



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**VARIAÇÃO, HERDABILIDADE E GANHOS GENÉTICOS EM
PROGÊNIES DE *Eucalyptus tereticornis* AOS 25 ANOS DE IDADE EM
BATATAIS – SP**

HUGO RODRIGO MACEDO
Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. **Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas**

Ilha Solteira – SP
2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VARIAÇÃO, HERDABILIDADE E GANHOS GENÉTICOS EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus tereticornis* AOS 25 ANOS DE IDADE EM BATATAIS – SP

HUGO RODRIGO MACEDO

Orientador: Prof. **Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas**
Co-orientador: Prof. **Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia -
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M141v Macedo, Hugo Rodrigo.
Variação, herdabilidades e ganhos genéticos em progênies de *eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade em Batatais – SP / Hugo Rodrigo Macedo. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2013
51 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Agronomia, 23/05/2013

Orientador: Miguel Luiz Menezes Freitas
Co-orientador: Mário Luiz Teixeira De Moraes
Inclui bibliografia

1. Conservação genética. 2. *Eucalyptus*. 3. Melhoramento florestal. 4. Recursos genéticos florestais. 5. Variação genética.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO: VARIAÇÃO, HERDABILIDADE E GANHOS GENÉTICOS EM PROGÊNIES DE
Eucalyptus tereticornis AOS 25 ANOS DE IDADE EM BATATAIS - SP

AUTOR: HUGO RODRIGO MACEDO

ORIENTADOR: Prof. Dr. MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS


CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS

Divisão de Dasonomia - Horto Florestal - Instituto Florestal de São Paulo - São Paulo/Sp / Instituto
Florestal de São Paulo



Profa. Dra. CÂMILA REGINA SILVA BALERONI RECCO

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza / Escola Técnica Estadual Sebastiana
Augusta de Moraes



Profa. Dra. KARINA MARTINS

Departamento de Biologia / Universidade Federal de Sao Carlos

Data da realização: 17 de maio de 2013.

Dedico

Ao meu Pai José Aparecido Macedo, minha Mãe Cirça Prates Macedo, minha Esposa Maiara Cappelletto Macedo, meus irmãos Helio Fernando Macedo, Vânia Prates Macedo e Humberto Prates Macedo, que no período de desenvolvimento deste trabalho sempre me apoiaram e incentivaram, pelo carinho, amor e atenção.

Agradecimentos

A DEUS, pela fé, conhecimento, saúde, força e coragem, principalmente nos momentos mais difíceis.

Ao Professor, Orientador e amigo Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas, por sua valiosa orientação, apoio, confiança e dedicação.

Ao Professor e amigo Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, por sua valiosa orientação e ensinamentos.

Ao Professor e amigo Dr. Alexandre Magno Sebbenn, por sua valiosa orientação.

A Selma Buzetti, pela amizade, ensinamento e apoio no laboratório.

A toda minha família, e aos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização deste.

Aos amigos, colegas e professores, Edjair Augusto Dal Bem, Marcelo Fernando Pereira Souza, Marcus Damião Lacerda, Maria Suellen da Conceição Silva, Belisa Saito, Ricardo Manoel, João Antonio da Costa Andrade, José Cambuim, Daniela Silvia de Oliveira Canuto.

E todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho se tornasse uma realidade.

“Do que adianta o homem ganhar o mundo inteiro e perder seu bem mais valioso, sua Alma.

Salmos”

RESUMO

A madeira do *Eucalyptus tereticornis* é utilizada para serraria, estruturas, construções, postes, mourões e carvão. É uma das principais espécies para o reflorestamento em zonas tipicamente tropicais da África e os plantios no Brasil tem bom desenvolvimento. Em todos os estudos efetuados a espécie vem revelando boa resistência a pragas, doenças e deficiências hídricas, boa capacidade de regeneração por brotação das cepas e tolerância ao fogo rasteiro, podendo ser recomendado para plantio em todas as regiões brasileiras. O presente trabalho visa o estudo de parâmetros genéticos em progênies de *Eucalyptus tereticornis*, oriundas de polinização aberta de árvores matrizes selecionadas em três populações da Austrália. O delineamento experimental utilizado para o ensaio foi o de blocos de famílias compactas, com o efeito de procedência alocado nas parcelas e de progênies dentro de procedências nas sub-parcelas. As parcelas foram compostas por seis plantas e o espaçamento adotado foi o de 3 x 2 m. Aos 25 anos de idade foram medidos o diâmetro a altura do peito (DAP), a altura total, e a forma das árvores. Foi encontrada variação genética nas três populações estudadas e a possibilidade de se obter altos ganhos com a seleção entre e dentro de progênies. A procedência que apresentou o melhor desempenho às características edafoclimáticas de Batatais-SP, foi a de Helenvale. Os ganhos genéticos esperados para plantios de *E. tereticornis*, com 25 anos de idade, realizados em locais com as mesmas características edafoclimáticas de Batatais, com sementes coletadas após a seleção no teste de progênies, foram estimados em 12,4% para DAP e 8,5% para altura de plantas.

Palavras-chave: Conservação genética. *Eucalyptus*. Melhoramento florestal. Recursos genéticos florestais. Variação genética.

ABSTRACT

The wood of *Eucalyptus tereticornis* is intensively used for timber, structures, buildings, poles, posts and coal. It is a major species for reforestation in more tropical areas of Africa and has emerged as the potential for Brazil. In all studies performed revealing the species has good resistance to pests, diseases and water deficiencies, good ability to regenerate by sprouting tolerance of the strains and creeping fire can be recommended for planting in all regions. The present work aims to study the genetic parameters in progenies of *E. tereticornis*, derived from open-pollinated seed trees selected from three Australian populations. The experimental design used was the compact family block, with the effect of provenance allocated plots and progenies within provenances in the sub-plots. The plots has six plants and the spacing used was 3 x 2 m. At 25 years of age it was measured the diameter at breast height (DBH), total height, volume and the stem form. We found genetic variation in the three studied provenances and the possibility of obtaining high gains from mass selection and individual among and within families selection. The provenance performed better edaphoclimatic characteristics of Batatais-SP, was to Helenvale. The expected genetic gain for plantations of *E. tereticornis* with 25 years of age, conducted in locations with the same characteristics environmental of Batatais and seeds collected after the selection in the progeny test were estimated at 12.4% for DBH and 8.5 % for plant height.

Keywords: Genetic conservation. *Eucalyptus*. Forest improvement. Forest genetic resources. Genetic variation.

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1- Esperanças de Quadrados Médios para as variáveis em nível de plantas individuais	25
2- Quadrados médios e respectivas médias para as variáveis DAP, altura, volume e forma em procedências e progênes de <i>Eucalyptus tereticornis</i> aos 25 anos de idade, em Batatais - SP	29
3- Médias para os caracteres DAP, altura, volume real e forma para procedência e testemunhas de progênes de <i>Eucalyptus tereticornis</i> aos 25 anos de idade, em Batatais-SP.	30
4- Desempenho em altura e DAP de algumas espécies do gênero <i>Eucalyptus</i> no Brasil.....	32
5- Correlações genéticas (\hat{r}_g) e fenotípicas (\hat{r}_f) em progênes de <i>Eucalyptus tereticornis</i> para caracteres de crescimento aos 25 anos de idade, em Batatais-SP.....	34
6- Estimativas de parâmetros genéticos para as variáveis DAP, altura, volume e forma, assumindo progênes de <i>Eucalyptus tereticornis</i> como meios-irmãos (MI) e sistema misto de reprodução (SM) aos 25 anos de idade, em Batatais-SP	36
7- Ganhos na seleção em porcentagem [G_c (%)] para DAP, altura, volume e forma em 52 progênes de <i>Eucalyptus tereticornis</i> , aos 25 anos de idade em Batatais-SP.....	37
8- Média das 25 e 15 progênes selecionadas pelo índice multi-caracteres, média geral e superioridade relativa das progênes selecionadas em relação à média geral das 52 progênes de <i>Eucalyptus tereticornis</i> , aos 25 anos de idade em Batatais-SP.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Importância do gênero <i>Eucalyptus</i>	13
2.2	A espécie <i>Eucalyptus tereticornis</i>	15
2.3	Componentes de variância	16
2.4	Parâmetros genéticos e teste de progênies	17
2.4.1	Coefficiente de variação genético	18
2.4.2	Coefficiente de herdabilidade.....	18
2.4.3	Ganhos genéticos na seleção.....	19
2.5	Estratégia do melhoramento em <i>Eucalyptus</i> sp	20
2.6	Conservação e melhoramento genético	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Local de ensaio, delineamento experimental e amostragem.....	23
3.2	Análise estatística.....	24
3.3	Estimativas dos componentes da variância e parâmetros genéticos	25
3.4	Correlações genéticas e fenotípicas	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1	Varição ambiental e genética	29
4.2	Sobrevivência, crescimento e forma das árvores	30
4.3	Correlações genéticas e fenotípicas	34
4.4	Varição genética e coeficientes de herdabilidade	35
4.5	Ganhos esperados com a seleção entre e dentro de progênies	37
5	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS.....	39
6	APÊNDICE.....	46

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, introduzido no Brasil no final do século XIX e difundido a partir do início do século XX por Edmundo Navarro de Andrade, é atualmente a espécie arbórea mais cultivada no Brasil, principalmente para a produção de papel e celulose, porém, esse atributo vem sendo modificado, com o aumento da diversidade de aptidões da espécie, quando da sua introdução no país (STAPE, 1996). O mercado de celulose não retraiu, o fato é que a opção em utilizar a madeira plantada em substituição à nativa para produção de energia, madeira serrada, sequestro de carbono, mel, óleos essenciais, entre outros produtos de alta qualidade, aumentou. A ciência tem apresentado informações importantes sobre as mais diversas espécies desse gênero e a silvicultura e o melhoramento genético têm alcançado altos níveis de desenvolvimento, com destaque em cada setor comercial específico. Além disso, o gênero propicia a manutenção de áreas naturais intactas em função de oferecer uma opção ao mercado de produtos florestais, diminuindo a pressão sobre as áreas de florestas nativas. Desse modo, além dos diversos produtos florestais, o reflorestamento com o gênero *Eucalyptus*, caso não seja acompanhado pela derrubada de florestas nativas, também contribui indiretamente para a conservação destes tipos de florestas brasileiras.

As florestas plantadas em 2011 totalizaram 6,12 milhões de em (hectares), dos quais 4,87 milhões de em foram ocupados com o gênero *Eucalyptus* (ABRAF, 2011). Minas Gerais apresenta-se com a maior área de floresta plantada do país até 2006, ocupando 1,23 milhões de em, seguido por São Paulo com 963,3 mil em, que correspondem respectivamente a 21,5% e 16,8% da área de floresta plantada no Brasil (SBS, 2009 ; ABIMCI, 2007). Portanto, o Brasil ocupa lugar de destaque no setor de florestas plantadas, principalmente pelo fato de vir utilizando programas de melhoramento genético, se tornando uns dos principais detentores de tecnologia, aplicada nos plantios comerciais.

De acordo com Foelkel (2009), a área de florestas plantadas de *Eucalyptus* está em franca expansão na maioria dos estados brasileiros. Segundo ABRAF (2011) os estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Mato Grosso do Sul, apresentam crescimento médio no país de 7,1% ao ano.

