



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**Pós – Graduação em Agronomia**



**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES  
QUANTITATIVOS EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**

**Engº Agrº    CIDINEI SANTOS DE SOUZA**

**ILHA SOLTEIRA - SP**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



FACULDADE DE ENGENHARIA- CÂMPUS DE ILHA SOLTEIR

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA, TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E SÓCIO-ECONOMIA

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES  
QUANTITATIVOS EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**

**Engº Agrº Cidinei Santos de Souza**  
Engenheiro Agrônomo

**Profº. Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas**  
Orientador

**Profº. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes**  
Co-orientador

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Engenharia do  
Campus de Ilha Solteira, da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio  
de Mesquita Filho”, para obtenção do  
título de Mestre em Agronomia –  
Área de concentração: Sistema de  
Produção.

**ILHA SOLTEIRA**

**Estado de São Paulo - Brasil**

**Agosto de 2010**

#### FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

- |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S729e | <p>Souza, Cidinel Santos de.<br/>Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres quantitativos em progênies de <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake / Cidinel Santos de Souza. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2010.<br/>41 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2010</p> <p>Orientador: Miguel Luiz Menezes Freitas<br/>Coorientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes</p> <p>1. Teste de progênies. 2. Parâmetros genéticos. 3. Variabilidade genética. 4. Melhoramento florestal.</p> |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres quantitativos em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

**AUTOR:** CIDINEI SANTOS DE SOUZA

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS

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

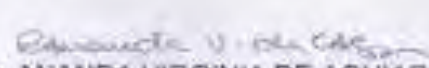
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA, Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS

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

  
Prof. Dr. PEDRO CESAR DOS SANTOS

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Profa. Dra. ANANDA VIRGINIA DE AGUIAR  
EMBRAPA FLORESTAS / COLOMBO-PR

Data da realização: 31 de agosto de 2010.

Ao meu pai Nestor de Souza (*in memoriam*)  
pelos ensinamentos e exemplo de vida

**DEDICO**

Aos meus filhos Emanuel e Savio, fonte da minha vida e razão do meu viver; a Rose  
companheira para todos os momentos; a minha mãe D<sup>a</sup> Lena, pelo apoio e  
suporte; a minha irmã Rosângela (Fia), ao meu cunhado José Ricardo  
(Stallone) pelo apoio e incentivo e as minhas lindas sobrinhas, Rafaela e Sofia,

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

- Acima de tudo, a DEUS e a NOSSA SENHORA APARECIDA, pela graça da vida e por tudo que tenho;
- Ao Profº Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes, pelos ensinamentos, pela sinceridade, pela satisfação da convivência, por estar sempre à disposição, pelos conselhos, pelas palavras amigas nos momentos mais difíceis, pela paciência em me ouvir, enfim, por toda a atenção dedicada;
- Ao Profº Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas, pela orientação, pelas sugestões, pelas experiências, pela tranquilidade passada a mim, por toda compreensão e dedicação;
- Aos funcionários Alonso A. da Silva, Manoel F. R. Bonfim (baiano) e José Cambuim, pelo apoio e sugestões nas coletas de dados;
- Aos professores: Dr. Sergio Carvalho e Dr. João Antônio da Costa Andrade, pelas sugestões e contribuições dadas para conclusão deste trabalho;
- A banca examinadora: Drª Ananda Aguiar (EMBRAPA), Profº Dr. Miguel Luiz Menezes Freitas e Profº Dr. Pedro César dos Santos, pelas valiosas correções e sugestões apresentadas a dissertação;
- A Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-UNESP, pela oportunidade de realização desse trabalho;
- Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos;
- Ao Dr. Edson Cabral, pelo incentivo e amizade construída ao longo desse período;
- E a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização e finalização dessa dissertação.

## ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES QUANTITATIVOS EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

### RESUMO

O *Eucalyptus urophylla* destaca-se pelo potencial de utilização de sua madeira, pela sua plasticidade de adaptação a diferentes condições ambientais brasileiras e por ser tolerante ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*). A utilização de sementes melhoradas se faz necessária, considerando o iminente déficit florestal que começou no Brasil, a partir de 2004, em função da demanda por madeira ser maior que a sua oferta. Entretanto, o melhoramento dessa espécie, no Brasil, depende da existência de variabilidade genética das populações introduzidas, a qual evita a ocorrência de depressão endogâmica. O presente trabalho visa o estudo genético de uma população base de *E. urophylla*, originária de Flores e Timor, e instalada em Selvíria-MS. Estudou-se a variabilidade genética dessa população através de análises quantitativas. Dessa forma, os objetivos específicos do estudo foram: a) estimar a variabilidade genética para os principais caracteres silviculturais; b) estimar possíveis ganhos na seleção, utilizando-se da seleção entre e dentro de progênies e do Índice Multi-efeitos, analisando o efeito do desbaste em uma população base de *E. urophylla*. O experimento foi instalado em 17 de março de 1992, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria – MS. O teste de progênies foi instalado obedecendo a um delineamento experimental em Látice 8x8, quádruplo, parcialmente balanceado, com 64 progênies provenientes da Estação Experimental do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF/ESALQ/USP), localizada no município de Anhembi – S.P. As parcelas contêm oito árvores, no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. Os caracteres quantitativos avaliados e analisados foram: 1- diâmetro à altura do peito (DAP); 2- altura total da planta (H); 3- tipo de casca (CAS); 4- forma do fuste (FOR); 5- bifurcação (BIFUR); 6- sobrevivência (SOBR). Os resultados obtidos para as estimativas de herdabilidade, em nível de média, foram altas para DAP, tipo de casca, forma e sobrevivência, variando de 0,50 a 0,85. Verificou-se, também, a existência de variabilidade genética para os caracteres DAP, tipo de casca, forma e sobrevivência.

A seleção pelo Índice Multi-Efeitos, demonstrou que a condição de  $k_f$  variável foi a mais indicada para a continuação do programa de melhoramento da espécie, pois apresentaram ganhos na seleção de 7,24% e tamanho efetivo populacional de 69,30. Com os resultados da pesquisa, as informações subsidiarão a proposta de transformação do teste em um Pomar de Sementes por Mudas e o fornecimento de material para formação de um Pomar de Sementes Clonal. Obter informações genéticas a respeito da espécie, assim como possibilidades a seleção de matrizes superiores e posteriormente o fornecimento de material melhorado para pesquisadores, silvicultores e empresas interessados em implantação de programas de conservação e melhoramento genético e reflorestamento com *E. urophylla*.

Palavras - chave: Teste de progênies. Parâmetros genéticos. Programas de melhoramento. Melhoramento florestal. Variabilidade genética. Sementes florestais melhoradas.

## **ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS FOR QUANTITATIVE CHARACTERS IN *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake PROGENIES.**

### **Summary**

The *Eucalyptus urophylla* is detached for its wood potential of utilization for its plasticity of plasticity of adaptation in different Brazilian's environmental conditions and for being tolerant towards the eucalyptus canker (*Cryphonectria cubensis*). The utilization of improved seeds is needed, considering the imminent woodland's deficit that started in Brazil, in 2004, since the heavy Wood demand was higher than it offers. However the improvements of this specie in Brazil, depends on the existence of genetic variability of the installed populations, which avoids the occurrence of endogamous depression. The present report aims at the genetic study of a base population of *E. urophylla*, originated from Flores e Timor, and installed in Selvíria-MS. Its genetic variability was studied through quantitative analysis. This way, the specific objectives of this report was: a) Guess the genetic variability for the main silvicultural characters; b) Guess possible earnings in the selection, utilizing this selection among and inside the progenies and inside the progenies and the index of multi-effects, analyzing the skive effect in a base population of *E. urophylla*. The experiment was installed on March 17<sup>th</sup> of 1992, on the engineering university's farm of teaching, researches, and extension, campus in Ilha Solteira (FE/UNESP), located in Selvíria - MS. The progenies test was installed obeying an experimental delineation in lattice of 8x8, quintuplet, partially balanced with 64 progenies which came from the experimental station in the woodland's institute of researches and studies, (IPEF/ESALQ/USP), located in of Anhembi - SP. The parcels have 8 trees, in a space of 3,0 x 3,0 meters. The evaluated and analyzed quantitative characters was: 1-Diameter at chest's height (DAP); 2-Total plant's height (H); 3-Kind of bark (CAS); 4- Shape of the shank (FOR); 5- Bifurcation; 6- Survival (SOBR). The obtained results for the estimation of heredity in a medium level, was high for DAP, Kind of bark, shape and survival, varying of 0,50 the 0,85. It was also verified the existence of genetic variability for DAP, Kind of bark, shape and survival. The selection by multi-effects index, showed that the condition of kf variable, was the most indicated for the continuation of the program for the specie's, improvement, because they present earnings in the selection of 7,24 and effective population

height of 69,30. With the results of the research, the information will subsidize the transformation purpose of an orchard of seeds in seedlings and the supplying of enough material for the formation of a cloned seeds orchard. Obtaining genetic information about the specie, so as possibilities of superior matrixes and subsequently the furnishing of improved material of researchers programs, genetic improvement and reforestation with *E. urophylla*.

Key-words: Progenies' testy. Genetic parameters. Programs for improvement. Woodland improvement. Genetic variability. Woodland improved seeds.

