

ANTONIO CLAUDIO DAVIDE

Avaliação da Adaptabilidade e da Estabilidade  
Fenotípica de Progenies de *Eucalyptus pellita* F.  
Muell, Introduzidas da Austrália

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Grau e Título de Doutor em Ciências Florestais.

CURITIBA

1992

Aos meus pais, Antonio e Elza

A meus sogros, Tufi e Herminia

OFEREÇO

A Lisete, minha mulher,

A Livia e Helena, minhas filhas,

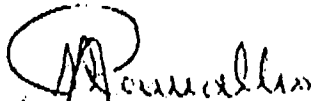
DEDICO


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL


P A R E C E R

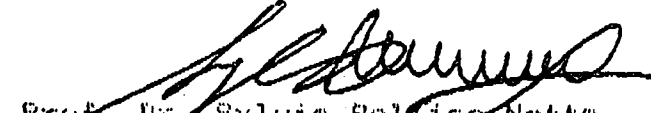
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Tese de Doutorado apresentada pelo candidato ANTONIO CLAUDIO DAVIDE, sob o título "AVALIAÇÃO DA ADAPTABILIDADE E DA ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE PROGENIES DE Eucalyptus pellita F. Muell, INTRODUZIDAS DA AUSTRÁLIA." para obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração: SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Tese completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de DOUTOR EM CIÊNCIAS FLORESTAIS.

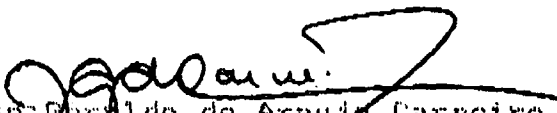
Curitiba, 25 de fevereiro 1992

  
Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho  
Primeiro Examinador

  
Pesq. Dr. Antonio Rioxel Higa  
Segundo Examinador

  
Pesq. Dr. Carlos Alberto Ferreira  
Terceiro Examinador

  
Prof. Dr. Sylvio Pellice Netto  
Quarto Examinador

  
Prof. Dr. Jose Geraldo de Araujo Carneiro  
Presidente da Banca Examinadora



## AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras e a Universidade Federal do Paraná, que tornaram possível a conclusão do meu curso de doutorado.

Ao Centro Nacional de Pesquisas de Florestas - EMBRAPA, e as Empresas: Aracruz, Cenibra, Champion, Copener, Duratex, Mannesman, Riocell e Pipesa, pela cessão dos dados e pelo apoio prestado, sem os quais este trabalho não poderia ser realizado.

Ao Professor José Geraldo de Araújo Carneiro, pela orientação, amizade e apoio recebido.

Ao pesquisador do CNPF-EMBRAPA, Jarbas Yukio Shimizu e aos Professores João Bosco dos Santos e Magno Antonio Patto Ramalho, da ESAL, pelas sugestões e co-orientação durante a condução deste trabalho.

Aos pesquisadores do CNPF-EMBRAPA, Antonio R. Higa, Carlos Alberto Ferreira e Edilson Batista de Oliveira, pela amizade, apoio e sugestões constantes.

A Professora Lisete Chamma Davide, pelas sugestões, carinho e colaboração constantes.

Aos Professores Antônio Resende Soares e Sebastião Carlos Rosado, pela substituição nas minhas disciplinas da ESAL.

A Marta ao Alceu, técnicos do CNPF, pelo auxílio nos trabalhos de computação.

Aos docentes que participaram de minha formação profissional e aos colegas de curso com os quais dividimos os momentos de estudo e lazer.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

### BIOGRAFIA DO AUTOR

ANTONIO CLAUDIO DAVIDE, nascido a 18 de fevereiro de 1953, em Botucatu (SP), graduou-se em Engenharia Agrônômica, pela UNESP, Campus de Botucatu, no ano de 1976.

Em 1977, foi gerente técnico de um projeto de implantação de viveiro florestal no Norte da Nigéria. Foi professor do Colégio Agrícola de Rio das Pedras em 1978 e em 1979 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, que concluiu em 1983.

Em 1980, foi contratado pela ESAL, no Departamento de Ciências Florestais, onde atualmente é Professor Adjunto.

Em 1986, iniciou o curso de Doutorado em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, na área de concentração de Silvicultura.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. <i>Eucalyptus pellita</i> F. MUELL., sub-gênero <i>Sympho-</i> <i>myrtus</i> .....	4
2.2. Interação genótipos x ambientes .....	5
2.3. As implicações da interação genótipos x ambientes no processo de melhoramento .....	11
2.4. Técnicas que permitem detectar e analisar os efei- tos da interação genótipos x ambientes .....	16
2.5. Controle genético da estabilidade .....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	30
3.1. Características das progênies utilizadas .....	30
3.2. Características dos ambientes utilizados .....	32
3.3. Delineamento experimental e detalhes da instalação.	34

3.4. Coleta de dados no campo .....	35
3.5. Análises estatísticas .....	35
3.5.1. Análise de variância individual .....	35
3.5.2. Análises da variância conjunta .....	36
3.5.3. Análise da estabilidade .....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
4.1. Interação progênes x ambientes .....	50
4.2. Estimativa dos parâmetros da estabilidade .....	56
4.2.1. Estabilidade das progênes em 11 ambientes .	57
4.2.2. Estabilidade das progênes com 1, 2 e 3 anos de idade, em 7 locais .....	72
4.3. Repetibilidade dos parâmetros da estabilidade .....	81
5. CONCLUSÕES .....	86
6. SUMMARY .....	88
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	90
APÊNDICE .....	98



## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Características dos lotes de sementes de <i>E.pellita</i> envolvidas neste estudo .....	31
2	Localização dos experimentos e idade das avaliações analisadas .....	33
3	Características geoclimáticas dos locais de instalação dos testes de procedência/progênie .....	34
4	Esquema da análise de variância conjunta .....	37
5	Modelo da análise da variância utilizada para estimar a "variância genética" ( $\sigma^2_g$ ), ambiental ( $\sigma^2$ ) e fenotípica dos parâmetros de estabilidade .	41
6	Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência, das 23 progênies de <i>E.pellita</i> , avaliadas com 1 ano em 7 ambientes .....	51

Tabela		Página
7	Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência das 23 progênies de <i>E. pellita</i> , avaliadas com 2 anos em 7 ambientes ...	52
8	Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência das 23 progênies de <i>E. pellita</i> , avaliadas com 2 anos em 11 ambientes ..	53
9	Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência das 23 progênies de <i>E. pellita</i> , avaliadas com 3 anos em 7 ambientes ...	54
10	Estimativas das médias das alturas ( $B_0$ ) dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , $B_2$ e $B_1 + B_2$ ), das variâncias dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2_d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 23 progênies de <i>E. pellita</i> , avaliados com 2 anos de idade em 11 ambientes .....	58
11	Estimativas das médias dos DAP ( $B_0$ ) dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , $B_2$ e $B_1 + B_2$ ), das variâncias dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2_d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 23 progênies de <i>E. pellita</i> , avaliados com 2 anos de idade em 11 ambientes .....	59
12	Correlações de classificação de Spearman entre os parâmetros de estabilidade, avaliados através da altura e do DAP com 2 anos, em 11 ambientes .	62
13	Proporção de progênies estáveis e instáveis, avaliadas aos 2 anos de idade .....	64

Tabela	Página
14	Estimativas das médias de sobrevivência (%) dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , $B_2$ e $B_1 + B_2$ ), das variâncias dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progê - nies de <i>E. pellita</i> , avaliadas com 2 anos de ida - de, em 11 ambientes ..... 74
15	Estimativas das médias das alturas ( $B_0$ ) e dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , $B_2$ e $B_1 + B_2$ ), da variância dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progê - nies de <i>E. pellita</i> , avaliadas com 1 ano de ida - de, em 7 ambientes ..... 75
16	Estimativas das médias das alturas ( $B_0$ ) e dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , $B_2$ e $B_1 + B_2$ ), da variância dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progê - nies de <i>E. pellita</i> , avaliadas com 2 anos de ida - de, em 7 ambientes ..... 76
17	Estimativas das médias das alturas ( $B_0$ ) e dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , $B_2$ e $B_1 + B_2$ ), da variância dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progê - nies de <i>E. pellita</i> , avaliadas com 3 anos de ida - de, em 7 ambientes ..... 77
18	Correlações de classificação de Spearman entre os parâmetros de estabilidade estimado com 1, 2 e 3 anos, em 7 ambientes ..... 79