Os altos níveis de produtividade vêm sendo conseguidos por meio de boas práticas de manejo e melhoramento genético florestal. De acordo com Moraes et al. (1987) a obtenção de materiais superiores por meio do melhoramento genético, que satisfaçam as exigências de produtividade florestal, depende da capacidade de identificar genótipos desejados na população sob seleção.

Uma estratégia de eficiência comprovada para seleção desses genótipos é a combinação dos testes de procedências e progênies, que permitem a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados. Esses estudos de variabilidade genética são o caminho para aumentar esses ganhos em produtividade, avaliando caracteres silviculturais de importância econômica para as espécies florestais (RESENDE, 1994). No entanto, faz-se necessário manter bancos de conservação genética, pois armazenam genótipos resistentes a pragas, doenças, secas prolongadas, alta amplitude de temperaturas, adaptados a diferentes tipos de solos e posições geográficas e com diferentes características da madeira, taxas de crescimento e forma do tronco, que podem ser utilizados no melhoramento genético, pela seleção de genes de interesse (MORAES et al., 1987). Com base no desenvolvimento de métodos silviculturais, aliados ao melhoramento genético, a produtividade média das florestas brasileiras de eucalipto cresceu 63%, de 1980 a 2006, alcançando 40 m³/em/ano em 2006, enquanto que no Uruguai, Indonésia, Chile, Estados Unidos, Canadá e Finlândia, a produtividade foi de 25, 20, 25, 10, 7 e 4m³/em/ano, respectivamente (ABRAF, 2006).

O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e forma em um teste de procedências e progênies de *E. tereticornis* aos 25 anos de idade, estabelecido em Batatais, SP. Mais especificamente objetivou-se: *i*) estimar coeficientes de variação genética e de herdabilidade para caracteres de crescimento e forma; *ii*) estimar coeficientes de correlações fenotípicas e genéticas entre caracteres de crescimento; *iii*) quantificar os progressos esperados com a seleção sequencial entre e dentro de progênies.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância do gênero *Eucalyptus*

As florestas cultivadas de eucaliptos estão amplamente espalhadas pelo território nacional, principalmente nas regiões Sul e Sudeste e a madeira deste gênero vem se constituindo numa das principais fontes de matéria-prima fibrosa para a indústria de celulose e papel, além de servir como fonte de matéria-prima para outros produtos (MASSARO, 2005).

O crescente processo de degradação das florestas nativas leva a empreender esforços na implantação de povoamentos com espécies exóticas destinadas a usos múltiplos para atender a demanda de madeira no mercado nacional e internacional, principalmente madeira para serraria (SATO et al., 2007).

Com a introdução de espécies exóticas no Brasil, diversas regiões foram beneficiadas com crescimento socioeconômico devido à comercialização dos produtos oriundos da madeira. No entanto, o ganho de produção pode ser melhorado com estudos mais profundos sobre o comportamento das populações em diferentes sistemas de plantio e as técnicas de aplicá-las na obtenção de exemplares superiores.

As espécies de *Eucalyptus* conquistaram importante posição na indústria de papel e celulose e na produção de carvão vegetal, e cada vez mais vem recebendo tratamento científico, conquistando ganhos de qualidade e produtividade. Hoje, junto com o gênero *Pinus*, é amplamente cultivado no território brasileiro. Este fato se deve a sua importância como espécie botânica de grande diversidade, boa adaptabilidade a vários tipos de ambiente e alta produtividade de madeira para diversos fins (BARRICHELO ; BRITO, 1976).

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália e algumas ilhas adjacentes como Flores, Alor, Solor e Wetar onde se concentra o maior número de espécies deste gênero. O *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae que apresenta cerca de 600 espécies (PRYOR, 1971).

O *Eucalyptus* foi introduzido no final do século XIX no Brasil e difundido a partir do início do século 20 por Edmundo Navarro de Andrade, sendo atualmente a espécie arbórea mais cultivada no Brasil, principalmente para a produção de papel e celulose. Porém, esse atributo vem sendo modificado, com o aumento da diversidade de aptidões da espécie, quando da sua introdução no país (ELDRIDGE et al., 1993). A ciência tem apresentado informações importantes sobre as mais diversas espécies desse gênero e a silvicultura e o melhoramento genético têm alcançado altos níveis de desenvolvimento, com destaque em cada setor comercial específico (ABRAF, 2011). O Gênero propicia a manutenção de áreas naturais intactas em função de oferecer uma opção ao mercado de produtos florestais, diminuindo a pressão sobre as áreas de florestas nativas. Desse modo, o reflorestamento com o gênero *Eucalyptus*, caso não seja acompanhado pela derrubada de florestas nativas, contribui indiretamente para a conservação dos habitats.

As regiões Sul e Sudeste do Brasil, principalmente nos estados de São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e Minas Gerais, possuem as maiores plantações de *Eucalyptus* do Brasil, com área estimada em 3,2 milhões de hectares, sendo o *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus camaldulensis* as espécies mais cultivadas (SOUZA et al., 2003). De acordo com a ABRAF (2011) dentre as espécies de *Eucalyptus* utilizadas no Brasil destacam-se as seguintes: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus. Camaldulensis*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus viminalis*, *Eucalyptus deglupta*, *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus exserta*, *Eucalyptus paniculata* e *Eucalyptus robusta*. Inclui-se nesse grupo de espécies o *Eucalyptus tereticornis*, que apresenta ótimas características silviculturais, sendo plantado em diversas regiões do país.

As espécies de *Eucalyptus* apresentam excelente potencial para produção de madeira em função de sua diversidade, adaptabilidade, alta produtividade e características físico-mecânicas que permitem inúmeras utilizações como matéria-prima para marcenaria (serraria e madeira processada), estruturas para construção civil, moirões, postes, lenha e carvão vegetal, indústria química e farmacêutica, apicultura e ornamentação, e, principalmente, para a produção de papel e celulose (GONZÁLEZ et al., 2002; MARTINS et al., 2005).

As espécies do gênero *Eucalyptus* se destacam como as de maior plasticidade em relação à adaptação às condições brasileiras. As causas de tal preferência são várias, porém destaca-se a adaptação às condições ecológicas muito variadas, no que diz respeito a pluviosidade, solos,

principalmente pelo grande número de espécies e procedências de *Eucalyptus* existentes no Brasil (MORAES et al., 1997).

2.2 A espécie *Eucalyptus tereticornis*

O *Eucalyptus tereticornis* ocupa em todo o mundo, uma área de aproximadamente oito milhões de hectares, destacando-se o Brasil com 63%, Índia, China, e Portugal com 7% cada, África do Sul com 5% e outros países totalizando 11% (PRYOR, 1971).

Eucalyptus tereticornis tem zona de ocorrência natural que compreende os Estados de Queensland, New South Wales, Victoria atingindo até Papua – Nova Guiné. Esta área situada entre as latitudes de 6 a 38°S, as altitudes que podem variar desde o nível do mar até 1.000 m no continente australiano. Com precipitação anual de 800 a 1.500 mm, com a temperatura média das máximas entre 22 e 32 °C (BALBINOT et al., 2010), a espécie pode atingir altura variável entre 20 a 50 m e de 1,0 a 2,0 m de diâmetro, o seu ritidoma é grosso possuindo espessura em torno de 3 cm, esponjoso, irregular, misturando o vermelho, cinza, azul-esverdeado e esbranquiçada.

Possui tronco retilíneo com ramificações cônicas até a metade da altura total da árvore na maioria das vezes. Desenvolve-se melhor em solos profundos, bem drenados, neutros ou ligeiramente ácidos, vegetando muito bem no período seco e pode suportar pequenos alagamentos (SILVA et al., 2007).

No Brasil o *Eucalyptus tereticornis* vem apresentado bom crescimento (FERREIRA et al., 1986). Em estudos realizados com diferentes procedências de *E. tereticornis*, em clima tropical sub-úmido da região de Urbano Santos – MA, revelaram que a procedência de Kennedy River, QLD, apresentou bom desempenho silvicultural, aos 3,5 anos de idade (FERREIRA et al., 1986). Assis et al. (1983) estudando o comportamento de procedências da mesma espécie, no Vale do Rio Doce-MG, constataram que as procedências de SW. Mt. Garnet e NW. Mt. Carbine apresentaram alturas médias, tanto aos 6 quanto aos 12 meses de idade, semelhantes as demais espécies do gênero.

2.3 Componentes de variância

A variância genética é pode ser calculada diretamente da medida de característica ou caracteres numa população. A variância genética é o melhor parâmetro descritivo para prever o ganho de um programa de melhoramento.

Como os caracteres quantitativos são controlados por vários genes, e com elevada influência ambiental, torna-se importante conhecer o tipo de ação gênica que tem predominância na formação de novos genótipos. Segundo Vencovsky (1987) assim como a variância dos indivíduos pode ser separada em duas origens distintas, ambiental e genética, pode-se separar a variância genética em duas fontes principais: variância genética aditiva e não aditiva. Os conceitos de variância aditiva (σ_A^2) baseiam-se nos efeitos dos genes em um sentido geral. Se os genes em certos *loci* de cromossomo sempre têm os mesmos efeitos, independentemente de qual indivíduo fazem parte, então diz-se que agem aditivamente.

Ao contrário, se os efeitos dos genes em certo *locus* dependerem de que outros genes estejam presentes no indivíduo, então se diz que agem de maneira não aditiva. É pelo uso de estimativas separadas e distintas de variância genética aditiva e não aditiva junto com variância ambiental e total que o geneticista pode calcular herdabilidades e fazer previsão de ganho genético ao selecionar (VENCOVSKY ; BARRIGA, 1992).

A variância fenotípica de uma população segregante, pode ser desdobrada para se estimar a proporção da variação que corresponde aos fatores genéticos da população selecionada e a proporção da variação devido aos fatores ambientais (BUENO, 2001).

A caracterização do fenótipo é importante, pois grande parte da identidade de um genótipo é determinada por genes múltiplos que são influenciados pelo ambiente. Esta influência é consequência da interação do genótipo mais o ambiente na manifestação de um determinado fenótipo. Portanto, na genética quantitativa procura-se determinar qual a proporção da variação fenotípica que se refere ao genótipo e ao ambiente. Deste modo, em um genótipo, pode-se identificar a influência do ambiente e determinar toda a variação genética (BOREM, 2005).

Vencovsky (1987) ressalta que dos componentes de variância para uma característica podem ser calculados diferentes componentes: variação entre plantas dentro de parcelas (σ_d^2); variação devido às diferenças ambientais entre parcelas (σ_e^2) e a variação devido às diferenças

genéticas entre tratamentos/progênes (σ_g^2), dependendo do delineamento experimental. As estimativas dos componentes de variância e de parâmetros genéticos são necessárias para a predição de valores genéticos. Esses parâmetros podem ser definidos pelo método de quadrados mínimos, para situações de dados balanceados, ou pelo método da máxima verossimilhança restrita, para a situação de dados desbalanceados (RESENDE, 1999a).