## SUMÁRIO

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                         | <b>10</b> |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                              | <b>13</b> |
| 2.1. Classificação e ocorrência natural da espécie.....           | 13        |
| 2.2. Introdução da espécie no Brasil.....                         | 14        |
| 2.3. Ecologia e comportamento silvicultural da espécie.....       | 15        |
| 2.4. Conservação e melhoramento genético.....                     | 16        |
| 2.5. Teste de progênies/ procedência e parâmetros genéticos.....  | 18        |
| 2.5.1 Ensaios de progênies/ procedências.....                     | 18        |
| 2.5.2 Parâmetros genéticos.....                                   | 19        |
| 2.6. Índices de seleção no melhoramento genético.....             | 21        |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                 | <b>22</b> |
| 3.1. Material.....                                                | 22        |
| 3.2. Métodos.....                                                 | 22        |
| 3.2.1. Instalação do ensaio.....                                  | 22        |
| 3.2.2. Coleta de dados.....                                       | 23        |
| 3.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos.....     | 24        |
| 3.2.4. Ganhos na seleção pelo método do Índice Multi-efeitos..... | 26        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                             | <b>27</b> |
| 4.1. Variância genética.....                                      | 27        |
| 4.2. Ganho na Seleção.....                                        | 31        |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                                         | <b>34</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                           | <b>35</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                | <b>43</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores coberturas florestais do mundo, sendo as atividades florestais de grande importância, tanto para a preservação das matas ainda existentes, quanto para a crescente demanda de madeira para diversos fins.

Edmundo Navarro de Andrade, em 1904, iniciou os primeiros estudos científicos com o gênero *Eucalyptus* no Brasil a pedido da extinta Cia. Paulista de Estradas de Ferro, pois a demanda por dormentes era proporcional ao aumento do número de estradas de ferro construídas.

A atividade florestal no Brasil possui grande importância, também, pela grande geração de empregos, em torno de 6,5 milhões de pessoas e, renda, representando 4,5% do PIB brasileiro, correspondendo à cerca de 9% da população economicamente ativa do país (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR- MDICE, 2005). As florestas são utilizadas como matéria prima para: carvão vegetal, madeira sólida, móveis, papel, celulose, artesanato entre outras atividades, movimentando um montante em torno de US\$20 bilhões ao ano (SCHARF, 2003).

O Brasil com sua extensa área territorial possui clima e solos favoráveis a produção florestal e dentre os gêneros de espécies florestais que apresentam bom crescimento, desenvolvimento e qualidade da madeira, para a implantação de florestas plantadas destacam-se o gênero *Eucalyptus*, com 61% e, o gênero *Pinus*, com 34% e em menores proporções, encontra-se as espécies Acácia, Teca e Araucária; sendo o *Eucalyptus*, também, um dos mais extensamente cultivados em regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente devido a sua importância econômica. Essas plantações têm sido ampliadas em muitos países pela excelência das suas propriedades da madeira na fabricação de papel, particularmente papel para impressão (DOWNES et al., 1997 apud ROCHA et al., 2004), e pelas altas taxas de crescimento das árvores. Esse sucesso reflete em grande parte a adaptabilidade desse gênero a uma variedade de condições edafoclimáticas, seu crescimento rápido e a versatilidade da utilidade de sua madeira para aplicações industriais (SANTOS et al., 2004).

As florestas plantadas com o gênero *Eucalyptus*, no Brasil, estão em torno de três milhões de hectares, divididas, principalmente, pelos estados de Minas

Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Bahia e Espírito Santo, destacando-se o alto nível de desenvolvimento tecnológico alcançado pelas empresas do setor florestal brasileiro, sendo que o melhoramento genético propiciou excelentes ganhos para o gênero, principalmente na produtividade volumétrica (CAIXETA et. al., 2003).

Grattapaglia (2004) afirma que apesar de todo esse avanço, alguns autores consideram que o *Eucalyptus* encontra-se ainda em estágios iniciais de melhoramento, de tal forma que as principais modificações genéticas que se seguem ao período de domesticação ainda não foram realizadas.

Caixeta et. al.(2003) comenta que alguns questionamentos têm surgido a respeito das populações introduzidas no Brasil, quanto à sua origem e ao conhecimento em termos de sua divergência genética, pois estes materiais foram introduzidos a partir de populações naturais da Austrália, podendo ou não ter ocorrido um processo de redução dessa diversidade em razão de cruzamento entre indivíduos aparentados ou do pequeno número efetivo de indivíduos utilizados nos locais de coleta de sementes.

Em programas de melhoramento genético florestal, a seleção de árvores normalmente se fundamenta na análise de caracteres quantitativos como crescimento, forma e qualidade da madeira (MORAES et al., 1997).

A espécie *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake tem destaque devido a sua rusticidade, boa adaptação em diversas regiões edafoclimáticas, pelas características que sua madeira possui, pela resistência ao déficit hídrico e, principalmente pela tolerância ao cancro do eucalipto, transmitida pelo patógeno *Cryphonectria cubensis* (Brumer) Hodges. Cruz e Carneiro (2003) comentam que um programa de melhoramento de uma espécie com essas características é extremamente importante, pois através de técnicas científicas é possível prever ganhos em gerações futuras, selecionando árvores com maior potencial genético para produção e características silviculturais desejáveis, entretanto o melhoramento genético depende do acerto na escolha da espécie e dos melhores indivíduos para serem os genitores das próximas gerações.

Calcula-se que existam em torno de 600.000 hectares plantados de *E. urophylla* no Brasil, incluindo a espécie pura e os híbridos com *Eucalyptus grandis* (PIGATO; LOPES, 2001).

Devido à grande importância que a espécie *E. urophylla* apresenta para o setor florestal brasileiro, o objetivo geral do presente trabalho é de quantificar a

variabilidade genética em um teste de progênies de *E. urophylla*, visando conservação e melhoramento genético da espécie.

Para a geração de informações que permitirão orientar a proposta acima, tem-se por objetivos específicos:

1- Estimar a variabilidade genética para os principais caracteres de crescimento: diâmetro à altura do peito, altura, tipo de casca, forma, bifurcação e sobrevivência;

2- Estimar o tamanho efetivo populacional e a diversidade genética após o desbaste desse material, para subsidiar programas de conservação e melhoramento genético da espécie;

3- Estimar possíveis ganhos na seleção a partir da utilização do Índice Multi-efeitos, analisando o efeito do desbaste em um teste de progênies de *E. urophylla*, visando à transformação do teste em um Pomar de Sementes por Mudas e o fornecimento de material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Classificação e ocorrência natural da espécie

O gênero *Eucalyptus* é original da Austrália, onde se concentra o maior número de espécies e aparece também em Timor e algumas ilhas adjacentes como Flores, Alor, Solor e Wetar.

É uma espécie do subgênero *Symphyomyrthus*, secção transversaria, série salignae, subserie resiniferinae (PRYOR; JOHNSON, 1971). Pertence à família Myrtaceae e apresenta cerca de 600 espécies, muitas variedades e híbridos (PIGATO; LOPES, 2001; NIETO; RODRIGUEZ, 2003).

A zona de ocorrência varia de 7°30' a 10°S de Latitude e 122° a 127° W de Longitude. As altitudes variam do nível do mar até 2960m, o que corresponde a uma faixa em torno de 500 km (MARTIN; COSSALTER, 1976), sendo que as populações mais produtivas estão entre 500 e 2200 m de altitude (GOLFARI; CASER, 1977; GOLFARI et al., 1978)

Capitani et al. (1987) em levantamento sobre o *E. urophylla*, verificou que no Brasil todas as procedências da ilha de Timor, introduzidas até 1977, são de origem do ex-Timor português, sendo que a ilha de Timor apresenta-se dividida em duas regiões, o Timor indonésico e o ex-Timor português.

O *E. urophylla* ocorre em uma região onde o clima varia do subtropical seco ao subtropical úmido, onde o inverno é chuvoso e a temperatura cai até 15°C nos dias mais frios (VIEIRA; BUCSAN, 1980; PINTO JÚNIOR, 1984). A precipitação é variável de 600 a 2500 mm, sendo que de dois a quatro meses é de menos de 50 mm, com média anual de 1300 mm (MARTIN; COSSALTER, 1976). A temperatura média varia de 20 a 30°C, sendo que nos meses mais frios chega a 15°C e os solos são originários de erupções vulcânicas apresentando, freqüentemente, afloramentos rochosos (VIEIRA; BUCSAN, 1980).

Nesta região, ocorrem povoamentos puros de *E. urophylla*, que apresentam padrões fenotípicos bem definidos e facilmente identificáveis, possuindo casca rugosa em todo o tronco, folhas lanceoladas com ponta recurvada, frutos pequenos e uniformes. O *E. urophylla* associado ao *Eucalyptus alba*, que possui

casca lisa, também de ocorrência natural na região, produzem híbridos naturais, identificados principalmente pelos dois tipos de casca presentes em todos os indivíduos, ou seja, casca rugosa até certo ponto do tronco e casca lisa no restante (VIEIRA; BUCSAN, 1980). Na ilha de flores, onde as altitudes variam de 300 a 1100 m, a precipitação de 1200 a 1500 mm, com quatro a seis meses inferiores a 60 mm, com clima predominante tropical seco e, temperatura média mínima e máxima de 23 e 28°C, respectivamente, as características fenotípicas da espécie, diferem daquelas encontradas em Timor, sendo que a maioria dos indivíduos apresenta na parte superior do tronco, casca lisa e, na parte inferior casca rugosa, não sendo possível destacar indivíduos puros dos híbridos (VIEIRA; BUCSAN, 1980; VIEIRA, 1983; SCANAVACA JUNIOR, 2001).