## Tabela

## Página

19	Análise da variância dos coeficientes de regressão e variância dos desvios de regressão, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, das alturas de 23 progênies de <i>E. pellita</i> avaliadas com 2 anos em 11 ambientes, apresentando para cada parâmetro de estabilidade as estimativas da variância genética ( $\sigma^2_g$ ), variância ambiental ( $\sigma^2_e$ ) e coeficiente de repetibilidade .....	82
20	Análise da variância dos coeficientes de regressão e variância dos desvios de regressão, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, dos DAP das 23 progênies de <i>E. pellita</i> avaliadas com 2 anos em 11 ambientes, apresentando para cada parâmetro de estabilidade as estimativas da variância genética ( $\sigma^2_g$ ), variância ambiental ( $\sigma^2_e$ ) e coeficiente de repetibilidade .....	83
21	Análise da variância dos coeficientes de regressão e variância dos desvios de regressão, obtidas a partir das avaliações das alturas das árvores de <i>E. pellita</i> avaliadas com 1, 2 e 3 anos em 7 ambientes, apresentando para cada parâmetro de estabilidade, as estimativas da variância genética ( $\sigma^2_g$ ), variância ambiental ( $\sigma^2_e$ ) e coeficiente de repetibilidade .....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Crescimento médio em altura das progênies, em função da idade, em Esplanada-BA, Inhambupe-BA, Belo Oriente-MG e Altinópolis-SP .....	47
2	Crescimento médio em diâmetro das progênies, em função da idade, em Esplanada-BA, Inhambupe-BA, Belo Oriente-MG e Altinópolis-SP .....	48
3	Regressão linear e respectivos desvios das progênies 94, 134 e 145, para DAP, em onze ambientes, com 2 anos de idade .....	70
4	Regressão linear e respectivos desvios, das progênies 97, 134 e 136, para altura, em onze ambientes, com 2 anos de idade .....	71

## RESUMO

O presente trabalho trata do estudo da adaptação e estabilidade de progênies de *Eucalyptus pellita* F. Muell, procedentes da Austrália e plantadas em 11 locais. As avaliações de altura, DAP e sobrevivência foram realizadas com 1, 2 e 3 anos em 7, 11 e 7 locais, respectivamente.

O conjunto das progênies testadas apresentou melhor desempenho em Esplanada-BA, mas também demonstrou potencial para ser plantado em Aracruz-ES, Belo Oriente-MG, Brotas-SP, Mogi Guaçu-SP e Inhambupe-BA. Nos demais locais (São Jerônimo-SP, Altinópolis-SP, Boa Esperança do Sul-SP, João Pinheiro-MG e Lassance-MG) o material genético introduzido poderá contribuir em programas de hibridação com outras espécies de maior potencial de produtividade.

Das 23 progênies testadas, 16 delas (93, 94, 97, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 138, 139, 141, 142, 143, 144 e 147) mostraram-se estáveis e deveriam constituir a população base para os futuros trabalhos de melhoramento, tanto para o grupo dos

ambientes desfavoráveis (Lassance, João Pinheiro, Altinópolis, Boa Esperança do Sul e São Jerônimo), como para os ambientes com produtividade acima da média (Inhambupe, Belo Oriente, Aracruz, Brotas, Mogi Guaçu e Esplanada). Apesar do número reduzido, recomenda-se a utilização desse grupo de progênies para a formação de pomares de sementes. Esses pomares poderão atender a uma ampla faixa de ambientes, com conseqüente redução no custo das sementes.

Os valores de repetibilidade dos parâmetros da estabilidade, mostraram ser possível o melhoramento para essa característica, apesar de ser mais difícil do que para H e DAP. Os resultados deste trabalho permitiram concluir também que é possível associar alta produtividade com estabilidade, o que é altamente desejável, visando indicar materiais genéticos para plantio em uma faixa mais ampla de ambientes.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade genética das sementes é um dos fatores de maior importância para o sucesso de um empreendimento florestal. No Brasil, os melhoristas florestais têm identificado nos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, diversos materiais mais produtivos e melhor adaptados às diversas condições edafo-climáticas. Uma das espécies que tem se mostrado promissora, sobretudo para as regiões bioclimáticas 15, 16, 17 e 18 (GOLFARI et alii<sup>29</sup>), é o *Eucalyptus pellita*, procedente do norte da Austrália. Assim, a avaliação de progênies procedentes dessas regiões, é fundamental para se obter o máximo de eficiência dessa espécie nos programas de reflorestamento. Entretanto, a utilização desses materiais genéticos tem sido limitada pela escassez ou indisponibilidade de sementes com qualidade genética comprovada, nas quantidades desejadas. Ocorre também que a base genética do material utilizado, muitas vezes é desconhecida ou restrita, inviabilizando um planejamento seguro de um programa de produção de sementes melhoradas a longo prazo.

A reintrodução de materiais genéticos, através da coleta



de sementes de árvores matrizes, selecionadas em populações nativas na Austrália e a implantação de novos testes de procedência/progênie, poderá contribuir para a produção de sementes de melhor qualidade genética. Considerando-se que a utilização do gênero *Eucalyptus* em programas de reflorestamento abrange todos os Estados do Brasil, e que os genótipos dos indivíduos são avaliados através de seu fenótipo, e que estes refletem além das influências genéticas, os efeitos da interação genótipo x ambiente, na avaliação das progênieis testadas, o efeito da interação, não só deve ser quantificado, como deve-se procurar alternativas para melhor explorar o seu efeito.

Muitos autores salientam a importância da interação genótipo x ambiente no processo do melhoramento florestal, indicando que ela poderá afetar a estratégia dos programas de seleção, favorecendo genótipos que sejam particularmente adaptados a ambientes específicos em detrimento daqueles amplamente adaptados a uma série de ambientes. KAGEYAMA<sup>37</sup> salienta que os resultados obtidos até agora têm demonstrado em muitos casos que o sucesso na seleção pode ser prejudicado pela interação, quando se faz a extrapolação dos resultados de um ambiente específico para outro.

MARIOTTI et alii<sup>44</sup> sugerem que um "genótipo adaptado" seria aquele com capacidade de aproveitar vantajosamente o estímulo ambiental, enquanto que um "genótipo estável" teria a capacidade de mostrar um comportamento altamente previsível, em função do estímulo ambiental. Esses conceitos são de grande importância para o melhorista florestal, porque é de seu interesse a seleção de

progênies que se comportem bem não somente em um ambiente particular, mas, também, sob diferentes condições ambientais.

Assim, torna-se imprescindível o conhecimento mais detalhado da existência, da magnitude e do tipo de interação dos diversos materiais genéticos com os locais, além do conhecimento do comportamento individual de cada progênie quanto a sua adaptação e estabilidade, visando reduzir custos e melhor aproveitar o seu potencial genético dentro do programa de melhoramento florestal.

Este trabalho teve como objetivos, avaliar progênies de *Eucalyptus pellita* introduzidas da Austrália e plantadas em diversos locais, além de obter estimativas da adaptação e da estabilidade fenotípica desses materiais, visando auxiliar no estabelecimento de estratégias de aproveitamento dessas progênies em povoamentos comerciais e em futuros trabalhos de melhoramento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. *Eucalyptus pellita* F. MUELL., sub-gênero *Symphomyrtus*

Conhecido na Austrália como mogno vermelho de fruto grande, o *E. pellita* é uma árvore de porte médio com dimensões em torno de 40 m de altura e DAP de 1,0 m. Tem um tronco reto até cerca de metade da altura e uma grande copa com muitos ramos. Em sítios pobres ele tem frequentemente de 15 a 20 m de altura, e em solos rochosos, secos, margeando as praias, ele é reduzido a um arbusto espesso de 5 a 10 m de altura. O *E. pellita* tem duas áreas de ocorrência bem distintas, no norte ele se estende desde Iron Range, próximo ao topo da Península de Cape York, até bem próximo de Townsville em Queensland (12°45' a 19°S) e no sul ele está próximo de Gladstone em Queensland até próximo de Tathra em Nova Gales do Sul (24° a 36°45'S).