2.4 Parâmetros genéticos e teste de progênes

Os métodos utilizados para avaliar e selecionar genótipos superiores dizem respeito a tecnologia utilizada na escolha desses genótipos. Esses métodos influenciam diretamente a eficiência do melhoramento, ou seja, dependendo do método pode-se conseguir maiores ou menores ganhos. Comparações entre diferentes métodos de seleção combinados com diferentes métodos de recombinação são apresentadas por Cotterill (1966); Cotterill e Dean (1990) e Pires et al. (1996).

Os parâmetros genéticos populacionais permitem inferir sobre o controle genético dos caracteres, a comparação entre métodos de seleção e a estimação do progresso genético esperado com a seleção. Estimativas de parâmetros genéticos para outros caracteres ou para os mesmos caracteres em outras idades de avaliação são essenciais para o direcionamento dos programas de melhoramento da espécie (RESENDE ; HIGA, 1994). Vencovsky (1969) salienta que as estimativas de parâmetros genéticos se prestam para: i) obter informações importantes sobre a ação dos genes em caracteres quantitativos; ii) informar para o melhorista qual o método de seleção mais adequado ao tipo de progênie estudado; iii) estimação dos progressos esperados na seleção. Em plantas perenes, a obtenção dessas estimativas é ainda mais crucial do que em plantas anuais, isso, devido ao ciclo dessas espécies, que são longos, portanto, a decisão do melhorista deve ser a mais acertada possível. Por isso, os experimentos de campo devem ser bem conduzidos, a fim de se obter estimativas confiáveis (BISON, 2004).

A finalidade dos programas de melhoramento são as boas combinações genéticas, superioridade num certo número de caracteres de crescimento e qualidade, e ainda, genitores que produzem progênes com caracteres especialmente desejáveis, tais como resistência a doenças ou

propriedades especiais de madeira, podem ser identificados por meio de testes de progênies e pomares especiais estabelecidos (SAMPAIO et al., 2000).

Um procedimento utilizado é o de selecionar os melhores indivíduos das melhores famílias, e incluí-los nos pomares de segunda geração. A oportunidade para melhoramento nos pomares de sementes de segunda geração depende em grande parte do tipo de esquema de teste de progênie que se segue. O ensaio de progênie é a chave para o desenvolvimento de um programa de melhoramento a longo prazo (BORÉM, 2001). De acordo com Kageyama (1980), em espécies florestais é comum o uso de teste de progênies de polinização aberta. A maioria desses testes é realizado em delineamentos de blocos casualizados e látice, utilizando-se de progênies de meios-irmãos.

2.4.1. Coeficientes de variação genética

As variações genéticas existentes entre procedências de uma mesma espécie tornam-se bastante úteis, já que essas diferenças conferem à espécie comportamentos distintos, em dado local, quando populações geográficas são utilizadas como fonte de sementes (BRUNE, 1978).

O coeficiente de variação genética expressa a magnitude da variação genética em relação à média do caráter (RESENDE ; HIGA, 1994). Borém (2005) afirma que os estudos da variação genética entre e dentro de populações são fundamentais para o conhecimento da estrutura das mesmas. Deste modo, a presença de variabilidade genética pode ser quantificada e confirmada por meio do coeficiente de variação genética.

Segundo Borém (2005) a proporção genética da variabilidade total é designada da herdabilidade. No sentido restrito, herdabilidade é a proporção da variabilidade observada em razão dos efeitos aditivos do gene.

2.4.2. Coeficiente de herdabilidade

A partir de teste de progênies o melhorista de acordo com seu objetivo, pode-se ter um pomar de sementes clonal ou pomar de sementes por mudas (VENCOVSKY, 1969). Desse modo, obter estimativas de coeficientes de herdabilidade, acurácia associada às unidades de seleção e de progressos genéticos. Esses parâmetros são de fundamental importância para definir

a melhor estratégia de seleção (GOLDENBERG, 1968; RESENDE, 2002a; VENCOVSKY ; BARRIGA, 1992).

A herdabilidade é a proporção de variância genética sobre a variância fenotípica total, ou seja, a proporção herdável da variabilidade total. Esta proporção herdável é alterada pelo efeito do ambiente e com o aumento da variabilidade proporcionado pelo efeito do ambiente, a seleção de novos genótipos torna-se mais difícil. Pode ser dividida em dois tipos: herdabilidade no sentido amplo e herdabilidade no sentido restrito (RESENDE ; HIGA, 1994).

A herdabilidade no sentido amplo (h^2_g) é definida como o coeficiente de determinação entre a variação do valor genotípico (V_g) e do valor fenotípico (V_f), ou a regressão do valor genotípico sobre o valor fenotípico (RESENDE, 1999b).

A herdabilidade no sentido restrito ($\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_f^2}$) é definida como o coeficiente de determinação entre a variação do valor genético aditivo (V_a) e do valor fenotípico (V_f), (RESENDE, 2002b).

A herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população e das circunstâncias de ambientes às quais os indivíduos estão sujeitos (VENCOVSKY, 1987). Neste caso, as herdabilidades em nível de média de progênies (família) podem ser superiores às individuais, quando os efeitos ambientais nas famílias são minimizados pelo número de repetições e de plantas por parcela. Portanto, a seleção pode ser mais eficiente com base nas médias de progênies do que em plantas individuais (VENCOVSKY ; BARRIGA, 1992).

2.4.3. *Ganhos genéticos na seleção*

Na seleção de árvores para programas de melhoramento, podem ser utilizados caracteres de adaptação, crescimento, forma e qualidade da madeira.

A adoção de eficiente estratégia de melhoramento genético de espécies florestais depende, sobretudo, da utilização de acurados métodos de seleção. Por outro lado, o método ideal de seleção depende de vários fatores, como por exemplo: herdabilidade do caráter objetivo da seleção, número de famílias e indivíduos avaliados por experimento e heterogeneidade ambiental na área do experimento (HALLAUER ; MIRANDA FILHO, 1988).

Segundo Gonçalves et al. (2007) grande parte da contribuição da genética quantitativa está relacionada a possibilidade de se estimar o ganho genético com uma estratégia de seleção adotada pelo programa de melhoramento genético. Portanto, o progresso genético da espécie pode ser estimado em uma população, desde que haja variabilidade para realizar a seleção.

O melhoramento de uma população para um dado caráter é resultado do ganho de seleção, que depende do diferencial de seleção, que por sua vez é a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original (MARTINS et al., 2005).

De acordo com Cruz et al. (2004) os índices de seleção constituem-se em um caráter adicional, estabelecido pela combinação ótima dos vários caracteres analisados, o que permite que se realize com eficiência a seleção simultânea em vários caracteres. Deste modo, ao selecionar genótipos superiores para um dado caráter, mudanças indesejáveis podem ocorrer em outros, em razão da existência de correlações entre elas. Cruz et al. (2004) ressaltam ainda que a seleção com base em único caráter mostra-se inadequado, pois conduz a produto final superior com relação à este caráter, mas pode levar a desempenhos não tão favoráveis para os demais. Uma forma de se aumentar o êxito desses trabalhos é por meio da seleção simultânea de caracteres, assim, a utilização dos índices de seleção é alternativa eficiente, pois permitem a seleção com base em vários caracteres de interesse (FALCONER ; MACKAY, 1996).

2.5. Estratégia do melhoramento em *Eucalyptus* sp.

Os programas de melhoramento são, comumente, desenvolvidos em ciclos repetidos de seleção e recombinação. As estratégias de melhoramento estabelecem como estes ciclos serão organizados para produzir material genético melhorado a serem utilizados nos plantios comerciais. Normalmente o melhorista vive o dilema de obter ganhos no curto prazo, reduzindo a base genética, e ao mesmo tempo tendo que manter a variabilidade para promover ganhos continuamente em gerações avançadas (BUENO, 2001). Um bom programa deve permitir a manutenção da variabilidade em longo prazo, tão grande quanto possível, sacrificando minimamente os resultados de curto prazo.

Os programas de melhoramento envolvem recursos humanos, infraestrutura para testes e avaliações, método adequado de melhoramento e germoplasmas. A escolha inadequada de qualquer um desses componentes limita o progresso do programa. Diversos são os benefícios de

um programa de melhoramento, como por exemplo: aumentar a produção e qualidade da matéria prima. Com o processo de hibridação pode-se selecionar indivíduos que melhor se adaptam as condições edafoclimáticas, selecionar plantas resistentes a pragas e doenças (BORÉM ; MIRANDA, 2005).

A estrutura básica de uma estratégia de melhoramento é composta da população base, da população de melhoramento, dos métodos para avaliar e selecionar árvores geneticamente superiores, dos métodos a serem utilizados na recombinação destas árvores para regenerar populações de melhoramento, que serão submetidas a ciclos repetidos de seleção, e dos métodos de multiplicação para prover material genético melhorado em quantidade para plantios comerciais (ELDRIDGE, et al., 1993).

O ganho genético é condicionado, fundamentalmente, pela variação genética aditiva da população de seleção. A variabilidade é mantida por meio dos ciclos seletivos e é liberada através da recombinação, ao final de cada ciclo, assim, o melhorista manipula para promover o melhoramento genético e estabelecimento das populações de melhoramento (CANUTO, 2009).

Os estudos de parâmetros genéticos para avaliação de caracteres de crescimento em progênies de *Eucalyptus tereticornis* vêm revelando valores substanciais para os coeficientes de variação genética e herdabilidades (FERREIRA et al., 1986; PRYOR, 1971).

2.6. Conservação e melhoramento genético

Com a introdução de espécies exóticas no Brasil, diversas regiões foram beneficiadas com crescimento socioeconômico devido à comercialização dos produtos oriundos da madeira. No entanto, o ganho de produção pode ser melhorado através de estudos mais profundos sobre o comportamento das populações em diferentes sistemas de plantio e as técnicas de aplicá-las na obtenção de exemplares superiores. O estabelecimento de pomares de sementes é um método bastante recomendado para produção de sementes geneticamente melhoradas e utilizado na maioria dos programas de melhoramento. Os indivíduos integrantes deste tipo de pomar são testados quanto aos seus valores reprodutivos (teste de progênies), possibilitando eliminar aqueles que não produzem boas mudas (baixa capacidade geral de combinação), o que resultara em plantios mais produtivos e mais homogêneos (HALLAUER ; MIRANDA FILHO, 1988). Souza (2006) cita que na seleção de indivíduos para composição dos pomares é possível conhecer

a qualidade da sua madeira bem como de suas progênes. Este caráter, ao ser levado em conta na seleção, refletirá de maneira positiva na indústria, seja de celulose, siderúrgica ou madeireira.

A necessidade de se preservar a variabilidade disponível, com coletas constantes de sementes e da preservação dos bancos de germoplasmas de espécies exóticas e nativas, garante não só a manutenção de alelos, para uso imediato ou futuro, mas também a manutenção de complexos gênicos na sua totalidade (BORÉM ; MIRANDA, 2005).

A seleção tendo como base no teste de progênes é sempre mais eficiente com relação à realizada apenas no fenótipo das plantas individuais. Isto se a seleção é realizada pela avaliação não só dos indivíduos a serem selecionados como também dos seus descendentes. O efeito básico da seleção é alterar as frequências alélicas e, conseqüentemente, as frequências genotípicas. Interessa particularmente ao melhorista a mudança média que a seleção provoca na população (BUENO, 2001).