## 2.2. Introdução da espécie no Brasil

O gênero foi introduzido no Brasil no início do século XX (FREITAS, 1991). Hoje o Brasil possui cerca de seis milhões de hectares de áreas reflorestadas, sendo 61% representado pelo gênero *Eucalyptus* (3,2 milhões de hectares), 34% com *Pinus* e 5% com outros gêneros. Dentre as espécies de *Eucalyptus*, podem-se destacar: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. citriodora*, bem como diversos híbridos (GARCIA; PIMENTEL-GOMES, 1992).

Vieira (1983) e Brasil (1983) comentam que o *E. urophylla* está classificado incorretamente em vários locais onde foi introduzido, devido ao fato que na Indonésia o *E. urophylla* é denominado de *E. alba*, e o *E. alba* verdadeiro é conhecido como *Eucalyptus phatiphylla*. No jardim botânico de Bogor existem dois exemplares de *E. urophylla*, cuja placa de identificação são caracterizados como *E. Alba*. A denominação *E. alba* (híbrido de Rio Claro-SP) para o *E. urophylla*, introduzido inicialmente no Brasil, talvez esteja associada a esse fato, já que as sementes que deram origem à parcela de Rio Claro, no Horto Navarro de Andrade, tenham sido colhidas dessas duas árvores em Bogor.

### 2.3. Ecologia e comportamento silvicultural da espécie

O *E. urophylla* é típico de floresta aberta alta com casca lisa e/ou rugosa ou fibrosa. As árvores apresentam uma variação na altura de 30 a 60m. A espécie apresenta bom desenvolvimento silvicultural, boa forma e qualidade de madeira para celulose, energia e serraria, com densidade básica de 0,5 g/cm<sup>3</sup> e lignotubérculo que é responsável por sua brotação. Responde ao espaçamento e adubação, apresenta bom desenvolvimento na segunda rotação, possui resistência ao déficit hídrico, é susceptível a geada, possui grande plasticidade e, sobretudo, resistência natural ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*) (ZANI FILHO et al., 1986; FERREIRA, 1992).

O espaçamento tem grande importância no desenvolvimento das árvores sob os aspectos tecnológicos, silviculturais e econômico, por influenciar vários caracteres quantitativos e qualitativos, podendo interferir na morfologia das árvores e no seu crescimento, principalmente, no diâmetro, independentemente das suas características genéticas (SHIMOYANA; BARRICHELO, 1989).

Bertoloti et al. (1980) analisando várias populações em diferentes condições ecológicas, quanto ao comportamento silvicultural, concluíram que as procedências que apresentaram melhores crescimentos foram aquelas de altitude abaixo de 1200 m. Em estudos realizados com a espécie, na região Centro-Leste brasileira, Minas Gerais e Espírito Santo, em diferentes condições climáticas e de solos, as procedências com melhores comportamentos silviculturais foram as provenientes de altitudes que variam de 410 a 1210 m. O bom comportamento silvicultural das procedências de baixa altitude, também foram relatadas por Ferreira et al. (1983), para as regiões de Bebedouro (SP), Luiz Antonio (SP) e Ribas do Rio Pardo (MS), sendo que destacaram-se alguns híbridos superiores, podendo ser utilizados em programas clonais. Estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS- IPEF, 1983), sobre o comportamento silvicultural do *E. urophylla* no Brasil, com procedências e progênies instaladas em diferentes locais, constataram que a variação volumétrica foi inversamente proporcional à altitude do local de origem.

Estudos realizados com o gênero *Eucaliptus* em Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, demonstraram que a espécie *E. urophylla* se mostrou promissora

para essas regiões, principalmente as procedências oriundas de regiões de baixa altitude, como a Ilha de Flores, destacando-se em crescimento e tolerância ao déficit hídrico, seguido pelas espécies *E. grandis*, *E. saligna*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* (SIMÕES; SPINA-FRANÇA, 1983).

## **2.4. Conservação e melhoramento genético**

A variabilidade genética natural manifesta-se em níveis de genes, de indivíduos dentro de populações, de populações dentro da espécie, da espécie e do ecossistema. O conhecimento do nível da variação genética e da sua distribuição entre e dentro de populações de plantas assume importância por permitir direcionar as estratégias do melhoramento, de modo a maximizar os ganhos genéticos através dos ciclos de seleção (DIAS, 1998).

A variabilidade genética vem sendo gradativamente perdida em várias espécies, e pode-se mencionar até mesmo a perda de genes que, em maior ou menor grau, vem ocorrendo nos próprios bancos de germoplasma. Segundo Vencovsky (1987) é unânime entre autores a necessidade de se preservar a variabilidade disponível, através de coletas constantes de sementes e da adequada preservação de germoplasmas, tanto em espécies nativas como em exóticas. Desse modo, estará sendo feita a preservação não só de alelos, para uso imediato ou futuro, mas também a manutenção de complexos gênicos na sua integridade, a fim de servirem como fonte de estudos no melhoramento e conservação genética. Vencovsky (1987) ainda explica que, do ponto de vista da genética de populações, a erosão genética e as medidas de combate para minimizar seus efeitos, podem ser enfocadas sob a ótica do tamanho efetivo populacional, definido como a representatividade genética de amostras de plantas de sementes.

O conhecimento da variabilidade genética, além de promover oportunidades para a pesquisa científica, educação ambiental, turismo e outras formas menos impactantes de geração de renda, é indispensável tanto para a conservação da biodiversidade, quanto da manutenção de amostras representativas e da diversidade de espécies. Além disso, quando se conhece a variabilidade e a

biodiversidade da espécie, evita-se que materiais sejam descartados precocemente de um determinado programa de melhoramento/pesquisa (SOUZA et al., 2003).

Com a finalidade de atender a demanda nacional, os programas de melhoramento de espécies florestais têm como principais objetivos: o aumento da produtividade, a obtenção da matéria-prima de maior qualidade, a melhoria nas condições adaptativas das espécies, a tolerância a pragas e doenças, assim como a manutenção da variabilidade genética, requisito fundamental para a obtenção de ganhos genéticos em longo prazo. No entanto, para a obtenção de ganhos genéticos ressalta-se a importância do monitoramento da base genética, a fim de evitar perdas excessivas de variabilidade, o que compromete os objetivos do programa de melhoramento (MORI, 1993).

Na seleção de árvores para programas de melhoramento genético, podem ser utilizadas características de adaptação, crescimento, forma e qualidade da madeira (MORAES et al., 1997). Portanto, estudos que envolvam essas características, em populações de *E. urophylla*, são de fundamental importância para o conhecimento da sua estrutura genética, além de indicarem também qual o método de seleção mais adequado para se explorar a variabilidade genética existente para essas características na população.

Resende (1999a) relata que, a partir de avaliação experimental, a seleção deve basear-se tanto em componentes de médias, quanto de variâncias e, idealmente, materiais genéticos com elevada média e ampla variabilidade genética devem ser selecionados, pois deverão propiciar ganhos contínuos com seleção ao longo de várias gerações. Neste contexto, Resende e Higa (1994a) sugerem o uso de todos os efeitos do modelo como forma de conseguir a maximização na precisão da seleção, embora, em muitos casos, as inclusões dos efeitos de parcela e de blocos podem pouco alterar a seleção. Assim, por considerar todos esses efeitos, os autores propõem a utilização do Índice Multi-efeitos (IME), que se baseia na 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 dos índices – herdabilidades, além de explorar frações da variância genética aditiva que não são consideradas na seleção entre e dentro de progênies (RESENDE; HIGA, 1994b; SAMPAIO et al., 2002).

## **2.5. Teste de progênes/ procedência e parâmetros genéticos**

### **2.5.1. Ensaios de progênes/ procedências**

Os ensaios de progênes instalados tanto a partir de sementes de polinização livre como de cruzamentos controlados representam uma das mais úteis ferramentas para o melhorista florestal. A sua utilização tem sido importante para a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, para a estimativa de parâmetros genéticos, para a seleção através de sua transformação em Pomares de Sementes por Mudanças (KEIDING, 1974; MORAES, 1987).

Normalmente são mensuradas todas as árvores de uma parcela em um teste de progênes, sendo que isto não apresenta muitos problemas, quando se trabalha com caracteres do tipo altura, diâmetro e volume (MORAES, 2001).

Segundo Kageyama (1980) os testes de progênes de polinização aberta são os que vêm sendo utilizados com maior frequência em espécies florestais. Isto é devido à facilidade de instalação em relação aos ensaios de progênes que exigem polinização controlada. A maioria dos testes de progênes é instalado em delineamentos estatísticos (blocos casualizados ou látice), utilizando-se progênes de meios-irmãos, devido aos aspectos práticos que esse tipo de experimentação apresenta.