A distribuição é esporádica no nordeste de Nova Gales do Sul e sudeste de Queensland. Ocorre desde o nível do mar até cerca de 600 m de altitude, principalmente na zona climática quente e úmida, onde as temperaturas máximas são de 24 a 34°C, e as mínimas

de 4 a 19°C. Não ocorrem geadas no nordeste, enquanto que no Sudeste elas podem ocorrer ocasionalmente. A precipitação média anual está ao redor de 900 a 2.200 mm, com distribuição quase uniforme no sul e período chuvoso definido no verão, ao norte.

Esta espécie ocorre, principalmente, em topografias suaves a moderadas e é encontrada somente em uma extensão limitada das encostas bem drenadas. Prefere sítios úmidos e as encostas mais baixas de grandes montanhas e cresce ao lado de riachos nas regiões mais secas e quentes de sua ocorrência. Os solos variam de arenosos pouco profundos em montanhas areno-rochosas e podzóis arenosos pouco profundos e solos florestais limosos profundos.

O *E. pellita* ocorre, principalmente, em formações florestais abertas. No Nordeste, ele ocorre associado com *E. tereticornis*, *E. tessellaris*, *E. intermedia* e *E. torelliana*. No sudeste ocorre associado com *E. gummifera*, *E. paniculata*, *E. botryoides* e *E. saligna*. Sobre a planície areno-rochosa de Pigeon House Range ele ocorre formando touceiras, algumas vezes com *E. consideniana* ou entre vegetação aberta", BOLAND<sup>9</sup>.

## 2.2. Interação genótipos x ambientes

A presença da interação de genótipos x ambientes em espécies florestais e suas consequências para os programas de melhoramento florestal, tem sido uma das principais preocupações

dos melhoristas nos últimos 15 anos (MATHESON & RAYMOND<sup>46</sup>, ST. CLAIR & KLEINSCHMIT<sup>77</sup>, FALKENHAGEN<sup>23</sup>, KAGEYAMA<sup>37</sup>, OWINO<sup>56</sup>, BARNES et alii<sup>5</sup>, BURDON<sup>11</sup>, QUIJADA<sup>61</sup>, MORI et alii<sup>50</sup>, PATIÑO-VALERA<sup>57</sup> e MORI & SANTOS<sup>52</sup>, entre outros).

Quando um grupo de genótipos é testado em vários locais, anos e/ou com diferentes níveis de tecnologia, normalmente eles tendem a apresentar respostas diferenciadas no seu desempenho. QUIJADA<sup>61</sup> define essa falta de uniformidade de resposta como interação genótipos ambientes. Para MORGENSTERN<sup>53</sup>, interação genótipo x ambiente significa influências mútuas como a competição entre os genótipos, a interação entre eles e fatores do meio ambiente, e dos tratos silviculturais.

A existência de interação genótipos x ambientes é normalmente demonstrada pela significância desse componente na análise de variância conjunta e pode ser interpretada como uma indicação de que podem existir genótipos particularmente adaptados a determinados ambientes e que outros genótipos possam ser menos influenciados pelas variações ambientais, podendo ser explorados em vários ambientes.

As interações genótipos x ambientes podem ser manifestadas de duas maneiras: pela classificação diferenciada dos genótipos quando testados em vários ambientes, denominada interação complexa e pelas diferenças na superioridade relativa entre genótipos quando a classificação permanece a mesma, é denominada interação simples. ZOBEL & TALBERT<sup>80</sup> consideram que a primeira dessas formas é a que mais complica o trabalho do melhorista

florestal, pois várias populações especificamente adaptadas terão que ser desenvolvidas.

Como ambientes podemos considerar locais diferentes, anos diferentes de plantio e/ou avaliação, ou diferentes níveis de tecnologia na implantação e manejo da floresta. ALLARD & BRADSHAW<sup>2</sup>, classificam as variações ambientais como previsíveis e imprevisíveis. As variações previsíveis são aquelas consideradas como permanentes do ambiente, como as características do solo e aqueles componentes do clima como o comprimento do dia, além das possíveis modificações provocadas pelo homem, como época de plantio, espaçamento, fertilização, etc. As variações imprevisíveis são aquelas decorrentes da distribuição de chuvas, temperaturas e outras alterações climáticas que eventualmente ocorrem.

Segundo BARNES et alii<sup>4</sup>, o termo ambiente envolve todos os fatores bióticos, edáficos e climáticos da natureza que influenciam o crescimento das árvores e incluem as variações climáticas anuais. Esses fatores interagem entre si e todos eles interagem com os efeitos genéticos. Ainda segundo esses autores, "ambiente" inclui as modificações induzidas como o espaçamento, fertilização e competição.

SHELBOURNE<sup>65</sup> admite que geralmente os fatores edáficos contribuem mais para a interação genótipo x ambiente do que os fatores climáticos, a não ser quando são consideradas variações geográficas muito pequenas ou quando as variações climáticas são bruscas dentro de uma pequena região, provocadas principalmente

pela altitude. KAGEYAMA<sup>36</sup> associou o efeito pronunciado de locais para *E. grandis*, às diferenças edáficas, pela proximidade geográfica e similaridade climática dos três locais estudados.

GONÇALVES<sup>30</sup> verificou que a contribuição da variação ambiental (medida predominantemente pelas características do solo), e da variação devida a interação genótipos x ambientes frente a variação fenotípica total entre sítios de *E. grandis* e *E. saligna* foram significativamente altas. Para ambas as espécies as propriedades do solo como: pH em  $\text{CaCl}_2$ , teor de silte, teor de fósforo assimilável, teor de  $\text{SiO}_2$  da argila e teor de matéria orgânica apresentaram as melhores relações com a produtividade do sítio.

COUTO & FERREIRA<sup>16</sup> determinaram que a altitude dos sítios foi a variável mais intimamente relacionada ao crescimento em altura, aos 3,5 anos de idade para *Eucalyptus camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. pellita* e *E. tereticornis*, enquanto que a deficiência hídrica foi a variável ambiental que melhor se correlacionou com o crescimento em altura para *E. urophylla*. Segundo ST. CLAIR & KLEINSCHMIT<sup>71</sup>, a maioria das interações entre clones de *Picea abies* e ambientes ocorreram devido às variações de altitude dos sítios.

HOOGH & DIETRICH<sup>34</sup> determinaram que os fatores de sítio que mais se correlacionaram com o crescimento da *Araucaria angustifolia* foram a vegetação antes do plantio, a porcentagem de saturação de bases e a profundidade do horizonte A. Segundo ZOBEL & TALBERT<sup>80</sup> grandes diferenças ambientais ou genéticas nem sempre

resultam em interação genótipos x ambientes. MATHESON & RAYMOND<sup>46</sup> sugerem que as interações genótipos x ambientes são resultantes de uma atuação conjunta entre esses dois componentes.

Para BURDON<sup>11</sup> a importância dos ambientes na geração das interações em espécies florestais é tão grande que deveria ser dada maior atenção aos ambientes do que aos genótipos envolvidos num teste genético.

FALKENHAGEN<sup>23</sup> aponta que apesar de muitos autores terem discutido os efeitos da interação no melhoramento florestal, eles não tem mencionado uma frequente fonte de dificuldades, que são as interações por blocos ou repetições, as quais podem ser detectadas ao nível de famílias e procedências, desde a fase de viveiro. Estas se constituem no erro experimental que poderá dificultar a detecção de todas as outras fontes de variação, à medida que ele aumenta.

Segundo SQUILLACE<sup>70</sup>, as variações ambientais geradoras de interações genótipos x ambientes são: a) as variações que ocorrem dentro de um teste genético, entre repetições, como os mencionados anteriormente por FALKENHAGEN<sup>23</sup>; b) entre testes genéticos repetidos em diferentes sítios dentro de uma região com relativa uniformidade climática; c) entre experimentos em regiões diferentes onde existam grandes variações topográficas e climáticas; d) entre repetições no tempo, sem grandes variações espaciais, e e) entre tratamentos culturais, como irrigação, fertilização, etc., dentro de um teste.

FREEMAN & PERKINS<sup>26</sup> acham pouco provável que um único fator ambiental possa afetar o desenvolvimento de diferentes



genótipos, a não ser que esse fator seja totalmente controlado, o que é muito difícil, impossibilitando o uso de tal fator para explicar o desempenho dos genótipos.

De acordo com ALLARD<sup>1</sup>, para que os genes possam provocar o desenvolvimento de um caráter, é preciso que eles disponham do ambiente adequado. Por outro lado, não há modificações do ambiente que possam causar o desenvolvimento de um caráter, se os genes necessários para tanto não estiverem presentes.