Resende et al. (1996) relatam que ensaios de progênes têm ainda outro valor do que tão somente a determinação do valor dos pais. De igual valor, ou até valor superior a longo prazo, é o uso de populações de teste como material do qual as seleções de segunda geração podem ser derivados. Na seleção de árvores para programas de melhoramento, podem ser utilizados caracteres de adaptação, crescimento, forma e qualidade da madeira.

O método de seleção ideal depende de vários fatores, seja ambientais ou genéticos, assim, diversos autores propõem a utilização de índices que tem por base a multiplicação dos valores fenotípicos referentes ao indivíduo, na média de parcela, na média de família e na média geral do experimento pelos coeficientes de ponderação desses índices (RESENDE, 1994). O conhecimento sobre a estrutura genética de populações é essencial para o desenvolvimento de um programa de melhoramento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do ensaio, delineamento experimental e amostragem

O teste de procedências e progênes de *E. tereticornis* foi instalado em fevereiro de 1986 na Floresta Estadual de Batatais (latitude 20°56'08" S, longitude 47°37'20" W e altitude de 860 m), do Instituto Florestal de São Paulo. A área está localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí – Mirim. De acordo com o sistema de Classificação Climática de Köppen, o clima da região é classificado como mesotérmico úmido de verão quente (Cwa), ou seja, verão quente e chuvoso com inverno frio e seco. Apresenta, no mês mais seco, totais de chuvas inferiores a 30 mm, temperaturas médias superiores a 22°C no mês mais quente e temperaturas menores que 18°C no mês mais frio. As geadas são raras ou pouco freqüentes e a deficiência hídrica é pequena ou nula. A precipitação média regional varia entre 1100 e 1700 mm anuais (SÃO PAULO, 1999).

As 52 progênes testadas são originadas de polinização aberta de árvores matrizes amostradas. As sementes foram coletadas em populações naturais oriundas de Helenvale (20 progênes), Ravenshoe (19) e Mt. Garnet (13), Austrália. As progênes foram comparadas com três testemunhas comerciais provenientes da Austrália: testemunha 1 (Mount Poverty, Norte de Queensland), Lat 15°40', Long 145°10'; testemunha 2 (Mount Garnet, Queensland), Lat 18°30', Long 144°45' e testemunha 3 (Helenvale, Queensland), Lat 15°45', Long 145°15'. O delineamento experimental utilizado para o ensaio foi o de blocos de famílias compactas, com o efeito de procedência alocado nas parcelas e de progênes nas sub-parcelas. As sub-parcelas foram compostas por seis plantas dispostas em linha e foram utilizados dez repetições (blocos). O espaçamento adotado foi o de 3 x 2 m, com bordadura dupla para todo o ensaio (duas linhas de bordadura). As testemunhas foram obtidas por meio de sementes de matrizes comerciais e introduzidas no experimento de forma aleatória nas sub-parcelas.

Em 2011 procedeu-se à coleta dos dados para os caracteres DAP (diâmetro a altura do peito – 1,30 m a partir do solo), altura total (em metros) e forma do fuste [utilizado um sistema de notas, com valores variando de um (pior forma) a cinco (melhor forma)]. Foi avaliado a porcentagem de sobrevivência das progênes no campo e o volume foi calculado pela expressão:

$$V_r = [\pi(DAP)^2 h F_F] / 4,$$

em que, h é a altura e F_F o fator de forma (utilizou-se o fator de forma com casca de 0,4558 estimado por Oliveira (1994) para a média de várias espécies de *Eucalyptus*).

O IMA (incremento médio anual), foi obtido pela expressão:

$$\text{IMA} = V / t$$

em que, V é o Volume (cm³) produzido em função da idade t (anos) e t é a idade da plantação (anos).

3.2 Análise estatística

Para verificar se existiam diferenças estatísticas entre procedências e progênies dentro de procedências para os caracteres mensurados utilizou-se análise de variância. Estas análises foram conduzidas em nível de plantas individuais para cada caráter e realizadas utilizando o programa SAS (SAS, 1999) e o procedimento GLM, e foram conduzidas em nível de plantas individuais para cada caráter. Para cada caráter foi realizado utilizando-se o modelo de blocos ao acaso, assumindo o seguinte modelo misto:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + t_j + f_{j:k} + (tb)_{ij} + (fb)_{j:ki} + e_{ijk}$$

em que, Y_{ijkl} é o valor fenotípico do l -ésimo indivíduo da k -ésima progênie da j -ésima procedência na i -ésima repetição; μ é o termo fixo da média total; b_i é o efeito aleatório da i -ésima repetição; t_j é o efeito fixo da j -ésima procedência; $f_{j:k}$ é o efeito aleatório da k -ésima progênie na j -ésima procedência; $(tb)_{ij}$ é o efeito da interação entre a j -ésima procedência e a i -ésima repetição; $(fb)_{j:ki}$ é o efeito da interação entre a k -ésima progênie da j -ésima procedência e a i -ésima repetição; e_{ijk} é o efeito da l -ésima árvore dentro da k -ésima progênie da j -ésima

procedência na i -ésima repetição. Esta última inclui os efeitos do erro; $i = 1 \dots b$ (b é o número de repetições); $j = 1 \dots t$ (t é o número de procedência); $k = 1 \dots f$ (f é o número de progênies por procedência); $l = 1 \dots n$ (n é o número de plantas por progênie). Com exceção da média e de procedências, todos os demais efeitos foram assumidos como aleatórios. A variância fenotípica dentro das subparcelas foi obtida pela média ponderada dos quadrados médios dentro das subparcelas. A Tabela 1 mostra as esperanças de quadrados médios para as análises estatísticas.

Tabela 1 – Esperanças de Quadrados Médios para as variáveis em nível de plantas individuais.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	$J-1$	QM_{blocos}	----
Progênie/procedências	$f-1$	$QM_{\text{progênie/procedência}}$	$\sigma_d^2 + K \sigma_e^2 + JK \sigma_p^2 + \sigma_{f/p}^2$
Procedências	$I-1$	$QM_{\text{procedência}}$	$\sigma_d^2 + K \sigma_e^2 + JK \sigma_p^2$
Erro entre procedências	$(J-1)(I-1)$	QM_{entre}	$\sigma_d^2 + K \sigma_e^2$
Dentro de procedências	$J I (K-1)$	QM_{dentro}	σ_d^2
Total	$J f I K - 1$	-	-

em que: J = número de blocos; I número de procedências e K = média harmônica do número de árvores por parcela.

3.3 Estimativa dos componentes da variância e parâmetro genéticos

Da análise de variância foram estimados os componentes de variância utilizando-se o método REML (*Restricted Maximun Likelihood*), em combinação com o comando VARCOMP do programa estatístico SAS. Os componentes estimados foram: $\hat{\sigma}_p^2$ = variância genética entre progênies dentro de procedências, $\hat{\sigma}_e^2$ = variância ambiental e $\hat{\sigma}_d^2$ variância fenotípica dentro de progênies. Desses componentes de variância foram estimadas a variância fenotípica total ($\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2$) e variância genética aditiva, $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$, sendo \hat{r}_{xy} o coeficiente médio de parentesco entre plantas dentro de progênies, o qual foi estimado utilizando a expressão:

$$\hat{r}_{xy} = 0,25(1 + \hat{F}_p) [4\hat{s} + (\hat{t}^2 + \hat{t}\hat{s}\hat{r}_s)(1 + \hat{r}_p)] \text{ (RITLAND, 1989),}$$

em que: \hat{F}_p é a estimativa do coeficiente de endogamia ou índice de fixação na geração parental, \hat{s} é a estimativa da taxa de autofecundação, \hat{t} é a estimativa da taxa de cruzamento, \hat{r}_s é a estimativa da correção de autofecundação (mede a variação individual na taxa de cruzamentos), e \hat{r}_p é a estimativa da correlação de paternidade (mede a proporção de irmãos-completos dentro das progênies). Para calcular \hat{r}_{xy} foi utilizada a taxa de cruzamento ($\hat{t}_m = 0,754 \pm 0,089$) estimada para média de 18 espécies de *Eucalyptus* (SEBBENN, 2001). A correlação de paternidade (\hat{r}_p) e a correlação de autofecundação (\hat{r}_s) foram calculadas para a média de apenas cinco espécies, visto que são as únicas estimativas existentes na literatura corrente ($\hat{r}_p = 0,390 \pm 0,184$; $\hat{r}_s = 0,290 \pm 0,108$). Assumiu-se ausência de endogamia na geração parental ($\hat{F}_p = 0$). Isso resultou no coeficiente de parentesco dentro de progênies de 0,462 e a variância genética aditiva foi calculada finalmente por: $\hat{\sigma}_A^2 = \hat{\sigma}_p^2 / 0,462$.

Os coeficientes de herdabilidade, o coeficiente de variação genética e medidas de correlações entre caracteres foram estimados com base em Namkoong (1979). Foram estimados os coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênies (\hat{h}_m^2), herdabilidade dentro de progênies (h_d^2), herdabilidade em nível de plantas individuais (h_i^2) e acurácia (Ac) usando-se as expressões:

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\hat{m}} \cdot 100,$$

$$\hat{h}_m^2 = \hat{\sigma}_p^2 / [(\hat{\sigma}_e^2 / J) + \hat{\sigma}_p^2],$$

$$\hat{h}_d^2 = [(1 - \hat{r}_{xy}) \hat{\sigma}_A^2] / \hat{\sigma}_d^2,$$

$$\hat{h}_i^2 = \hat{\sigma}_A^2 / (\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2) \text{ e,}$$

$$Ac = \sqrt{\hat{h}_m^2}.$$

Em que: J é o número de repetições.

Como foram testadas apenas três procedências, optou-se apenas pela seleção entre e dentro de progênes, desconsiderando-se o efeito de procedências. Os ganhos genéticos esperados com a seleção entre progênes dentro de procedências e dentro de progênes (G_{ed}) foram calculada por,

$$\hat{G}_{ed} = i_e \hat{\sigma}_F \hat{h}_m^2 + i_d \hat{\sigma}_d \hat{h}_d^2,$$

em que, i_e e i_d são as diferenciais de seleção em unidade de desvio padrão fenotípico, aplicada entre e dentro de progênes e $\hat{\sigma}_F$ e $\hat{\sigma}_d$ são os desvios padrões da variância fenotípica total e dentro de progênes, respectivamente. Os ganhos esperados na seleção em porcentagem [$G_{ed}(\%)$] foram estimados por:

$$\hat{G}_{ed}(\%) = (100 \hat{G}_{ed}) / \bar{x},$$

em que, \bar{x} é a média do caráter sob consideração (RESENDE, 1999b).

As melhores progênes foram selecionadas utilizando um índice combinado para múltiplos caracteres:

$$I_S = \bar{x}_{DAP} I_{DAP} + \bar{x}_{altura} I_{altura} + \bar{x}_{volume} I_{volume} + \bar{x}_{forma} I_{forma},$$

em que, I_{DAP} , I_{altura} , I_{volume} e I_{forma} são os pesos dados para os caracteres DAP, altura, volume e forma, respectivamente; \bar{x}_{DAP} , \bar{x}_{altura} , \bar{x}_{volume} e \bar{x}_{forma} são as médias das progênes para os

caracteres DAP, altura, volume e forma, respectivamente. Para DAP e forma foram atribuídos o peso 0,30, para altura e volume o peso 0,15. Baseados nestes índices fenotípicos foram determinadas as melhores progênes para o pomar de sementes por mudas e para o pomar clonal.