Os testes de progênes constituem parte integrante da maioria dos programas de melhoramento florestal. Na prática, eles reúnem grupos de diferentes entidades genéticas (espécie, raça, famílias ou clones) na forma de experimentos estabelecidos em um ou mais ambientes. Diferenças nas características ou desempenho dessas famílias são, então, atribuídas às diferenças genéticas entre famílias, cujo comportamento orientará a seleção de árvores geneticamente superiores. Adicionalmente, fornecem populações de árvores das quais uma nova geração de material será obtida através do processo de seleção recorrente (DANIELS, 1984).

O programa de melhoramento tradicional deve primeiro adaptar o material ao local de plantio e posteriormente aumentar a produtividade das espécies florestais e não somente atuar na variabilidade natural ainda existente, visando

reduzir algumas árvores superiores com características tecnológicas não desejáveis. A propagação vegetativa, seja por macro ou micropropagação, não é um método de melhoramento, mas uma ferramenta utilizada para obter cópias de indivíduos superiores, isto é, adaptados a determinados locais (FERREIRA, 1992).

### **2.5.2 Parâmetros genéticos**

Kageyama (1980) comenta que as estimativas de parâmetros genéticos constituem a mais útil ferramenta nos estudos de caracteres de populações propiciando subsídios consistentes para o delineamento de estratégias de melhoramento genético florestal.

Os parâmetros genéticos de maior interesse ao melhorista e que freqüentemente estão envolvidos nos estudos de progênies referem-se às variâncias genéticas e seus componentes aditivos, ao coeficiente de herdabilidade, no sentido amplo e restrito, às interações genótipo x ambiente e às correlações genéticas entre caracteres (PINTO JÚNIOR, 1984).

O conhecimento da estrutura genética de populações naturais é fator preponderante para o estabelecimento de estratégias efetivas nos programas de melhoramento (PARK; FOWLER, 1982). STEINER (1979) afirma que o conhecimento das prováveis causas que afetam a variabilidade genética existente, auxiliará de uma forma expressiva na compreensão das conseqüências da manipulação dessa variabilidade para o aumento da produtividade florestal.

Em relação à herdabilidade, trata-se de um dos parâmetros mais importantes e largamente usados na genética quantitativa. A herdabilidade expressa o valor da proporção da variação na população que é atribuída às diferenças genéticas entre indivíduos. A herdabilidade é a chave das estimativas dos ganhos que podem ser obtidos a partir de programas de seleção e indica o grau de controle genético que é exercido sobre um determinado caráter (ZOBEL; TALBERT, 1984).

MORI et al. (1988) estudaram a variação genética de árvores de *E. urophylla* selecionadas em populações naturais da Indonésia, em quatro locais, individualmente e em conjunto, visando fornecer subsídios para programas de melhoramento com a espécie. Os coeficientes de herdabilidade em nível de média

de progênies para cada local e em conjunto para os três caracteres estudados foram maiores que os coeficientes em nível de plantas, indicando que a seleção pode ser mais efetiva em nível de média de progênies do que dentro de progênies e para cada local separadamente, do que uma seleção geral para todos os locais.

Falconer (1981) afirma que a correlação entre caracteres é interessante por duas razões: em primeiro lugar é importante conhecer como o melhoramento de um caráter pode causar mudanças simultâneas em outros e em segundo lugar é a relação entre um caráter métrico e o poder adaptativo, importante na seleção natural. Por vezes, a seleção indireta é preferível à seleção direta, quando o caráter desejável é de difícil ou imprecisa medição e o caráter correlacionado apresenta medição mais fácil ou maior herdabilidade que o caráter de interesse.

A seleção de indivíduos superiores é uma técnica básica que o melhorista dispõe para explorar as variabilidades naturais das populações e favorecer a reprodução de indivíduos com características desejáveis (MORI et al., 1988). Em espécies perenes a idade da seleção que fornece maior ganho genético possível é aquela representada pelo final da rotação ou idade de exploração da floresta (KAGEYAMA, 1983).

Segundo Ferreira (1992) quando se utilizam clones cujo histórico inclui a seleção convencional das populações reconhecidamente adaptadas às áreas ecológicas de plantio, seguidas de melhoramento, testes clonais, seleções e recombinações posteriores, a continuidade da silvicultura intensiva será assegurada e os ganhos nas gerações avançadas também o serão.

A redução da variabilidade genética é diretamente proporcional ao grau de melhoramento de uma determinada espécie. A uniformidade genética, decorrente desse melhoramento, pode tornar o germoplasma vulnerável a mudanças ambientais e ao aparecimento de novas pragas. Assim, esforços devem ser somados visando à manutenção do patrimônio genético das espécies, como forma de garantir a utilização futura das mesmas para usos diferentes dos atuais (RESENDE; VENCOVSKY, 1990).

## **2.6. Índices de seleção no melhoramento genético**

O índice de seleção é considerado, por White e Hodge (1991), como o melhor método de predição teórico em relação a ganhos genéticos, sendo que a precisão pode ser melhorada substancialmente pela adição de caracteres que atendam a dois requisitos: a) estão fracamente correlacionados com caracteres indiretos já existentes no índice e fortemente correlacionados com o objetivo do valor genético; b) fortemente correlacionados com os caracteres indiretos já existentes no índice e fracamente correlacionados com o objetivo do valor genético.

Resende (1999a) cita que o sistema de índices de seleção considera simultaneamente todos os caracteres de interesse, gerando uma variável adicional que resulta da ponderação dos caracteres através de coeficientes calculados com base nas herdabilidades, em valores econômicos relativos e em correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres. Resende (1999b) comenta que no Brasil, para situações de dados balanceados, a seleção de indivíduos tem sido realizada pelo método de índice multi-efeitos. Esse índice é o procedimento ótimo de seleção para situações de dados balanceados, uma vez que considera todos os efeitos aleatórios do modelo estatístico associado ao delineamento experimental de blocos ao acaso com várias plantas por parcela (MORAES, 2001) e, dessa forma, os índices de seleção oferecem diferentes alternativas, que resultam em diferentes ganhos, identificando, assim, de forma rápida aqueles materiais genéticos de maior interesse para o melhorista.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

O presente trabalho foi desenvolvido utilizando-se sementes de 64 progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, provenientes da Estação Experimental do IPEF/ESALQ/USP, localizada em Anhembi – S.P., oriundas de uma população de florescimento precoce de Área de coleta e Área de Produção de Sementes da Ripasa S/A Celulose e Papel, envolvendo as procedências de Salesópolis –S.P. (origem Flores), Anhembi – S.P. (origem Flores e Timor) e Avaré – S.P. (origem Timor), citado por Zani Filho et al. (1990).

#### **3.2. Métodos**

##### **3.2.1. Instalação do ensaio**

O teste de progênies de *E. urophylla* foi instalado em 17 de março de 1992, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria – MS.

A localização geográfica aproximada da área do experimento está na latitude de 20°20' S, longitude de 51°23' W, e altitude de 370 metros. O relevo é caracterizado como moderadamente plano e ondulado. O clima do local é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,5° C, umidade média anual de 64,8 %, precipitação média anual de 1232,2 mm e insolação média de 7,3 horas/dia (HERNANDEZ et al., 1995). O solo local foi classificado por Demattê (1980) e reclassificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1999), como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A

moderado, hipidistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd).

O teste de progênies foi instalado obedecendo a um delineamento experimental em Látice 8x8 quíntuplo, parcialmente balanceado. As parcelas estão dispostas linearmente e contêm oito árvores, no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros, com bordadura dupla circundando todo o ensaio (anexo).

### **3.2.2. Coleta de dados**

Os dados do experimento foram coletados no mês de março de 2009, aos 17 anos de idade. Os caracteres analisados foram: a) diâmetro à altura do peito (DAP - cm); b) altura total de plantas (H-m); c) avaliação do tipo de casca (CASCA), sendo atribuídas notas, propostas neste trabalho, de um, para árvore totalmente lisa, a cinco, para árvore totalmente rugosa; d) forma do fuste das árvores (FOR), sendo esta obtida com base em uma escala de notas, sugerida pela EMBRAPA FLORESTAS, variando de um (tortuosidade em toda extensão) a sete (perfeitamente reto); e) bifurcação (BIFURCA), sendo esta obtida com base em uma escala de notas, sugerida pela EMBRAPA FLORESTAS, variando de um a sete e, f) sobrevivência (SOBR) das progênies. As escalas de notas estão descritas nas Figuras 1, 2 e 3 (anexo).

As avaliações dos caracteres e coleta de dados foram realizadas com paquímetro florestal, para o DAP; utilizou-se o “digital hypsometer-forester vertex”, para a medição da altura; e utilizada escalas de notas para a avaliação de tipo de casca, forma e bifurcação.

O caráter sobrevivência foi obtido a partir da contagem do número de plantas vivas para cada parcela em termos percentuais, em relação ao número total de plantas que deveria conter cada parcela.

### 3.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos

As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viciada (REML/BLUP), a partir de dados desbalanceados, empregando-se o software genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2002b). Para utilizar os modelos propostos pelo programa, foi preciso assumir que as matrizes de polinização livre de *E. urophylla* são de meios-irmãos. Para a avaliação foi utilizado o modelo estatístico 93 desse programa.