Segundo MORGENSTERN<sup>53</sup>, os componentes ambientais responsáveis pela maioria das interações de genótipos x ambientes são: a) as diferenças climáticas como as de foto e termoperíodo que expressam variações na sobrevivência, no ritmo de crescimento e na susceptibilidade a pragas e doenças; b) diferenças de solo, quando os genótipos são específicos para um sítio, de maneira que não possam tolerar deficiências nutricionais ou são menos vigorosas que no seu habitat original; c) diferenças genéticas das populações testadas, quando certos genótipos podem apresentar uma maior adaptação a condições ambientais variadas (genótipo estável), enquanto que outros são menos adaptados.

Segundo MATHESON & RAYMOND<sup>46</sup>, a interação genótipos x ambientes é causada pelo desvio dos valores genotípicos individuais em um sítio, a partir dos efeitos aditivos dos genes e dos ambientes. Os desvios podem surgir devido às mudanças no comportamento dos genótipos entre os sítios devido as variações na expressão dos genes que controlam essa característica.

Deve ser lembrado o fato de que nem sempre a presença de

significância da interação implica em respostas diferenciadas dos materiais genéticos aos ambientes. BARNES et alii<sup>4</sup> detectaram que parte da interação genótipos x ambientes deveu-se a heterogeneidade dos desvios da regressão, o que afetou a predição do comportamento de procedências de *Pinus caribaea*.

Finalmente, a presença de interação pode ser devida à falta de ajuste do conjunto de dados ao modelo matemático adotado. Por exemplo, a interação simples pode ser detectada quando o efeito ambiental sobre o genótipo ocorre de maneira multiplicativa, ao invés de aditiva. Desse modo, se os valores dos materiais genéticos forem triplicados de um ambiente para outro, será detectada interação significativa, porém a transformação desses dados em escala logarítmica, por exemplo, poderá indicar a ausência de interação (CHAVES et alii<sup>4</sup>).

### 2.3. As implicações da interação genótipos x ambientes no processo de melhoramento

Segundo ZOBEL & TALBERT<sup>80</sup>, a presença de interação genótipos x ambientes é um fator complicador que pode ser identificado e usado. Esses autores admitem que a interação poderá ser de grande ajuda no processo de melhoramento, quando se procura maximizar ganhos em um ambiente específico. Por outro lado, a interação pode tornar-se uma grande barreira quando o interesse

recai sobre materiais genéticos com ampla capacidade de adaptação.

Para que a interação possa ser estimada, é preciso que o mesmo teste genético seja repetido em vários ambientes. ZOBEL & TALBERT<sup>80</sup> apontam dois problemas maiores quando um teste é instalado em um único ambiente: a) o efeito da interação fica "embutido" no efeito genético, conseqüentemente os componentes da variância genética aditiva e da interação são confundidos e não podem ser separados, resultando numa superestimação da herdabilidade, com conseqüente estimativa exagerada do ganho genético, especialmente quando essas interações são substanciais; b) se a interação for do tipo complexa, a recomendação de material genético para ambientes diferentes daquele onde ele foi selecionado poderá contribuir para reduções expressivas no ganho com a seleção.

Quando progênies de *Eucalyptus saligna* foram avaliadas em três locais ecologicamente distintos, MORI et alii<sup>50</sup> observaram reduções nos ganhos genéticos esperados para os caracteres altura, DAP e volume, causada pelos efeitos da interação. Ainda segundo esses autores, considerando o valor do progresso genético esperado ser igual a 100%, ocorreram perdas médias de 56,3% para o DAP, 49,9% para altura das árvores e de 54,2% no volume de madeira, causadas pelos efeitos da interação. As menores reduções ocorreram para a altura das árvores, caráter que apresentou maior valor de herdabilidade.

MORI<sup>49</sup> detectou tendência similar ao estudo anterior com a mesma espécie plantada em Botucatu, Biritiba Mirim e São Miguel Arcanjo, todas no Estado de São Paulo. O autor obteve reduções nos

valores médios dos progressos genéticos esperados na seleção, da ordem de 71% para o DAP, 49% para altura das árvores e de 86% no volume de madeira, quando o local de plantio não foi o mesmo da seleção.

PIRES et alii<sup>59</sup> salientaram que uma das dificuldades do melhorista florestal é a seleção de materiais genéticos que sejam melhores em um único local para todas as características avaliadas, ao mesmo tempo. Esses autores encontraram maiores valores de altura, DAP e fator de forma para árvores de *Pinus palustris* plantados em Itararé-SP, enquanto que em Campos do Jordão-SP, as árvores apresentaram maior altura e melhor sobrevivência.

Através da avaliação de um teste internacional de procedências de *Pinus caribaea*, BARNES et alii<sup>4</sup> concluíram que caracteres como a densidade básica da madeira apresentaram maior controle genético e menor interação com o ambiente que os caracteres de crescimento.

Segundo CLAUSEN<sup>15</sup> a falta de adaptação foi um problema frequente quando famílias de *Fraxinus americana* procedentes do sul dos Estados Unidos foram plantadas no norte, e também nas regiões centrais do País.

As implicações da presença de interação genótipos x ambientes são três, segundo BARNES et alii<sup>5</sup>: a) redução do ganho genético (se obtido pela seleção de espécies, procedências ou indivíduos), porque o componente genótipos x ambientes aparece no denominador da estimativa da herdabilidade, reduzindo conseqüentemente seu valor, e por conseguinte, o ganho genético; b)

a herdabilidade e o ganho podem ser maximizados quando calculados para um só ambiente; isto requer a criação de populações melhoradas para cada sítio, com consequentes problemas de custo, manejo, registro de dados e controle dos ancestrais; c) finalmente, as pesquisas silviculturais e de melhoramento genético, que tradicionalmente têm sido conduzidas por diferentes organizações ou indivíduos, poderiam ser integradas para determinar os melhores genótipos e sistemas de manejo para cada sítio.

Para progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla*, MORI et alii<sup>51</sup> detectaram perdas ocasionadas pela interação da ordem de 26,73% para o volume cilíndrico, de 15,74% para o DAP e de 8,14% para a altura das árvores. As maiores perdas ocorreram quando, em simulações, a seleção de progênies superiores foi realizada em Grão Mogol (MG) e plantadas em Aracruz (ES). Esses autores fizeram uma simulação, onde se fossem agrupadas as melhores árvores dos quatro ambientes testados, num único pomar, e se suas sementes fossem colhidas e plantadas novamente nos mesmos ambientes, os ganhos genéticos conjuntos para volume cilíndrico seriam de 13,41%. Por outro lado, se fossem instalados quatro pomares, cada um com as melhores árvores de cada ambiente e suas sementes fossem colhidas e plantadas no próprio local, os ganhos esperados para volume cilíndrico seriam em média de 40,14%. Os autores concluíram que se fosse utilizado o primeiro procedimento haveria uma redução de 26,73% no ganho esperado para o volume cilíndrico, por não se considerar os efeitos da interação.

BARNES et alii<sup>4</sup> citam o fato de que sementes de *Pinus*

*caribaea* var. *hondurensis* procedentes de "Mountain Pine Ridge", Belize, tem sido utilizadas para o estabelecimento de milhões de hectares em muitos países tropicais, devido à sua disponibilidade no mercado. Como em muitos sítios e para diversas características tem se observado diferenças da ordem de 10% entre procedências, e considerando-se que apenas 25% dos povoamentos plantados com essa procedência apresentam bom desempenho, o total anual de perdas poderá atingir milhões de metros cúbicos de madeira.

Embora a nível individual, as diferenças entre genótipos (famílias ou clones) e os efeitos da interação possam não ser marcantes, BARNES et alii<sup>4</sup> consideram importante aproveitar esses efeitos no sentido de maximizar a produção e de minimizar custos, visando a melhor utilização dos materiais genéticos melhorados e intensificando o uso de solos marginais. Por outro lado, ZOBEL & TALBERT<sup>80</sup> recomendam que, para programas de melhoramento florestal em larga escala, o principal objetivo seria desenvolver materiais genéticos com adaptação ampla, que possam ser plantados em vários ambientes. Isto requer genótipos com bom desempenho em diferentes ambientes, e quando esse fato for ignorado, poderão ocorrer grandes perdas nos plantios comerciais resultantes da interação genótipos x ambientes.