3.4 Correlações genéticas e fenotípicas

As correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres DAP, altura, volume e forma do fuste foram estimada dos valores individuais de acordo com as equações:

$$\hat{r}_{P_{XY}} = \frac{\hat{\sigma}_{F_X F_Y}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{F_X}^2 \cdot \hat{\sigma}_{F_Y}^2}} \text{ e}$$

$$\hat{r}_{g_{XY}} = \frac{\hat{\sigma}_{p_X p_Y}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{p_X}^2 \cdot \hat{\sigma}_{p_Y}^2}},$$

em que, $\hat{r}_{F_{XY}}$ e $\hat{r}_{g_{XY}}$ são os coeficientes de correlação fenotípica e genética, $\hat{\sigma}_{F_X F_Y}$ e $\hat{\sigma}_{p_X p_Y}$ são os produtos médios fenotípicos e genéticos entre os caracteres x e y , estimados das análises de covariância; $\hat{\sigma}_{F_X}^2$, $\hat{\sigma}_{p_X}^2$ e $\hat{\sigma}_{F_Y}^2$, $\hat{\sigma}_{p_Y}^2$ são as variâncias fenotípicas e genéticas dos caracteres x e y respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variação ambiental e genética

A análise de variância detectou diferenças significativas entre blocos para os caracteres DAP e altura, o que indica que a implantação do experimento na forma de blocos não foi eficiente para o controle ambiental (Tabela 2). A análise de variância revelou diferença significativa (5% de probabilidade) entre médias de procedências para o DAP e diferença significativa entre progênies dentro de procedência (5% de probabilidade) para os caracteres DAP e altura e diferença significativa (1% de probabilidade) para o volume, sugerindo a presença de variação genética entre procedências e entre progênies dentro de procedências, com a possibilidade de melhoramento a partir da seleção das procedências e progênies mais produtivas.

Oliveira (1994) estudando o comportamento silvicultural de procedências e progênies de *Eucalyptus tereticornis* aos 11 anos de idade, na região de Anhembi-SP, para os caracteres DAP, altura, área basal, volume, sobrevivência, fenologia da floração e da frutificação, além do número de sementes viáveis por quilograma de sementes, encontrou diferenças significativas entre as procedências para os caracteres e variação genética, destacando-se em produtividade os lotes das progênies da procedências Mount Garnet e Mareeba.

Tabela 2 – Quadrados médios e respectivas médias para as variáveis DAP, altura, volume e forma em procedências e progênies de *Eucalyptus tereticornis*, aos 25 anos de idade, em Batatais – SP.

Fonte de variação	Graus de liberdade	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³)	Forma
Blocos	9	80,4502*	79,8791**	0,1680 **	0,0866
Procedência	2	316,6337*	236,2515	0,5204 **	0,0194
Progênies/procedência	49	45,5292*	27,4467*	0,0628	0,0884
Erro entre	423	42,5416	27,3938	0,0695	0,0883
Dentro	1295	33,8583	20,1135	0,0495	0,0772
Média das progênies	-	16,90	19,51	0,26	3,02
Média das testemunhas	-	16,35	18,98	0,23	3,16

*: $P \leq 0,05$; Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

** : $P \leq 0,01$. Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

4.2 Sobrevivência, crescimento e forma das árvores

De maneira geral as progênies apresentaram alta porcentagem de sobrevivência no campo (87,50%), indicando que houve grande capacidade adaptativa às condições edafoclimáticas para *E. tereticornis* em Batatais – SP, independente da sua procedência de origem.

A média da população foi superior à média das testemunhas para os caracteres DAP (16,90), altura (19,51), volume (0,26). A média da testemunha foi superior à média da procedência somente para o caráter forma do fuste (Tabela 2).

Tabela 3- Médias para os caracteres DAP, altura, volume real e forma para procedência e testemunhas de progênies de *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade, em Batatais – SP.

Médias	DAP	Altura	Volume real	Forma
Helenvale	17,23	19,89	0,27	2,98
Ravenshoe	16,79	19,41	0,30	3,06
Mt Garnet	16,55	19,09	0,21	3,02
Testemunha 1	16,31	18,54	0,28	3,16
Testemunha 2	15,88	18,47	0,29	3,00
Testemunha 3	17,02	19,54	0,31	3,33

As procedências de *E. tereticornis* com maiores médias para os caracteres de crescimento foram as provenientes de Helenvale, apresentando superioridade nos caracteres DAP e altura. Essa procedência foi inferior para forma do fuste, superada pelas procedências de Ravenshoe e Mt Garnet para esse caráter. Ferreira et al. (1986), estudando o crescimento diamétrico e em altura em progênies de Kennedy River, encontraram variações expressivas entre e dentro de procedências. A procedência que apresentou o pior desenvolvimento foi a de Mt Garnet (Tabela 3). Resultado semelhante ao de Silva (2007), que comparando progênies de Mt Garnet, Mt Molloy, N. W. Laura e Helenvale obteve o pior desenvolvimento nas procedências de Mt Garnet.

Para o caráter Forma do fuste foi constatado que não existe diferenças significativas (95% de probabilidade) para esse caráter entre as procedências.

Tomando por base o crescimento volumétrico as procedências de Ravenshoe apresentaram o maior crescimento volumétrico, e portanto, essa procedência pode ser explorada como fonte de materiais genéticos para suprimento de programas de melhoramento.

A testemunha comercial de *E. tereticornis* de Helenvale (Queensland), apresentou o segundo melhor desenvolvimento para o DAP e altura, se comparado com as procedências, todavia seu crescimento não difere estatisticamente das demais procedências. Analisando o caráter forma, a testemunha comercial de Helenvale (Queensland) revelou o melhor resultado (Tabela 3).

A superioridade do crescimento volumétrico das testemunhas, observado em Batatais, deveu-se, em parte, à melhor adaptação às condições ecológicas locais. Pires et al. (1996), estudando procedências de *E. tereticornis* de MW. Mt Carbine e Laura, observaram os melhores resultados para o comportamento silvicultural, aos 5 anos de idade, na região semi-árida do Nordeste. Portanto, essa espécie apresenta ótimas perspectivas para o melhoramento genético, pois apresenta boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas de diferentes regiões.

Moraes et al. (2007) analisando uma população base de *E. camaldulensis* com 19 anos de idade, verificaram crescimento médio da população de 18,32 cm para o DAP, sendo esse valor superior quando comparado ao presente estudo. Possivelmente essa superioridade no crescimento deve-se à utilização de maiores espaçamentos de plantios (4,0 x 4,0 m). Na maioria das espécies florestais de rápido crescimento, as maiores respostas em crescimento diamétrico, geralmente estão relacionadas com o aumento nos espaçamentos de plantios (MACEDO et al., 2006).

Comparando o incremento médio anual (IMA) do presente teste com as espécies de *Eucalyptus* mais utilizadas em programas de melhoramento (Tabela 4), observa-se que o *E. tereticornis* apresenta um crescimento em DAP e altura inferior a todas as espécies do gênero *Eucalyptus* listadas. O estágio avançado da avaliação do experimento (25 anos) é uma das causas da baixa taxa de crescimento. O incremento médio anual para caracteres de crescimento, como altura e DAP, é maior na fase juvenil das plantas e tende a diminuir nas idades mais avançadas. Esse padrão pode ser verificado nos dados apresentados na respectiva Tabela para *E. grandis*, em Mogi-Guaçu em que o IMA foi diminuindo com o avanço da idade. No entanto, em comparação com os resultados obtidos para *E. cloeziana*, também aos 24 anos em Luiz Antônio-SP, concluiu-se que as procedências testadas de *E. tereticornis* têm menor taxa de crescimento.

Tabela 4 – Desempenho em altura e DAP de algumas espécies do Gênero *Eucalyptus* no Brasil.

Espécie de <i>Eucalyptus</i>	Idade (anos)	Local	Altura (m)	IMA altura (m)	DAP (cm)	IMA DAP (cm)	Fonte
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	25	Batatais	19,50	0,81	16,73	0,70	Presente estudo
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	4,3	Lagoa Grande-PR	--	--	5,10	1,19	Drumond et al. (2003)
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	24	Luiz Antonio-SP	26,08	1,09	28,42	1,18	Berti et al. (2010)
<i>Eucalyptus resinifera</i>	21	Luiz Antônio-SP	22,48	1,07	38,57	1,84	Sato et al. (2007)
<i>Eucalyptus spp.</i>	20	Assis-SP	28,39	1,42	21,02	1,05	Sebbenn et al. (2008b)
<i>Eucalyptus brassiana</i>	13	Planaltina-MG	13,60	1,04	12,50	0,96	Moura et al. (1995)
<i>Eucalyptus maidenii</i>	11	--	22,33	2,03	18,34	1,67	Ettori e Sato (1996)
<i>Eucalyptus paniculata</i>	7	Campo Mourão-PR	15,86	2,26	19,29	2,04	Del Quiqui et al. (2001)
<i>Eucalyptus spp.</i>	7	Guataparã-SP	22,17	3,26	19,83	2,92	Tolfo et al. (2005)
<i>Eucalyptus urophylla</i>	7	Aracruz (ES)	15,45	2,21	12,10	1,73	Mori et al. (1988)
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	7	Bocaituva-MG	--	--	11,18	1,67	Marques Junior et T. (1996)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7	Brasília-MG	--	--	10,82	1,61	Pereira et al. (1997)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7	Campo Mourão-PR	16,56	2,36	15,29	2,18	Del Quiqui et al. (2001)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	6	Paraopeba-MG	11,99	2,14	10,28	1,84	Martins et al. (2002)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	6	Paraopeba – MG	15,91	2,84	10,16	1,81	Scarpim et al. (1999)
<i>Corymbia citriodora</i>	5	Selvíria-MS	11,83	2,36	12,52	2,50	Oliveira et al. (1999)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	4	Lagoa Grande-PR	--	--	4,82	1,12	Drumond et al. (2003)
<i>Eucalyptus grandis</i>	4	Biritiba Mirim-SP	17,88	4,83	12,72	3,44	Menck et al. (1986)

<i>Eucalyptus grandis</i>	4	Gov. Valadares-MG	--	--	17,49	4,60	Martins et al. (2001)
<i>Eucalyptus grandis</i>	3	Cascavel-PR	--	--	10,09	4,03	Carrijo et al. (2008)
<i>Eucalyptus grandis</i>	1	Mogi-Guaçu-SP	--	--	4,80	4,80	Bellote et al. (1980)
<i>Eucalyptus grandis</i>	2	Mogi-Guaçu-SP	--	--	8,80	4,40	Bellote et al. (1980)
<i>Eucalyptus grandis</i>	3	Mogi-Guaçu-SP	--	--	12,0	4,00	Bellote et al. (1980)
<i>Eucalyptus grandis</i>	4	Mogi-Guaçu-SP	--	--	12,70	3,20	Bellote et al. (1980)
<i>Eucalyptus grandis</i>	5	Mogi-Guaçu-SP	--	--	13,70	2,70	Bellote et al. (1980)

¹ em que, IMA: Incremento Médio Anual; DAP: diâmetro a altura do peito.