As variáveis quantitativas foram analisadas pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado)-REML/BLUP, aplicado aos testes de progênie de meios-irmãos, delineamento de blocos ao acaso, várias plantas por parcela, um só local e uma única população, seguindo o procedimento proposto por Resende (2002a):

$$y = Xr + Za + e$$

em que:  $y$  = vetores de dados;  $r$  = vetores dos efeitos de repetição (assumido como fixos) somados à média geral;  $a$  = vetores dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios);  $e$  = vetores dos efeitos de erros ou resíduos (aleatórios);  $X$  e  $Z$  = matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os parâmetros genéticos descritos neste trabalho foram:

- a) Variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_a^2$ );
- b) Variância ambiental entre parcelas ( $\hat{\sigma}_c^2$ );
- c) Variância residual (ambiental+não aditiva) ( $\hat{\sigma}_e^2$ );
- d) Variância fenotípica individual ( $\hat{\sigma}_f^2$ ), onde:

$$\hat{\sigma}_f^2 = \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2$$

- e) Herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos ( $\hat{h}_a^2$ ):

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

- f) Herdabilidade da média de progênies, assumindo sobrevivência completa para a variável sobrevivência ( $\hat{h}_m^2$ ):

$$\hat{h}_m^2 = \frac{(1/4).\hat{\sigma}_a^2}{(1/4).\hat{\sigma}_a^2 + \frac{\hat{\sigma}_c^2}{r} + \frac{(0,75.\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)}{n.r}}$$

- g) Herdabilidade aditiva dentro de parcela ( $\hat{h}_{ad}^2$ ):

$$\hat{h}_{ad}^2 = \frac{0,75.\hat{\sigma}_a^2}{0,75.\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

- h) Coeficiente de variação genética aditiva individual ( $CV_{gi}$ ):

$$CV_{gi}(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} \cdot 100$$

- i) Coeficiente de variação genotípica entre progênies ( $CV_{gp}$ ):

$$CV_{gp}(\%) = \frac{\sqrt{0,25.\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} \cdot 100$$

- j) Coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ):

$$CV_e(\%) = \frac{\sqrt{[(0,75.\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)/n] + \hat{\sigma}_c^2}}{\hat{m}} \cdot 100; \text{ em que: } n: \text{ número de plantas por parcela.}$$

- k) Coeficiente de variação relativa ( $CV_r$ ):

$$CV_r = \frac{CV_{gp}}{CV_e}$$

- l) Acurácia da seleção de progênies, assumindo sobrevivência completa ( $r_{\hat{a}a}$ ):

$$r_{\hat{a}a} = \sqrt{\hat{h}_m^2}$$

m) Coeficiente de determinação dos efeitos de parcela ( $\hat{C}_p^2$ ):

$$\hat{C}_p^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

### 3.2.4. Ganhos na seleção pelo método do Índice Multi-efeitos

A estimativa de ganhos na seleção foi realizada objetivando a seleção de indivíduos com ganhos inferiores para o desbaste, com base no DAP e empregando o Índice Multi-efeitos, segundo metodologia proposta por Resende (2002a).

Uma das vantagens da seleção pelo método multi-efeito é a redução do peso dado à média geral das matrizes, permitindo assim uma melhor distribuição dos indivíduos selecionados nas várias matrizes. O Índice Multi-efeitos (IME) possui a expressão:

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

em que:  $\bar{Y}_{...}$ : média geral do ensaio;  $Y_{ijk}$ : valor individual;  $\bar{Y}_{i..}$ : média da matriz no ensaio;  $\bar{Y}_{ij.}$ : média da matriz em determinado bloco (média da parcela);  $\bar{Y}_{.j.}$ : média do bloco;

$\hat{b}_1 = \hat{h}_d^2$ : herdabilidade, no sentido restrito, dentro de parcelas:  $\hat{h}_d^2 = \frac{1/4 \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}$ ;

$\hat{b}_2 = \hat{h}_m^2$ : herdabilidade, no sentido restrito, de matrizes:  $\hat{h}_m^2 = \frac{(b + n \cdot b) \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{b} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n \cdot b}}$ ;

$\hat{b}_3 = \hat{h}_p^2$ : herdabilidade, no sentido restrito, de parcelas:  $\hat{h}_p^2 = \frac{1/4 \cdot n \cdot \hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n}}$ ;

O tamanho efetivo populacional ( $N_e$ ) foi obtido com base em Resende (2002a):

$$N_e = \frac{1}{\frac{1}{N_f} \cdot \bar{k}_f} \cdot \frac{1}{1 + 3 + \frac{\hat{\sigma}_{kf}^2}{\bar{k}_f}}$$

em que:  $\bar{k}_f$  = número médio de indivíduos selecionados por matriz;  $\hat{\sigma}_{kf}^2$  = variância do número de indivíduos selecionados por matriz;  $N_f$  = nº de matrizes selecionadas.

A diversidade genética (D), após a seleção, foi quantificada conforme Wei e Lindgren (1996), citados por Resende (2002a):  $D = N_{ef} / N_b$ , em que  $0 < D \leq 1$ ;

$N_b$  = número original de matrizes, que, no presente trabalho, corresponde a 64;  $N_{ef}$  = número efetivo de matrizes selecionadas, sendo dado por:

$$N_{ef} = \frac{\sum k_f^2}{\sum k_f^2}$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variância genética

Os valores médios encontrados para DAP e altura foram, respectivamente, 23,73 cm e 31,58 m (Tabela 1), caracterizando-se expressivos valores, sendo que o Incremento Médio Anual (IMA) foi de 1,40 cm para o DAP e, 1,86 m para a altura, aos dezessete anos de idade.

Silva (2003) trabalhando com *Eucalyptus urophylla* encontrou valores de IMA, aos dez anos de idade, para DAP, de 1,95 cm e, para altura, de 2,72 m. Moraes et al. (2007), encontraram valores de IMA para *E. camaldulensis*, aos dezenove anos, em Luiz Antônio-SP, para altura de 0,94 m e para DAP de 0,96 cm. Sacco e Mori (2002) encontraram IMA para *E. urophylla*, com oito anos de idade, de 1,34 cm para DAP e, 1,98 m para altura. Sendo assim, os dados encontrados no presente trabalho, em relação ao IMA, evidenciam os bons resultados obtidos e o potencial para utilização desse material para reflorestamento.

O experimento apresentou índice de sobrevivência de 55%, sendo que uma parte das mortes ocorreu devido ao efeito de dominância, e outra parte foi devida a causas naturais, como raios e ventos, levando à quebra de galhos e ponteiros.

Para a avaliação da forma do fuste foi utilizada uma escala de notas, sugerida pela EMBRAPA FLORESTAS, variando de um a sete (Figura 3). A média da nota para a forma foi de 3,97, aproximando-se de uma árvore reta na parte inferior com tortuosidade acentuada no topo (nota 4). Silva (2003) encontrou valores médios, para a mesma espécie, de 2,6 para forma, em uma escala de um a cinco. Em estudo de uma população de *Eucalyptus camaldulensis*, Santos et al. (2008), observaram nota média de 3,82, em uma escala de um a cinco.

Os valores obtidos do Coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ) variaram de baixos a médios, sendo os menores encontrados para bifurcação e casca (5,41 e 9,28, respectivamente), seguidas por altura e DAP, evidenciando a

baixa interferência do ambiente e a boa precisão do método utilizado nas avaliações dos caracteres.

As progênies apresentaram diferenças significativas, em nível de 1%, pelo teste F, para os caracteres DAP, tipo de casca, forma e sobrevivência. Já os caracteres altura e bifurcação, não apresentaram diferença significativa. Assim, a variação genética existente sugere a continuidade do programa de melhoramento da espécie.

Resende et al. (1995) definem acurácia de seleção de progênies como a correlação do valor genético verdadeiro do indivíduo e o índice fenotípico utilizado para estimá-lo, o qual no intervalo de 0,1 a 0,4 é baixa; de 0,4 a 0,7 é mediana; acima de 0,7 é alta. Desse modo, quanto maior a acurácia, maior a precisão da seleção e, conseqüentemente, maior o ganho genético. No presente trabalho, os caracteres tipo de casca, sobrevivência, forma e DAP, apresentaram valores para acurácia consideradas altas, ou seja, superiores a 0,7.

Os caracteres sobrevivência, tipo de casca, forma e DAP apresentaram as maiores estimativas dos coeficientes de variação genética individual ( $CV_{gi}$ ) e, entre progênies ( $CV_{gp}$ ), sendo que, todos os coeficientes individuais foram maiores que os coeficientes entre progênies, evidenciando a existência de variação genética e possível aproveitamento para melhoramento genético da população. Em estudo realizado por Moraes (1987), com *Eucalyptus grandis*, observou-se valores para estimativas do coeficiente de variância genética, na ordem de 10,23% a 20,46% para DAP e, de 8,98% a 17,97%, para altura.

Segundo Silva (2005), na escolha do caráter objeto de seleção é comum utilizar-se daquele cuja avaliação esteja menos sujeita a erros, como o DAP, sendo que no presente trabalho este caráter foi utilizado como base para aplicar a seleção.

