	11,27	36,17	15,03	0,64
D	ALTURA (m)	6,67	3,81	2,72	8,14	3,84	0,57
	DAP (cm)	14,44	3,75	4,05	15,46	5,73	0,57
	VOLUME (m ³)	32,55	11,09	11,87	36,38	15,55	0,67

Situação A: Análise feita com todas as árvores da parcela antes do desbaste aos 12 anos; Situação B: Análise feita somente com as árvores que foram desbastadas; Situação C: Análise feita somente com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos; Situação D: Envolve as árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos; (1) Quociente de Seleção; (2) Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; (3) Dados transformados em $\sqrt{x}$; (nc) Não foi possível de ser estimado devido a presença de variância negativa.

fenotípicas. A redução nas estimativas de parâmetros genéticos, obtidas após o desbaste seletivo, também foi observada por GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993) que encontraram alterações marcantes nas estimativas dos parâmetros genéticos por efeito de desbastes de 50% das plantas, dentro das parcelas, com exceção do desbaste totalmente sistemático, de plantas alternadas para *Pinus elliottii*.

ROMANELLI (1988), em estudos feitos com *Pinus elliotti* var. *elliotti*, obteve estimativas do coeficiente de variação genético, para os caracteres: altura (2,90% a 4,55%), dap (3,51% a 4,17%), e volume (8,88% a 11,33%), que estão abaixo das encontradas na Situação B e dentro do intervalo, quando se leva em consideração a Situação C do presente trabalho.

Os caracteres forma e *foxtail* puderam ser analisados nas Situações A e B. Comparando-se estes dois caracteres com o dap, verifica-se que a forma apresenta menor variação genética e o *foxtail* uma maior variação, ocorrendo o mesmo em relação à variação fenotípica. Variações genéticas para o *foxtail* foram encontradas por KAGEYAMA et al. (1984) em progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

A densidade básica da madeira pode ser estudada na Situação B, sendo que não houve muita variação entre as amostras obtidas em nível do dap (dbm-1) e na metade da altura da árvore (dbm-2). Assim, os coeficientes de variação genética foram os menores, porém este caráter apresenta as menores variações de ordem fenotípicas, e dentro de progênes.

Os coeficientes de variação genética encontrada no presente trabalho ficaram abaixo da média obtida em 67 publicações, com espécies florestais, feitas por CORNELIUS (1994), porém a tendência na seqüência dos caracteres foi à mesma ou seja, primeiro o volume, vindo a seguir o dap, altura e a densidade básica da madeira.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade, em nível de plantas individuais ($\hat{h}^2$), média de famílias ($\hat{h}_m^2$), em nível de plantas dentro de progênes ($\hat{h}_d^2$), para as caracteres de crescimento e densidade básica da madeira, são apresentadas na Tabela 13.

Verificou-se na situação A que as maiores estimativas de herdabilidade foram para *foxtail*, dap e forma, respectivamente. Quando as estimativas para o dap foram comparadas aos dados de literatura - Tabela 2 - elas estão um pouco abaixo da média encontrada por vários autores. As estimativas de herdabilidade para o *foxtail* ficaram, no entanto, bem abaixo da obtida por KAGEYAMA et al. (1984) que foi de 0,62. O mesmo ocorreu em relação à forma onde OTEGBEYE (1988) encontrou estimativas de herdabilidade igual a 0,56 para a forma do fuste. Salienta-se que os autores citados trabalharam com *P. caribaea* var. *hondurensis*. Resultados

semelhantes (0,58) foram encontrados por HARDING & WOOLASTON (1991) em *Araucaria cunninghamii*. Já StCLAIR (1994a), trabalhando com Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*), encontrou estimativas de herdabilidade da ordem de 0,24 para a forma do fuste. SCHERMANN et al. (1997) encontraram estimativas de herdabilidade, em nível de média de famílias, para a forma do fuste variando de 0,35 a 0,43, aos nove anos, em *Pseudotsuga menziessi*. Já MATZIRIS (2000) encontrou estimativas de herdabilidade, para forma, variando de 0,32 a 0,41 em *Pinus halepensis*, aos nove anos.

Na situação B as estimativas de herdabilidade para a densidade básica da madeira, obtida em nível do dap (dbm-1) e na metade da altura total da árvore (dbm-2), ficaram abaixo dos dados de literatura (média: 0,52 – Tabela 4), vale salientar, no entanto, que a amostragem feita no presente trabalho refere-se a árvores inferiores dentro das parcelas. Já a altura, o dap e o volume apresentaram estimativas superiores a média dos dados de literatura (0,29 - Tabela 1(altura), 0,25 - Tabela 2 (dap) e 0,29 – Tabela 3, (volume). Dessa forma, ficou bem evidenciado o potencial genético do material de *P. caribaea* var. *hondurensis* proveniente do CCGMPT, para um programa de melhoramento.

Quando se considera as situações C e D verificou-se que as estimativas de herdabilidade, para altura e volume, ficaram acima dos dados da literatura. Já para o dap as estimativas obtidas foram iguais aos dados médios da literatura.

Assim, de uma maneira geral verificou-se que as estimativas encontradas no presente trabalho para a herdabilidade foram inferiores aos dados literatura para o foxtail e a densidade básica da madeira. Enquanto que para o volume as estimativas encontradas estão um pouco acima dos dados de literatura. O dap e a altura apresentam alguma variação entre as diversas Situações, mas suas estimativas encontram-se semelhantes aos dados médios de literatura. Também, a exemplo do que ocorreu no trabalho de GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993), as estimativas de herdabilidade tendem a diminuir após o desbaste, fato este verificado para o dap.



TABELA 13. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito em nível de plantas individuais ($\hat{h}^2$), em nível de médias ($\hat{h}_m^2$), em nível de plantas dentro de progênies ($\hat{h}_d^2$), para as caracteres de crescimento e densidade básica da madeira, em um teste de progênies de *P. caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria – MS.

Situação	Caracteres	Coeficiente de herdabilidade		
		$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
A	FOXTAIL ⁽¹⁾	0,22	0,60	0,17
	FORMA ⁽²⁾	0,12	0,41	0,09
	DAP (cm)	0,19	0,56	0,15
B	FOXTAIL ⁽¹⁾	0,16	0,24	0,14
	FORMA ⁽²⁾	0,19	0,29	0,16
	ALTURA (m)	0,35	0,43	0,30
	DAP (cm)	0,40	0,44	0,38
	VOLUME (m ³)	0,36	0,43	0,31
	DBM-1 (g/cm ³)	0,28	0,37	0,24
	DBM-2 (g/cm ³)	0,29	0,42	0,22
C	ALTURA (m)	0,41	0,53	0,41
	DAP (cm)	0,26	0,49	0,22
	VOLUME (m ³)	0,39	0,56	0,36
D	ALTURA (m)	0,44	0,50	0,50
	DAP (cm)	0,28	0,50	0,24
	VOLUME (m ³)	0,43	0,58	0,40

Situação A: Análise feita com todas as árvores da parcela antes do desbaste aos 12 anos; Situação B: Análise feita somente com as árvores que foram desbastadas; Situação C: Análise feita somente com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos; Situação D: Envolve as árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos; (1) Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; (2) Dados transformados em $\sqrt{x}$.

4.2.3. Estimativa de correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres de crescimento e densidade básica da madeira

As estimativas de correlação genéticas e fenotípicas obtidas nas Situações A, B, C e D são apresentadas na Tabelas 14, 15, 16 e 17, sendo que as estimativas do produto médio para progênes e do erro entre os pares de caracteres estudadas em cada uma das Situações são apresentados nas Tabelas 14A, 15A, 16A e 17A do Apêndice. Já as estimativas de covariância entre progênes e fenotípica, em nível de média de família, são apresentadas nas Tabelas 18A, 19A, 20A e 21A para os pares de caracteres estudadas nas diferentes Situações.

Para as caracteres analisadas na situação A houve baixa correlação entre o dap e a forma e correlações baixas e negativas entre o dap x *foxtail*. Assim, considerando as estimativas de herdabilidade apresentada por estas caracteres e as correlações genéticas entre elas, as mesmas não seriam recomendadas para uma seleção indireta através da resposta correlacionada.

TABELA 14. Estimativas de correlações genéticas aditivas, em nível de plantas (r_g) acima da diagonal, e fenotípicas, em nível de médias de progênes ($r_{\bar{F}}$) abaixo da diagonal, entre pares de caracteres estudadas na Situação A, envolvendo progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em Selvíria-MS.

Caracteres	DAP	FOXTAIL	FORMA
DAP	—	-0,19	0,07
FOXTAIL	-0,12	—	-0,19
FORMA	0,15	-0,14	—

Situação A: Análise feita com todas as árvores da parcela antes do desbaste aos 12 anos.

A situação B, foi apresentada na Tabela 15 e verificou-se que o dap está mais correlacionado com o volume (0,94) e a altura (0,93), ficando, porém, acima da média encontrada para os dados de literatura (Tabela 5), quando a comparação é feita com a altura (0,74) e semelhante quando é feita em relação ao volume (0,94). Em relação à densidade básica da madeira o dap apresentou uma baixa correlação com a dbm-1 (0,08) e negativa quando se considerou a dbm-2 (-0,16), ficando este último resultado mais próximo aos dados de literatura

apresentados na Tabela 5 (-0,19). O dap demonstrou não haver praticamente nenhuma correlação com a forma e o *foxtail*. O volume apresentou o mesmo comportamento do dap, quando correlacionado com as demais caracteres. Já a altura tem uma pequena diferença por apresentar uma correlação média com o *foxtail*, sendo que este último caráter apresentou alta correlação com a dbm-1 (0,90) e média com a dbm-2 (0,43). Em relação aos demais caracteres com o *foxtail* não houve correlação. Deve ser observado, no entanto, que a escala de notas adotada, no presente trabalho, para o caráter *foxtail* (TABELA 1A) pode ter exercido influência sobre as correlações, por considerar a ausência de *foxtail* como nota zero. A forma apresentou correlações positivas, mas de baixa magnitude com a altura (0,31) e as densidades (0,24 e 0,26). A correlação da forma com o volume (0,08) e dap (0,07) foi desprezível. SHERMANN et al. (1997), relacionando o caráter dap com caracteres ligados a forma das árvores, encontraram correlações variando de 0,24 a 0,59. Já HYLEN (1997) encontrou correlações (r_g), variando de: -0,51 a -0,68 entre a densidade básica e a altura de plantas em *Picea abies* aos 28 anos.

TABELA 15. Estimativas de correlações genéticas aditivas, em nível de plantas (r_g) acima da diagonal, e fenotípicas, em nível de médias de progênies ($r_{\bar{F}}$) abaixo da diagonal, entre pares de caracteres estudadas, na Situação B, envolvendo progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria-MS.

CARÁTER	FOXTAIL	FORMA	ALTURA	DAP	VOLUME	DBM-1	DBM-2
FOXTAIL	—	-0,08	0,62	0,02	-0,09	0,90	0,43
FORMA	0,07	—	0,31	0,07	0,08	0,24	0,26
ALTURA	0,26	0,11	—	0,93	0,87	0,25	-0,08
DAP	0,04	0,10	0,76	—	0,94	0,08	-0,16
VOLUME	0,07	0,11	0,75	0,93	—	0,08	-0,04
DBM-1	0,18	0,01	0,30	0,06	0,10	—	1,02
DBM-2	0,14	-0,01	0,26	0,03	0,11	0,75	—

Situação B: Análise feita somente com as árvores que foram desbastadas.

HARDING et al. (1991), estudando correlações genéticas entre a densidade básica da madeira e o dap, assim como, com outras caracteres tecnológicas da madeira, consideram que as correlações genéticas encontradas em uma população de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, com idade de 11 anos, seriam um tanto quanto imprecisas, necessitando estudos posteriores, quando o povoamento estiver com madeira de estágio adulto.

REZENDE & FERRAZ (1992) não encontraram diferença significativa entre a densidade e taxa de crescimento para a variedade *hondurensis*, sendo que para a variedade *caribaea* esta diferença foi significativa, mostrando que para o gênero *Pinus* as correlações entre taxa de crescimento e densidade apresentam resultados variáveis. Estes autores citam Elliott, que atribuiu estas variações a uma série de fatores como padrões de amostragens, idade das árvores amostradas, grau de competição, disponibilidade de água e influência das caracteres da copa na época da amostragem.

A situação C é apresentada na Tabela 16, onde se verificou que as correlações entre dap, volume e altura são positivas e altas como ficou evidenciado nos trabalhos de literatura apresentados na Tabela 5. Porém, estas correlações são inferiores as obtidas na Situação B, o que evidenciou o efeito do desbaste.

TABELA 16 - Estimativas de correlações genéticas aditivas, em nível de plantas (r_g) acima da diagonal e fenotípicas, em nível de médias de progênies ($r_{\bar{F}}$) abaixo da diagonal, entre pares de caracteres estudadas na Situação C, envolvendo progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria-MS.

Caracteres	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA	----	0,71	0,81
DAP	0,64	----	0,91
VOLUME	0,71	0,91	----

Situação C: Análise feita somente com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos.

Na Situação D (Tabela 17) as correlações entre os três caracteres silviculturais: altura, dap e volume apresentam estimativas superiores aos da Sit. C. Porém, ainda estão um pouco abaixo da média encontrada para os dados de literatura (Tabela 5), apresentando, porém, a mesma tendência, ou seja, altas correlações entre estes caracteres.

TABELA 17 - Estimativas de correlações genéticas aditivas, em nível de plantas (r_g) acima da diagonal e fenotípicas, em nível de médias de progênes ($r_{\bar{F}}$) abaixo da diagonal, entre pares de caracteres estudadas na Situação D, envolvendo progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria-MS.

Caracteres	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA	----	0,79	0,85
DAP	0,66	----	0,92
VOLUME	0,72	0,92	----

Situação D: Análise feita somente com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos.

4.2.4 Estudo do coeficiente de caminhamento nas Situações B, C e D

O estudo de correlação entre os caracteres apresentado anteriormente não permite tirar conclusões sobre causa e efeito. Assim, VENCOVSKY & BARRIGA (1992) colocam que se existir uma correlação genética entre dois caracteres X e Y não é possível afirmar que Y seja determinado ou causado por X, ou vice-versa. A correlação é apenas uma medida de associação. Considerando, então, a importância das relações causais entre caracteres, nas estratégias de melhoramento, foi que se desenvolveu método próprio que investiga estas relações. Tal método (*path coefficient analysis*) fornece quantidades, chamadas coeficientes de trilha, que mede a influência direta de uma variável sobre outra, independentemente das demais, no contexto das relações de causa e efeito. Permitem, ainda, desdobrar coeficientes de correlação simples em seus efeitos diretos e indiretos, além do fato do coeficiente de trilha ser um coeficiente de regressão estandardizado.

Para detalhar os efeitos entre as variáveis de crescimento e a densidade básica da madeira, as correlações genéticas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos, pela análise do coeficiente de caminhamento (trilha), cujas estimativas são apresentadas nas Tabelas: 18 (Situação B - todos os caracteres), 19 (Situação B - altura, dap e volume), 20 (Situação C - altura, dap e volume) e 21 (Situação D - altura, dap e volume). Salienta-se que o volume foi escolhido como variável dependente principal (ou variável principal), dada a sua importância na



representação do padrão de desenvolvimento de um povoamento florestal. As demais variáveis (altura, dap, *foxtail*, forma, dbm-1 e dbm-2) são chamadas de independentes explicativas (ou variáveis auxiliares).

Para uma maior elucidação do uso do coeficiente de caminhamento, CRUZ & REGAZZI (1994) citam que para fins de melhoramento é importante identificar dentre os caracteres de alta correlação com a variável principal (no caso aqui se trata do volume), aqueles de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada, por meio da seleção indireta seja eficiente.

Analisando-se os dados da Tabela 18, verifica-se que o volume tem alta correlação com a altura (0,87) e o dap (0,94). Porém, o efeito direto da altura chega a ser negativo (-0,560), mas este efeito é compensado pelos efeitos indiretos via dap (1,258) e dbm-1 (0,122), sendo que os demais efeitos indiretos via outras variáveis são desprezíveis. As correlações entre o volume e a forma (0,08) e o *foxtail* (-0,09) são baixas e os efeitos diretos estão próximos do valor estimado para a correlação entre estas variáveis. O mesmo já não ocorre quando se compara as correlações do volume com a dbm-1 (0,08) e a dbm-2 (-0,04) que são de baixa magnitude e os efeitos diretos são altos, tendo uma participação considerável dos efeitos indiretos, via dbm-2 (-0,377), no primeiro caso (Vol x dbm-1) e via dbm-1 (0,489), no segundo caso (Vol x dbm-2).

Considerando-se, então, as análises do coeficiente de caminhamento, no caso de uma seleção indireta do volume a variável recomendada para fazer esta seleção seria o dap, pois apresentou o maior efeito direto.



TABELA 18. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genótípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora de diagonal) para os seguintes pares de caracteres: *foxtail*, forma, altura, dap, volume, dbm-1 e dbm-2, estudadas na Situação B, envolvendo progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria - MS.

	FOXTAIL	FORMA	ALTURA	DAP	DBM-1	DBM-2	VOLUME
FOXTAIL	-0,036	-0,011	-0,348	0,027	0,440	-0,162	-0,09
FORMA	0,003	0,137	-0,174	0,095	0,117	-0,098	0,08
ALTURA	-0,022	0,042	-0,560	1,258	0,122	0,030	0,87
DAP	-0,001	0,010	-0,521	1,353	0,039	0,060	0,94
DBM-1	-0,033	0,033	-0,140	0,108	0,489	-0,377	0,08
DBM-2	-0,016	0,036	0,045	-0,216	0,489	-0,377	-0,04
Coeficiente de determinação: 0,85							
Efeito da variável residual: 0,3840							

Situação B: Análise feita somente com as árvores que foram desbastadas.