4.3 Correlações fenotípicas e genéticas

A estimativa da correlação genética entre DAP e altura ($\hat{r}_g=0,909$) foi positiva, alta e significativamente diferente de zero, indicando forte associação entre estes dois caracteres. Este resultado era esperado, visto que um grande número de estudos desta associação genética em espécies arbóreas tem mostrado forte correlação genética entre DAP e altura (SEBBENN et al., 2004; 2008a; 2009; SEBBENN, 2007; FREITAS et al., 2008). Este resultado é importante, pois indica a possibilidade de se conseguir aumentar a altura das árvores com seleção para maior DAP.

As variáveis DAP e volume mostraram-se fortemente associadas. De acordo com Sampaio et al. (1996) a seleção quando é feita em variáveis com correlações positivas e de alta magnitude, espera-se uma alta resposta correlacionada, ou seja, ocorre uma vantagem na seleção que é a mesma para esses caracteres. Neste caso, o diâmetro apresentou forte correlação genética com o volume, portanto, a opção de condução com base no diâmetro pode-se obter ótimos ganhos genéticos em volume de madeira. Kageyama e Vencovsky (1983) estudando variação genética em progênies de *Eucalyptus grandis* encontraram correlações genéticas de 0,99 de DAP com volume.

As estimativas das correlações fenotípicas evidenciaram associações positivas, significativas, no entanto, foram menores que as correlações genéticas. A seleção indireta pode ser mais eficiente nesse caso. As associações positivas entre os caracteres indicam que a seleção em um caráter pode trazer ganhos indiretos em outro, em especial entre DAP e volume que apresentaram as maiores correlações (Tabela 5).

Tabela 5 – Correlações genéticas (\hat{r}_g) e fenotípicas (\hat{r}_F) em progênies de *Eucalyptus tereticornis* para caracteres de crescimento aos 25 anos de idade, em Batatais-SP.

Caracteres	\hat{r}_g	\hat{r}_F
DAP vs Altura	0,909*	0,296
DAP vs Volume	0,986**	0,893 *
Altura vs Volume	0,914*	0,260
DAP vs Forma	0,250	0,173
Altura vs Forma	0,170	0,137
Volume vs Forma	0,243	0,032

*: $P \leq 0,05$; Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t (Student)

** : $P \leq 0,01$. Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t (Student)

Falconer e Mackay (1996) afirmam que a correlação fenotípica tem pouco valor prático, podendo induzir ao erro. Desta forma, fica evidente a necessidade do estudo das correlações fenotípicas e genéticas em separado. Para o melhoramento genético, as correlações de natureza genética são mais importantes.

Os caracteres DAP, altura e volume apresentaram fraca correlação genética com o caráter Forma, mostrando uma independência entre os caracteres de crescimento e forma do tronco. Esse fato é de suma importância, já que a seleção para uma delas não trará reflexos negativos à outra, conforme enfatizam Falconer e Mackay (1996). As correlações fenotípicas em nível de médias de famílias, para locais em conjunto, mostraram-se invariavelmente inferiores às obtidas em nível genético aditivo, contudo, no estudo desses caracteres, a herdabilidade tem elevada importância, porque representa o efeito cumulativo de todos os locos que afetam determinado caráter. Sendo assim, a utilização da herdabilidade associada às correlações genéticas, pode auxiliar o melhorista de plantas a maximizar seus ganhos no processo de seleção de caracteres quantitativos (ATLIN ; FREY, 1990).

4.4 Variação genética e coeficientes de herdabilidade

O coeficiente de variação genética expressa, em porcentagem da média geral, a quantidade de variação genética existente entre as progênies. De acordo com Falconer e Mackay (1996) dentre os parâmetros estimados, o coeficiente de variação genético é de suma importância, pois estima a variação genética entre as progênies e permite determinar o ganho genético. O coeficiente de variação genética (CV_g) foi de médio a baixo para o DAP (3,7%). A forma do tronco também apresentou baixo CV_g . Resultados semelhantes foram observados por Kageyama e Vencovsky (1983), para procedências de *Eucalyptus grandis* em Anhembi (2,8%), Brotas (4,0%) e Lençóis Paulista (3,8%). Esses valores, quando comparados com os dados de populações panmíticas em geral, mostram razoável variação genética e que pode ser explorada através de seleção.

Avaliando a forma do tronco, o coeficiente de variação genética (CV_g) para esse caráter foi baixo (0,6%) (Tabela 6).

Tabela 6 – Estimativas de parâmetros genéticos para as variáveis DAP, altura, volume e forma, assumindo progênes de *Eucalyptus tereticornis* como meios-irmãos (MI) e sistema misto de reprodução (SM) aos 25 anos de idade, em Batatais-SP.

Parâmetros	DAP (cm)	Altura (m)	VOL (m ³)	Forma
$\hat{\sigma}_F^2$	42,09	29,12	0,06	0,09
$\hat{\sigma}_A^2$	0,34	0,30	0,0001	0,0008
$\hat{\sigma}_e^2$	4,23	4,30	0,04	0,003
$\hat{\sigma}_p^2$	0,15	0,13	0,004	0,00003
$\hat{\sigma}_d^2$	37,69	24,73	0,05	0,08
CV_g (%)	3,70	2,80	7,60	0,60
$Ac = \sqrt{\hat{h}_m^2}$	0,60	0,55	0,45	0,41
\hat{h}_m^2	0,31	0,30	0,21	0,17
\hat{h}_i^2 (MI)	0,04	0,05	0,03	0,02
\hat{h}_i^2 (SM)	0,02	0,03	0,01	0,01
\hat{h}_d^2 (MI)	0,03	0,04	0,02	0,01
\hat{h}_d^2 (SM)	0,01	0,02	0,01	0,01

$\hat{\sigma}_F^2$ = variância fenotípica total; $\hat{\sigma}_A^2$ = variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância ambiental; $\hat{\sigma}_p^2$ = variância genética entre progênes dentro de procedências; $Ac = \sqrt{\hat{h}_m^2}$ = acurácia; CV_g (%) = coeficiente de variação genético; \hat{h}_m^2 = herdabilidade entre progênes; \hat{h}_i^2 = herdabilidade individual.

O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênes \hat{h}_m^2 foi mediano para os caracteres DAP e altura, sendo 0,31 e 0,30, respectivamente, mais baixo para a forma do tronco (0,17), sugerindo para os dois primeiros caracteres um controle genético em nível de média de progênes. De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), as herdabilidades em nível de média de progênes podem ser superiores às individuais, quando os efeitos ambientais da primeira são minimizados pelo número de repetições e de plantas por parcela. Portanto, a seleção pode ser mais eficiente com base nas médias de progênes do que em plantas individuais. Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais (\hat{h}_i^2) e dentro de progênes (\hat{h}_d^2) foram baixos para os caracteres avaliados, mesmo quando estimados assumindo que as progênes eram de meios-irmãos.

4.5 Ganhos esperados com a seleção entre e dentro de progênies

Os caracteres DAP e altura apresentaram ganhos altos com intensidade de seleção entre e dentro de progênies 12,4% e 8,52%, respectivamente. A média da população atual para DAP é de 16,29 cm e a esperada na população melhorada, depois da seleção e recombinação é de 18,31 cm. Para o caráter altura, a média atual é 19,04 m e com a seleção e recombinação após seleção, a média esperada é de 20,66 m (Tabela 7). Estes ganhos são esperados para reflorestamentos com a espécie na idade de 25 anos, realizados com sementes coletadas no teste de procedências e progênies, após a seleção e recombinação aleatórias e implantadas em ambientes com características ambientais semelhantes às da Floresta Estadual de Batatais.

Tabela 7 – Ganhos na seleção em porcentagem [G_{ed} (%)] para DAP, altura, volume e forma em 52 progênies de polinização aberta de *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade, em Batatais-SP.

Parâmetro	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³)	Forma
G_{ed}	2,02	1,628	0,55	0,05
G_{ed} (%)	12,4	8,5	22,4	1,7
$\bar{x}_{População}$	16,29	19,04	0,2454	2,97
$\hat{x}_{Melhorada} = \bar{x}_{População} + G_{ed}$	18,31	20,66	0,3004	3,02

G_{ed} = ganho na seleção; G_{ed} (%) = ganhos esperados com a seleção; $\bar{x}_{População}$ = média da população; $\hat{x}_{Melhorada} = \bar{x}_{População} + G_{ed}$ = média da população melhorada.

Para o estabelecimento de um pomar de sementes por mudas foram selecionadas 25 progênies e para a obtenção dos clones 15 (Tabela 8), portanto, com esta estratégia de seleção, leva a uma superioridade de 5,80% e 8,25% para o DAP e 14,05% e 19,79% para volume em relação à média geral da população. Esta superioridade é evidenciada pelos respectivos pesos dados aos diferentes caracteres, em geral apenas altera a classificação das progênies, em especial para os caracteres de crescimento como DAP, altura e volume, que são correlacionados.

Tabela 8- Média das 25 e 15 progênies selecionadas pelo índice multi-caracteres, média geral e superioridade relativa das progênies selecionadas em relação à média geral das 52 progênies de *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade, em Batatais-SP.

	DAP (cm)	Altura (m)	Vol (m³)	Forma
Média 25	17,93	20,46	0,2989	3,16
Média 15	18,41	20,80	0,3203	3,21
Geral	16,89	19,51	0,2569	3,02
Diferença: 25 vs média	5,80	4,59	14,05	4,43
Diferença: 15 vs média	8,25	6,20	19,79	5,91

A seleção feita para obtenção de mudas por clonagem teve o maior ganho para o volume, apresentando uma diferença de 19,79% da média geral.