Para o caráter DAP, o coeficiente de variação relativa ( $CV_r$ ) foi de 0,44, e o coeficiente de determinação dos efeitos de parcela ( $\hat{C}_p^2$ ), foi de 0,0087, considerado baixo, não permanecendo heterogeneidade ambiental dentro de blocos, reforçando o bom desempenho do delineamento experimental empregado no ensaio.

Para estimar as herdabilidades, considerou-se a interpretação proposta por Resende et al. (1995), que consideram herdabilidades de 0,01 a 0,15 como baixas; de 0,15 a 0,50 como medianas; e acima de 0,50 como altas. As estimativas

de herdabilidade foram realizadas considerando-se a existência de uma relação de meios-irmãos para as progênies estudadas e desprezíveis a ocorrência de endogamia, condição indispensável preconizada por Vencovsky (1987).

As estimativas de herdabilidade individual ( $\hat{h}_a^2$ ) e dentro de parcela ( $\hat{h}_{ad}^2$ ), foram baixas para DAP, altura, forma, bifurcação e sobrevivência, variando de 0,003 a 0,13 e, alta e mediana para o caractere tipo de casca ( $\hat{h}_a^2 = 0,53$  e  $\hat{h}_{ad}^2 = 0,46$ ). Já os coeficientes de herdabilidade, em nível de média ( $\hat{h}_m^2$ ), foram altos para DAP, tipo de casca, forma e sobrevivência, variando de 0,50 a 0,85; mediano para altura (0,19); e baixo para bifurcação (0,03). Considerando-se os dados obtidos, indica-se a seleção com base na média de progênies, em vez da seleção massal dentro de progênies.

Tabela 1. Estimativas de parâmetros genéticos em progênies de Eucalyptus urophylla, aos 17 anos de idade, em Selvíria-MS.

| Estimativas        | DAP (cm)  | ALT (m)              | CASCA     | FOR       | BIF                  | SOB       |
|--------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|
| $\hat{\sigma}_a^2$ | 7,0927    | 2,8492               | 0,5743    | 0,4234    | 0,0034               | 0,0313    |
| $\hat{\sigma}_c^2$ | 0,6041    | 6,0904               | 0,0119    | 0,1196    | 0,0248               | 0,0067    |
| $\hat{\sigma}_e^2$ | 61,6825   | 73,7152              | 0,5003    | 2,8587    | 0,8675               | 0,2086    |
| $\hat{\sigma}_f^2$ | 69, 3794  | 82,6548              | 1,0865    | 3,4018    | 0,8957               | 0,2466    |
| $\hat{h}_a^2$      | 0,10±0,05 | 0,03±0,03            | 0,53±0,11 | 0,13±0,53 | 0,004±0,01           | 0,13±0,04 |
| $\hat{C}_p^2$      | 0,0087    | 0,0737               | 0,0109    | 0,0352    | 0,0277               | 0,0274    |
| $\hat{h}_m^2$      | 0,50      | 0,19                 | 0,85      | 0,51      | 0,03                 | 0,52      |
| $r_{\hat{a}a}$     | 0,7049    | 0,4314               | 0,9211    | 0,7114    | 0,1755               | 0,7228    |
| $\hat{h}_{ad}^2$   | 0,08      | 0,03                 | 0,46      | 0,10      | 0,003                | 0,10      |
| $CV_{gi}$          | 11,22     | 5,35                 | 19,64     | 16,39     | 0,86                 | 32,40     |
| $CV_{gp}$          | 5,61      | 2,67                 | 9,82      | 8,20      | 0,43                 | 16,21     |
| $CV_e$             | 12,63     | 12,50                | 9,28      | 18,10     | 5,41                 | 34,65     |
| $CV_r$             | 0,44      | 0,21                 | 1,06      | 0,45      | 0,08                 | 0,47      |
| $\hat{m}$          | 23,73     | 31,58                | 3,86      | 3,97      | 6,75                 | 0,55      |
| <b>Teste-F</b>     | 2,00**    | 1,23 <sup>n.s.</sup> | 6,60**    | 2,02**    | 1,03 <sup>n.s.</sup> | 2,10**    |

$\hat{\sigma}_a^2$  variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_c^2$  variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$  variância residual (ambiental+não aditiva);  $\hat{\sigma}_f^2$  variância fenotípica individual;

$\hat{h}_a^2$  herdabilidade individual dos efeitos aditivos;  $\hat{C}_p^2$  coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas;  $\hat{h}_m^2$  herdabilidade da média de progênies;  $r_{\hat{a}a}$  acurácia;

$\hat{h}_{ad}^2$  herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $CV_{gi}$  coeficiente de variação genética aditiva individual;  $CV_{gp}$  coeficiente de variação genotípica entre progênies;

$CV_e$  coeficiente de variação experimental;  $CV_r$  coeficiente de variação relativa;  $\hat{m}$  média geral; \*\* significativo, nível de 1%.

## 4.2. Ganho na Seleção

A seleção entre e dentro de progênies, com eliminação de indivíduos inferiores, caracteriza um método de melhoramento denominado “Pomar de Sementes por Mudas”. Esta seleção, segundo Kageyama (1980), seria válida somente quando realizada em nível de locais, pois, em conjunto, o seu aproveitamento só é possível através de propagação vegetativa (Pomar de Sementes Clonal).

O ganho na seleção, em porcentagem sobre a média do caráter selecionado ( $GS\%$ ), apresenta como variável o diferencial de seleção e a herdabilidade ( $G_s = h^2 \cdot D_s$ ), sendo que o diferencial de seleção é o produto da intensidade de seleção standardizada, em unidades de desvio padrão fenotípico, da variável que está sendo selecionada pelo desvio padrão fenotípico. Portanto, a escolha da intensidade de seleção é de grande importância na estimativa desses ganhos, pois, com a possível transformação deste teste de progênies em Pomar de Sementes por Mudas, a escolha da intensidade de seleção deve fornecer ganhos satisfatórios que não prejudiquem a polinização do Pomar, para não ter problemas de endogamia (MORAES, 1987). No presente trabalho, optou-se por uma seleção de 30% entre e 12,5% dentro de progênies. Essa intensidade de seleção corresponde a um Pomar de Sementes por Mudas com uma população total de 100 indivíduos por hectare. Sendo a área do experimento de 2,3 hectares, foram selecionadas 230 árvores.

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

Na utilização do IME, também foram consideradas 230 árvores e, as seguintes situações: a) considerando os 230 melhores indivíduos selecionados pelo IME, independente do número de indivíduos por família ( $k_f$  variável) e, b) aplicando o IME aos indivíduos que seriam selecionados pela seleção entre e dentro de progênies ( $k_f$  igual para todas as famílias).

Na condição de utilização do IME com  $k_f$  variável, foram selecionadas 37 famílias (Tabela 2), um número menor de indivíduos por família (6,22 indivíduos/família), com ganho genético de 1,72 cm, sobre a média de 23,73 cm, com ganho na seleção de 7,24%. Os 230 indivíduos selecionados representam um tamanho efetivo populacional ( $N_e$ ) de 69,30, ou seja, uma razoável manutenção do tamanho efetivo populacional, sendo que a variabilidade original do teste de progênies se manterá em 35,35%. Já na utilização da condição de seleção entre e dentro de progênies, foram selecionadas 23 famílias e um número maior de indivíduos por família (10 indivíduos/família), com ganho genético de 1,47 cm, e ganho na seleção de 6,18%. Os indivíduos selecionados representam uma população efetiva ( $N_e$ ) de 70,77, e a variabilidade original do teste ficará em 35,94%. A eficiência no ganho da seleção foi de 17,15%, ou seja, a condição de utilização do IME com  $k_f$  variável foi melhor que a condição de uso da seleção combinada (E+D).

Tabela 2. Comparação entre os indivíduos selecionados pelos métodos de seleção estudados em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, para o caráter DAP, aos 17 anos, em Selvíria-MS.

| IME- Kf: variável     |         | Seleção E+D           |        |
|-----------------------|---------|-----------------------|--------|
| Fam.                  | Kf      | Fam.                  | Kf     |
| 1                     | 8       | 1                     | 10     |
| 2                     | 1       | 9                     | 10     |
| 5                     | 1       | 10                    | 10     |
| 9                     | 7       | 11                    | 10     |
| 10                    | 8       | 14                    | 10     |
| 11                    | 6       | 15                    | 10     |
| 13                    | 3       | 18                    | 10     |
| 14                    | 17      | 20                    | 10     |
| 15                    | 11      | 21                    | 10     |
| 17                    | 1       | 23                    | 10     |
| 18                    | 8       | 28                    | 10     |
| 19                    | 3       | 29                    | 10     |
| 20                    | 8       | 39                    | 10     |
| 21                    | 4       | 40                    | 10     |
| 22                    | 2       | 41                    | 10     |
| 23                    | 7       | 42                    | 10     |
| 27                    | 5       | 44                    | 10     |
| 28                    | 12      | 48                    | 10     |
| 29                    | 5       | 49                    | 10     |
| 31                    | 2       | 51                    | 10     |
| 37                    | 4       | 55                    | 10     |
| 39                    | 12      | 56                    | 10     |
| 40                    | 2       | 62                    | 10     |
| 41                    | 14      | .                     | .      |
| 42                    | 15      | .                     | .      |
| 44                    | 16      | .                     | .      |
| 45                    | 1       | .                     | .      |
| 46                    | 2       | .                     | .      |
| 48                    | 16      | .                     | .      |
| 49                    | 5       | .                     | .      |
| 51                    | 3       | .                     | .      |
| 55                    | 12      | .                     | .      |
| 56                    | 3       | .                     | .      |
| 58                    | 1       | .                     | .      |
| 62                    | 2       | .                     | .      |
| 63                    | 1       | .                     | .      |
| 64                    | 2       | .                     | .      |
| N                     | 230     | N                     | 230    |
| N <sub>f</sub>        | 37      | N <sub>f</sub>        | 23     |
| $\overline{K_f}$      | 6,22    | $\overline{K_f}$      | 10     |
| $\hat{\sigma}_{kf}^2$ | 25,2297 | $\hat{\sigma}_{kf}^2$ | 0      |
| N <sub>ef</sub>       | 22,63   | N <sub>ef</sub>       | 23     |
| $\hat{m}$             | 23,73   | $\hat{m}$             | 23,73  |
| N <sub>e</sub>        | 69,30   | N <sub>e</sub>        | 70,77  |
| Gs (cm)               | 1,72    | Gs (cm)               | 1,47   |
| Gs (%)                | 7,24    | Gs (%)                | 6,18   |
| Ef(%)                 | 17,15   | Ef(%)                 | -      |
| D                     | 0,3535  | D                     | 0,3594 |