Com base nos ganhos obtidos, MORI et alii<sup>51</sup> observaram uma vantagem em utilizar a estratégia de selecionar genótipos específicos sobre as demais (zoneamento ecológico e estabilidade). Porém, concluíram que sua implantação é mais complexa, com custos um pouco mais elevados, e que uma proposição viável seria a

utilização de uma estratégia mista com condução de genótipos mais generalistas em determinadas etapas. Esses autores propuseram a condução inicial de uma população com adaptação mais específica que capitalize o fenômeno da interação progênie x ambientes. A partir desta, deveria proceder-se a seleção de progênies fenotipicamente mais estáveis.

#### 2.4. Técnicas que permitem detectar e analisar os efeitos da interação genótipos x ambientes

Desde a introdução das técnicas de análise de variância em 1920, os melhoristas de plantas têm detectado interações significativas dos tipos: genótipo x local, genótipo x idade, ou genótipo x local x idade. Durante muito tempo essas interações foram consideradas como de difícil interpretação e a rotina era no sentido de reduzi-las através de modelos experimentais ou antes das análises (Breese<sup>†</sup>, citado por OWINO<sup>56</sup>).

Em 1938, YATES & COCHRAN<sup>79</sup> desenvolveram uma técnica que se baseava na decomposição do componente da interação genótipos x ambientes. Para cada genótipo determinava-se uma regressão linear da produção em relação à média de todos os genótipos em cada ambiente.

---

\*BREEZE, E.L. Biometrical genetics and its application. Proc. 6<sup>th</sup> Congress of Eucarpia (1971).

Desde então, essa metodologia sofreu vários aperfeiçoamentos e atualmente, o universo das técnicas de análise estatística univariada, inclui:

a) Análise de variância normal e classificação das médias dos genótipos nos diferentes ambientes.

b) Análise de variância modificada. Neste caso, análise de variância conjunta realizada com todos os genótipos e com todos os ambientes. Uma vez constatada a significância da interação, efetua-se a análise da variância para o conjunto de todos os ambientes para cada par de genótipos, totalizando  $n(n-1)/2$  análises, quando  $n$  genótipos estão envolvidos. Calcula-se, então, a média aritmética das estimativas dos componentes da variância da interação genótipos x ambientes para cada genótipo. Aquele que apresentar menor valor médio, é o genótipo com menor contribuição para a interação, e conseqüentemente considerado de maior estabilidade (PLAISTED & PETERSON<sup>60</sup>).

Outro método semelhante foi sugerido por WRICKE<sup>78</sup>. Esse autor definiu um parâmetro de estabilidade, denominado "ecovalência" ou valência ecológica, que é uma medida de avaliação das oscilações das produções sobre as variações ambientais. A soma dos quadrados da interação genótipos x ambientes é decomposta nas partes atribuíveis aos genótipos isolados.

c) Análise dos graus de liberdade individuais, sugerida por Tukey<sup>\*</sup> e a análise dos graus de liberdade agrupados, por

---

\*TUKEY, J.W. One degree of freedom for non-additivity. Biometrics, 5:232-42, 1949.



Mandel<sup>4</sup>, para examinar o efeito do nível de contribuição dos genótipos (BARNES et alii<sup>5</sup>).

d) Métodos baseados na decomposição do componente da variância da interação genótipos x ambientes, através da análise de regressão da produção de cada genótipo em relação a média geral de cada ambiente (YATES & COCHRAN<sup>79</sup> e SHUKLA<sup>67</sup>).

e) Método da correlação genética entre o desempenho de cada genótipo para cada par de ambientes, desenvolvido por BURDON<sup>11</sup>.

f) Métodos baseados na análise de regressão. BECKER & LEON<sup>7</sup> apontam Stringfield & Salter<sup>\*\*</sup>, como os primeiros a calcular o coeficiente de regressão linear para caracterizar a resposta de um genótipo à variação ambiental, em 1934. Essa técnica foi descrita e aprimorada por YATES & COCHRAN<sup>79</sup> em 1938, ficando praticamente esquecida até 1963. A partir daí várias adaptações surgiram com os trabalhos de FINLAY & WILKINSON<sup>25</sup>, EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup>, PERKINS & JINKS<sup>58</sup>, TAI<sup>73</sup>, HARDWICK & WOOD<sup>33</sup>, VERMA et alii<sup>77</sup>, SILVA & BARRETO<sup>68</sup> e CRUZ et alii<sup>18</sup>.

Em adição aos métodos de análise univariada, BECKER & LEON<sup>7</sup> fazem uma descrição das técnicas de análise não paramétricas e multivariada que têm sido propostas por vários autores como alternativa para a avaliação e estudo das interações de genótipos por ambiente.

---

\*MANDEL, J. A new analysis of variance model for non-additive data. *Technometrics*, 13:1-18, 1971.

\*\*STRINGFIELD, G.H. & SALTER, R.M. 1934. Differential response of corn varieties to fertility levels and to seasons. *J. Agric. Res.*, 49:991-1000.

Como estratégia operacional a ser adotada em um programa de melhoramento florestal, existem pelo menos três opções quando a presença de interação é detectada:

a) **Zoneamento ecológico:** esta estratégia procura agrupar os ambientes ecologicamente semelhantes em sub-regiões dentro das quais a interação passa a não ser significativa (RAMALHO et alii<sup>62</sup>). Essa estratificação, entretanto, só é possível com base em diferenças ambientais, como por exemplo o agrupamento de ambientes em dois níveis de altitude conforme sugerido por ST. CLAIR & KLEINSCHMIT<sup>71</sup>, o que torna o zoneamento vulnerável à variações imprevisíveis que possam ocorrer no ambiente.

b) **Identificação de genótipos específicos para cada ambiente:** neste caso, os materiais genéticos são avaliados em diversos ambientes e através da análise dos dados são identificados e selecionados os melhores para cada ambiente específico. Esta alternativa, denominada de estratégia de multipopulações, procura considerar e explorar, ao máximo, os efeitos da interação genótipos x ambientes. Esta estratégia, seria, segundo MORI et alii<sup>51</sup>, a mais indicada para um programa de melhoramento florestal que busca maximizar os ganhos num menor espaço de tempo.

c) **Seleção de materiais genéticos com maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica:** esta alternativa tem sido desenvolvida e utilizada amplamente no melhoramento das grandes culturas agrícolas - FINLAY & WILKINSON<sup>25</sup>, EBERHART & RUSSEL<sup>21, 22</sup>, BONATO<sup>10</sup>, CAMACHO<sup>12</sup>, FREY<sup>27</sup>, HANSON<sup>32</sup>, MARIOTTI et alii<sup>44</sup>, SANTOS<sup>63</sup>, SANTOS & RAMALHO<sup>64</sup>, CARVALHO<sup>13</sup>, FERNANDES<sup>24</sup>, LEITE<sup>39</sup> e SOUZA<sup>69</sup>

e mais recentemente também no melhoramento florestal - MORGENSTERN & TEICH<sup>54</sup>, JAYASEKERA<sup>35</sup>, KHALIL<sup>38</sup>, MATHESON & RAYMOND<sup>46</sup>, BARNES et alii<sup>5</sup>, FALKENHAGEN<sup>23</sup>, PIRES et alii<sup>59</sup>, SHIMIZU<sup>66</sup>, DVORAK et alii<sup>20</sup> e LI & McKEAND<sup>42</sup>.

Entre os vários trabalhos que se propuseram estudar a estabilidade, existe uma certa heterogeneidade na interpretação dos conceitos de adaptabilidade e de estabilidade. MARIOTTI et alii<sup>44</sup>, consideram a adaptabilidade como a capacidade que os genótipos têm de aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, enquanto que a estabilidade estaria relacionada à previsibilidade de comportamento frente à variação ambiental.

LIN et alii<sup>43</sup> publicaram uma análise conceitual de nove métodos de estabilidade utilizados por vários autores e os agruparam basicamente dentro de três conceitos: Tipo 1 - o genótipo será considerado estável se sua variância entre ambientes for pequena; Tipo 2 - o genótipo será considerado estável se sua resposta ao ambiente for paralela ao desempenho médio de todos os materiais genéticos avaliados no teste; Tipo 3 - o genótipo será estável se o quadrado médio dos desvios da regressão que avalia a estabilidade for pequeno.