Considerando que a altura, o dap e o volume foram avaliados nas Situações B, C e D foi feito um estudo do coeficiente de caminhamento relacionando estas variáveis nas três situações citadas. Assim, nas Tabelas 19, 20 e 21 tem-se o estudo do coeficiente de caminhamento para as Situação B, C e D, respectivamente.

Verifica-se em todas as Situações que as correlações genética do volume com a altura e o dap são altas. Porém, na Situação B, que se refere às árvores desbastadas, o efeito direto da altura (-0,031) é baixo, enquanto que o efeito indireto, via dap (0,901) é alto, sendo ele que praticamente define a correlação existente entre a altura e o volume (0,87). Nas Situações C e D, que se referem às árvores remanescentes, o efeito direto da altura (0,330 e 0,328) passa a ter praticamente a mesma importância do efeito indireto, via dap (0,479 e 0,522), na correlação entre a altura e o volume (0,81 e 0,85).

Quando se analisa a correlação existente entre o dap e o volume, verifica-se que ela é alta, nas Situações B (0,94), C (0,91) e D (0,92). Porém, na Situação B há predominância

dos efeitos diretos (0,969), na correlação dap x volume, sendo os efeitos indiretos, via altura (-0,029) desprezíveis. O mesmo já não ocorre nas Situações C e D, onde os efeitos indiretos, via altura (0,235 0,259) passam a adquirir alguma importância, tendo porém o mesmo sentido dos efeitos diretos (0,675 e 0,661).

De uma maneira geral o estudo do coeficiente de caminamento serviu para discernir o comportamento das correlações, que aparentemente apresenta-se como sendo o mesmo nas diferentes situações, porém, verificou-se que a participação indireta do dap na correlação altura x volume tem influência do manejo que o povoamento está sendo submetido, daí a recomendação da indicação do dap como o caráter a ser selecionado.

Em todos os estudos do coeficiente de caminamento (Tabelas 18 a 21) o coeficiente de determinação variou de 0,85 (Sit. B) a 0,89 (Sit. D). O efeito da variável residual ficou em torno de 0,34 o que evidencia que o dap e a altura têm uma participação muito importante nas explicações dos desdobramentos das correlações do volume com as demais variáveis que possam influir no mesmo.

TABELA 19. Análise do coeficiente de caminamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora de diagonal) para os seguintes pares de caracteres: altura, dap e volume, estudadas na Situação B, envolvendo progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria - MS.

	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA	-0,031	0,901	0,87
DAP	-0,029	0,969	0,94

Coeficiente de determinação: 0,88

Efeito da variável residual: 0,3410

Situação B: Análise feita somente com as árvores que foram desbastadas.



TABELA 20. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora de diagonal) para os seguintes pares de caracteres: altura, dap e volume, estudadas na Situação C, envolvendo progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria - MS.

	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA	0,330	0,479	0,81
DAP	0,235	0,675	0,91
Coeficiente de determinação: 0,88			
Efeito da variável residual: 0,3431			
Situação C: Análise feita somente com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 13 anos.			

TABELA 21. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora de diagonal) para os seguintes pares de caracteres: altura, dap e volume, estudadas na Situação D, envolvendo progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em Selvíria - MS.

	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA	0,328	0,522	0,85
DAP	0,259	0,661	0,92
Coeficiente de determinação: 0,89			
Efeito da variável residual: 0,3365			
Situação D: Análise feita somente com as árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos.			

4.3. Análises multivariadas e ganho na seleção

4.3.1 Estudo das medidas de dissimilaridade pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e pelo método de otimização de Tocher

As estimativas de medidas de dissimilaridade entre os pares de progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), foi estudada em duas condições para a Situação B, sendo a primeira envolvendo todos os caracteres analisados (Tabelas 22a,b) e a segunda apenas a altura, o dap e o volume (Tabelas 24a,b). Já as Tabelas 26a,b e 28a,b se referem aos caracteres altura, dap e volume, respectivamente nas situações C e D. Os grupos obtidos pelo método de otimização de Tocher, para cada uma das situações estudadas, são apresentados nas Tabelas: 23, 25, 27 e 29. Na Tabela 30 são apresentadas as distâncias médias intra e intergrupos obtidas na Situação D, que representa a situação atual do experimento.

A Tabela 22a evidencia para cada família (progênie) qual a sua maior e menor distância (D^2). Nesse sentido, a família 1, por exemplo, apresenta a maior distância em relação à família 57 (27,8086) e a menor em relação à família 42 (2,7854), e assim por diante. A distância máxima (33,6175) foi encontrada entre as famílias 26 e 85; e a mínima (0,1904) entre as famílias 56 e 77. Já a distância média entre as progênes foi de 7,6715. Por simplificação na Tabela 22a foram colocados a maior e a menor distância da progênie 1 em relação às demais. Entretanto, a Tabela 22A, do Apêndice, apresenta uma relação completa das distâncias da progênie 1 em relação às demais. Estimativas idênticas foram realizadas para todas as progênes.

A contribuição relativa de cada um dos caracteres, na obtenção das distâncias D^2 , encontra-se na Tabela 22b. A maior contribuição foi da altura (16,4279%) e a menor do volume (12,2702%). Verifica-se, no entanto, que a contribuição relativa dos outros caracteres ficaram em torno de uma média de 14,2604%.

O método de otimização de Tocher aplicado a esta situação separou as progênes em dezesseis grupos (Tabela 23), sendo os mesmos mutuamente excludentes. Assim, recomenda-se que seja feito o cruzamento entre progênes de grupos diferentes para a obtenção de híbridos mais heteróticos, o que pode ser observado entre as progênes que apresentaram a maior D^2 26 (grupo VII) e 85 (grupo XII).



DIAS (1994) coloca que o conhecimento dos pares de progênies de maior divergência orienta o processo de hibridação. Assim, os pares mais divergentes devem ser utilizados em cruzamentos para a geração de híbridos mais heteróticos. Por outro lado, a informação acerca dos pares mais similares é útil em programas de melhoramento, envolvendo retrocruzamento. Nesses programas, o emprego de genitores similares, diferenciados basicamente pelo gene a ser transferido, permite recuperar o genitor recorrente mais rapidamente.

Na Tabela 24a, referindo-se a Situação B (só para os caracteres: altura, dap e volume), verifica-se que as famílias 35 e 85 apresentaram a maior distância (21,8525) e a menor (0,0033) foi encontrada entre as famílias 40 e 71. A média geral das distâncias foi de 3,1475. Verifica-se na Tabela 24b, para a condição mencionada anteriormente, que a maior contribuição para a divergência entre as progênies foi do caráter dap (36,3246%), vindo a seguir a altura (34,9684%) e por último o volume (28,707%).

Pelo método de otimização de Tocher as progênies foram colocadas em oito grupos, sendo que mais de 50% das progênies pertencem ao grupo I, o qual contém as progênies 40 e 71. Já as progênies que apresentaram a maior divergência pertencem aos grupos VII (35) e VIII (85).

Comparando-se as duas condições estudadas para a Situação B, verifica-se que para um uso maior de caracteres (primeira condição) a maior contribuição relativa foi da altura (16,4279%) para o estudo da diversidade genética e o método de Tocher separou as progênies em um número maior de grupos (dezesesseis). Já na segunda condição o caráter com maior contribuição relativa passa a ser o dap (36,3246%) e o método de Tocher separou as progênies em oito grupos. Verifica-se, porém, que tanto na primeira como na segunda condição as progênies de menor distância encontram-se no mesmo grupo obtido pelo método de Tocher. Já as progênies de maior dissimilaridade encontram-se em grupos diferentes, considerando as duas condições.

A Situação C, referindo-se ao estudo da altura, dap e volume com as árvores remanescentes, é apresentada na Tabela 26a. Observa-se que a maior distância está entre as progênies 10 e 85 (20,9468) e a menor (0,0145) entre as progênies 56 e 98. A média geral das distâncias foi de 3,7001. Nessa situação, a maior contribuição relativa (Tabela 26b) para a divergência foi do volume (42,2%), vindo a seguir a altura (34,99%), e depois o dap (22,81%).



Quando foi aplicado o método de otimização de Tocher obteve-se nesta situação a presença de dezoito grupos, sendo que as progênes mais divergentes pertencem aos grupos XVI (85) e XI (10), e as menos divergentes estão no mesmo grupo I (56 e 98).

Na situação D as progênes mais divergentes foram a 51 e 82 ($D^2 = 21,0948$) e as mais similares foram a 8 e 74 ($D^2 = 0,0003$) - Tabela 28a, sendo que a média geral das distâncias foi de 3,4985. Observa-se, também, que após dois anos da realização do desbaste a participação do volume na divergência entre progênes vem se acentuando (Tabela 28b). Assim, o volume apresenta a maior contribuição relativa à divergência 46,72%, vindo a seguir a altura (31,33%) e por último o dap (21,94%).

A situação D reflete a condição atual do teste de progênes e verifica-se que nesta situação o agrupamento pelo método de otimização de Tocher (Tabela 29) separou as progênes em treze grupos, sendo que as progênes mais divergentes encontram-se nos grupos XIII (51) e X (82) e as mais similares (8 e 74) no grupo I. Em relação a distância média intra e inter grupos, para a Situação D, apresentadas na Tabela 30 e tendo por base as considerações feitas por DIAS et al. (1997) pode-se inferir que em estudos que envolvem um grande número de progênes, surge a possibilidade de considerar-se o grupo de progênes, ao invés das progênes individualmente. Assim, o melhorista poderá selecionar progênes parentais com base nas distâncias intergrupos. A distância máxima intergrupo ocorreu entre X e XIII (19,3324), evidenciando uma diversidade considerável entre estes dois agrupamentos. Já a distância mínima intergrupo (2,0778) ocorreu entre os agrupamentos IV e X. Assim, considerando o volume como o caráter que forneceu a maior contribuição para a divergência genética (46,72% - Tabela 28b), verifica-se na Tabela 29 que o maior volume foi exibido pelo agrupamento XIII (progênie 51). Assim o agrupamento XIII associa a máxima divergência a melhor performance média, sendo que pode-se esperar híbridos superiores a partir de cruzamentos deste com as progênes do agrupamento X (11 e 82). Salienta-se aqui, que os agrupamentos X e XIII apresentaram a maior distância entre si (Tabela 30). Dias et al (1997) enfocam que nesta situação é de fundamental importância a obtenção de informações sobre a constituição gênica destas progênes para que se possa escolher o parentais deste programa de hibridação com segurança, daí a importância que vem adquirindo ultimamente o estudo dos marcadores moleculares.

No presente trabalho só houve uma seleção dentro de famílias (desbaste de 40%), assim, no caso de um prosseguimento no programa de melhoramento, ou seja a transformação do teste de progênes em um Pomar de Sementes por Mudas e/ou a formação de um Pomar de



Sementes Clonal, a análise feita utilizando-se da distância generalizada de Mahalanobis completada pelo método de otimização de Tocher seria de grande utilidade para a seleção e distribuição das progênes nos pomares, visando à obtenção de maiores efeitos heteróticos. Aqui é importante lembrar as colocações feitas por DIAS et al. (1997) a respeito do conhecimento referente aos pares de progênes de maior divergência que orienta o processo de hibridação. Assim, os pares mais divergentes devem ser utilizados em cruzamentos para a geração de híbridos mais heteróticos. Todavia, esses autores salientam que não basta considerar a divergência entre agrupamentos como único critério para orientar os cruzamentos, devendo, também ser considerado o desempenho *per se* das progênes, principalmente quando são envolvidos caracteres de maior relevância econômica. Nesse sentido, PAIVA (1994) também chama à atenção para o fato do uso da divergência genética na escolha de progenitores em programas de melhoramento por hibridações, salientando que ainda é discutível a relação entre divergência de progenitores e potencial produtivo de seus híbridos. Esse autor cita Chaudhary & Sing (1975) que realizaram estudos com cevada, onde não ficou evidenciado a relação entre a divergência genética, medida pela distância de Mahalanobis, e a heterose para produtividade.

A informação acerca dos pares mais similares é útil em programas de melhoramento, envolvendo retrocruzamento. Nesses programas, o emprego de genitores similares, diferenciados basicamente pelo gene a ser transferido, permite recuperar o genitor recorrente mais rapidamente. Já XAVIER et al. (1996) chamam a atenção que o uso da análise multivariada além de fornecer informações quanto à divergência genética entre progênes pode orientar na distribuição espacial destas no futuro pomar, a fim de facilitar os cruzamentos entre as progênes mais divergentes, visto que progenitores geneticamente divergentes são os mais convenientes para produzir alto efeito heterótico e, também, maior variabilidade genética em gerações segregantes. Salienta-se, no entanto, que a tendência atual é a utilização de híbridos para os plantios de *Pinus*, podendo ser intra ou interespecíficos como é o caso do híbrido entre *P. caribaea* var. *hondurensis* e o *P. elliottii* var. *elliotti*, que é muito cultivado no estado de Queensland, Austrália (ZOBEL & TALBERT, 1984). Já para as condições brasileiras onde o cultivo de *Pinus* tropicais é feito com maior intensidade há uma tendência em se usar o híbrido formado entre o *P. caribaea* var. *hondurensis* e o *P. tecunumanii*, material este proveniente da Austrália.¹

¹ Engº Ftal. Raul Chaves (Duratex S.A. - Agudos - SP) - Comunicação pessoal, 2001.



TABELA 22a. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação B, com sete caracteres: *foxtail*, forma, altura, dap, volume, dbm-1 e dbm-2.

MAHALANOBIS (D^2)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
1	27,8086	57	2,7854	42	36	24,2230	85	0,3860	10
2	21,0237	85	0,6577	69	37	17,6135	85	0,7353	49
3	25,3992	38	1,1842	76	38	27,0976	84	3,4857	22
4	21,5099	85	0,3353	92	39	19,8549	100	1,6145	66
5	22,7839	85	0,9411	17	40	18,9714	85	1,3746	96
6	19,3659	38	1,7559	43	41	16,3179	84	0,6121	47
7	23,0366	1	1,6759	41	42	14,8485	57	1,5696	96
8	17,7338	84	1,2710	31	43	15,5247	84	1,7559	6
9	25,0200	98	3,1173	47	44	24,3087	38	2,3176	79
10	24,4987	85	0,3860	36	45	15,1589	57	1,3638	69
11	32,0736	84	2,3066	50	46	18,8803	85	1,2658	77
12	22,2390	85	1,8847	90	47	15,0844	84	0,5104	81
13	26,5045	85	1,6938	36	48	18,4685	85	1,4576	93
14	15,9501	85	1,5447	31	49	16,4535	85	0,7353	37
15	21,5348	38	2,1760	6	50	21,8881	84	1,6743	41
16	16,8100	19	1,4889	66	51	16,0575	44	2,1517	43
17	20,4942	85	0,9411	5	52	29,7645	85	2,4522	83
18	16,5611	85	0,9570	83	53	25,2935	84	1,6542	33
19	23,9450	72	3,4028	35	54	25,0252	85	1,6112	26
20	15,5315	85	0,8229	99	55	18,8603	19	1,6254	79
21	22,6428	38	1,5432	76	56	15,0470	85	0,1904	77
22	23,4560	26	3,4857	38	57	29,6134	84	1,8664	67
23	25,4046	85	1,2246	2	58	23,6990	38	2,1821	28
24	28,2215	85	1,8207	28	59	23,0674	85	1,8811	93
25	19,8846	22	1,8500	56	60	17,3523	26	1,4802	45
26	33,6175	85	1,6112	54	61	27,2210	85	1,4653	5
27	23,2001	85	1,1531	41	62	20,7404	85	0,4788	28
28	21,0558	85	0,4788	62	63	15,9449	38	0,9243	76
29	18,4498	98	1,2418	47	64	25,9123	38	0,7895	86
30	19,4358	85	1,2318	96	65	20,4284	85	1,1952	73
31	17,6874	85	1,1170	88	66	16,6835	85	1,3060	8
32	15,7804	38	0,5098	56	67	24,0580	85	0,7868	82
33	20,1507	85	0,7762	77	68	26,7294	11	1,8880	84
34	15,8942	84	1,5629	31	69	17,8541	85	0,6577	2
35	26,1879	85	2,5281	49	70	20,6553	57	2,5436	21

TABELA 22a (Cont.). Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação B, com sete caracteres: *foxtail*, forma, altura, dap, volume, dbm-1 e dbm-2.