5 CONCLUSÕES

Existe variação genética entre procedências e entre progênes dentro de procedências e, portanto, o material testado pode ser melhorado pela seleção;

Os caracteres DAP, altura e volume estão fortemente associados em termos genéticos e podem ser melhorados pela seleção indireta;

O caráter DAP foi o que apresentou maiores ganhos esperados com a seleção e a procedência de Helenvale foi a de melhor desempenho para os caracteres de crescimento estudados;

A seleção entre e dentro de progênes sugere a possibilidade de obter bons ganhos genéticos, especialmente para os caracteres de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMCI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2007: indústria de madeira processada mecanicamente**. Disponível em: <[HTTP://www.abimci.com.br](http://www.abimci.com.br)>. Acesso em: 06 de abril 2010.
- ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF**, 2006. Disponível em: <[HTTP://www.abraflor.org.br](http://www.abraflor.org.br)>. Acesso em: 06/04/2012.
- ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF**, 2011. Disponível em: <[HTTP://www.abraflor.org.br/ABRAF09-BR.asp](http://www.abraflor.org.br/ABRAF09-BR.asp)>. Acesso em: 06/04/2012.
- ASSIS, T. F.; FREITAS, A. L.; MAGALHÃES, J. G. R.; NOVELLI, A. B.; ULHOA, M. A. Teste de procedência de *Eucalyptus tereticornis* no Vale do Rio Doce. **Silvicultura**, São Paulo, v.28, n.8, 1983, p.168-169.
- ATLIN, G.N.; FREY, K.J. **Selecting oat lines for yield in low productivity environments**. **Crop Science**, Madison, v.30, p.556-561, 1990.
- BALBINOT, E.; CARNEIRO, J. G. A.; BAROSO, D. G.; PAES, H. M. F. **Crescimento inicial de Eucalyptus tereticornis em plantios puro e consorciado com Mimosa caesalpinifolia E Mimosa pilulifera, em Campos dos Goytacazes – RJ**, Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.1, p.1-11, 2010.
- BARRICHELO, L.E.G.; BRITO J.O. **A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel**. Prodepef/BRA 45 Série Divulgação nº 13. 149 pp. (1976).
- BELLOTE, A.F.J.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* hill ex-maiden em função da idade: 1 Macronutrientes. **IPEF**, n.20, p.1-23, 1980.
- BERTI, C.L.F; FREITAS, M.L.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAIS, E. MORAES, M.L.T. SEBBENN, A.M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*. **Revista Instituto Florestal**. V. 23 n. 1 p. 13-26 jun. 2011.
- BISON, O. **Melhoramento de Eucalyptus visando à obtenção de clones para a indústria de celulose**. 2004. 169f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2004.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2001. 500p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas**, 4º T. Viçosa: UFL, 2005.
- BRUNE, A. **Genética e melhoramento florestal**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 21 p.

- BUENO, L.C.S. **Melhoramento de Plantas: princípios e fundamentos**. Lavras: UFLA, 2001.
- CANUTO, D.S.O. **Diversidade genética em populações de *Myracrodruon urundeuva* (F.F. & M.F. Allemão) utilizando caracteres quantitativos**. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira-SP. 2009.
- CARRIJO, P.R.M.; BOTREL, M.C.G.; FAGUNDES, R.S. **Avaliação da distribuição da normalidade dos dados do diâmetro à altura do peito em florestas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na região de Cascavel** – PR. Cascavel, v.1, n.1, p.95-106, 2008.
- COTTERILL, P. & DEAN, C.A. **Successful tree breeding with index selection**. CSIRO, Division of Forestry and Forest Products. Australia, 1990, 80p.
- COTTERILL, P.P. Genetic gains expected from alternative breeding strategies including simple low cost options. **Silvae Genética**, **35(5-6):212-223**. 1986.
- CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. V.1. 480p.
- DEL QUIQUI, E.M.; MARTINS, S.S.; SHIMIZU, J.Y. *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.
- DRUMOND, M.A.; LIMA, P.C.F.; SANTOS, R.A.V. Comportamento de algumas espécies/procedências de *Eucalyptus* no município de Lagoa Grande-PE. **Brasil Florestal**, São Paulo, n. 78, p. 75-80, 2003.
- ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWOOD, H.; WYK, G. van. *Eucalypt* domestication and breeding. **Oxford: Clarendon**, 1993. 288 p.
- ETTORI, L.C.; SATO, A.S. Testes de procedências de *Eucalyptus pseudoglobulus* e *Eucalyptus maidenii* em Itapeva – SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 205-211, 1996.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. 4.ed. Edinburgh : Longman Group Limited, 1996. 464p.
- FERREIRA, J. E. M.; KROGH, H. J. O.; MENCK, A. L. M.; ODA, S. Teste de procedência de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis* para a região sub-úmida do Estado do Maranhão. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, **Anais**, Olinda. SBS, 1986. P.116.
- FOELKEL, C. **Os Eucaliptos e os Selos Verdes** Artigo Técnico. 13º T. São Paulo, 2009. Disponível em: <[HTTP://www.eucalyptus.com.br/newspt_jan08.html](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_jan08.html)> Acesso em: 10 de mar. De 2012.
- FREITAS, M.L.M; SEBBENN, A.M.; ZANATTO, C.S.; MORAES, E.; MORAES, M.A. Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Galesia integrifolia* (Spreng.) HARMS. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 20, n. 2, p. 165-173, dez. 2008.

- GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlación em el mejoramiento genético de las plantas. **Fitotecnia latino Americana**, San Jose, v.5, p.1-8, 1968.
- GONÇALVES, G. M; VIANA, A.P.; NETO, F.V.B.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA T.N.S. Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesq. Agropec.**, Brasília, v.42, n.2, p.193-198, fev. 2007.
- GONZÁLEZ, E.R.; ANDRADE, A; BERTOLO, A.L.; LACERDA, G.C; CARNEIRO, R.T.; DEFAVARI, V.A.P.; LABATE, C.A. Production of transgenic *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* using sonication assisted Agrobacterium transformation (SAAT) system. **Functional Plant Biology**, Collingwood, v.29, p.97-102, 2002.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. 1998. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, **Ames Iowa**, USA.468p.
- KAGEYAMA, P.Y. **Variações genéticas em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Piracicaba: ESALQ, 1980. 125p.** Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 1980.
- KAGEYAMA, P.Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden, **IPEF**, Piracicaba, v.24, p.9-26, 1983.
- KANG, K.S.; BILA, A.D.; LINDGREN, D.; CHOI, W.Y. Predict drop in gene diversity over generations in the population where the fertility varies among individuals. **Silvae Genetica**, v.50, p.200-205, 2001.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica**, 1948. 478p.
- LINDGREN, D.; GEA, L.; JEFFERSON, P. Loss of genetic diversity by status number. **Silvae Genética**, Frankfurt, v.45, p.52-59, 1996.
- MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S.; OLIVEIRA, T.K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milhos cultivados em sistema Silviagrícola. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n.5, p.701-709, 2006.
- MARQUES JUNIOR, O.G.; ANDRADE, H.B.; RAMALHO, M.A.P. Avaliação de procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. E estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras v.2, n.1, 1996.
- MARTINS, I.S.; CRUZ, C.D.; ROCHA, M. DAS G. de B.; REGAZZI, A.J.; PIRES, I.E. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, v.11, p.16-24, 2005.
- MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C.; CORREIA, H.S. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de seleção. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.36 – 43, 2001.

- MARTINS, I.S.; PIRES, I.E.; OLIVEIRA, M.C. Divergência genética em progênes de uma população de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 81-89, 2002.
- MASSARO, R.A.M. **Viabilidade de aplicação da seleção precoce e tamanho de parcelas em testes clonais de *Eucalyptus spp.*** 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Campus de Jaboticabal, 2008.
- MENCK, A.L.M.; ODA, S.; KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênes de arvores de pomar de sementes por mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na região de Mirim-SP. **IPEF**, Piracicaba, n.33, p.5-15, 1986.
- MORAES, M.L.T.; HIGA, A.R.; CAVENAGE, A.; KANO, N.K. **Avaliação da densidade básica da madeira e de sua relação com os caracteres de crescimento, em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.** In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. Proceedings. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, v.3, p.43-47, 1997.
- MORAES, M.A.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; FREITAS, M.L.M. SEBBENN, A.M. Variação genética para caracteres silviculturais em progênes de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antonio-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.19, n.2, p.113-118, 2007.
- MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interações progênes x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, Piracicaba, n.39, p.53-63, 1988.
- MOURA, V.P.G.; OLIVEIRA, J.B.; VIEIRA, V.M. Avaliação de Procedência de *Eucalyptus brassiana* S.T. Blake em Planaltina –DF. Região de Cerrado. **IPEF**, Piracicaba, p. 87-97, v.48, 1995.
- NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Technical Bulletin No 1588, Forest Service, Washington, D.C. 1979. 342 p.
- OLIVEIRA, V. R. **Estudos para formação de populações base de *Eucalyptus tereticornis* Sm.** Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Piracicaba: ESALQ, 1994. 117p.
- OLIVEIRA, S.A.; MORAES, M.L.T.; BUZETTI, S. Efeito da aplicação de NPK e micronutriente no desenvolvimento de *Corymbia citriodora* Hook. **Floresta**, Curitiba, v.29 p.27-36 1999.
- PEREIRA, A.B.; MARQUES JUNIOR, O.G.; RAMALHO, M.A.P.; ALTHOFF, P. Eficiência da seleção precoce em famílias de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH., avaliadas na região noroeste do estado de minas gerais. **CERNE**, Lavras, v.3, n.1, 1997.
- PIRES, I.E.; CRUZ, C.D.; BORGES, R.C.G.; REGAZZI, A.J. Índice de seleção combinada aplicado ao melhoramento genético de *Eucalyptus spp*, **Revista Arvore**, v.20, n.2, p.191-97, 1996.

- PRYOR, L.D. **Aspectos da Cultura do Eucalipto no Brasil**. IPEF n.2/3, p.53-59, 1971. Artigo Científico. Departamento de Botânica Universidade Canberra, Austrália, 1971.
- RESENDE, M.D.V. Seleção precoce no melhoramento genético florestal. In: WORKSHOP SIF/UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA: Métodos de Seleção, 1., 1994, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: Sociedade de Investigações Florestais, 1994. P. 58-73.
- RESENDE, M.D.V. **Melhoramento de essências florestais**. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999^a. p. 589-648.
- RESENDE, M.D.V.; HIGA, A.R. **Estimação 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, 1994. P.11-36
- RESENDE, M.D.V. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. 420 f. Tese (Doutorado em Genética) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999b.
- RESENDE, M.D.V. SELEGEN-REML/BLUP. **Seleção genética computadorizada: manual do usuário**. Colombo: EMBRAPA–CNPQ, 2002^a. 67p.
- RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002b. 975 p.
- RESENDE, M.D.V.; STURION, J.A.; PRATES, D.F.; MENDES, S. Tamanho de parcela, estimativa de parâmetros e de ganhos genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sem a utilização de testes de progênie e clonais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.32/33, p.53-66, 1996.
- RITLAND, K. Correlated matings in the partial selfer *Mimulus guttatus*. **Evolution**, v. 43, p. 848-859, 1989.
- SAMPAIO, P. T. B. **Varição genética entre procedências e progênie 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.; ARAUJO, A. J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesq. Agropec. TTP.**, Brasília, v. 35, n.11, p. 2243-2253, TT. 2000.
- S.A.S. INSTITUTE INC. **SAS procedures guide**. Version 8 (TSMO). Cary, 1999. 454 p. São Paulo, n. 78, p. 75-80, 2003.
- SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. **Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Sapucaí – Mirim/Grande – Relatório Zero**. 3 volumes, CD ROM, 1999.

SATO, A.S.; MORAES, E.; ZANATTO, A.C.S.; FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M. Seleção dentro de progênies de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antonio-SP. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 19, n. 2, p. 93-100, 2007.

SBS. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. Sociedade Brasileira de Silvicultura. Disponível em: <[HTTP://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf](http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf)>. Acesso em: 06/04/2010.

SCARPIM, C.A.; PIRES, I.E.; CRUZ, C.D.; AMARAL JUNIOR, A.T.; BRACCINI, A.L.; OLIVEIRA, V.R. Avaliação da diversidade genética em *Eucalyptus camaldulensis* por meio da análise multivariada. **Revista Ceres**, v.46 n.266, p. 347-356, 1999.