BECKER<sup>6</sup> denominou o tipo 1 de "estabilidade no sentido biológico" o que caracteriza um genótipo com desempenho constante com a variação do ambiente. Esse comportamento é desejável somente em área de baixa produtividade porque o genótipo não acompanha a melhoria ambiental e normalmente a estabilidade tem alto grau de associação com baixa produtividade.

A estabilidade do tipo 2 é denominada por BECKER<sup>6</sup> "estabilidade no sentido agrônômico" e ocorre quando o material genético mostra interações mínimas com o ambiente. Ou seja, o material genético acompanha o desempenho médio dos materiais testados nos ambientes. Essa metodologia tem sido preferida porque possibilita a identificação de genótipos estáveis e com potencial de se manterem entre as melhores em todos os ambientes. LIN et alii<sup>43</sup> salientam que este tipo de estabilidade é uma medida restrita e relativa ao grupo de genótipos que foram avaliados, não podendo ser generalizada. Isso quer dizer que um genótipo estável em determinado grupo, não necessariamente o será na presença de outros materiais.

No desenvolvimento do método de FINLAY & WILKINSON<sup>25</sup>, foi introduzido o conceito de índice ambiental, que é função da média de todos os genótipos em cada ambiente. Essa técnica está baseada numa análise de regressão linear simples, onde o índice ambiental é variável independente, e a produção média de cada genótipo é a variável dependente. A estabilidade de um genótipo é dada em função do seu coeficiente de regressão ( $b_i$ ) e da sua produção média ( $Y_i$ ). Adotando-se o conceito de estabilidade do "tipo 1" (conceito biológico), será mais estável o material genético que possuir  $b_i = 0$ . Por outro lado, se o conceito utilizado for o do "tipo 2" (conceito agrônômico) a estabilidade do material irá ocorrer com  $b_i = 1,0$ . De acordo com os autores, se  $b_i = 1,0$ , o genótipo apresenta estabilidade média (Tipo 2), porém terá baixa ou alta adaptabilidade se sua produtividade for baixa ou alta,

respectivamente. Quando  $b_i > 1,0$ , o genótipo terá baixa estabilidade e apresentará adaptação específica aos melhores ambientes. Pode-se dizer também que o genótipo é responsivo. Coeficientes de regressão abaixo de 1,0 ( $b_i < 1,0$ ) indicam estabilidade acima da média e com capacidade de adaptação específica aos piores ambientes (genótipo não responsivo a melhoria ambiental). Genótipos com  $b_i = 0$  apresentam estabilidade absoluta (Tipo 1) e só seriam desejáveis se apresentassem alta produtividade.

A estabilidade do tipo 3 é aquela em que o genótipo será considerado estável quando o quadrado médio do desvio da regressão for pequeno. Esse tipo de estabilidade pode ser avaliada através da técnica de EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup>.

Essa técnica se aproxima à de FINLAY & WILKINSON<sup>25</sup>, diferindo basicamente pela não transformação dos dados e pela estimação dos desvios de regressão. Um genótipo ideal, segundo essa técnica seria aquele com produção média alta, coeficientes de regressão igual a 1,0 e com desvio de regressão próximo a zero, ou seja, seria um genótipo responsivo à melhoria das condições ambientais ( $b_i = 1,0$ ) e de comportamento altamente previsível  $S^2_{di} = 0$  (conceito de estabilidade agronômica).

JAYASEKERA<sup>35</sup> salientou que a utilização dos métodos de análise de estabilidade, baseados na análise de regressão só é possível se a resposta do material genético à variação ambiental for linear. Na presença da resposta não linear significativa para a interação, o autor sugere um parâmetro de estabilidade que leve

em conta tanto a porção linear como a não linear do componente da interação genótipo x ambiente.

Como muitos genótipos não apresentam resposta linear aos ambientes, o ajustamento de dois ou mais segmentos de reta poderia explicar melhor a resposta daqueles genótipos cujos desvios da regressão linear simples se mostram elevados. VERMA et alii<sup>77</sup> definiram como genótipo ideal aquele que apresenta produção média elevada associada a alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e com capacidade para responder à melhoria das condições ambientais. Para identificar esse genótipo os autores propuseram realizar análise utilizando duas equações de regressão. A primeira envolvendo os ambientes desfavoráveis (índices ambientais negativos) e a segunda para os ambientes favoráveis (índices ambientais positivos). Um grande inconveniente desse método surge quando o número de ambientes é reduzido, de modo que a análise torna-se de pouca precisão.

O método de SILVA & BARRETO<sup>88</sup> surgiu como uma alternativa para contornar o problema da técnica de VERMA et alii<sup>77</sup>. Este método tem os mesmos fundamentos conceituais daquele, mas o ajustamento é obtido por uma única equação de regressão constituída por dois segmentos de reta. Apesar dessa vantagem, a metodologia carecia ainda de um aprimoramento de natureza estatística para eliminar a correlação residual que existia entre as estimativas de seus coeficientes de regressão (VENCOVSKY<sup>76</sup>).

CRUZ et alii<sup>18</sup> sugeriram uma modificação nessa metodologia de modo a proporcionar uma simplificação na obtenção das

estimativas dos parâmetros de regressão e das somas de quadrados. Neste método, os parâmetros de regressão são:  $B_{0i}$  é a média geral do genótipo  $i$  em relação a todos os ambientes em que foi testado;  $B_{1i}$  mede a resposta linear do genótipo  $i$  nos ambientes desfavoráveis (com índices ambientais negativos) e  $B_{1i} + B_{2i}$  corresponde à resposta linear à variação nos ambientes favoráveis (índices ambientais positivos).

A opção de utilização da metodologia de EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup> ou da proposta por SILVA & BARRETO<sup>66</sup>, modificada por CRUZ et alii<sup>18</sup> depende da rejeição ou não da hipótese  $H_0: B_{2i} = 0$ , para todo  $i$ . A aceitação dessa hipótese indica que o comportamento do genótipo pode ser predito por uma única reta e, conseqüentemente, a primeira metodologia deve ser preferida.

O uso do conceito tipo 3 de estabilidade, baseado no desvio da regressão, é criticado por LIN et alii<sup>43</sup>. Segundo esses autores, o desvio serve para indicar se os dados se ajustam ou não à equação de regressão linear e portanto não indicariam maior ou menor estabilidade do genótipo. A presença de desvio de regressão significativo ou de um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) pequeno deve ser interpretada como um indicativo de que o modelo de regressão adotado não é o mais apropriado para o conjunto de dados testados e que outras alternativas devam ser investigadas. Apesar do conhecimento dessas críticas, esses métodos, principalmente o de EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup> têm sido utilizados com frequência, inclusive em espécies florestais (PIRES et alii<sup>59</sup>, ST. CLAIR & KLEINSCHMIT<sup>71</sup>; MORGENSTERN & TEICH<sup>54</sup>).

Revisões sobre métodos de estabilidade incluindo comparações entre eles podem ser encontradas em MORGENSTERN & TEICH<sup>54</sup>, OLIVEIRA<sup>55</sup>, OWINO<sup>56</sup>, SANTOS<sup>63</sup>, BECKER<sup>6</sup>, JAYASEKERA<sup>35</sup>, KHALIL<sup>38</sup>, LIN et alii<sup>43</sup>, ST. CLAIR & KLEINSCHMIT<sup>71</sup> e DUARTE<sup>19</sup>. Entre eles destaca-se a análise realizada por BECKER<sup>6</sup>.

Nessa análise, BECKER<sup>6</sup>, comparou os quatro parâmetros de estabilidade: variância ( $S^2_x$ ), ecovalência ( $S^2_{t_0}$ ), coeficiente de regressão ( $b$ ) e desvios da regressão ( $S^2_d$ ), utilizando-se de dados de 5 culturas agrícolas. As correlações entre esses parâmetros de estabilidade levaram a 3 conclusões: a) o coeficiente de regressão é equivalente à variância como uma medida da estabilidade, de acordo com o conceito biológico de genótipo estável (genótipo com produção constante sobre uma faixa de ambiente); b) o quadrado médio dos desvios da regressão é equivalente à ecovalência como medida da estabilidade de acordo com o conceito agrônômico de genótipo estável (genótipo com produtividade previsível para a qualidade do ambiente); c) o uso de diferentes conceitos de estabilidade poderá levar a diferentes classificações de genótipos, se dois parâmetros não correlacionados forem utilizados.