MAHALANOBIS (D ²)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
71	29,9743	84	1,9108	50	86	22,7742	38	0,7895	64
72	23,9450	19	2,2201	16	87	25,0297	84	2,9011	11
73	18,4818	85	1,1224	83	88	21,4009	85	1,1170	31
74	15,9930	38	0,5418	81	89	29,2484	85	1,5037	98
75	27,6726	84	3,7169	80	90	20,9020	85	1,8847	12
76	17,6111	38	0,9243	63	91	19,6330	38	1,0192	62
77	15,6989	85	0,1904	56	92	18,7284	85	0,3353	4
78	20,2344	84	1,4658	80	93	20,9728	85	1,4576	48
79	18,5728	38	1,6224	4	94	20,7846	85	1,0872	83
80	15,8796	84	1,4658	78	95	21,2214	85	1,1320	94
81	14,5548	98	0,4165	77	96	17,3105	85	0,9139	20
82	22,1874	85	0,7868	67	97	25,3799	84	2,1500	49
83	18,7619	85	0,8935	69	98	32,5291	85	1,5037	89
84	32,0736	11	1,8880	68	99	20,4020	85	0,8229	20
85	33,6175	26	5,6060	9	100	30,9785	85	2,4605	24
MÁXIMO		33,6175		(26 e 85)					
MÍNIMO		0,1904		(56 e 77)					
MÉDIA		7,6715							

TABELA 22b. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência - SINGH (1981), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação B, para os caracteres: *foxtail*, forma, altura, dap, volume, dbm-1 e dbm-2.

VARIÁVEL	S.J	VALOR EM %
ALTURA	6238,395350	16,4279
DAP	5688,365665	14,9795
VOLUME	4659,535578	12,2702
DBM1	5392,397671	14,2001
DBM2	6232,713997	16,4129
FORMA	5093,211700	13,4122
FOXTAIL	4669,774365	12,2972

TABELA 23. Formação de grupos com base no método de aglomeração: otimização de Tocher, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação B, para os caracteres: *foxtail*, forma, altura, dap, volume, dbm-1 e dbm-2.

GRUPO	PROGÊNIES	TOTAL
I	56-77-81-47-74-92-32-41-4-33-37-20-83-18-94-69-28-46-95-79-96-36-10-27-62-17-73-76-5-99-88-8-91-23-2-13-40-63-66-45-14-31-34-49-6-42-43-25-93-12-82-80-62-78-29-67	56
II	64-86-3-58	4
III	89-98-61-30-54-52	6
IV	68-84	2
V	50-71-11-7-72-16-59	7
VI	21-39-60-70-15	5
VII	24-100-26	3
VIII	48-55-44	3
IX	19-35-97	3
X	22-38-87	3
XI	1-51	2
XII	9-85	2
XIII	75	1
XIV	53	1
XV	57	1
XVI	90	1

TABELA 24a. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação B, com três caracteres: altura, dap e volume.

MAHALANOBIS (D^2)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
1	11,1098	13	0,2264	60	36	16,6911	85	0,0817	23
2	14,8983	38	0,1644	18	37	13,7447	85	0,1017	50
3	19,3687	38	0,3827	15	38	19,3687	3	0,1538	22
4	16,9535	85	0,0206	92	39	10,1009	38	0,4720	73
5	16,3303	85	0,0410	17	40	14,3057	85	0,0033	71
6	17,8343	38	0,0372	25	41	13,5139	85	0,0125	52
7	18,3582	85	0,1724	33	42	7,5225	85	0,1928	14
8	14,4029	85	0,0539	66	43	11,0714	38	0,0132	62
9	18,2680	38	0,0670	84	44	14,2250	38	0,0715	79
10	17,2519	85	0,2541	23	45	10,1223	38	0,3073	29
11	19,1051	85	0,6484	61	46	11,8528	85	0,0668	83
12	14,4998	85	0,0447	72	47	9,8867	38	0,0472	81
13	19,6043	85	0,0877	26	48	12,6580	85	0,712	88
14	9,5033	85	0,1802	30	49	13,3947	85	0,1478	37
15	18,9989	38	0,3779	21	50	15,4932	85	0,1017	37
16	11,8320	85	0,0492	90	51	11,9957	38	0,5125	68
17	15,7505	85	0,0216	71	52	13,5775	85	0,0125	41
18	12,0181	38	0,1509	46	53	20,9216	85	0,0825	26
19	13,2905	57	0,5668	70	54	14,2111	85	0,1008	28
20	11,3735	38	0,0777	91	55	13,1747	19	0,7329	39
21	14,3239	38	0,1455	69	56	12,2290	85	0,0428	64
22	17,2399	85	0,1538	38	57	17,2166	85	0,4169	8
23	18,7331	85	0,0817	36	58	17,8252	38	0,3730	99
24	11,9930	85	0,0335	100	59	16,4739	85	0,0529	93
25	16,7217	38	0,0372	6	60	9,8320	67	0,2264	1
26	20,3094	85	0,0825	53	61	16,6127	85	0,1726	88
27	18,9268	85	0,1193	33	62	11,2748	38	0,0132	43
28	12,6429	85	0,0781	91	63	11,8241	38	0,0302	81
29	9,3753	85	0,0677	47	64	13,0803	38	0,0428	56
30	11,0131	85	0,0880	73	65	10,9614	85	0,0768	90
31	13,2558	85	0,0514	12	66	13,0789	85	0,0539	8
32	12,7439	38	0,0607	56	67	20,6950	85	0,2095	82
33	17,9969	85	0,1193	27	68	14,0108	38	0,5125	51
34	11,2639	85	0,2846	14	69	13,6502	38	0,1056	32
35	21,8525	85	0,4062	27	70	13,9153	38	0,5668	19

TABELA 24a. (Cont.) Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação B, com três caracteres: altura, dap e volume.

MAHALANOBIS (D ²)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
71	14,6063	85	0,0033	40	86	10,9216	38	0,0059	81
72	15,4184	85	0,0447	12	87	19,9723	85	1,0984	97
73	9,8900	85	0,0880	30	88	14,2979	85	0,0712	48
74	10,4872	38	0,0190	91	89	19,8976	85	0,3868	98
75	11,6874	85	0,2131	80	90	10,3653	85	0,0492	16
76	12,8602	38	0,0361	63	91	10,8152	85	0,0109	74
77	12,6286	85	0,0336	96	92	15,9279	85	0,0206	4
78	12,3520	85	0,0663	31	93	15,7140	85	0,0529	59
79	14,9702	38	0,0715	44	94	16,0010	38	0,1172	95
80	10,0289	85	0,2131	75	95	17,7726	38	0,1172	94
81	11,0079	38	0,0059	86	96	11,5183	85	0,0336	77
82	17,2203	85	0,0907	59	97	16,7532	85	0,1958	49
83	11,0418	85	0,0572	96	98	18,6210	85	0,3868	89
84	18,2596	38	0,0670	9	99	14,8269	38	0,1788	44
85	21,8525	35	2,5364	68	100	12,9126	85	0,0335	24
MÁXIMO		21,8525		(35 e 85)					
MÍNIMO		0,0033		(40 e 71)					
MÉDIA		3,1475							

TABELA 24b. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência - SINGH (1981), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação B, com três caracteres: altura, dap e volume.

VARIÁVEL	S.J	VALOR EM %
ALTURA	5448,130336	34,9684
DAP	5659,420967	36,3246
VOLUME	4472,597713	28,707

TABELA 25. Formação de grupos com base no método de aglomeração: otimização de Tocher, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação B, para os caracteres: foxtail, forma, altura, dap, volume, dbm-1 e dbm-2.

GRUPO	PROGÊNIES	TOTAL
I	40-71-17-5-100-24-88-61-93-48-30-59-28-66-73-91-96-74-77-54- 20-62-43-56-86-41-64-81-47-83-52-32-29-46-63-69-76-7-33-36- 92-4-8-50-18-37-23-94-27-79-25-21-14-42-78-44-82-65-45-99-6- 39-95-10-2-53-26-12-34-49-13-31-67-90	74
II	9-84-3-51-68-15	6
III	22-38-98-75-89-80-11	7
IV	1-60	2
V	16-72-57-55-58	5
VI	19-70	2
VII	35-97-87	3
VIII	85	1

TABELA 26a. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação C com três caracteres: altura, dap e volume.

MAHALANOBIS (D^2)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
1	6,8548	85	0,1219	31	36	9,3539	85	0,0518	23
2	8,3395	51	0,0808	32	37	6,0122	85	0,1768	46
3	11,9435	97	0,0570	58	38	7,9417	51	0,1779	31
4	12,5895	85	0,2565	49	39	13,6617	61	0,3421	58
5	10,4310	51	0,1085	32	40	10,7643	85	0,2343	21
6	18,3731	51	0,5171	13	41	11,6817	85	0,0226	30
7	11,2532	85	0,1943	23	42	7,9178	97	0,2042	19
8	13,5200	92	0,0265	68	43	10,7012	97	0,2466	47
9	10,8112	92	0,1139	29	44	10,4722	92	0,0805	45
10	20,9468	85	0,5637	69	45	11,3916	92	0,0805	44
11	14,5443	51	0,8918	61	46	6,7388	51	0,1255	56
12	13,9447	51	0,5179	35	47	12,6951	97	0,2146	3
13	13,3061	51	0,1511	59	48	15,3302	51	0,3320	13
14	8,7659	92	0,0174	19	49	12,5074	85	0,2565	4
15	15,9441	97	0,4173	66	50	13,1806	85	0,0723	73
16	7,7134	51	0,1212	32	51	18,8190	82	0,8483	73
17	19,2549	85	0,5118	92	52	10,6937	85	0,2020	34
18	9,6345	85	0,2979	40	53	13,9742	85	0,0765	67
19	8,0941	92	0,0174	14	54	8,4618	51	0,0219	35
20	9,4015	92	0,1288	14	55	14,1748	92	0,1341	80
21	11,9823	85	0,1705	99	56	7,8420	85	0,0145	98
22	9,2772	85	0,0480	34	57	10,9764	85	0,1326	87
23	10,6324	85	0,0518	36	58	13,3752	97	0,0570	3
24	7,4467	6	0,1588	75	59	11,4789	51	0,1511	13
25	13,1853	97	0,2978	43	60	15,7761	6	0,8993	91
26	12,4659	97	0,2923	76	61	14,9415	86	0,3156	67
27	12,5585	85	0,0281	30	62	6,9081	85	0,1012	83
28	8,8228	85	0,0900	64	63	7,4520	51	0,0355	33
29	9,2191	92	0,1076	32	64	8,6984	85	0,0298	56
30	12,1786	85	0,0226	41	65	9,6041	10	0,3967	35
31	7,7815	10	0,0747	100	66	11,5833	97	0,2393	78
32	8,7201	51	0,0808	2	67	15,1835	86	0,0765	53
33	8,1811	51	0,0355	63	68	13,0621	92	0,0265	8
34	8,7942	85	0,0480	22	69	15,0887	85	0,4893	40
35	9,1671	51	0,0219	54	70	9,6268	85	0,3052	75

TABELA 26a.(Cont.) Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação C com três caracteres: altura, dap e volume.

MAHALANOBIS (D^2)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
71	12,3191	86	0,1172	53	86	15,1835	67	0,6523	39
72	12,4299	51	0,1834	71	87	11,0144	85	0,0393	41
73	13,8399	85	0,0723	50	88	10,3103	51	0,1375	33
74	11,2661	92	0,1958	20	89	9,6432	97	0,1885	98
75	8,8648	82	0,1588	24	90	15,3434	10	0,7711	100
76	15,0458	97	0,2923	26	91	9,5955	6	0,2698	24
77	13,6327	85	0,2165	23	92	20,0201	85	0,0518	17
78	10,8700	97	0,1175	5	93	14,2156	85	0,3750	99
79	13,6614	97	0,0879	94	94	11,7483	97	0,0879	79
80	11,5807	92	0,1341	55	95	12,7860	97	0,3442	18
81	14,4705	85	0,4605	52	96	10,9879	51	0,2426	32
82	18,8190	51	0,8926	12	97	15,9441	15	1,2898	11
83	8,4173	85	0,1012	62	98	7,9165	85	0,0145	56
84	14,2974	92	0,6498	44	99	14,0610	85	0,1705	21
85	20,9468	10	1,3353	68	100	9,3553	10	0,0747	31
MÁXIMO	20,9468		(10 e 85)						
MÍNIMO	0,0145		(56 e 98)						
MÉDIA	3,7001								

TABELA 26b. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência - SINGH (1981), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação C, com três caracteres: altura, dap e volume.

VARIÁVEL	S.J	VALOR EM %
ALTURA	6407,986521	34,99
DAP	4178,634819	22,81
VOLUME	7729,345351	42,20

TABELA 27. Formação de grupos com base no método de aglomeração: otimização de Tocher, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação C, para os caracteres: altura, dap e volume.

GRUPO	PROGÊNIES	TOTAL
I	56-98-64-28-46-34-22-36-23-33-63-54-37-35-88-57-52-62-40-16-1-38-83-87-21	25
II	14-19-20-74-42-44-9-29-45-68-8-32-96-66-2-5-43-78	18
III	30-41-27-53-71-67-61-72-77-7	10
IV	17-92-81-93-99	5
V	3-58-47-76-26-18-25-95-89	9
VI	50-73-70-75-24-91	6
VII	31-100-65-90	4
VIII	79-94-59-13-4-49	6
IX	55-80-86	3
X	12-48-82	3
XI	10-69	2
XII	39-84	2
XIII	11-97	2
XIV	60	1
XV	6	1
XVI	85	1
XVII	15	1
XVIII	51	1

TABELA 28a. Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação D em três caracteres: altura, dap e volume.

MAHALANOBIS (D^2)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
1	7,7849	4	0,2096	16	36	10,8881	51	0,0867	23
2	8,9769	51	0,0131	5	37	10,9297	4	0,2201	31
3	9,4721	82	0,1409	50	38	10,1854	51	0,0636	35
4	19,2792	51	0,9061	49	39	15,1225	82	0,3650	84
5	9,3153	51	0,0131	2	40	8,3197	85	0,0320	18
6	18,4736	51	0,4151	59	41	11,1870	51	0,1468	63
7	12,7925	51	0,1536	77	42	9,2321	17	0,1511	45
8	11,8932	17	0,0003	74	43	7,4463	82	0,1133	47
9	10,5600	17	0,0434	74	44	13,8898	17	0,2415	29
10	18,8671	85	0,7734	81	45	10,0257	17	0,1511	42
11	17,5699	51	0,8545	27	46	7,8550	51	0,0032	16
12	15,9101	51	0,1998	48	47	9,1510	97	0,1133	43
13	12,8201	51	0,1186	36	48	13,1676	51	0,1998	12
14	9,8833	17	0,1272	68	49	13,0703	97	0,0786	79
15	7,6213	17	0,1933	64	50	11,4396	82	0,0582	73
16	7,6492	51	0,0032	46	51	21,0948	82	1,5947	73
17	17,1817	85	0,1256	92	52	10,0720	85	0,2574	93
18	9,1796	85	0,0320	40	53	13,6259	51	0,1753	67
19	8,4598	17	0,0609	20	54	11,1235	51	0,2884	48
20	8,6022	17	0,0609	19	55	11,2738	17	0,0711	24
21	8,4901	85	0,0168	83	56	7,4528	51	0,0352	64
22	9,7495	51	0,1201	98	57	11,8782	51	0,0271	30
23	9,9952	51	0,0867	36	58	12,4951	82	0,4120	76
24	11,9527	17	0,0711	55	59	14,5273	51	0,2151	28
25	11,0163	97	0,1323	78	60	11,7633	4	0,2571	75
26	10,5788	85	0,1426	3	61	17,2618	51	0,1942	67
27	14,0249	51	0,2320	61	62	6,7567	85	0,0364	99
28	11,2295	51	0,1934	22	63	9,3853	51	0,0402	33
29	13,3854	17	0,2415	44	64	6,9780	51	0,0352	56
30	13,0214	51	0,0271	57	65	9,5610	51	0,2670	100
31	10,1519	4	0,2140	1	66	10,2907	97	0,1644	95
32	8,5537	51	0,0448	56	67	16,4872	51	0,1753	53
33	9,3671	51	0,0402	63	68	10,9343	17	0,0597	74
34	7,7020	85	0,1466	99	69	12,9467	85	0,3686	18
35	10,4688	51	0,0635	38	70	9,5182	4	0,2090	3

TABELA 28a.(Cont.) Estimativas de medidas de dissimilaridade entre pares de famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtidas pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2), para a Situação D em três caracteres: altura, dap e volume.

MAHALANOBIS (D ²)									
DISTÂNCIAS					DISTÂNCIAS				
FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM	FAM	MAIOR	FAM	MENOR	FAM
71	15,0429	51	0,1266	72	86	14,5328	17	0,4031	75
72	17,7688	51	0,1266	71	87	12,4919	4	0,2794	41
73	12,7217	82	0,0582	50	88	12,9060	51	0,0451	30
74	11,7797	17	0,0003	8	89	8,5569	51	0,1885	32
75	10,4092	17	0,0980	55	90	15,4498	10	0,6280	100
76	13,1070	82	0,3224	50	91	11,3450	4	0,3990	31
77	14,1143	51	0,1388	71	92	15,6068	85	0,1256	17
78	9,8942	51	0,1322	25	93	11,6924	4	0,2574	52
79	12,0800	51	0,0156	94	94	11,6794	51	0,0156	79
80	13,7255	17	0,4053	68	95	12,1737	97	0,1644	66
81	14,1893	85	0,4422	92	96	14,3136	51	0,3852	54
82	21,0948	51	0,2288	72	97	15,9041	4	0,7565	90
83	8,2744	85	0,0168	21	98	8,3443	51	0,0381	2
84	12,3494	82	0,3650	39	99	6,7846	85	0,0364	62
85	18,8671	10	1,2244	80	100	11,3183	10	0,2670	65
MÁXIMO		21,0948		(51 e 82)					
MÍNIMO		0,0003		(8 e 74)					
MÉDIA		3,4985							

TABELA 28b. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência - SINGH (1981), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação D, em três caracteres: altura, dap e volume.