N: número de indivíduos selecionados; N<sub>f</sub>: número de matrizes selecionadas;  $\overline{K_f}$  : número médio de indivíduos selecionados

por matriz;  $\hat{\sigma}_{kf}^2$  : variância do número de indivíduos selecionados por matriz; N<sub>ef</sub> : número efetivo de matrizes selecionadas;  $\hat{m}$  : média do experimento; N<sub>e</sub> : tamanho efetivo populacional; Gs: ganho na seleção; Ef: eficiência do ganho; D: divergência genética.

## 5. CONCLUSÕES

A variação genética existente na população é considerável para os caracteres: DAP, tipo de casca, forma do fuste;

A utilização do índice multi-efeitos aplicado ao caráter DAP, apresenta ganhos na seleção (Gs%) e eficiência do ganho (Ef%), melhores que a seleção combinada (entre e dentro de progênies), além de selecionar um maior número de matrizes, proporcionando uma melhor distribuição das árvores na área;

O desenvolvimento das progênies é, na média, ótimo para a região;

O teste de progênies de *Eucalyptus urophylla* pode ser explorado como um Pomar de Sementes por Mudas como também proporciona condições para a formação de um Pomar de Sementes clonal.

## REFERÊNCIAS

BERTOLOTI, G.; CAMPINHOS JUNIOR, E.; IKEMORI, Y. K. Comportamento de várias procedências de *Eucalyptus urophylla* na região de Aracruz – ES. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba. v.8, n.27, p.27-29, 1980.

BRASIL, M. A. M. **Variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *Eucalyptus urophylla*** S. T. Blake. 1983. 89f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1983.

CAIXETA, R. P.; CARVALHO, D.; ROSADO, S.C.S.; TRUGILHO, P.F. Variações genéticas em populações de *Eucalyptus* spp. detectadas por meio de marcadores moleculares. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.357-363, 2003.

CAPITANI, L. R.; VIEIRA, F. S.; MENDES, F. S. *Eucalyptus urophylla* da Indonésia no Vale do Rio Doce. **CVRD Revista**, Rio de Janeiro, v.8, n.27, p.37-52, 1987

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.

DANIELS, J. D. Role of tree improvement in intensive forest management. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.8, n.3/4, p.161-165, 1984.

DEMATTE, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos do Campus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 114p. (mimeografado).

DIAS, L. A. S. Variância de frequências alélicas. In: ALFENAS, A. C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins**. Viçosa: UFV, 1998. p.381-404.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 1999. 412p.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279p.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 45, p. 22-30, 1992.

FERREIRA, M.; GONÇALVES, J. C.; BOLLONI, E. A.; LEITE, N. B. Adaptação de espécies/procedências as regiões de cerrados do Brasil Central. In: SIMPÓSIO ENERGIA DA BIOMASSA FLORESTAL, 1, 1983, São Paulo. **Relatório Final**. São Paulo: Convênio CESP/, 1983. p.151-193.

FREITAS, M. A participação da produção florestal na economia brasileira. In: THE CHALLENGE OF NEOTROPICAL FORESTS, 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS, 1991. p.322-329.

GARCIA, C. H.; PIMENTEL-GOMES, F. Forest outlines of Brazil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.67, n. 2, p.105-117, 1992.

GOLFARI, L; CASER, R.L. Zoneamento ecológico da região nordeste para experimentação florestal. **Série Técnica Prodepef**, Brasília, n.10, p. 1-116, 1977.

GOLFARI, L; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. **Série Técnica Prodepef**, Brasília, n.11, p. 1-66, 1978.

GRATTAPAGLIA, D. Integrating genomics into *Eucalyptus* breeding. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.3, n.3, p.369-379, 2004.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Produção de sementes melhoradas de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e *Eucalyptus citriodora* Hook.** Piracicaba: IPEF, 1983. 218p.

KAGEYAMA, P. Y. **Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.** 1980. 71f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

KAGEYAMA, P. Y. **Seleção precoce a diferentes idades em progênes de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden.** 1983. 147f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

KEIDING, H. Selection of individual trees. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/DANIDA. **Training course on forest tree improvement.** Rome: FAO, 1974. p.165-175.

MARTIN, B.; COSSALTER, C. Les *Eucalyptus* des Iles de La Sonde. **Bois et Forêts des Tropiques**, Nogent-Sur-Marne. v.165, p. 3-20, 1976.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMERCIO EXTERIOR-  
MDICE **Setor de madeira e móveis.** Disponível em:  
<[http://sistemasweb.desenvolvimento.gov.br/investimento\\_web/interna.asp?htm=conteudo/21.htm](http://sistemasweb.desenvolvimento.gov.br/investimento_web/interna.asp?htm=conteudo/21.htm)>. Acesso em: 28 maio 2005.

MORAES, M. L. T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento.** 1987. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

MORAES, M. L. T.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M. Variação genética para caracteres silviculturais em progênes de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antonio-SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.19, n.2, p.113-118, 2007.

MORAES, M. L. T. **Variação genética e aplicação da análise multivariada em progênes de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari**. 2001. 124f. Tese (Livre Docência)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

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. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997. v.3, p.43-47.

MORI, E. S. **Variabilidade genética isoenzimática em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetida a diferentes intensidades de seleção**. 1993. 119f. Tese (Doutorado em Genética)– Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

MORI, E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênes x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, Piracicaba, v. 39, n1, p. 53-63, 1988.

NIETO, V. M.; RODRIGUEZ, J. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: VOZZO, J. A. **Tropical Tree Seed Manual**: species descriptions. Washington DC: USDA Forest Service, 2003. p.466-467.

PARK, Y. S.; FOWLER, D. P. Effects of inbreeding and genetic variances in a natural population of Tamarack (*Larx laricina* K. Koch) in Eastern Canada. 1982. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.31, n.1, p.21-26, 1982.

PIGATO, S. M. P. C.; LOPES, C. R. Caracterização silvicultural, botânica e avaliação da variabilidade genética por meio de marcador molecular RAPD em um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.2, n.60, p.135-148, 2001.

PINTO JUNIOR, J. E. **Variabilidade genética em progênies de uma população de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de flores – Indonésia.** 1984. 164f. Dissertação (Mestrado)– Escola Superior Luiz de Queiroz-ESALQ, Universidade de São Pulo, Piracicaba, 1984.

PRYOR, L. D.; JOHNSON, L. A. S. **A classification of the *Eucalypts*.** Canberra: The Australian National University, 1971. p. 86-95.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002 a. 975p.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, 1999 a. p.589-647.

RESENDE, M. D. V. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal,** 1999b, 434f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN - REML/BLUP.** Colombo: EMBRAPA – CNPF, 2002b. 67p. (Série documentos, 77).

RESENDE, M. D. V.; ARAUJO, A. J.; SAMPAIO, P. T. B.; WIECHETECH, M. S. S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variâncias de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista Floresta**, Curitiba, v.24, n.1/2, p.35-45, 1995.

RESENDE, M. D. V.; VENCovsky, R. Condução e utilização de baços de conservação genética de espécies de eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v..3, p.464-471.

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, v.1, n.28-29, p.11-36, 1994 a.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v.1, n.28-29, p.37-55, 1994b.

ROCHA, F. T., FLORSHEIM, S. M. B., COUTO, H. T. Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.16, n.1, p.43-55, 2004.

SACCO, M. P. R.; MORI, E. S. Estimação de parâmetros genéticos para o melhoramento de *Eucalyptus urophylla*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UNESP, 14, 2002, Presidente Prudente. **Resumos...** Presidente Prudente: UNESP/FCT, 2002. 1CD-ROM.

SAMPAIO, P. T. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus oocarpa* Schiede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p.625-636, 2002.

SANTOS, F. W.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; TUNG, E.S. C.; SILVA, J. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética para a densidade básica da madeira e caracteres silviculturais em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.20, n.2, p.185-194, 2008.