## 2.5. Controle genético da estabilidade

A viabilidade do estabelecimento de um programa de melhoramento florestal, visando obter materiais genéticos de



comportamento mais previsível ou de maior estabilidade frente às variações ambientais, tem sido discutida ultimamente com interesse por parte dos melhoristas florestais brasileiros. Os trabalhos realizados até agora sugerem que a estabilidade é controlada geneticamente, embora os mecanismos de operação desse controle sejam pouco conhecidos.

A estabilidade ou capacidade de tamponamento junto as variações ambientais foi relacionada à condição de heterozigose dos genótipos por MATHER<sup>45</sup>, LERNER<sup>40</sup>, LEWIS<sup>41</sup>. Para ALLARD & BRADSHAW<sup>2</sup> um genótipo ou população "bem tamponada" consegue ajustar seu desempenho junto às variações ambientais fornecendo respostas vantajosas. Eles definiram dois tipos de tamponamento: "tamponamento individual", que atribui estabilidade para cada indivíduo da população frente à variação ambiental, e "tamponamento populacional", que se refere a uma população composta por vários genótipos, cada qual adaptado a diferentes amplitudes de ambientes. A estabilidade de comportamento frente às variações ambientais seria dependente do tamponamento individual para as populações mais homogêneas, como as linhas puras e híbridos simples, enquanto que para as populações heterogêneas a estabilidade seria conferida pelos dois tipos de tamponamento. LERNER<sup>40</sup> desenvolveu os conceitos de "homeostase de desenvolvimento" e "homeostase genética" que equivalem aos conceitos de "tamponamento individual" e "tamponamento populacional", respectivamente.

OWINO<sup>56</sup> não detectou diferenças significativas na estabilidade do desempenho entre progênies de polinização aberta,

de *Pinus taeda*. Esse efeito foi detectado tanto para famílias isoladas ou para grupos de famílias. O autor salienta que a estabilidade genotípica observada poderia ser devida tanto ao tamponamento populacional como a homeostase fisiológica.

EBERHART & RUSSEL<sup>22</sup> verificaram que a estabilidade de produção de híbridos simples e duplos de milho se encontrava sob controle genético e que todos os tipos de ação gênica deveriam estar envolvidos.

KHALIL<sup>38</sup> verificou que as procedências de *Picea mariana* que apresentaram maiores alturas tinham estabilidade genotípica relativamente baixa, e que isso poderia ser atribuído à alta heterozigozidade do material genético que estaria exposto a um alto nível de desvios do efeito linear da interação procedência x ambiente.

Segundo ST. CLAIR & KLEINSCHMIT<sup>71</sup> a seleção de materiais genéticos estáveis dentro de uma região de plantio não envolve um aumento nos custos do programa de melhoramento florestal, mas pode envolver numa redução do ganho, quando materiais excluídos devido à baixa estabilidade forem superiores em altura. Os autores sugerem que o ganho devido à redução da interação genótipos x ambientes deveria ser comparado com a perda devida à exclusão de materiais com alto potencial de crescimento.

TAKEDA et alii<sup>74</sup> verificaram que a interação genótipo x ambiente dos parentais de feijão foi superior ao dobro da interação de populações segregantes. Observaram, também, que os materiais diferiram principalmente em relação aos desvios de regressão e que

os parentais foram mais instáveis do que as populações segregantes, concluindo que as populações geneticamente homogêneas (parentais) foram mais sensíveis às variações ambientais do que as populações geneticamente heterogêneas (populações segregantes).

MORGENSTERN & TEICH<sup>54</sup> afirmam que a aplicação do critério de estabilidade em florestas é promissor, mas na seleção esse critério não deverá ser usado sozinho, mas juntamente com a produção média. Eles sugerem que no início do programa de melhoramento, quando as procedências são definidas, seria conveniente que a análise de estabilidade fosse suplementada por uma análise de regressão simples para avaliar os efeitos da origem geográfica. Os testes de procedência seriam plantados dentro de uma mesma região ecológica, tornando possível a utilização de modelos experimentais eficientes e o desenvolvimento de um índice ambiental superior ao normalmente utilizado, que é baseado somente no desempenho médio. Dessa maneira, segundo esses autores, o critério de estabilidade poderia contribuir para seleção de raças adaptadas com produtividade superior nas futuras florestas.

SANTOS<sup>63</sup> estimou os valores da repetibilidade para produtividade de grãos de feijão, para  $b$  e  $S^2_d$ . Os valores da repetibilidade para produtividade (0,78) foram muito superiores aqueles encontrados para os parâmetros da estabilidade; 0,30 para  $B$  e 0,21 para  $s^2_d$ , o que evidenciou ser mais fácil a seleção para produtividade de grãos do que para estabilidade, dentro de um programa de melhoramento. De modo semelhante, TORRES<sup>75</sup> concluiu que, embora a estabilidade seja controlada geneticamente, a seleção

para essa característica é bem mais difícil quando comparada com a produção de grãos ,por exemplo, isso porque sua repetibilidade é bem inferior.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado utilizando-se os dados dos testes combinados de procedência - progênie de *Eucalyptus pellita* F. Muell, implantados e conduzidos por empresas florestais nos anos de 1985 e 1986, sob a coordenação do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPQ-EMBRAPA).

#### 3.1. Características das progênies utilizadas

As sementes de *Eucalyptus pellita* foram colhidas de árvores matrizes de polinização aberta, em populações naturais na Austrália, no Estado de Queensland - QLD. A identificação taxonômica da espécie e a confirmação das procedências no campo foram executadas com o auxílio de botânicos e ecólogos australianos, acompanhados de um melhorista florestal do CNPF-EMBRAPA.

As procedências coletadas foram selecionadas com base em

dados de pesquisas realizadas ou em andamento, desenvolvidas por empresas e instituições de pesquisas florestais. Deu-se prioridade às procedências de maior potencial e com reduzida quantidade de material genético no Brasil.

A caracterização geográfica das procedências está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Características dos lotes de sementes de *E. pellita* envolvidas neste estudo.

Lote nº	Procedências	Número de árvores	Latitude Sul	Longitude Leste	Altitude (m)
14211	Helenvale - QLD	10	15°45'	145°15'	150-500
14339	Coen - QLD	18	13°53'	143°17'	560

A procedência 14211 foi coletada à 5,10 km ao sul de Helenvale-QLD, enquanto que a procedência 14339 foi coletada a 14,6 km à nordeste de Coen-QLD.

Neste estudo foram excluídas as progênies de números 135, 140, 146, 148 e 149, da procedência de Coen por não serem comuns à todos os experimentos. Pelo mesmo motivo, a testemunha, lote 11956 de Brasilândia-MG, também foi excluída. Portanto, agrupou-se 23 das 28 progênies, num único conjunto para efeito das análises. As progênies representadas pelos números: 93, 94, 97, 128, 129, 130, 131, 132, 133 e 134 são da procedência Helenvale, e as 13 restantes

são da procedência Coen.

### 3.2. Características dos ambientes utilizados

Foram implantados 14 experimentos durante o primeiro semestre de 1985, nos municípios de: Mogi-Guaçu-SP, Brotas-SP, Altinópolis-SP, Boa Esperança do Sul-SP, São Miguel Arcanjo-SP, Belo Oriente-MG, Ipatinga-MG, Martinho Campos-MG, Lassance-MG, João Pinheiro-MG, Aracruz-ES, Esplanada-BA, Inhambupe-BA e Monte Dourado-PA. No primeiro semestre de 1986 foi instalado um teste em São Jerônimo-RS, totalizando 15 ambientes.

Considerando-se que 4 experimentos não puderam ser avaliados nos 3 primeiros anos, utilizou-se 11 experimentos comuns aos 2 anos para o estudo da estabilidade e das estimativas da repetibilidade. Os 7 experimentos comuns aos 3 anos de avaliações foram utilizados no estudo das comparações entre os parâmetros de estabilidade (Tabela 2).

TABELA 2 - Localização dos experimentos e idade das avaliações analisadas.

Localidades/UF	Idade das avaliações (anos)
São Jerônimo-RS	1 e 2
Mogi-Guaçu-SP	1, 2 e 3
Brotas-SP	1, 2 e 3
Boa Esperança do Sul-SP	1 e 2
Altinópolis-SP	1, 2 e 3
Aracruz-ES	1 e 2
Lassance-MG	1 e 2
Belo Oriente-MG	1, 2 e 3
João Pinheiro-MG	1, 2 e 3
Inhambupe-BA	1, 2 e 3
Esplanada-BA	1, 2 e 3

Informações a respeito desses locais, com dados geoclimáticos, estão apresentadas na Tabela 3.