VARIÁVEL	S.J	VALOR EM %
ALTURA	5426,485622	31,33
DAP	3799,635728	21,94
VOLUME	8091,689778	46,72

TABELA 29. Formação de grupos com base no método de aglomeração: otimização de Tocher, envolvendo as progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação D, e estimativas médias intragrupos para os caracteres: altura, dap e volume.

GRUPO	PROGÊNIES	TOTAL	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³)
I	8-74-9-68-14-45-24-55-44- 42-80-20-75-19-15-54-64- 29-22-43-56-1-98-16-46-2- 32-62-99-5-47-78-28-65	34	23,65	25,25	0,7948
II	79-94-49-25-66-95-89-59- 40	9	24,01	25,50	0,7442
III	21-83-18-3-70-26-50-73- 69-76-84-58	12	21,93	24,97	0,8174
IV	30-57-88-35-38-33-63-27- 41-36-23-13-71-77-53-34- 7-72-61-67-87-52-93-37	24	22,21	23,88	0,6394
V	17-92-81-10	4	22,17	25,28	0,6669
VI	12-48-6-96	4	23,39	23,32	0,6414
VII	31-91-60	3	22,81	25,52	0,8259
VIII	90-100-97	3	22,28	23,10	0,7013
IX	39-86	2	24,41	27,28	0,9817
X	11-82	2	21,63	21,86	0,5195
XI	85	1	23,76	23,27	0,7522
XII	4	1	24,83	24,54	0,6692
XIII	51	1	23,80	29,43	1,0787

TABELA 30. Distâncias médias intra e intergrupos com base no método de aglomeração: otimização de Tocher, envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação D, para os caracteres: altura, dap e volume.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
I	1,2610	2,4383	2,4190	3,5396	6,6386	2,4847	2,1476	3,9804	2,8512	5,9558	4,0817	5,5524	7,8321
II		0,9143	2,9108	3,6913	4,6487	2,6485	4,1135	7,5779	5,7691	6,8173	8,1882	2,3257	11,3338
III			1,7636	4,6305	5,0275	5,8762	2,3279	7,4384	2,4726	9,4815	9,1037	8,0096	3,3901
IV				1,0005	2,6923	3,0549	3,2392	4,3407	8,6656	2,0778	8,3758	7,8080	11,7241
V					0,9648	7,2498	6,0164	10,4651	11,6640	5,9415	16,4612	9,8882	10,8128
VI						0,8711	4,8752	4,1191	7,3690	3,1805	3,7129	3,3203	15,4662
VII							0,8151	2,7668	2,8019	5,9145	5,5765	11,0867	5,0878
VIII								1,0569	6,7150	3,7572	2,7122	12,7802	13,3234
IX									0,7460	13,1276	5,7789	10,7062	3,8038
X										1,1692	7,7044	9,7739	19,3324
XI											0	9,5941	16,5083
XII												0	19,2792
XIII													0

4.3.2. Ganhos na seleção

4.3.2.1. Seleção entre e dentro de progênies

A partir das estimativas de altura, dap e volume obtido na situação D fez-se uma projeção de qual seria o ganho se fosse feita uma transformação do teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas com seleção entre progênies (30%) e dentro de progênies (10%). Assim, as estimativas dos ganhos e da resposta correlacionada com seleção entre e dentro de progênies para os caracteres: altura, dap e volume são apresentados nas Tabelas 31a e 31b.

Como a maior parte da variação genética está dentro de progênies verifica-se que, tanto para os ganhos como a resposta correlacionada as estimativas obtidas dentro de progênies são maiores. O caráter que apresentou o maior ganho foi o volume (30,50%), vindo a seguir o dap (8,59%) e a altura (7,34%). MAGNUSSEN (1993) considera que ganhos da ordem de 6% a 12%, tanto para altura como volume, por ciclo de seleção corresponde a aplicação de uma intensidade de seleção realista de um programa de melhoramento. Portanto, o potencial do material genético do presente estudo está além das expectativas.

Em relação à seleção indireta não houve vantagem para o volume, quando se faz a seleção considerando como caráter principal a altura (27,42%) ou o dap (23,21%), pois as respostas correlacionadas obtidas foram inferiores ao ganho direto na seleção (30,50%). Verifica-se que tal fato não ocorreu, pois embora as correlações genéticas entre os caracteres sejam altas as estimativas de herdabilidade para o volume foram maiores que as obtidas para o dap e altura, não satisfazendo, assim a condição colocada por FALCONER (1981), na qual para que a $RC_{v,d} > GS_v$ seja verdadeira, tem que satisfazer a condição: $r_{A(v,d)} \cdot h_d > h_v$, sendo que isto não ocorreu. Salienta-se, aqui que SAMPAIO (1996) também encontrou estimativas de herdabilidade maiores para volume em duas procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Porém, dada à dificuldade de obtenção das estimativas de volume esse autor considera que a seleção deva ser baseada no dap, em virtude dos altos coeficientes de correlação genética aditiva seguidos de baixos desvios padrões entre esse caráter e o volume.



TABELA 31a. Estimativas de ganhos na seleção entre (GSE e GSE%), dentro de progênies (GSD e GSD%) e total (GS e GS%), envolvendo os caracteres: altura, dap e volume, em progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos (Sit. D) em Selvíria - MS.

Caráter	GSE	GSE(%)	GSD	GSD(%)	GS	GS(%)
Altura (m)	0,52	2,23	1,19	5,11	1,70	7,34
Dap (cm) ⁽¹⁾	0,83	3,33	1,32	5,26	2,15	8,59
Dap (cm) ⁽²⁾	0,96	3,85	1,26	4,89	2,22	8,74
Volume (m ³)	0,08	10,51	0,15	19,99	0,23	30,50

(1) Usando a intensidade de seleção; (2) Usando diretamente o diferencial de seleção (ds).

TABELA 31b. Estimativas da resposta correlacionada na seleção entre (RCE e RCE%), dentro de progênies (RCD e RCD%) e total (RC e RC%), envolvendo os caracteres: altura (A), dap (D) e volume (V), em progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos (Sit. D) em Selvíria - MS.

Caracteres	RCE	RCE(%)	RCD	RCD(%)	RC	RC(%)
AxD ⁽¹⁾	0,41	1,76	0,64	2,78	1,05	4,54
AxV	0,48	2,06	0,91	3,91	1,38	5,97
DxA	0,66	2,63	1,51	6,02	2,17	8,65
DxV	0,83	3,31	1,58	6,30	2,41	9,62
VxA	0,06	8,33	0,14	19,09	0,20	27,42
VxD	0,07	8,99	0,11	14,22	0,17	23,21

⁽¹⁾Resposta correlacionada para altura (A), quando a seleção é feita no diâmetro (D) e assim por diante.

4.3.2.2. Índice multi-efeito

A utilização do Índice Multi-efeito (IME) permite, segundo RESENDE & HIGA (1994a), explorar frações da variância genética aditiva que não são consideradas na seleção entre e dentro de progênies, levando à maximização da precisão na seleção, muito embora, em muitos casos, a inclusão dos efeitos de parcela e blocos pode pouco alterar a seleção.

A comparação entre as estimativas de ganho na seleção entre e dentro de progênies (seleção individual) e o IME, para o caráter dap, é feita com os dados obtidos na Tabela 31a, que utilizaram o diferencial de seleção (ds) na estimativa de ganho ($G_{sED} = 8,74\%$) com as estimativas obtidas pelo IME da Tabela 32 ($G_s = 9,86\%$), o que corresponde a uma eficiência de 1,1281 ($E_f = 9,86/8,74$), ou seja, o IME é 12,81% mais eficiente ou superior que a seleção entre e dentro de progênies, o que recomendaria a sua utilização. SAMPAIO et al. (2000a), trabalhando com procedências e progênies de *P. caribaea* var. *hondurensis*, encontraram eficiências da ordem de 6,45% e 13,18% em volume, para as progênies das procedências de Poptún e Isla de Guanaja, respectivamente. Já SAMPAIO et al. (2000b) encontram eficiência do IME, para volume, em relação à seleção individual da ordem de 24,10% a 38,24% em *Pinus oocarpa*.

A partir da verificação que o uso do IME proporcionou um maior ganho na seleção, foi realizado um estudo mais detalhado sobre a utilização deste índice, contendo suas implicações no ganho na seleção (G_s), no tamanho efetivo (N_e) e na diversidade genética (D). Assim, estudou-se o uso do IME para noventa indivíduos (corresponde ao número de plantas que seriam selecionados por uma seleção entre (30%) e dentro (10%)) em três condições: a primeira considerava os noventa melhores indivíduos selecionados pelo IME independente do número de indivíduos por família (k_f variável); a segunda aplicou-se o IME aos indivíduos que seriam selecionados pela seleção entre e dentro de progênies (k_f igual para todas as famílias); já na terceira foi feita a seleção dos noventa melhores indivíduos para o IME, sendo que o número de indivíduos por família era no máximo igual a cinco ($1 \leq k_f \leq 5$). Essas três condições são apresentadas na Tabela 32. Informações complementares à Tabela 32 são apresentadas nas Tabelas 23A, 24A, 25A e 26A do Apêndice.

As estimativas do IME, da forma como foi estimado, são apresentadas na Tabela 23A, para os dez primeiros e os dez últimos indivíduos. Verifica-se que a amplitude de variação



do IME, para o caráter dap, foi de 4,490 cm a -3,606 cm. Nas estimativas deste índice deve-se atentar para o fato de que as médias da parcela, do bloco e geral receberam pesos negativos (significando que tais valores fenotípicos refletem mais os efeitos ambientais do que genéticos, RESENDE (2001)) já o valor individual e a média da família receberam pesos positivos, indicando serem mais informativos sobre o valor genético. Também observa-se que um dos indivíduos (planta 4, da família 98, na repetição 1) pertencente as progênes testemunhas aparece entre aqueles que possuem o dez melhores índices. Salienta-se que, como o estudo está interessado nas famílias do CCGMPT estas progênes testemunhas não foram levadas em consideração nas três condições estudadas para o IME. Assim, verifica-se que nas Tabelas 24A, primeira condição, 25A, segunda condição e 26A, terceira condição, que fornecem as estimativas do IME para os indivíduos selecionados em cada uma destas condições, que não aparecem indivíduos referentes às progênes testemunhas (97, 98, 99 e 100).

Os dados apresentados na Tabela 32 passam a ser importantes quando se quer ter uma idéia do ganho na seleção e o que a seleção feita para a obtenção deste ganho pode provocar em termos de tamanho efetivo (N_e) e divergência genética (D). Assim, tomando-se por base os indivíduos que seriam selecionados em uma seleção entre e dentro de famílias (seleção individual) e aplicando-se a eles o IME, verifica-se que para a condição (IME - k_f variável) há uma seleção de um número maior de famílias (33), uma diminuição do número de plantas por família (2,73), uma considerável diminuição para o tamanho efetivo populacional (38,58), o que resulta em uma diminuição na divergência genética de 49,76% (0,1570), mas com uma eficiência no ganho na seleção da ordem de 23,56%. Já para a condição (IME - k_f 5 no máximo) observa-se um aumento no número de famílias selecionadas (40), uma diminuição no número de indivíduos por família (2,25), uma diminuição no tamanho efetivo (55,99), porém ficando bem próximo ao da seleção individual, uma pequena diminuição na divergência genética 11,78% (0,2757), e uma eficiência no ganho da ordem de 19,42%. Assim, esta última condição seria a recomendável, pois consegue associar uma boa eficiência no ganho na seleção, mantendo a divergência genética em níveis compatíveis com a seleção individual. Portanto, recomenda-se quando aplicar o IME e também tiver a preocupação de manter uma divergência genética razoável de estabelecer um k_f máximo, conforme os dados em questão (RESENDE, 2001).



TABELA 32. Comparação entre os indivíduos selecionados pelos métodos de seleção estudados em progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos (Sit. D), em Selvíria - MS, com base no IME.

IME - k_f : variável				Seleção E+D		IME - k_f : 5 no máximo			
FAM	k_f	FAM	k_f	FAM	k_f	FAM	k_f	FAM	k_f
3	2	89	1	3	3	1	1	76	5
10	3	91	1	10	3	3	2	79	1
14	1	94	1	15	3	10	4	83	2
18	1			18	3	14	1	84	4
20	1			19	3	18	1	86	5
24	1			21	3	19	1	87	1
25	1			24	3	20	1	89	2
26	5			25	3	24	1	91	1
39	5			26	3	25	1	94	1
40	1			39	3	26	5	95	1
44	1			40	3	32	1		
46	1			42	3	39	5		
47	1			43	3	40	1		
48	1			47	3	43	1		
49	1			50	3	44	1		
50	3			51	3	46	1		
51	16			55	3	47	2		
55	1			58	3	48	2		
58	4			60	3	49	1		
60	2			62	3	50	5		
69	4			66	3	51	5		
70	2			69	3	52	1		
73	9			70	3	55	2		
74	1			73	3	58	5		
75	1			75	3	60	2		
76	6			76	3	69	4		
83	2			83	3	70	3		
84	2			84	3	73	5		
86	7			86	3	74	1		
87	1			95	3	75	1		
N				90 - 216		90			
N_f				30 - 26		40			
$\bar{k}_f$				3,00 6		2,25			
σ_{kf}^2				0 0		2,6538			
N_e				60		55,99			
IME (cm)				1,998		2,386			
G_s (%)				7,98		9,53			
Ef. (%)				-----		19,42			
D				0,3125		0,2757			

IME: Índice Multi-efeito; N: nº de indivíduos selecionados; N_f : nº de famílias selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por família; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por família; σ_{kf}^2 : variância do nº de indivíduos selecionados por família; N_e : tamanho efetivo; G_s : Ganho na seleção; Ef.: eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênes; N_{fo} = 96 (progênes do CCGMPT); D: Diversidade genética.

5. CONCLUSÕES

Existe variabilidade genética para os caracteres estudados, evidenciando a possibilidade de ganhos genéticos através de seleção;

Como a seleção foi feita apenas dentro de famílias (desbaste dos piores indivíduos), o teste de progênies manteve boa parte da sua variabilidade genética inicial e abriu perspectivas para a exploração desse teste de progênies como um Pomar de Sementes por Mudas e/ou Clonal;

As maiores estimativas de herdabilidade para os caracteres estudados foram obtidas em nível de média de famílias. Essas estimativas apresentaram uma tendência de pouca variação com o tempo, sendo que isto foi possível de ser observado no caráter dap, pois foi estudado em todas as situações: antes, durante e após o desbaste;

O estudo das correlações evidenciou altas estimativas entre os caracteres de crescimento e praticamente nula em relação à densidade básica da madeira. A análise do coeficiente de trilha foi útil para esclarecer a natureza das correlações existentes entre os vários caracteres estudados, sendo que a variável volume é determinada em grande parte pelo dap, tendo a altura uma participação secundária. Este fato significa, na prática, que a avaliação do diâmetro seria suficiente para se obter uma seleção, tendo por objetivo o aumento do volume;

A estimativa da distância generalizada de Mahalanobis, identificando a maior e a menor divergência para cada uma das progênies estudadas e a separação das progênies em grupos mutuamente exclusivos, pelo método de agrupamento da otimização de Tocher, forneceram informações importantes para futuros programas de melhoramento a partir deste teste de progênies que venham a utilizar: hibridação e/ou retrocruzamento;

O uso do um índice multi-efeitos aplicado ao caráter dap, na situação D, apresenta maiores ganhos que a seleção entre e dentro de progênies. No entanto, recomenda-se, quando usar este índice, selecionar no máximo cinco indivíduos por progênies, podendo este número ser variável para outras situações, com a finalidade de permitir maiores ganhos e manter a diversidade genética próxima de uma seleção entre e dentro de progênies.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP. Normas de ensaios da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, São Paulo, Brasil. (ABCP M 14/70).
- AGUIAR, I.B., MORAES, M.L.T. Comportamento de espécies e variedades de *Pinus* em Jaboticabal-SP: resultados aos 4 anos. **Científica**, Jaboticabal, v.7, n.3, p.471-7, 1979.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Trad. A. BLUMENSCHNEIN, E. PATERNIANI, J.T.A. GURGEL, R. VENCovsky. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.
- ALLEN, P.J. Selection indices for the genetic improvement of caribbean pine to increase sawn timber production. **Australian Forestry**, Melbourne, n.55, p.90-95, 1993.
- AMARAL, A.C., FERREIRA, M., COUTO, H.T.Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira em populações de pinheiros tropicais. **IPEF**, Piracicaba, v.15, p.47-67, 1977.
- ASSIS, T.P., BRUNE, A., NASCIMENTO FILHO, M.B., FONSECA, J.B. Testes de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Silvicultura**, São Paulo, v.28, n.8, p.165-67, 1983.
- BALLONI, E. A., JACOB, W.S., SIMÕES, J.W. Resultados parciais de experimentação desenvolvidos pelo setor de implantação florestal com diferentes espécies de *Pinus*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.6, n.18, p.75-87, 1978.
- BARNES, R.D., MULLIN, L.J., BATLLE, G. Genetic control of eighth year traits in *Pinus patula* Schiede and Deppe. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.41, n.6, p.318-326, 1992a.
- BARNES, R.D., MULLIN, L.J., BATTLE, G.C. Genetic control of fifth year traits in *Pinus patula* Schiede and Deppe. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.41, n.4-5, p.242-248, 1992b.
- BARRICHELO, L.E.G. **Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr. e Golf. para produção de celulose Kraft**. Piracicaba, 1979. 167p. (Livre-Docência - ESALQ/USP).
- BARRICHELO, L.E.G. Caracterização de madeiras de *Pinus* spp. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.3, n.14, p.100-112, 1984.
- BARRICHELO, L.E.G., BRITO, J.O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **IPEF**, Piracicaba, n.18, 81-102, 1979.
- BARRICHELO, L.E.G., KAGEYAMA, P.Y., SPELTZ, R.M., BONISH, H.J., BRITO, J.O., FERREIRA, M. Estudos de procedências de *Pinus taeda* visando seu aproveitamento industrial. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.6, n.18, p.1-14, 1978.
- BERTOLANI, F. Programas em andamento e problemas básicos em florestas implantadas de pinheiros tropicais. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.1-4, 1983.
- BRITO, J.O., BARRICHELLO, L.E.G., FERREIRA, M. O melhoramento dos caracteres da madeira frente à produção de celulose e papel. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.6, n.19, p.95-115, 1978.
- BUENO FILHO, J.S.S. **Seleção combinada versus seleção sequencial no melhoramento de populações florestais**. Piracicaba, 1992. 96p. (Mestrado - ESALQ/USP).