SEBBENN, A.M. **Estrutura genética de populações de Jequitibá-rosa [*Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze.] a partir de caracteres quantitativos e isoenzimas**. 2001. 210p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SEBBENN, A.M.; VILAS BOAS, O.; MAX, J.C.M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 anos de idade em Assis-SP. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 20, p. 103-115, 2008b.

SEBBENN, A.M.; PONTINHA, A.A.S.; FREITAS, S.A.; FREITAS, J.A. Variação genética em cinco procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. No Sul do estado de São Paulo. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 16, n. 2, p. 91-99, 2004.

SEBBENN, A.M. **Sistema de reprodução e endogamia em espécies de *Eucalyptus* e *Pinus***. Palestra apresentada no III Workshop em melhoramento florestal. IPEF/ESALQ/USP, 65 p. 2007.

SEBBENN, A.M.; VILAS BOAS, O.; MAX, J.C.M. Altas herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênies de polinização aberta de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, aos 25 anos de idade em Assis-SP. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 20, p. 95-102, 2008a.

SEBBENN, A.M.; FREITAS, M.L.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E. Seleção dentro de progênies de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 21, p. 27-37, 2009.

SHIMIZU, J.Y.; CARVALHO, P.E.R. **Primeira aproximação na indicação de eucaliptos para produção de madeira na Região de Quaraí, RS**. Boletim de pesquisa florestal. Colombo, n. 40, p. 101-107, 2000.

SILVA, F. F.; SILVA, D. D.; ARNOLD, Alexandre. **Avaliação do desempenho inicial de procedências de *Eucalyptus tereticornis* Smith no Vale do Rio Doce-MG**. Revista Ciência Agronômica. Universidade do Ceará. Fortaleza, 2007.

SOUZA, C.S.; AGUIAR, A.V.; SILVA, A.M.; MORAES, M.L.T. **Variação genética em progênies de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) em dois sistemas de plantio**. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v.15, n.2, p.137-145, 2003.

SOUZA, M.A.M. **Metodologias não destrutivas para avaliação das tensões de crescimento em *Eucalyptus dunnii* Maiden** 90f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Faculdade, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

STAPE, J.L. **Manejo de *Eucalyptus* spp. Para desdobro frente aos avanços silviculturais de produção.** Curitiba: Anais do IV SEMADER, 1996.

TOLFO, A.L.T.; PAULA, R.C.; BONINE, C.A.V.B.; BASSA, A.; VALLE, C.F. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, de produção e tecnológicos da madeira em clones de *Eucalyptus* spp. **Scientia florestalis**, Piracicaba. N.67, p.101-110, abr. 2005.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.C. (Coord.) **Melhoramento e genética.** São Paulo: Melhoramentos, 1969. P.17-37.

VENCOVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas. **IPEF**, v.35,p.79-84,1987.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

WEI R.P.; LINDGREN, D. Effective family number following selection with restrictions. **Biometrics**, v.52, p.198-208, 1996.

6. APÊNDICE

Apêndice 1. Médias para as variáveis DAP, altura, volume e forma em *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade em Batatais, SP.

Prog.	DAP (cm)	Prog.	ALT (m)	Prog.	VOL (m³)	Prog.	FOR
110	20,29	126	22,23	110	0,3970	113	3,39
126	19,33	125	21,45	126	0,3785	164	3,35
125	18,93	127	21,31	125	0,3501	125	3,26
127	18,69	110	21,18	127	0,3391	127	3,24
95	18,38	115	21,09	115	0,3165	168	3,23
124	18,35	155	21,04	124	0,3146	169	3,23
100	18,30	118	20,67	157	0,3113	174	3,22
157	18,22	157	20,58	95	0,3100	115	3,18
169	18,18	124	20,51	100	0,3084	119	3,18
115	18,15	113	20,47	155	0,3063	157	3,17
113	17,95	175	20,38	113	0,3004	170	3,17
119	17,91	116	20,31	123	0,2940	167	3,16
155	17,88	173	20,31	118	0,2938	121	3,15
123	17,86	123	20,23	119	0,2927	159	3,15
173	17,77	100	20,22	173	0,2923	112	3,13
118	17,67	122	20,21	169	0,2854	161	3,12
178	17,33	178	20,21	178	0,2766	165	3,12
121	17,31	95	20,16	121	0,2703	126	3,10
164	17,27	119	20,03	108	0,2697	123	3,09
108	17,23	108	19,94	122	0,267	111	3,07
171	17,19	163	19,94	164	0,2665	118	3,07
182	17,15	111	19,93	171	0,2619	171	3,06
162	17,13	121	19,81	182	0,2599	176	3,06
122	17,03	96	19,65	163	0,2562	100	3,04
163	16,79	114	19,64	116	0,2552	158	3,04
160	16,78	164	19,62	162	0,2537	117	3,03
96	16,68	120	19,46	111	0,2492	124	3,02
116	16,61	171	19,45	96	0,2489	110	3,00
111	16,57	182	19,39	114	0,2436	162	3,00
120	16,56	98	19,18	120	0,2432	175	3,00

114	16,50	170	19,10	160	0,2417	180	3,00
176	16,47	167	19,03	98	0,2349	182	2,96
98	16,39	162	18,99	175	0,2321	153	2,94
167	16,32	172	18,97	167	0,2310	173	2,94
170	16,23	180	18,97	170	0,2293	172	2,93
159	16,21	168	18,95	176	0,2273	108	2,91
181	16,19	169	18,95	168	0,2261	163	2,91
168	16,18	160	18,84	159	0,2217	178	2,91
107	16,03	165	18,74	172	0,2184	116	2,89
166	16,03	166	18,64	166	0,2181	160	2,89
177	15,94	177	18,60	107	0,2174	177	2,89
172	15,90	117	18,59	177	0,2154	181	2,89
117	15,81	107	18,58	180	0,2142	95	2,88
175	15,81	159	18,52	117	0,2117	114	2,88
180	15,74	176	18,39	181	0,2090	155	2,88
165	15,63	112	18,38	165	0,2085	96	2,87
112	15,43	154	18,00	112	0,1995	166	2,86
174	15,27	174	17,95	174	0,1906	98	2,79
154	15,24	153	17,70	154	0,1904	120	2,72
158	15,04	161	17,53	158	0,1774	107	2,71
161	14,86	181	17,5	161	0,1764	154	2,68
153	14,06	158	17,22	153	0,1594	122	2,64
Média geral	16,90		19,51		0,26		3,02
Média testemunha	16,35		18,98		0,23		3,16

Apêndice 2. Médias para as variáveis DAP, altura, volume e forma em *Eucalyptus tereticornis*, procedência Helenvale, Austrália, aos 25 anos de idade, em Batatais - SP.

Prog.	DAP (cm)	Prog	ALT (m)	Prog	VOL (m³)	Prog	FOR
95	18,38	110	20,29	110	0,3970	113	3,39
96	16,68	115	18,38	115	0,3165	115	3,18
98	16,39	118	18,30	95	0,3100	119	3,18
100	18,30	113	18,15	100	0,3084	121	3,15
107	16,03	116	17,95	113	0,3004	112	3,13

108	17,23	123	17,91	123	0,2940	123	3,09
110	20,29	100	17,86	118	0,2938	111	3,07
111	16,57	122	17,67	119	0,2927	118	3,07
112	15,43	95	17,31	121	0,2703	100	3,04
113	17,95	119	17,23	108	0,2697	117	3,03
114	16,50	108	17,03	122	0,2670	110	3,00
115	18,15	111	16,68	116	0,2552	108	2,91
116	16,61	121	16,61	111	0,2492	116	2,89
117	15,81	96	16,57	96	0,2489	95	2,88
118	17,67	114	16,56	114	0,2436	114	2,88
119	17,91	120	16,5	120	0,2432	96	2,87
120	16,56	98	16,39	98	0,2349	98	2,79
121	17,31	117	16,03	107	0,2174	120	2,72
122	17,03	107	15,81	117	0,2117	107	2,71
123	17,86	112	15,43	112	0,1995	122	2,64
Média	17,23		19,89		0,27		2,98
Testemunha 1	16,31		18,54		0,28		3,16

Apêndice 3. Médias para as variáveis DAP, altura, volume e forma em *Eucalyptus tereticornis*, procedência Ravenshoe, Austrália, aos 25 anos de idade, em Batatais - SP.

Prog.	DAP (cm)	Prog	ALT (m)	Prog	VOL (m³)	Prog	FOR
168	18,35	126	22,23	164	3,3534	164	3,35
167	18,93	125	21,45	125	3,2656	125	3,26
166	19,33	127	21,31	127	3,2498	127	3,24
165	18,69	155	21,04	168	3,2326	168	3,23
164	14,06	157	20,58	157	3,1703	157	3,17
163	15,24	124	20,51	167	3,1634	167	3,16
162	17,88	163	19,94	159	3,1556	159	3,15
161	18,22	164	19,62	161	3,1278	161	3,12
160	15,04	167	19,03	165	3,1212	165	3,12
159	16,21	162	18,99	126	3,1190	126	3,10
158	16,78	168	18,95	158	3,0400	158	3,04
157	14,86	160	18,84	124	3,0209	124	3,02

155	17,13	165	18,74	162	3,0034	162	3,00
154	16,79	166	18,64	153	2,9456	153	2,94
153	17,27	159	18,52	163	2,9190	163	2,91
127	15,63	154	18,00	160	2,8912	160	2,89
126	16,03	153	17,7	155	2,8818	155	2,88
125	16,32	161	17,53	166	2,8604	166	2,86
124	16,18	158	17,22	154	2,6889	154	2,68
Média	16,79		19,41		0,30		3,06
Testemunha 2	15,88		18,47		0,29		3,00

Apêndice 4. Médias para as variáveis DAP, altura, volume e forma em *Eucalyptus tereticornis*, procedência Mt Garnet, Austrália, aos 25 anos de idade, em Batatais - SP.

Prog.	DAP (cm)	Prog	ALT (m)	Prog	VOL (m³)	Prog	FOR
169	18,18	175	20,38	173	0,2519	169	3,23
173	17,77	173	20,31	169	0,2461	174	3,22
178	17,33	178	20,21	178	0,2385	170	3,17
171	17,19	171	19,45	171	0,2258	171	3,06
182	17,15	182	19,39	182	0,224	176	3,06
176	16,47	170	19,10	175	0,2001	175	3,00
170	16,23	172	18,97	170	0,1977	180	3,00
181	16,19	180	18,97	176	0,1959	182	2,96
177	15,94	169	18,95	172	0,1883	173	2,94
172	15,90	177	18,60	177	0,1857	172	2,93
175	15,81	176	18,39	180	0,1846	178	2,91
180	15,74	174	17,95	181	0,1801	177	2,89
174	15,27	181	17,50	174	0,1643	181	2,89
Média	16,55		19,09		0,21		3,02
Testemunha 3	17,02		19,54		0,31		3,33

Apêndice 5. Croqui do delineamento experimental

173	150	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Baurzinho, Curitiba, Paranaguá, 1946, 95 a 107. Equipamento 20x2, 40x40. Data plantio 05/04/46. Sítio Cambiando, F. de Curitiba.