SANTOS, P. E. T.; GERALDI, I. O.; GARCIA, J. N. Estimates of genetic parameters of wood traits for sawn timber production in *Eucalyptus grandis*. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v.27, n.4, p.567-573, 2004.

SCANAVACA JUNIOR, L. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria**. 2001. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Escola Superior Luiz de Queiroz- ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SHARF, R. Falta madeira na terra do pau-brasil. **Revista Galileu**, n.142, p.52-60, 2003.

SHIMOYANA, V. R. S.; BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.6, n.20, p. 1-22, 1989.

SILVA, J. M. **Análises genéticas em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* por caracteres quantitativos e marcadores moleculares**. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

SILVA, L. D. C. **Variação genética e métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**. 2003. 72 p. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

SIMÕES, J. N.; SPINA-FRANÇA, F. **Produção de madeira em florestas energéticas sob diferentes pratica silviculturais: relatório final**– simpósio da energia da biomassa florestal – São Paulo: Convênio CESP/IPEF, 1983. p.1-36.

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

STEINER, K.C. Patterns of variation in bud-burst time among populations in several *Pinus* species. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.28, n.5/6, p.185-194, 1979.

VENCOVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas. **Instituto de pesquisas e Estudos Florestais- IPEF**, Piracicaba, v.35, n.2, p.79-84, 1987.

VIEIRA, F. S. Procedências de *Eucalyptus urophylla*. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.31, p.612-615, 1983.

VIEIRA, F. S.; BUCSAN, B. Ocorrências naturais de *Eucalyptus urophylla* na Indonésia. **Silvicultura**, São Paulo, v.14, n.2, p. 359-361, 1980.

WHITE, T. L.; HODGE, G. R. Indirect prediction of genetic values. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.40, n.1, p.20-28, 1991.

ZANI FILHO, J.; BALLONI, E. A.; GONÇALVES, J. L. M. Tolerância de mudas de diferentes espécies/procedências de *Eucalyptus* a deficiência hídrica em 2 substratos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986, Olinda. **Anais...** São Paulo: SBS, 1986. v.1, p.1-24.

ZANI FILHO, J.; STAPE, J. L.; RIBEIRO, F. A.; BALLONI, E.A. Programa de melhoramento genético de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, através de seleção precoce. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão, **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.464-471.

ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 496p.

**ANEXOS**

Figura 1. Proposta de Avaliação e Escala para o tipo de Casca, para *Eucalyptus urophylla* em Selvíria-MS.

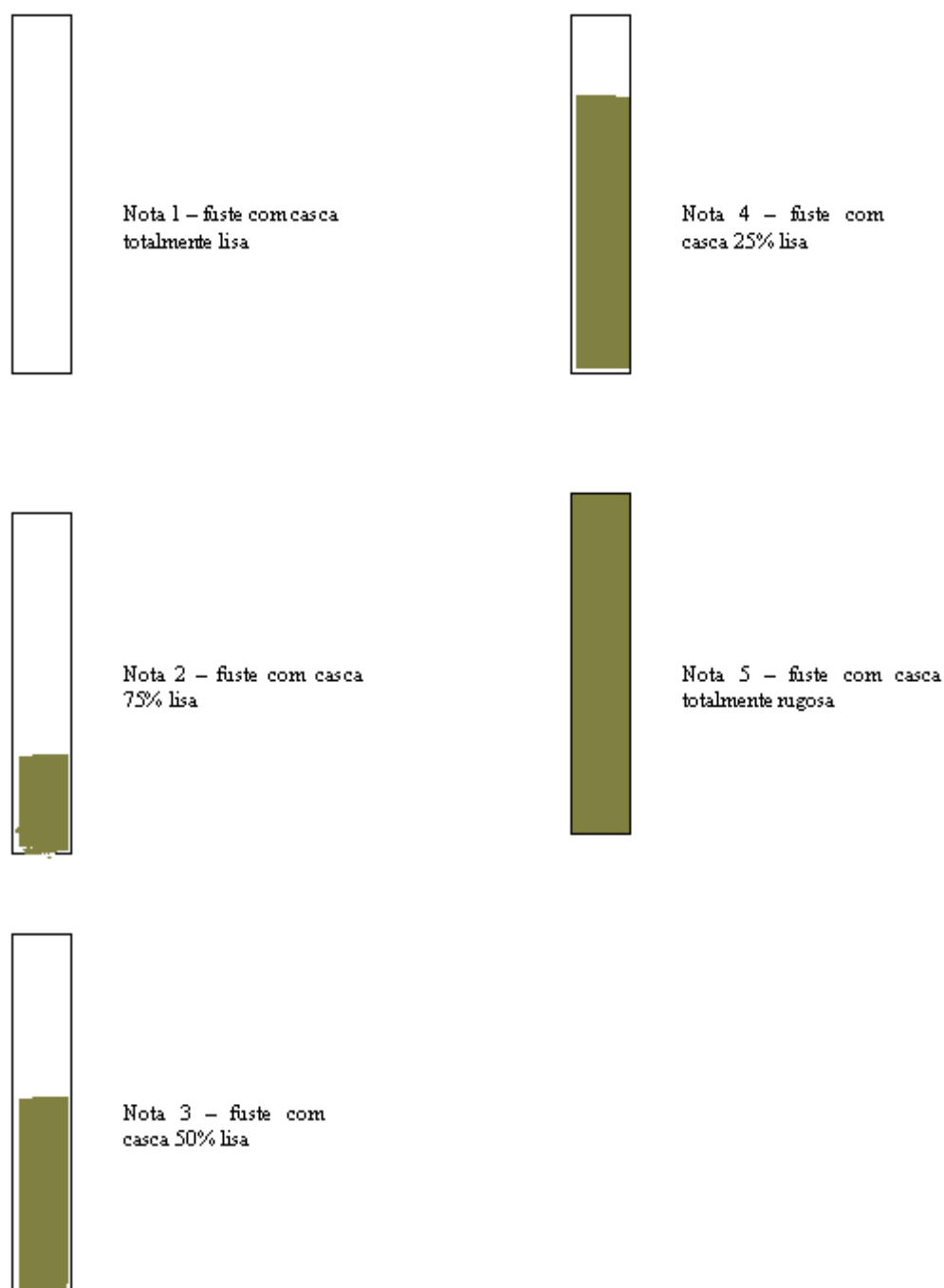


Figura 2. Escala de notas para avaliação do grau de Bifurcação, utilizado para *Eucalyptus urophylla* em Selvíria-MS.

| <b><u>ESCALA DE NOTAS PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE BIFURCAÇÃO</u></b> |                                                                                                                                       |      |                                 |                                                                                                                                               |        |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| BIFURCAÇÃO                                                         | DESCRIÇÃO                                                                                                                             | Nota | BIFURCAÇÃO                      | DESCRIÇÃO                                                                                                                                     | (Nota) |
| Superior<br>Mediano<br>Inferior                                    |  FUSTE S/ BIFURCAÇÃO                                 | (7)  | Superior<br>Mediano<br>Inferior |  MAIS DE UMA BIFURCAÇÃO ACIMA DO TERÇO INFERIOR DO FUSTE     | (3)    |
|                                                                    |  UMA BIFURCAÇÃO NO TERÇO SUPERIOR DO FUSTE          | (6)  | Superior<br>Mediano<br>Inferior |  UMA BIFURCAÇÃO NO TERÇO INFERIOR DO FUSTE                  | (2)    |
| Superior<br>Mediano<br>Inferior                                    |  MAIS DE UMA BIFURCAÇÃO NO TERÇO SUPERIOR DO FUSTE | (5)  | Superior<br>Mediano<br>Inferior |  MAIS DE UMA BIFURCAÇÃO INCLUSIVE NO TERÇO INFERIOR FUSTE | (1)    |
| Superior<br>Mediano<br>Inferior                                    |  UMA BIFURCAÇÃO NO TERÇO MEDIANO DO FUSTE          | (4)  |                                 |                                                                                                                                               |        |

Fonte: EMBRAPA FLORESTAS

Figura 3. Escala de notas para avaliação da Forma de Fuste, utilizado para *Eucalyptus urophylla* em Selvíria-MS.

| <b>ESCALA DE NOTAS PARA AVALIAÇÃO DA FORMA DE FUSTE</b>                             |                                                         |        |                                                                                     |                                                         |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|
| FORMA                                                                               | DESCRIÇÃO                                               | (Nota) | FORMA                                                                               | DESCRIÇÃO                                               | (Nota) |
|    | PERFEITAMENTE RETO                                      | (7)    |    | RETO NA PARTE SUPERIOR E TORTUOSIDADE ACENTUADA NA BASE | (3)    |
|   | RETO COM LIGEIRA TORTUOSIDADE NA PARTE SUPERIOR         | (6)    |   | LIGEIRAMENTE TORTUOSO EM TODA EXTENSÃO                  | (2)    |
|  | RETO COM LIGEIRA TORTUOSIDADE NA BASE                   | (5)    |  | TORTUOSIDADE EM TODA EXTENSÃO                           | (1)    |
|  | RETO NA PARTE INFERIOR E TORTUOSIDADE ACENTUADA NO TOPO | (4)    |                                                                                     |                                                         |        |

Fonte: EMBRAPA - FLORESTAS

[illegible]