- CASER, R.L. **Variações genéticas e interações com locais em *Pinus* tropicais e suas associações com parâmetros climáticos.** Piracicaba, 1984. 104p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- COCHRAN, W.G., COX, G.M. **Diseños experimentales.** 7.ed. Editorial Trillas: México, 1981. 661p.
- CORNELIUS, J. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in Forest trees. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.24, p.372-379. 1994.
- CORREA, A.M.V. **Variação das características anatômicas e da densidade básica da madeira em árvores de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari em função do espaçamento de plantio.** Piracicaba 68p. 1995. (Mestrado - ESALQ/USP).
- COSTA E SILVA, J., WELLENDORF, H., PEREIRA, H. Clonal variation in wood quality and growth in young sitka spruce (*Picea sitchensis* (BONG.) Carr.): Estimation of quantitative genetic parameters and index selection for improved pulpwood. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.47, n.1, p.20-33, 1998.
- COTTERILL, P.P. Short note: Numbers of families and progeny required for provenance testing. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.39, n.2, p.82-83, 1990.
- COTTERILL, P.P., CORRELL, R.L. BOARDMAN, R. Methods of estimating the average performance of families across incomplete open-pollinated progeny testes. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.32, n.1-3, p.28-32, 1983.
- COTTERILL, P.P., DEAN, C.A. **Successful tree breeding with index selection.** CSIRO, Melbourne, 1990, 80p.
- COTTERILL, P.P., JAMES, J.W. Number of offspring and plot sizes required for progeny testing. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.33, n.6, p.203-09, 1984.
- COTTERILL, P.P., ZED, P.G. Estimatives of genetic parameters for growth and form traits in for *Pinus radiata* D. Don progeny tests in south Australia. **Australian Forest Research**, Melbourne, v.10, p.177-67, 1980.
- COWN, D.J. Wood density of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Grown in Fiji. **New Zealand journal of Forestry Science**, New Zealand, v.11, n.3, p.244-53, 1981.
- CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas.** Piracicaba, 1990. 187p. (Doutorado - ESALQ/USP).
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- DEAN, C.A., COTTERILL, P.P., CAMERON, J.N. Genetic parameters and gains expected from multiple trait selection of radiata pine in eastern Victoria. **Australian Forest Research**, Melbourne, v.13, p.271-78, 1983.
- DEAN, C.A., COTTERILL, P.P., EISEMANN, R.L. Genetic parameters and gains expected from selection in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Northern Queensland, Australia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.35, n.5-6, p.229-236, 1986.
- DEMATTE, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do Câmpus experimental de Ilha Solteira.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. 114p. (mimeografado).
- DIAS, L.A.S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A.C. (Ed.) **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins; fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos.** Viçosa: UFV, 1998. p.405-475.



- DIAS, L.A.S. **Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. Piracicaba, 1994, 94p. (Doutorado - ESALQ/USP).
- DIAS, L.A.S., KAGEYAMA, P.Y., CASTRO, G.C.T. **Divergência fenética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. *Agrotropica*, Itabuna, v.9, n.1, p.29-40, 1997.
- EINSPAHR, W., GODDARD, R.E., GARDNER, H.S. **Slash pine, wood and fiber property heritability study**. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.13, n.4, 103-9, 1964.
- FALCONER, D.S. **Introdução a genética quantitativa**. Trad. M. A. SILVA, J.C. SILVA. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279p.
- FATOS-SÍNTESE Estatísticas -Setor de Celulose - Área Total Reflorestada. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, nov. n.7, 1995.
- FATOS-SÍNTESE Estatística. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, abr. n.19, 1996.
- FERREIRA, M. **International provenance trial of *Pinus oocarpa* in Agudos and Piracicaba (São Paulo, Brazil)**. In: TROPICAL PROVENANCE AND PROGENY RESEARCH AND INTERNATIONAL COOPERATION, Nairobi, Kenia, 1973. **Proceedings**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute (Eds. Burley, J. & Nikles, D.G.), 1973. p.103-105.
- FONSECA, S.M. **Estimação e interpretação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal**. In: CURSO PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM SILVICULTURA, 1979. Piracicaba: IPEF, 1979. p.H₁ - H₂₀
- GERALDI, I.O. **Estimação de parâmetros genéticos para caracteres do pendão de milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento**. Piracicaba, 1977. 103p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- GOLFARI, L. **Distribución geográfica de las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet en Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil**. In: JORNADAS SOBRE *Pinus caribaea*. Eldorado, Misiones, Argentina 25-26 abr. 1991.
- GURGEL GARRIDO, L.M.A., KAGEYAMA, P.Y. **Alterações nas estimativas dos parâmetros genéticos de produção de resina de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, em consequência de desbaste**. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.5, n.2, p.123-31, 1993.
- HARDING, K.J., KANOWSKI, P.J., WOOLASTON, R.R. **Preliminary genetic parameter estimates for some wood quality traits of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland, Australia**. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.40, n.3/4, p.152-156, 1991.
- HARDING, K.J., WOOLASTON, R.R. **Genetic parameters for wood and growth properties in *Araucaria cunninghamii***. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.40, n.5/6, p.232-237, 1991.
- HERNÁN-RODRÍGUEZ, G. **Recombinação entre árvores superiores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret & Golfari e seus reflexos na variação genética entre e dentro de suas progênes**. Piracicaba, 1997. 66p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira, UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação. Série Irrigação, 1).



- HIGA, A.R., KAGEYAMA, P.Y., FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. taeda*. **IPEF**, Piracicaba, n.7, p.79-89, 1973.
- HODGE, G.R., WHITE, T.L. Genetic parameter estimates for growth traits at different ages in slash pine and some implications for breeding. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.41, n.4-5, p. 252-262, 1992.
- HYLEN, G. Genetic variation of wood density and its relationship with growth traits in young norway spruce. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.46.n.1. p.55-60, 1997.
- KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético de pinheiros tropicais no Brasil. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.17-21, 1983a.
- KAGEYAMA, P. Y. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos-SP. Piracicaba, 1977. 82p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, 1980. 125p. (Doutorado - ESALQ/USP).
- KAGEYAMA, P.Y. Seleção precoce a diferentes idades em progênes de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, 1983b. 147p. (Livre-Docência - ESALQ/USP).
- KAGEYAMA, P.Y., PINTO JÚNIOR, J.E., MORA, A.L., NICOLIELO, N. Half-sib progeny trial of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from selected superior trees of Australian populations. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.97-99, 1983.
- KAGEYAMA, P.Y., PIRES, I.E., HERRERA PRERA, L.E. Phenotypic and genotypic variations for foxtail growth in *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. In: PROCEEDINGS OF A JOINT CONFERENCE OF IUFRO, Mutare, Zimbabwe, abr. 1984. p.526-534. 1984.
- KAGEYAMA, P.Y., SPELTS, R.M., SILVA, A.P., FERREIRA, M. Variação genética entre e dentro de progênes de *Pinus patula* Schiede e Deppe na região de Telêmaco Borba - PR. **IPEF**, Piracicaba, n.15, p.21-39, 1977.
- KAGEYAMA, P.Y., VALERI, S.V., BARRICHELO, L.E.G. Variação da densidade básica da madeira de árvores superiores de *Pinus taeda*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.6, n.18, jul. 1978. p.15-19.
- KEIDING, H. Selection of individual trees. In: FAO/DANIDA. Training Course on Forest Tree Improvement. Rome, FAO, 1974. p.165-75.
- KING, J.N., BURDON, R.D. Time trends in inheritance and projected efficiencies of early selection in a large 17-year-old progeny test of *Pinus radiata*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 21, p.1200-1207, 1991.
- KUNG, F.H. Adjustment and interpretation of progeny tests when only the best tree in each plot is measured. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.26, n.2/3, p.117-119, 1977.
- KUSNANDAR, D., GALWEY, N.W., HERTZLER, G.L., BUTCHER, T.B. Age trends in variances and heritabilities for diameter and height in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Western Australia. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.47, n.2-3, p. 136-141, 1998.
- KHIARI, S.K., IDDI, S. Basic density of wood of *Pinus caribaea* grown in Zanzibar, United Republic of Tanzania. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v.4, n.2, p.113-118, 1991.
- LAMB, A.F.A. *Pinus caribaea*. Oxford: Departament of Forestry, 1973. 1v.



- MORAES, M.L.T. KAGEYAMA, P.Y., JACOMINO, A.P. Parâmetros genéticos em progênes de *Pinus kesiya* Royle ex Gordon, em diferentes idades na região de Selvíria-MS. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 6. Campos do Jordão, 1990. **Anais**. São Paulo, SBS-SBEF, 1990. v.3, p.496-502.
- MOURA, V.P.G., DVORAK, W.S., NOGUEIRA, M.V.P. Variação da densidade básica da madeira, volume e matéria seca do tronco de *Pinus tecunumanii*, procedência de Mount Pine ridge, Belize, em planaltina, Distrito Federal, Brasil. **Sientia Forestalis**, Piracicaba, n.53, p.7-14, 1998.
- MOURA, V.P.G., PARCA, M.L.S., SILVA, M.A. Variação da densidade básica da madeira de espécies e procedências de *Pinus* centro-americanos em três locais na região dos cerrados. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.22/23, jan./dez. 1991, p. 29-44.
- NAMKOONG, G., KANG, H.C., BROUARD, J.S. **Tree breeding: principles and strategies**. New York: Springer-Verlag, 1988. 180p.
- NASCIMENTO, J.R., KIZE, C.M. Diagnóstico sobre sementes florestais. In: **DIAGNÓSTICO DO SUBSISTEMA DE PRODUÇÃO FLORESTAL**. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, COPLAN, Brasília, p.123-178. 1978.
- NICHOLLS, J.W.P. Preliminary observations on the change with age of the heritability of certain wood characters in *Pinus radiata* clones. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.16, n.1, p.18-20, 1967.
- NICHOLLS, J.W.P., DADSWELL, H.E., FIELDING, J.M. The heritability and wood characteristics of *Pinus radiata*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.13, n.3, p.68-71, 1964.
- NICOLIELO, N. **Comportamento de procedências de *Pinus caribaea* Morelet na região de Agudos-SP**. Piracicaba, 1984. 97p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- OTEGBEYE, G.O. Genetic variation in growth and form characteristics of *Pinus caribaea*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.37, n.5/6, p.232-236, 1988.
- PAIVA, J.R. Divergência genética entre clones primários de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.607-615. 1994.
- PAULA, R.C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal**. Viçosa, 1997. 74p. (Doutorado - UFV).
- PEREIRA, A.V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Piracicaba, 1989. 180p. (Doutorado - ESALQ/USP).
- PEREIRA, J.C.D. **A influência do ritmo de crescimento na densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii***. Piracicaba, 1982. 98p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- PINTO JÚNIOR, J.E., KAGEYAMA, P.Y. JACOB, W.S. Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT - Desenvolvimento do Programa. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.51, p.1-9, 1979.
- PIRES, I.E. **Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético de *Eucalyptus* spp.** Viçosa, 1996. 116p. (Doutorado - UFV).
- POLGE, H., ILLY, G. Héritabilité de la densité du bois et corrélations avec la croissance étudiées à l'aide de tests non destructifs sur plants de pins maritimes de quatre ans. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.17, n.5/6, p.173-81, 1968.



- MORAES, M.L.T. KAGEYAMA, P.Y., JACOMINO, A.P. Parâmetros genéticos em progênies de *Pinus kesiya* Royle ex Gordon, em diferentes idades na região de Selvíria-MS. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 6. Campos do Jordão, 1990. **Anais**. São Paulo, SBS-SBEF, 1990. v.3, p.496-502.
- MOURA, V.P.G., DVORAK, W.S., NOGUEIRA, M.V.P. Variação da densidade básica da madeira, volume e matéria seca do tronco de *Pinus tecunumanii*, procedência de Mount Pine ridge, Belize, em planaltina, Distrito Federal, Brasil. **Sientia Forestalis**, Piracicaba, n.53, p.7-14, 1998.
- MOURA, V.P.G., PARCA, M.L.S., SILVA, M.A. Variação da densidade básica da madeira de espécies e procedências de *Pinus* centro-americanos em três locais na região dos cerrados. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.22/23, jan./dez. 1991, p. 29-44.
- NAMKOONG, G., KANG, H.C., BROUARD, J.S. **Tree breeding: principles and strategies**. New York: Springer-Verlag, 1988. 180p.
- NASCIMENTO, J.R., KIZE, C.M. Diagnóstico sobre sementes florestais. In: **DIAGNÓSTICO DO SUBSISTEMA DE PRODUÇÃO FLORESTAL**. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, COPLAN, Brasília, p.123-178. 1978.
- NICHOLLS, J.W.P. Preliminary observations on the change with age of the heritability of certain wood characters in *Pinus radiata* clones. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.16, n.1, p.18-20, 1967.
- NICHOLLS, J.W.P., DADSWELL, H.E., FIELDING, J.M. The heritability and wood characteristics of *Pinus radiata*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.13, n.3, p.68-71, 1964.
- NICOLIELO, N. **Comportamento de procedências de *Pinus caribaea* Morelet na região de Agudos-SP**. Piracicaba, 1984. 97p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- OTEGBEYE, G.O. Genetic variation in growth and form characteristics of *Pinus caribaea*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.37, n.5/6, p.232-236, 1988.
- PAIVA, J.R. Divergência genética entre clones primários de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.607-615. 1994.
- PAULA, R.C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal**. Viçosa, 1997. 74p. (Doutorado - UFV).
- PEREIRA, A.V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Piracicaba, 1989. 180p. (Doutorado - ESALQ/USP).
- PEREIRA, J.C.D. **A influência do ritmo de crescimento na densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii***. Piracicaba, 1982. 98p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- PINTO JÚNIOR, J.E., KAGEYAMA, P.Y. JACOB, W.S. Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT - Desenvolvimento do Programa. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.51, p.1-9, 1979.
- PIRES, I.E. **Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético de *Eucalyptus* spp.** Viçosa, 1996. 116p. (Doutorado - UFV).
- POLGE, H., ILLY, G. Héritabilité de la densité du bois et corrélations avec la croissance étudiées à l'aide de tests non destructifs sur plants de pins maritimes de quatre ans. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.17, n.5/6, p.173-81, 1968.



- PORTERFIELD, R.L., ZOBEL, B.J., LEDIG, F.T. Evaluations the efficiency of tree improvement programs. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.24, n.2/3, p.33-44, 1975.
- PSWARAYI, I.Z., BARNES, R.D., BIRKS, J.S., KANOWSKI, P.J. Genetic parameter estimates for production and quality traits of *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliotti* in Zimbabwe. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.45, n.4, p.216- 222. 1996.
- RESENDE, M.D.V. Correlações nas expressões do progresso genético com seleção em função da amostragem finita dentro de famílias e populações e implicações no melhoramento florestal. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.22/23, p.61-77, 1991.
- RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: EMBRAPA, 2001. 917 p. (no prelo).
- RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. In: BOREM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999a. p.589-647.
- RESENDE, M.D.V. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. Curitiba, 1999b. 434p. (Doutorado - Universidade Federal do Paraná).
- RESENDE, M.D.V. Seleção precoce no melhoramento genético florestal. In: WORKSHOP SIF/UFV: Métodos de seleção. Belo Horizonte, 1994. Viçosa: UFV, p. 58-74, 1995.
- RESENDE, M.D.V., FERNANDES, J.S.C. Procedimento BLUP individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. *Revista de Matemática e Estatística*, Marília, v.17, p.87-109, 1999.
- RESENDE, M.D.V., HIGA, A.R. Estratégias de melhoramento para eucaliptos, visando à seleção de híbridos. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.21, p.49-60, 1990.
- RESENDE, M.D.V., HIGA, A.R. Aplicación de tecnicas de analisis multivariado en el estudio de la divergência genetica entre procedências de *Eucalyptus viminalis*. In: **JORNADAS SOBRE EUCALIPTOS DE ALTA PRODUCTIVIDAD**, 1991, Buenos Aires, 1991. *Actas ...* Buenos Aires: CIEF, 1991, p.139-54.
- RESENDE, M.D.V., HIGA, A.R. Estimación de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleção em um caráter com base em informações do indivíduo e seus parentes. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.28/29, p.11-36, 1994b.
- RESENDE, M.D.V., HIGA, A.R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.28/29, p.37-55, 1994a.
- RESENDE, M.D.V., OLIVEIRA, E.B., HIGA, A.R. Utilização de índices de seleção no melhoramento de eucalipto. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.21, p.1-13, 1990.
- RESENDE, M.D.V., ARAÚJO, A.J., SAMPAIO, P.T.B., WIECHETECK, M.S.S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variâncias de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Floresta*, Curitiba, v.25, n.1/2, p.3-16, 1995.
- RESENDE, M.D.V., SOUZA, S.M., HIGA, A.R., STEIN, P.P. Estudos da variação genética e métodos de seleção em teste de progênies de *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.22/23, p.45-59, 1991.



- REZENDE, M.A., FERRAZ, E.S.B. Produtividade de *Pinus* no litoral norte do estado da Bahia. **Científica**, São Paulo, v.20, n.1, p.73-83, 1992.
- ROBINSON, H.F., COMSTOCK, R.B., HARVEY, D.H. Genotypic and phenotypic correlation in corn and their implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, p.282-87, 1951.
- ROMANELLI, R.C. Variabilidade genética para produção de resina associada às características de crescimento em uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. Na região de Itapetininga-SP. Piracicaba, 1988. 101p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- ROSA, P.R.F. Teste de procedência de *Pinus oocarpa* Schiede em três regiões do Estado de São Paulo. Jaboticabal, 1981. 79p. (Mestrado - FCAVJ/UNESP).
- ROZENBERG, P., CAHALAN, C. Spruce and wood quality: Genetic aspects (A Review). **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.46, n.5, p.270-279, 1997.
- SAMPAIO, P.T.B. Variação genética entre procedências e progênes de *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus maximinoi* e métodos de seleção para melhoramento genético. Curitiba, 1996. 169p. (Doutorado - Universidade Federal do Paraná).
- SAMPAIO, P.T.B., RESENDE, M.D.V., ARAÚJO, A.J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2243-2253, 2000a.
- SAMPAIO, P.T.B., RESENDE, M.D.V., ARAÚJO, A.J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus oocarpa* Schiede. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: Silvicultura Ambiental. Blumenau: SOBRADE, 2000b. (CD - ROM).
- SANTOS, P.E.T., KAGEYAMA, P.Y., FERREIRA, M. Genetic conservation and breeding strategy of *Pinus caribaea* Morelet: results of progeny trials established in Brazil and in Argentina. In: DIETERS, M.J., MATHESON, A.C., NIKLES, D.G., HARWOOD, C.E., WALKER, S.M., ed. **Tree improvement for sustainable tropical forestry: proceedings of the QFRI - IUFRO Conference**, Caloundra, 1996. Gympie: DPI, CSIRO, 1996. v.2, p.338-341.
- SANTOS, P.E.T., MARTINI, S.L., SANTOS, M.M.F.B. Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.161, p.1-5, 1988.
- SAVILL, P.S., KANOWSKI, P.J., GOURLAY, D.I., JARVIS, A.R. Short Note: Genetic and intra-tree variation in the number of sapwood rings in *Quercus robur* and *Q. petraea*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.42, n.6, p.371-375, 1993.
- SCHERMANN, N., ADAMS, W.T., AITKEN, S.N., BASTIEN, J.C. Genetic parameters of stem form traits in a 9-year-old coastal douglas-fir progeny test in Washington. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.46, n.2-3, p.166-170, 1997.
- SEBBENN, A.M., PIRES, C.L.S., SALDANHA, H.X., ZANATTO, A.C.S. Teste de progênes de polinização livre de *Pinus tecunumanii* (Eq. Et Per.) Styles de San Rafael Del Norte, na região de São Simão, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.7, n.2, p.241-252, 1995.



- SEHGAL, R.N., CHAUHAN, S.K. , DHALL, S.P. Half-sib progeny evaluation in Chir Pine. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.44, n.2-3, p.61-62, 1995.
- SHELBOURNE, C.J.A., COCKREN, F.R.M. Progeny and clonal test designs for New Zealand's tree breeding programs. *Report N. Z. For Res. Tree Improvement*, v.41, p.1-15, 1969.
- SHELBOURNE, C.J.A., LOW, C.B. Mult-trait index selection and associated genetic gains of *Pinus radiata* at five sites. *New Zealand Forest Science*, Rotorua, v.10, p.397-24, 1980.
- SILVA, A.A. Uso de diferentes tipos de explantes e progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr. Et Golf. para obtenção de organogênese direta e indireta, através de cultura de células e tecidos. Piracicaba, 1989. 141p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- SILVA JÚNIOR, F.G. Utilização múltipla da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para produção de celulose kraft. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.9, n.27, p.56-62. 1993.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, v.41, n.2, p.237-245, 1981.
- SMITH, C.K., WHITE, T.L. , HODGE, G.R. Genetic variation in second-year slash pine shoot traits and their relationship to 5- and 15-year volume in the field. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.42. n.4-5, p.266-275, 1993.
- SMITH, W.J. The heritability of fibre characteristics and its application to wood quality improvement in forest trees. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.16, n.2, p.41-50, 1967.
- StCLAIR, J.B. Genetic variation tree structure and its relation to size in douglas-fir. I. Biomass partitioning, foliage efficiency, stem form, and wood density. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v.24, p.1226-1235, 1994a.
- StCLAIR, J.B. Genetic variation tree structure and its relation to size in douglas-fir. II. Crown form, branch characters, and foliage characters. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v.24, p.1236-1247, 1994b.
- TAUER, C.G., McNEW, R.W. Inheritance and correlation of growth of shortleaf pine in two environments. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.34, n.1, p.5-11, 1985.
- THOMAS, B.R., MACDONALD, S.E. , DANCİK, B.P. Variance components, heritabilities and gain estimates for growth chamber and field performance of *Populus tremuloides*: Growth parameters. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.46, n.6, p.317-326, 1997a.
- THOMAS, B.R., MACDONALD, S.E. , DANCİK, B.P. Variance components, heritabilities and gain estimates for growth chamber and field performance of *Populus tremuloides*: Gas exchange parameters. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.46. n.6, p.309-317, 1997b.
- TURVEY, D.N., SMETHURST, P.J. Variations in wood density of *Pinus radiata* D. Don across soil types. *Australian Forest Research*, Melbourne, v.15, p.45-9, 1985.
- VARGAS-HERNANDEZ, J., ADAMS, W.T. Genetic variation of wood density components in young coastal Douglas-fir: implications for tree breeding. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v.21, p.1801-1807. 1991.
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.C. (Coord.) *Melhoramento e genética*. São Paulo: Melhoramentos, 1969. p.17-37.



- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. , VIÉGAS, G.P. (Coord.) **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, 2ª ed., p.135-214.
- VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- WEI, X., BORRALHO, N.M.G. Genetic control of wood basic density and bark thickness and their relationships with growth traits of *Eucalyptus urophylla* in south East China. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.46, n.4. p.245-250, 1997.
- WHITE, T.L., HODGE, G.R. Indirect prediction of genetic values. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.40, n.1, p.20-28, 1991.
- WHITE, T.L., HODGE, G.R. Test designs and optimum age for parental selection in advanced-generation progeny test of slash pine. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.41, n.4-5, p.293-302, 1992.
- WHITE, T.L., HODGE, G.R., POWELL, G.L. An advanced-generation tree improvement plan for slash pine in the Southeastern United States. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.42, n.6. p.359-371, 1993.
- WOESSNER, R.A. Programa de melhoramento genético de pinheiros em Jari. *Silvicultura*, São Paulo, v.8, n.29, p.153-155, 1983.
- WOOLASTON, R.R., KANOWSKI, P.J., NIKLES, D.G. Genetic parameters estimates for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Coastal Queensland, Australia. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.39, n.1, p.21-28, 1990.
- WOOLASTON, R.R., KANOWSKI, P.J., NIKLES, D.G. Genotype-environment interactions in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland, Australia. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.40, n.5/6, p. 228-232, 1991.
- WRIGHT, J.A. **Introduction to forest genetics**. New York: Academic Press, 1976. 463p.
- WRIGHT, J.A. **Mejoramiento genetico e los arboles forestales**. Roma: FAO, 1964. 436p.
- WRIGHT, J.A. Variation in wood properties of *Pinus oocarpa* and *P. patula* spp. *tecunumanii* provenances as six sites. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.30, n.1, p.1-4, 1990.
- WRIGHT, J.A., GIBSON, G.L., BARNES, R.D. Provenance variation in stem volume and wood density of *Pinus caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* spp. *tecunumanii* in Puerto Rico. *Turrialba*, San Jose, v.38, n.2, p.123-26, 1988.
- WRIGHT, J.A., GIBSON, G.L., BARNES, R.D. Variation of stem volume and wood density of provenances of *Pinus oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii* at Agudos, São Paulo, Brazil. *IPEF*, Piracicaba, n.32, p.21-23, 1986.
- XAVIER, A., BORGES, R.C.G., CRUZ, C.D., CECON, P.R. Aplicação da análise multivariada da divergência genética no melhoramento de *Eucalyptus* spp. *Revista Árvore*, Viçosa, v.20, n.4, p.495-505, 1996.
- XIE, C.Y., YING, C.C. Heritabilities, age-age correlations, and early selection in lodgepole pine (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*). *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.45, n.2-3, p.101-107, 1996.
- YANCHUK, A.D., KISS, G.K. Genetic variation in growth and wood specific gravity and its utility in the improvement of interior spruce in British Columbia. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.42, n.2-3, p.141-148, 1993.
- YANG, R. C., DHIR, N.K., BARNHARDT, L. K. Comparative assessment of genetic variation of young high-elevation lodgepole pine for height and western gall rust resistance across two sites in Alberta. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v.28, p.478-484, 1998.
- ZOBEL, B.J. Inheritance of wood properties in conifers. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.10, n.3, p.67-70, 1961.
- ZOBEL, B.J., JETT, B.J. **Genetics of wood production**. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 337p.
- ZOBEL, B.J., TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 496p.

APÊNDICE

TABELA 1.A: Dados utilizados para os resultados das análises de variância para caráter rabo de raposa (*foxtail*), sendo estes transformado em : $\sqrt{X + 0,5}$

NOTA	DESCRIÇÃO	DADOS TRANSFORMADOS
0	Ausência de <i>foxtail</i>	0,7071
1	Internódio com 1,5 m	1,2247
2	Internódio entre 1,5-3,0 m	1,5811
3	3,0-4,5 m	1,8708
4	4,5-6,0 m	2,1213
5	6,0-7,5 m	2,3452
6	7,5-9,0 m	2,5495
7	9,0-10,5 m	2,7386
8	10,5-12,0 m	2,9155
9	12,0-13,5 m	3,0822

TABELA 2A: Dados utilizados para os resultados das análises de variância para o caráter forma do fuste, sendo estes transformado em : $\sqrt{X}$

NOTA	DESCRIÇÃO	VALOR TRANSFORMADO
1	Descartável – (fuste com defeito grave) não aproveitável.	1
2	Regular – (fuste com defeito grave; tortuosidade acentuada nos terços médios e superior) aproveitável parcialmente.	1,4142
3	Aceitável – (fuste com defeito bastante visível, tortuosidade leve nos terços médios e superior) aproveitável.	1,7320
4	Bom - (fuste com defeito pouco visível, tortuosidade apenas no terço superior) aproveitável.	2
5	Excelente – (fuste sem defeito) aproveitável	2,2361

TABELA 3A Estimativa do quociente de forma do fuste com casca (q) e sem casca ($q_{s/c}$) obtido em cada uma das parcelas do teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Progênies	X		Y		Z	
	q	$q_{s/c}$	q	$q_{s/c}$	q	$q_{s/c}$
1	0,69	0,70	0,63	0,67	0,59	0,62
2	0,68	0,71	0,63	0,65	0,56	0,59
3	0,67	0,73	0,65	0,69	0,60	0,66
4	0,61	0,64	0,57	0,61	0,61	0,64
5	0,62	0,67	0,62	0,69	0,65	0,68
6	0,57	0,67	0,57	0,60	0,61	0,63
7	0,64	0,62	0,60	0,64	0,58	0,63
8	0,70	0,66	0,66	0,71	0,65	0,67
9	0,72	0,72	0,63	0,67	0,65	0,69
10	0,55	0,74	0,57	0,64	0,58	0,63
11	0,65	0,58	0,64	0,71	0,59	0,62
12	0,64	0,69	0,62	0,67	0,59	0,64
13	0,47	0,68	0,65	0,69	0,59	0,64
14	0,66	0,49	0,68	0,73	0,66	0,70
15	0,59	0,67	0,62	0,63	0,63	0,67
16	0,65	0,62	0,61	0,68	0,68	0,71
17	0,64	0,69	0,56	0,57	0,54	0,57
18	0,66	0,70	0,62	0,66	0,52	0,53
19	0,70	0,69	0,69	0,74	0,65	0,71
20	0,63	0,73	0,71	0,74	0,67	0,70
21	0,70	0,66	0,64	0,68	0,57	0,60
22	0,66	0,72	0,59	0,64	0,60	0,63
23	0,56	0,62	0,60	0,64	0,63	0,62
24	0,65	0,70	0,64	0,68	0,70	0,75
25	0,61	0,64	0,54	0,58	0,61	0,72
26	0,63	0,68	0,59	0,67	0,62	0,67
27	0,60	0,62	0,67	0,70	0,66	0,70
28	0,54	0,58	0,67	0,69	0,62	0,66
29	0,66	0,68	0,68	0,75	0,56	0,59
30	0,60	0,63	0,60	0,65	0,57	0,62
31	0,67	0,71	0,61	0,67	0,70	0,71
32	0,64	0,66	0,60	0,64	0,61	0,67
33	0,63	0,65	0,64	0,68	0,60	0,63
34	0,62	0,68	0,63	0,68	0,59	0,64
35	0,65	0,70	0,68	0,72	0,57	0,61
36	0,65	0,68	0,57	0,53	0,60	0,64
37	0,66	0,70	0,66	0,71	0,67	0,69
38	0,70	0,74	0,57	0,63	0,75	0,76
39	0,66	0,69	0,66	0,70	0,64	0,68
40	0,56	0,61	0,59	0,64	0,63	0,67
41	0,60	0,62	0,62	0,66	0,65	0,70
42	0,69	0,71	0,65	0,67	0,63	0,67
43	0,65	0,71	0,60	0,61	0,63	0,66
44	0,62	0,66	0,65	0,69	0,64	0,70
45	0,65	0,64	0,67	0,71	0,62	0,66
46	0,63	0,65	0,65	0,67	0,58	0,60
47	0,56	0,60	0,65	0,68	0,64	0,66
48	0,59	0,64	0,65	0,68	0,53	0,57
49	0,65	0,68	0,63	0,67	0,49	0,53
50	0,65	0,69	0,61	0,64	0,61	0,65
51	0,60	0,63	0,66	0,71	0,61	0,64
52	0,61	0,64	0,69	0,73	0,58	0,62
53	0,54	0,57	0,58	0,63	0,64	0,61
54	0,64	0,66	0,62	0,66	0,63	0,67
55	0,69	0,71	0,67	0,71	0,62	0,68
56	0,60	0,63	0,56	0,60	0,69	0,67
57	0,59	0,59	0,62	0,64	0,67	0,71
58	0,63	0,69	0,58	0,60	0,65	0,69
59	0,59	0,62	0,58	0,62	0,61	0,68

TABELA 3A (Cont.)

Progênes	X		Y		Z	
	q	q _{s/c}	q	q _{s/c}	q	q _{s/c}
60	0,71	0,73	0,71	0,69	0,58	0,63
61	0,62	0,67	0,56	0,61	0,68	0,58
62	0,58	0,58	0,64	0,67	0,68	0,71
63	0,61	0,63	0,59	0,64	0,66	0,69
64	0,64	0,65	0,63	0,66	0,55	0,58
65	0,65	0,67	0,65	0,61	0,69	0,75
66	0,60	0,63	0,62	0,68	0,61	0,66
67	0,60	0,65	0,58	0,63	0,54	0,57
68	0,68	0,70	0,64	0,69	0,70	0,73
69	0,61	0,65	0,59	0,63	0,61	0,64
70	0,66	0,69	0,61	0,63	0,68	0,72
71	0,57	0,59	0,66	0,70	0,65	0,67
72	0,61	0,65	0,56	0,60	0,64	0,65
73	0,61	0,62	0,61	0,65	0,68	0,69
74	0,70	0,76	0,62	0,65	0,66	0,70
75	0,65	0,68	0,58	0,60	0,71	0,75
76	0,67	0,69	0,60	0,63	0,58	0,60
77	0,64	0,65	0,64	0,67	0,53	0,58
78	0,59	0,59	0,64	0,69	0,58	0,61
79	0,62	0,64	0,61	0,65	0,57	0,62
80	0,86	0,95	0,64	0,67	0,66	0,69
81	0,65	0,68	0,81	0,83	0,63	0,67
82	0,61	0,65	0,60	0,63	0,64	0,75
83	0,67	0,72	0,62	0,60	0,64	0,67
84	0,65	0,69	0,70	0,72	0,65	0,68
85	0,86	0,92	0,69	0,73	0,62	0,67
86	0,71	0,74	0,63	0,66	0,67	0,72
87	0,66	0,70	0,72	0,75	0,61	0,63
88	0,60	0,66	0,67	0,70	0,64	0,67
89	0,64	0,69	0,65	0,68	0,54	0,59
90	0,89	0,86	0,66	0,72	0,70	0,74
91	0,65	0,68	0,63	0,66	0,73	0,76
92	0,53	0,61	0,68	0,70	0,59	0,65
93	0,65	0,69	0,54	0,74	0,62	0,65
94	0,58	0,62	0,54	0,60	0,69	0,71
95	0,64	0,65	0,64	0,59	0,55	0,59
96	0,67	0,67	0,64	0,66	0,58	0,63
97	0,65	0,70	0,73	0,78	0,58	0,63
98	0,55	0,60	0,63	0,69	0,54	0,58
99	0,67	0,73	0,62	0,67	0,57	0,61
100	0,70	0,74	0,69	0,74	0,59	0,62
Média	0,64	0,69	0,61	0,63	0,68	0,72



TABELA 4A. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas, para altura de plantas (m), envolvendo as progênies (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, correspondendo aos anos: 1, 2, 3, 4, 13 e 14 anos de idade, em Selvíria -MS.

Caráter	$\hat{\sigma}_{dt}^2$	$\hat{\sigma}_{dp}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_F^2$
ALT-1 (m)	0,049401	0,048684	0,004800	0,004425	0,017702	0,057909	0,007733
ALT-2 (m)	0,326040	0,322400	0,037790	0,028792	0,115167	0,388981	0,052867
ALT-3 (m)	0,989755	0,983039	0,105517	0,085246	0,340982	1,173801	0,155633
ALT-4 (m)	1,818636	1,806636	0,154158	0,128697	0,514788	2,089491	0,245067
ALT-13 (m)	2,703884	2,476245	0,481694	0,338252	1,353008	3,296191	0,637867
ALT-14 (m)	2,559096	2,393395	1,779557	0,396927	1,587710	3,569880	0,792100

$\hat{\sigma}_{dt}^2$ = dentro de tratamento; $\hat{\sigma}_{dp}^2$ = dentro de progênies; $\hat{\sigma}_e^2$ = do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = genética entre famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = genética aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica em nível de médias.



TABELA 5A. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas, para dap (cm), envolvendo as progênies (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, correspondendo aos anos: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 anos de idade, em Selvíria -MS.

Caráter	$\hat{\sigma}_{dt}^2$	$\hat{\sigma}_{dp}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_F^2$
DAP-5 (cm)	6,536605	6,426638	0,347079	0,395046	1,580182	7,168763	0,742067
DAP-6 (cm)	8,888928	8,686454	0,384123	0,586400	2,345598	9,656976	1,028100
DAP-7 (cm)	10,886180	10,556213	0,437079	0,536190	2,144760	11,529482	1,063500
DAP-8 (cm)	12,465200	12,126034	0,260044	0,711416	2,845665	13,097494	1,237767
DAP-9 (cm)	12,798900	12,531836	0,266065	0,767506	3,070025	13,565407	1,314300
DAP-10 (cm)	15,447900	15,096274	0,374577	0,878055	3,512221	16,348906	1,558867
DAP-11 (cm)	17,351938	16,903077	0,326800	0,972496	3,889984	18,202373	1,700767
DAP-12 (cm)	23,342854	21,342608	0,173793	1,082637	4,330547	22,599038	1,927833
DAP-13 (cm)	13,210793	12,516625	0,746811	0,920949	3,683797	14,184385	1,873700
DAP-14 (cm)	13,835626	13,064430	0,882457	1,030399	4,121595	14,977286	2,059167

$\hat{\sigma}_{dt}^2$ = dentro de tratamento; $\hat{\sigma}_{dp}^2$ = dentro de progênies; $\hat{\sigma}_e^2$ = do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = genética entre famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = genética aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica em nível de médias.



TABELA 6A. Quadrados médios para os caracteres silviculturais, obtidos antes do desbaste (Situação A), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos doze anos de idade, em Selvíria - MS.

QUADRADO MÉDIO					
FV	GL	DAP	FOXTAIL ⁽¹⁾	FORMA ⁽²⁾	SOBREVIVÊNCIA
		(cm)			(%)
E.E.F ⁽³⁾	171	2,7596	0,0304	0,0081	0,8671
T.AjTo ⁽⁴⁾	99	5,5686	0,0728	0,0139	0,8923
T.AjPr ⁽⁵⁾	95	5,7834	0,0752	0,0137	0,9259

(1) Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; (2) Dados transformados em $\sqrt{x}$; (3) Erro efetivo, (4) Tratamento ajustado total, (5) Tratamento ajustado progênes.

TABELA 7A: Quadrados médios para os caracteres silviculturais e densidade básica da madeira, referentes às árvores desbastadas (Situação B), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos doze anos de idade, em Selvíria - MS.

QUADRADO MÉDIO								
FV	GL	DAP	FOXTAIL ⁽¹⁾	FORMA ⁽²⁾	ALTURA	DBM-1	DBM-2	VOLUME
		(cm)			(m)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(m ³)
E.E.F ⁽³⁾	171	8,6122	0,1379	0,0195	3,0389	0,0010	0,0008	0,0176
T.AjTo ⁽⁴⁾	99	15,7420	0,1778	0,0290	5,6228	0,0018	0,0015	0,0314
T.AjPr ⁽⁵⁾	95	15,2308	0,1805	0,0279	5,3287	0,0016	0,0014	0,0307

(1) Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; (2) Dados transformados em $\sqrt{x}$; (3) Erro efetivo, (4) Tratamento ajustado total, (5) Tratamento ajustado progênes.

TABELA 8A: Quadrados médios para os caracteres silviculturais, referentes às árvores remanescentes (Situação C), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos treze anos de idade, em Selvíria – MS.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO		
		DAP	ALTURA	VOLUME
		(cm)	(m)	(m ³)
E.E.F ⁽¹⁾	171	2,9743	0,8962	0,0142
T.AjTo ⁽²⁾	99	5,6296	1,9978	0,0306
T.AjPr ⁽³⁾	95	5,6211	1,9136	0,0314

(1) Erro efetivo, (2) Tratamento ajustado total, (3) Tratamento ajustado progênes.

TABELA 9A: Quadrados médios para as características silviculturais, referentes às árvores remanescentes (Situação D), envolvendo as progênes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos de idade, em Selvíria – MS.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO		
		DAP	ALTURA	VOLUME
		(cm)	(m)	(m ³)
E.E.F ⁽¹⁾	171	3,2153	1,2146	0,0177
T.AjTo ⁽²⁾	99	6,1616	2,3716	0,0395
T.AjPr ⁽³⁾	95	6,1775	2,3763	0,0408

(1) Erro efetivo, (2) Tratamento ajustado total, (3) Tratamento ajustado progênes.

TABELA 10A. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais estudados na Situação A, envolvendo as progênes (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos doze anos de idade, em Selvíria -MS.

Caracteres	$\hat{\sigma}_{dt}^2$	$\hat{\sigma}_{dp}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_F^2$
DAP (cm)	23,342854	21,342608	0,173767	1,082634	4,330518	22,599010	1,927818
FORMA ⁽¹⁾	0,060887	0,059978	0,001176	0,001894	0,007578	0,063049	0,004566
FOXTAIL ⁽²⁾	0,255307	0,256024	0,002037	0,014910	0,059638	0,272971	0,025051

- $\hat{\sigma}_{dt}^2$ = dentro de tratamento; $\hat{\sigma}_{dp}^2$ = dentro de progênes; $\hat{\sigma}_e^2$ = do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = genética entre famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = genética aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica em nível de médias; (1) dados transformados em $\sqrt{x}$; (2) Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.



TABELA 11A. Estimativa de variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais e densidade básica da madeira estudados na Situação B, envolvendo as progênies (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos doze anos de idade, em Selvíria -MS.

Caracteres	$\hat{\sigma}_{dt}^2$	$\hat{\sigma}_{dp}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_{F'}^2$
DAP (cm)	17,846659	17,642178	2,336149	2,239292	8,957169	22,217619	5,076947
FORMA ⁽¹⁾	0,052274	0,052960	0,001251	0,002737	0,010947	0,056947	0,009299
FOXTAIL ⁽²⁾	0,319193	0,316651	0,025630	0,014681	0,058726	0,356962	0,060180
ALTURA (m)	7,590725	7,604177	0,369541	0,765595	3,062381	8,739313	1,776224
DBM-1 (g/cm ³)	0,002460	0,002497	0,000132	0,000197	0,000786	0,002825	0,000532
DBM-2 (g/cm ³)	0,002549	0,002608	-0,000114	0,000192	0,000769	0,002686	0,000459
VOLUME (m ³)	0,041847	0,041936	0,002836	0,004396	0,017586	0,049168	0,010236

$\hat{\sigma}_{dt}^2$ = estimativa dentro de tratamento; $\hat{\sigma}_{dp}^2$ = dentro de progênies; $\hat{\sigma}_e^2$ = do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = genética entre famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = genética aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica; $\hat{\sigma}_{F'}^2$ = fenotípica em nível de médias; (1) dados transformados em $\sqrt{x}$; (2) Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.



TABELA 12A. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais estudados na Situação C, envolvendo as progênes (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos treze anos de idade, em Selvíria -MS.

Caracteres	$\hat{\sigma}_{dt}^2$	$\hat{\sigma}_{dp}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_F^2$
ALTURA (m)	2,703883	2,476245	0,481694	0,338251	1,353007	3,296191	0,637866
DAP (cm)	13,210792	12,516624	0,746810	0,920949	3,683796	14,184384	1,873700
VOLUME (m ³)	0,052075	0,049253	0,005414	0,005878	0,023514	0,060545	0,010456

- $\hat{\sigma}_{dt}^2$ = dentro de tratamento; $\hat{\sigma}_{dp}^2$ = dentro de progênes; $\hat{\sigma}_e^2$ = do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = genética entre famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = genética aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica em nível de médias.



TABELA 13A. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais estudados na Situação D, envolvendo as progênies (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos de idade, em Selvíria -MS.

Caracteres	$\hat{\sigma}_{dt}^2$	$\hat{\sigma}_{dp}^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_{F'}^2$
ALTURA (m)	2,559096	2,393395	0,779557	0,396927	1,587710	3,569880	0,792100
DAP (cm)	13,835626	13,064430	0,882457	1,030399	4,121595	14,977286	2,059167
VOLUME (m ³)	0,063538	0,059596	0,006911	0,007923	0,031691	0,074430	0,013596

- $\hat{\sigma}_{dt}^2$ = dentro de tratamento; $\hat{\sigma}_{dp}^2$ = dentro de progênies; $\hat{\sigma}_e^2$ = do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = genética entre famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = genética aditiva ; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica; $\hat{\sigma}_{F'}^2$ = fenotípica em nível de médias.



TABELA 14A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal), e do erro (abaixo da diagonal) entre os caracteres estudados na (Situação A), envolvendo progênies (família) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos treze anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	DAP	FORMA ⁽¹⁾	FOXTAIL ⁽²⁾
DAP (cm)	—	0,041261	-0,080141
FORMA ⁽¹⁾	0,032124	—	-0,004476
FOXTAIL ⁽²⁾	-0,008989	-0,001475	—

(1) Dados transformados em $\sqrt{x}$; (2) dados transformando em $\sqrt{x + 0,5}$.



TABELA 15A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal), e do erro (abaixo da diagonal) entre os caracteres estudados na (Situação B), envolvendo progênies (família) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos doze anos de idade, em Selvíria-MS.

Correlações	Caracteres						
	DAP	FOXTAIL	FORMA	ALTURA	DBM-1	DBM-2	VOLUME
DAP (cm)	-	0,068163	0,067862	6,813157	0,008815	0,004732	0,634476
FOXTAIL ⁽¹⁾	0,059221	-	0,004730	0,256140	0,003062	0,002208	0,005132
FORMA ⁽²⁾	0,050750	0,006210	-	0,043730	0,000075	-0,000044	0,003344
ALTURA (m)	3,179107	0,058776	0,001153	-	0,027237	0,002014	0,302488
DBM-1 (g/cm ³)	0,004023	-0,001505	-0,000447	0,018150	-	0,001111	0,000730
DBM-2 (g/cm ³)	0,014687	0,000038	-0,000612	0,024783	0,000516	-	0,000697
VOLUME (m ³)	0,354328	0,007251	0,002465	0,151461	0,000512	0,000804	-

(1) dados transformando em $\sqrt{x + 0,5}$; (2) dados transformados em $\sqrt{x}$.



TABELA 16A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal), e do erro (abaixo da diagonal) entre os caracteres estudados na Situação C, envolvendo progênies (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos treze anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA (m)	—	2,105600	0,174237
DAP (cm)	0,924400	—	0,381976
VOLUME (m ³)	0,065467	0,181944	—



TABELA 17A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal), e do erro (abaixo da diagonal) entre os caracteres estudados na Situação D, envolvendo progênies (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA (m)	—	2,530450	0,224051
DAP (cm)	1,015600	—	0,461474
VOLUME (m ³)	0,080243	0,211270	—



TABELA 18A. Estimativa de covariância entre progênies ($\hat{C}\hat{O}V_{p(x,y)}$) dados acima da diagonal e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($\hat{C}\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}$) dados abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados na Situação A, envolvendo as progênies (família) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos doze anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	DAP	FORMA ⁽¹⁾	FOXTAIL ⁽²⁾
DAP (cm)	—	0,003046	-0,023717
FORMA ⁽¹⁾	0,013754	—	-0,001001
FOXTAIL ⁽²⁾	-0,026714	-0,001492	—

(1) Dados transformados em $\sqrt{x}$; (2) dados transformando em $\sqrt{x + 0,5}$.



TABELA 19A. Estimativa de covariância entre progênes ($C\hat{O}V_{p(x,y)}$) – dados acima da diagonal e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($C\hat{O}V_{F(x,y)}$) - dados abaixo da diagonal - entre os caracteres estudados na Situação B, envolvendo as progênes (família) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos doze anos de idade, em Selvíria-MS.

Correlações	Caracteres						
	DAP	FOXTAIL ⁽¹⁾	FORMA ⁽²⁾	ALTURA	DBM-1	DBM-2	VOLUME
DAP (cm)	-	0,002981	0,005704	1,211350	0,001597	-0,003318	0,093383
FOXTAIL ⁽¹⁾	0,022721	-	-0,000493	0,065788	0,001522	0,000723	-0,000706
FORMA ⁽²⁾	0,022621	0,001577	-	0,014193	0,000174	0,000189	0,000293
ALTURA (m)	2,271052	0,085380	0,014577	-	0,003029	-0,000923	0,050342
DBM-1 (g/cm ³)	0,002938	0,001021	0,000025	0,009079	-	0,000198	0,000073
DBM-2 (g/cm ³)	0,001577	0,000736	-0,000015	0,007338	0,000370	-	-0,000036
Volume (m ³)	0,211492	0,001711	0,001115	0,100829	0,000243	0,000232	-

(1) dados transformando em $\sqrt{x+0,5}$; (2) dados transformados em $\sqrt{x}$.



TABELA 20A. Estimativa de covariância entre progênies ($\hat{CÔV}_{p(x,y)}$) dados acima da diagonal e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($\hat{CÔV}_{\bar{F}(x,y)}$) dados abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados na Situação C, envolvendo as progênies (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos treze anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA (m)	—	0,393733	0,036566
DAP (cm)	0,701866	—	0,066677
VOLUME (m ³)	0,058079	0,127325	—



TABELA 21A. Estimativa de covariância entre progênes ($\hat{C}\hat{O}V_{p(x,y)}$) dados acima da diagonal e da covariância fenotípica, em nível de média de família ($\hat{C}\hat{O}V_{F(x,y)}$) dados abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados na Situação D, envolvendo as progênes (famílias) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	ALTURA	DAP	VOLUME
ALTURA (m)	—	0,504950	0,047936
DAP (cm)	0,843483	—	0,083401
VOLUME (m ³)	0,074684	0,153825	—

TABELA 22A Estimativas das Distâncias Generalizadas de Mahalanobis (D^2) da progênie 1 em relação às demais progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, na Situação B, envolvendo os caracteres: *foxtail*, forma, altura, dap volume, dbm-1 e dbm-2.

DISTÂNCIAS EM RELAÇÃO A PROGÊNIE => 1

	(2) 12,176007	(3) 13,229411	(4) 17,003687
(5) 12,747456	(6) 13,503391	(7) 23,036601	(8) 15,237055
(9) 13,465354	(10) 13,181165	(11) 21,28645	(12) 10,785743
(13) 17,775325	(14) 11,448044	(15) 10,873687	(16) 11,458134
(17) 11,097247	(18) 6,946103	(19) 7,830496	(20) 8,171739
(21) 14,936495	(22) 10,761326	(23) 16,040171	(24) 13,414554
(25) 11,07221	(26) 15,119616	(27) 17,764631	(28) 13,604122
(29) 16,668426	(30) 4,629074	(31) 11,633219	(32) 11,019735
(33) 12,941737	(34) 9,816983	(35) 12,380025	(36) 14,083246
(37) 8,585883	(38) 9,122405	(39) 15,42343	(40) 6,861518
(41) 13,812623	(42) 2,785435	(43) 8,173117	(44) 23,064752
(45) 6,589941	(46) 9,356019	(47) 11,026126	(48) 15,690721
(49) 6,050075	(50) 16,814881	(51) 4,647088	(52) 9,21145
(53) 17,977869	(54) 9,169645	(55) 16,244512	(56) 10,47493
(57) 27,808643	(58) 17,087127	(59) 15,148131	(60) 5,857125
(61) 10,123921	(62) 15,110686	(63) 7,706636	(64) 21,465948
(65) 8,780551	(66) 14,60449	(67) 20,776191	(68) 4,701702
(69) 10,878187	(70) 9,400353	(71) 22,519021	(72) 20,556151
(73) 7,894671	(74) 14,173587	(75) 13,329536	(76) 9,365315
(77) 10,301175	(78) 14,658477	(79) 15,33363	(80) 9,264896
(81) 11,125928	(82) 20,187742	(83) 8,147192	(84) 9,830576
(85) 14,25814	(86) 17,248611	(87) 13,248642	(88) 9,321168
(89) 8,749551	(90) 15,445293	(91) 16,248261	(92) 15,046946
(93) 11,647306	(94) 13,364557	(95) 12,501847	(96) 5,600709
(97) 10,301336	(98) 9,657222	(99) 11,935429	(100) 11,382912

MAIOR DISTÂNCIA : 27.808643

PROGÊNIE : 57

MENOR DISTÂNCIA : 2.785435

PROGÊNIE : 42



TABELA 23A. Estimativas do Índice Multi-efeitos (IME) em relação ao caráter dap para os indivíduos de um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos (Sit. D), em Selvíria - MS, evidenciando os dez primeiros e os dez últimos indivíduos.

Ordem	REP	FAM	PTA	Hd	DAP14	Hp-Hd	XPAR	Hb-Hp	XBLOC	Hm-Hp	XTRAT	Hp-Hb-Hm	XGERAL	IME
					Y_{ijk}		$\bar{Y}_{ij.}$		$\bar{Y}_{.j.}$		$\bar{Y}_{i..}$		$\bar{Y}_{...}$	
1	1	84	10	0,2366	41,0	-0,0677	28,2667	-0,0032	24,9115	0,4158	27,2481	-0,5816	25,0170	4,490
2	1	51	2	0,2366	37,6	-0,0677	30,9000	-0,0032	24,9115	0,4158	29,4266	-0,5816	25,0170	4,413
3	2	51	6	0,2366	35,2	-0,0677	31,5667	-0,0032	25,2190	0,4158	29,4266	-0,5816	25,0170	3,799
4	3	51	8	0,2366	33,6	-0,0677	26,5333	-0,0032	24,9207	0,4158	29,4266	-0,5816	25,0170	3,762
5	2	51	4	0,2366	34,7	-0,0677	31,5667	-0,0032	25,2190	0,4158	29,4266	-0,5816	25,0170	3,681
6	1	3	9	0,2366	37,2	-0,0677	29,1167	-0,0032	24,9115	0,4158	27,0674	-0,5816	25,0170	3,458
7	2	51	10	0,2366	33,3	-0,0677	31,5667	-0,0032	25,2190	0,4158	29,4266	-0,5816	25,0170	3,350
8	1	73	10	0,2366	35,0	-0,0677	28,6367	-0,0032	24,9115	0,4158	27,8205	-0,5816	25,0170	3,283
9	1	98	4	0,2366	38,4	-0,0677	26,6333	-0,0032	24,9115	0,4158	24,9869	-0,5816	25,0170	3,045
10	2	26	7	0,2366	34,1	-0,0677	27,1500	-0,0032	25,2190	0,4158	27,4078	-0,5816	25,0170	2,998
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1775	1	82	6	0,2366	17,6	-0,0677	22,0250	-0,0032	24,9115	0,4158	21,7301	-0,5816	25,0170	-2,931
1776	2	6	5	0,2366	15,6	-0,0677	24,0667	-0,0032	25,2190	0,4158	22,9403	-0,5816	25,0170	-3,028
1777	3	38	6	0,2366	12,6	-0,0677	21,1917	-0,0032	24,9207	0,4158	23,8031	-0,5816	25,0170	-3,196
1778	3	97	2	0,2366	14,1	-0,0677	20,6000	-0,0032	24,9207	0,4158	22,5309	-0,5816	25,0170	-3,318
1779	2	97	1	0,2366	14,7	-0,0677	23,2333	-0,0032	25,2190	0,4158	22,5309	-0,5816	25,0170	-3,355
1780	1	97	8	0,2366	15,0	-0,0677	24,6500	-0,0032	24,9115	0,4158	22,5309	-0,5816	25,0170	-3,379
1781	1	30	6	0,2366	12,7	-0,0677	22,4167	-0,0032	24,9115	0,4158	23,3386	-0,5816	25,0170	-3,436
1782	1	53	2	0,2366	12,2	-0,0677	22,8750	-0,0032	24,9115	0,4158	23,6178	-0,5816	25,0170	-3,481
1783	1	11	9	0,2366	13,6	-0,0677	19,4333	-0,0032	24,9115	0,4158	21,9885	-0,5816	25,0170	-3,588
1784	1	11	7	0,2366	13,5	-0,0677	19,4333	-0,0032	24,9115	0,4158	21,9885	-0,5816	25,0170	-3,606

TABELA 24A. Estimativas do Índice Multi-efeitos (IME), com base no caráter dap, para os noventa melhores indivíduos em um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos (Situação D), em Selvíria-MS.

Ordem	REP	FAM	PTA	IME	Ordem	REP	FAM	PTA	IME
1	1	84	10	4,490	47	2	10	10	2,332
2	1	51	2	4,413	48	3	25	8	2,318
3	2	51	6	3,799	49	1	86	4	2,316
4	3	51	8	3,762	50	2	76	1	2,314
5	2	51	4	3,681	51	3	69	3	2,304
6	1	3	9	3,458	52	1	55	6	2,301
7	2	51	10	3,350	53	2	84	8	2,295
8	1	73	10	3,283	54	2	24	1	2,277
10	2	26	7	2,998	55	3	86	5	2,275
11	1	76	4	2,996	56	2	58	5	2,272
12	1	51	9	2,946	57	1	49	10	2,263
13	3	18	2	2,866	58	3	50	3	2,251
14	1	51	1	2,852	59	2	86	6	2,229
15	3	51	5	2,816	60	3	73	10	2,220
16	3	26	1	2,808	61	3	26	3	2,216
17	3	39	6	2,801	62	1	76	7	2,216
18	1	73	5	2,786	63	2	70	9	2,215
19	2	50	6	2,684	64	1	51	7	2,213
20	1	75	8	2,643	65	1	86	8	2,197
21	2	73	4	2,642	66	2	76	8	2,195
22	1	3	1	2,583	67	2	51	3	2,190
23	1	10	7	2,532	68	3	58	7	2,173
24	1	51	5	2,520	71	1	50	7	2,150
25	2	44	5	2,495	72	2	51	2	2,143
26	1	89	3	2,486	73	1	86	6	2,126
27	2	51	1	2,474	74	1	73	8	2,124
28	3	20	1	2,474	75	1	58	7	2,117
29	1	83	8	2,472	76	3	91	10	2,117
30	2	47	5	2,467	77	3	39	3	2,115
31	2	69	8	2,453	78	3	76	8	2,105
32	2	14	3	2,444	79	3	86	2	2,086
33	2	86	4	2,442	80	2	94	9	2,080
34	2	87	2	2,438	81	2	48	9	2,080
35	3	73	3	2,433	82	1	74	8	2,077
36	2	73	3	2,429	83	3	69	4	2,067
37	1	76	6	2,429	85	2	39	6	2,053
38	2	10	3	2,427	86	1	60	3	2,041
39	3	39	8	2,423	87	3	46	5	2,037
40	3	58	3	2,410	88	3	51	2	2,035
41	3	73	8	2,409	89	1	51	8	2,024
42	2	40	5	2,375	90	1	83	6	2,022
43	1	60	5	2,373	91	3	26	8	2,003
44	1	39	8	2,341	92	3	51	3	1,988
45	1	26	6	2,337	93	3	70	4	1,972
46	2	69	6	2,335	94	3	73	6	1,960

IME (médio) = 2,469 cm; Média geral prog. = 25,0352; Ganho na seleção = 9,86%.

TABELA 25A. Estimativa do Índice Multi-efeitos (IME), com base no caráter dap, para os noventa melhores indivíduos, resultantes da seleção entre (30%) e dentro (10%) de progênies, para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos (Sit. D), em Selvíria-MS.

Ordem	REP	FAM	PTA	IME	Ordem	REP	FAM	PTA	IME
1	1	84	10	4,490	46	2	43	9	1,857
2	1	51	2	4,413	47	2	19	5	1,833
3	2	51	6	3,799	48	1	95	5	1,819
4	3	51	8	3,762	49	1	47	9	1,799
5	1	3	9	3,458	50	2	21	5	1,769
6	1	73	10	3,283	51	3	40	2	1,766
7	2	26	7	2,998	52	2	18	3	1,752
8	1	76	4	2,996	53	2	66	1	1,741
9	3	18	2	2,866	54	3	62	7	1,725
10	3	26	1	2,808	55	2	83	8	1,719
11	3	39	6	2,801	56	3	42	1	1,713
12	2	50	6	2,684	57	3	47	7	1,695
13	1	75	8	2,643	58	2	95	1	1,674
14	2	73	4	2,642	59	3	19	3	1,671
15	1	10	7	2,532	60	3	75	6	1,664
16	1	83	8	2,472	61	1	69	8	1,655
17	2	47	5	2,467	62	1	24	6	1,640
18	2	69	8	2,453	63	3	3	6	1,639
19	2	86	4	2,442	64	3	10	4	1,626
20	3	73	3	2,433	65	2	62	8	1,622
21	2	10	3	2,427	66	2	42	4	1,590
22	3	58	3	2,410	67	1	19	10	1,573
23	2	40	5	2,375	68	1	43	4	1,517
24	1	60	5	2,373	69	2	3	9	1,515
25	1	39	8	2,341	70	2	25	7	1,514
26	1	26	6	2,337	71	3	60	2	1,374
27	3	25	8	2,318	72	2	75	10	1,372
28	1	86	4	2,316	73	3	95	6	1,343
29	2	76	1	2,314	74	3	24	8	1,317
30	3	69	3	2,304	75	1	66	1	1,302
31	1	55	6	2,301	76	1	18	3	1,294
32	2	84	8	2,295	77	2	15	4	1,288
33	2	24	1	2,277	78	3	15	5	1,257
34	3	86	5	2,275	79	3	66	9	1,195
35	2	58	5	2,272	80	1	15	8	1,195
36	3	50	3	2,251	81	1	62	6	1,152
37	2	70	9	2,215	82	2	60	2	0,982
38	1	50	7	2,150	83	3	43	10	0,971
39	1	58	7	2,117	84	3	83	5	0,948
40	3	76	8	2,105	85	2	55	1	0,907
41	2	39	6	2,053	86	1	42	3	0,898
42	3	70	4	1,972	87	3	21	1	0,873
43	1	70	5	1,945	88	1	21	2	0,752
44	3	84	2	1,887	89	1	25	7	0,721
45	3	55	8	1,859	90	1	40	6	0,707

IME (médio) = 1,998 cm; Média geral prog. = 25,0352; Ganho na seleção = 7,98%.



TABELA 26A. Estimativa do Índice Multi-efeitos (IME), com base no caráter dap, para os noventa melhores indivíduos, considerando no máximo cinco plantas por família, em um teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aos quatorze anos (Sit. D), em Selvíria - MS.

Ordem	PTA	REP	FAM	IME	Ordem	PTA	REP	FAM	IME
1	10	1	84	4,490	53	8	2	84	2,295
2	2	1	51	4,413	54	1	2	24	2,277
3	6	2	51	3,799	55	5	3	86	2,275
4	8	3	51	3,762	56	5	2	58	2,272
5	4	2	51	3,681	57	10	1	49	2,263
6	9	1	3	3,458	58	3	3	50	2,251
7	10	2	51	3,350	59	6	2	86	2,229
8	10	1	73	3,283	61	3	3	26	2,216
10	7	2	26	2,998	62	7	1	76	2,216
11	4	1	76	2,996	63	9	2	70	2,215
13	2	3	18	2,866	65	8	1	86	2,197
16	1	3	26	2,808	66	8	2	76	2,195
17	6	3	39	2,801	68	7	3	58	2,173
18	5	1	73	2,786	71	7	1	50	2,150
19	6	2	50	2,684	75	7	1	58	2,117
20	8	1	75	2,643	76	10	3	91	2,117
21	4	2	73	2,642	77	3	3	39	2,115
22	1	1	3	2,583	80	9	2	94	2,080
23	7	1	10	2,532	81	9	2	48	2,080
25	5	2	44	2,495	82	8	1	74	2,077
26	3	1	89	2,486	83	4	3	69	2,067
28	1	3	20	2,474	85	6	2	39	2,053
29	8	1	83	2,472	86	3	1	60	2,041
30	5	2	47	2,467	87	5	3	46	2,037
31	8	2	69	2,453	90	6	1	83	2,022
32	3	2	14	2,444	91	8	3	26	2,003
33	4	2	86	2,442	93	4	3	70	1,972
34	2	2	87	2,438	97	5	1	70	1,945
35	3	3	73	2,433	98	9	3	50	1,944
36	3	2	73	2,429	99	6	2	32	1,943
37	6	1	76	2,429	101	3	2	50	1,927
38	3	2	10	2,427	102	10	2	47	1,923
39	8	3	39	2,423	103	5	2	48	1,914
40	3	3	58	2,410	105	5	1	84	1,887
42	5	2	40	2,375	106	2	3	84	1,887
43	5	1	60	2,373	107	5	1	10	1,869
44	8	1	39	2,341	108	10	3	58	1,866
45	6	1	26	2,337	110	8	3	55	1,859
46	6	2	69	2,335	111	9	2	43	1,857
47	10	2	10	2,332	112	3	2	1	1,844
48	8	3	25	2,318	114	5	2	19	1,833
49	4	1	86	2,316	116	7	2	89	1,830
50	1	2	76	2,314	117	5	1	95	1,819
51	3	3	69	2,304	119	1	1	52	1,806
52	6	1	55	2,301	120	8	3	79	1,801

IME (médio) = 2,386 cm; Média geral prog. = 25,0352 cm; Ganho na seleção = 9,53%.



TESTE DE PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis*
 Instalação: 16/06/86 : Espaçamento: 3,0 x 3,0 metros;
 Local: FEP – Selviria(MS): Delineamento: Látice Quadrado 10 x 10
Triplo – parcialmente balanceado: nº de plantas/parcela: 10

CROQUI DE CAMPO											
MILHO											
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	91	41	31	81	11	71	51	21	1	61
"	"	57	7	97	47	77	37	17	87	67	27
"	"	13	63	53	3	33	93	73	43	23	83
"	"	90	40	30	80	10	70	50	20	100	60
"	"	2	52	42	92	22	82	62	32	12	72
"	"	46	96	86	36	66	26	6	76	56	16
"	"	68	18	8	58	88	48	28	98	78	38
"	"	24	74	64	14	44	4	84	54	34	94
"	"	35	85	75	25	55	15	95	65	45	5
"	"	79	29	19	69	99	59	39	9	89	49
"	"										
"	"	55	59	51	54	60	58	57	56	53	52
"	"	65	69	61	64	70	68	67	66	63	62
"	"	95	99	91	94	100	98	97	96	93	92
"	"	35	39	31	34	40	38	37	36	33	32
"	"	45	49	41	44	50	48	47	46	43	42
"	"	25	29	21	24	30	28	27	26	23	22
"	"	75	79	71	74	80	78	77	76	73	72
"	"	5	9	1	4	10	8	7	6	3	2
"	"	15	19	11	14	20	18	17	16	13	12
"	"	85	89	81	84	90	88	87	86	83	82
"	"										
"	"	88	8	58	98	78	68	48	18	28	38
"	"	86	6	56	96	76	66	46	16	26	36
"	"	84	4	54	94	74	64	44	14	24	34
"	"	83	3	53	93	73	63	43	13	23	33
"	"	81	1	51	91	71	61	41	11	21	31
"	"	89	9	59	99	79	69	49	19	29	39
"	"	82	2	52	92	72	62	42	12	22	32
"	"	85	5	55	95	75	65	45	15	25	35
"	"	90	10	60	100	80	70	50	20	30	40
"	"	87	7	57	97	77	67	47	17	27	37
"	"										
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Pop. Base de *Eucalyptus camaldulensis*



TP – *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Nº de Campo (Nº da Família no CCGMPT)

01 (29)	26 (161)	51 (242)	76 (311)
02 (65)	27 (163)	52 (243)	77 (313)
03 (68)	28 (166)	53 (244)	78 (314)
04 (71)	29 (172)	54 (247)	79 (321)
05 (74)	30 (176)	55 (250)	80 (322)
06 (77)	31 (194)	56 (252)	81 (337)
07 (78)	32 (198)	57 (256)	82 (340)
08 (79)	33 (201)	58 (257)	83 (341)
09 (84)	34 (202)	59 (260)	84 (342)
10 (86)	35 (203)	60 (262)	85 (349)
11 (90)	36 (205)	61 (264)	86 (363)
12 (91)	37 (208)	62 (266)	87 (375)
13 (92)	38 (209)	63 (267)	88 (378)
14 (93)	39 (210)	64 (268)	89 (379)
15 (94)	40 (211)	65 (269)	90 (381)
16 (95)	41 (212)	66 (177)	91 (382)
17 (96)	42 (213)	67 (277)	92 (387)
18 (97)	43 (215)	68 (278)	93 (390)
19 (117)	44 (216)	69 (281)	94 (393)
20 (124)	45 (224)	70 (284)	95 (399)
21 (128)	46 (231)	71 (287)	96 (400)
22 (129)	47 (233)	72 (290)	97 (T)
23 (134)	48 (234)	73 (299)	98 (T)
24 (135)	49 (235)	74 (305)	99 (T)
25 (157)	50 (239)	75 (308)	100 (T)

T = Testemunha da CAFMA atual Duratex S.A. - Agudos - SP

CROQUI0599.xls