TABELA 3 Características geoclimáticas dos locais de instalação dos testes de procedência/progênie.

Local	Lat. Sul	Long. Oeste	Alt. (m)	Clima Koppen	T°C média anual	T°C mínima absoluta	T°C máxima absoluta	Precipitação mm/ano	Período de chuvas	Solo
São Jerônimo-RS	29°59'	51°47'	40	Cfa	19,8	-3,8	39,2	1400	ano todo	RP
Mogi-Guaçu-SP	22°22'	46°56'	589	Cwa	20,6	0,0	35,0	1379	nov/mar	LVa
Brotas-SP	22°17'	48°08'	660	Cwa	21,1	-3,0	35,0	1487	nov/mar	LVa
Boa Esperança do Sul-SP	21°57'	48°31'	589	Cwa	22,0	-	-	1332	nov/mar	LVa
Altinópolis-SP	21°05'	47°26'	651	Cwa	23,1	-1,0	39,0	1453	nov/mar	LVa
Aracruz-ES	19°48'	40°17'	20	Cwa	23,6	14,9	38,6	1400	ano todo	Lai
Lassance-MG	17°45'	44°00'	820	Cwa	23,0	9,0	37,0	1200	out/fev	LVa
Belo Oriente-MG	19°15'	42°20'	280	Cwa	22,0	-	-	1250	out/mar	LVa
João Pinheiro-MG	17°42'	46°32'	600	Cwa	20,5	-	-	1300	out/fev	AQ
Inhambupe-BA	11°52'	38°21'	210	Aj	24,0	12,0	38,0	950	mar/ago	PVa
Esplanada-BA	11°34'	37°47'	146	Aj	25,0	14,8	39,0	1150	mar/ago	PVa

### 3.3. Delineamento experimental e detalhes da instalação

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 10 repetições. A parcela era constituída por uma linha com 6 plantas, no espaçamento 3,0 m x 2,0 m. Todos os experimentos receberam duas linhas como bordaduras externas.

### 3.4. Coleta de dados no campo

As avaliações da altura (H), DAP e sobrevivência foram realizadas nas idades de 1, 2 e/ou 3 anos, conforme a Tabela 2. O DAP ou CAP foi avaliado com suta ou fita diamétrica, respectivamente. A altura foi medida com régua graduada e/ou com hipsômetro de "Blume-Leiss".

Em todos os experimentos, com exceção de Lassance-MG, procedeu-se a uma avaliação subjetiva do número de "árvores atípicas", ao nível de plantas individuais (Tabela A8). Foram consideradas "árvores atípicas" aquelas que de alguma maneira apresentavam um fenótipo diferente ao do *E. pellita*, com variações drásticas na cor e textura da casca do tronco, tamanho e formato das folhas e frutos.

### 3.5. Análises estatísticas

#### 3.5.1. Análise de variância individual

As avaliações de altura e DAP foram realizadas ao nível de plantas individuais. Os dados de sobrevivência foram obtidos por parcela e posteriormente transformados em  $\sqrt{\%}$ .

Foram realizadas análises de variância individuais para

as características: altura, DAP e sobrevivência para cada local e ano de avaliação (Tabela 2), conforme o modelo matemático:

$$Y_{ik} = m + p_i + b_k + e_{(ik)}$$

onde:

$m$  : média geral

$p_i$  : efeito da progênie  $i$ , com  $i = 1, 2, \dots, 23$ ;

$b_k$  : efeito do bloco  $k$ , com  $k = 1, 2, \dots, 10$ ;

$e_{(ik)}$ : efeito do erro experimental,  $e_{(ik)} \sim N(0, \sigma^2)$

$Y_{ik}$  : observação da progênie  $i$ , no bloco  $k$

### 3.5.2. Análises de variância conjunta

Foram realizadas análises conjuntas para H, DAP e sobrevivência das plantas com 2 anos de idade em 11 ambientes e para altura, com 1, 2 e 3 anos de idade em 7 ambientes.

As análises de variância conjuntas foram realizadas para cada uma das características avaliadas, conforme o modelo proposto por STEEL & TORRIE<sup>72</sup>:

$$Y_{ijk} = m + p_i + l_j + pl_{ij} + b_{(j)k} + e_{(ijk)}$$

onde:

$Y_{ijk}$  : observação da progênie  $i$ , no local  $j$ , no bloco  $k$ ;

- $m$  : média geral;  
 $p_i$  : efeito da progênie  $i$ , com  $i = 1, 2, \dots, 23$ ;  
 $l_j$  : efeito do local  $j$ , com  $j = 1, 2, \dots, J$ ;  
 $pl_{ij}$  : efeito da interação da progênie  $i$  com o local  $j$ ;  
 $b_{(j)k}$  : efeito do bloco  $k$  dentro do local  $j$ , com  $k = 1, 2, \dots, r$ ;  
 $e_{(ijk)}$  : efeito do erro experimental médio.

Considerando a média como efeito fixo e todos os demais como aleatórios, foram obtidas as esperanças dos quadrados médios  $E(QM)$ , conforme mostra a Tabela 4.

TABELA 4 - Esquema da análise de variância conjunta

FV	GL	QM	$E(QM)$	F
Bloco/locais	$J(r-1)$	$Q_4$	$\sigma_e^2 + I \sigma_{B/L}^2$	$Q_4/Q_8$
Progênies (P)	$I-1$	$Q_5$	$\sigma_e^2 + r \sigma_{pL}^2 + rJ\sigma_p^2$	$Q_5/Q_7$
Locais (L)	$J-1$	$Q_6$	$\sigma_e^2 + I\sigma_{B/L}^2 + r\sigma_{pL}^2 + I\sigma_L^2$	$\frac{Q_6+Q_8}{Q_4+Q_7}$
P x L	$(I-1)(J-1)$	$Q_7$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{pL}^2$	$Q_7/Q_8$
Erro médio	$IJ(r-1)$	$Q_8$	$\sigma_e^2$	

onde:

$I, J$  e  $r$ : correspondem ao número de progênies, locais e repetições, respectivamente.

As comparações entre as médias das progênies para H, DAP e sobrevivência foram feitas através do teste de Tukey ao nível de 5%.

### 3.5.3. Análise da estabilidade

A análise de variância conjunta constituiu-se na primeira etapa do estudo da estabilidade, fornecendo informações sobre a existência e grau de significância das interações progênies x locais. Na segunda etapa do estudo da estabilidade, realizou-se análises de regressão do desempenho de cada progênie em função de um índice ambiental, obtendo-se os estimadores da estabilidade de cada progênie avaliada. Os estimadores da estabilidade para cada progênie foram o seu desempenho médio, as estimativas de seus coeficientes de regressão linear e de sua variância dos desvios de regressão, conforme a metodologia proposta por CRUZ et alii<sup>18</sup>.

O modelo de regressão adotado foi:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}X_j + \beta_{2i}T(x_j) + \sigma_{ij}$$

onde:

$Y_{ij}$ : média da progênie  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 23$ ), no ambiente  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, j$ ), resultante de  $r$  repetições de cada experimento

$\beta_{0i}$ : média da progênie i em todos os ambientes

$\beta_{1i}$ : coeficiente de regressão que representa a resposta linear da progênie i à variação ambiental nos ambientes desfavoráveis

$\beta_{2i}$ : coeficiente de regressão que representa a resposta linear da progênie i aos ambientes favoráveis  $T(X_j)$

$\sigma_{ij}$ : erro experimental médio associado com a observação  $Y_{ij}$

$X_j$  : índice ambiental definido por:

$$X_j = \frac{Y_{.j}}{m} - \frac{Y_{..}}{mn}$$

onde:

$$\sum_{j=1}^n X_j = 0$$

$T(X_j)$  = índice ambiental, considerando que:

$T(X_j) = 0$  se  $X_j \leq 0$ , e

$T(X_j) = X_j - X_p$  se  $X_j > 0$

onde:

$X_p$  = média dos índices  $X_j$  positivos;

As hipóteses de que os coeficientes de regressão  $b_1$  e  $(b_1 + b_2)$  não diferem da unidade e  $b_2$  e  $R^2$  não diferem de zero foram testadas pelo teste t, conforme STEEL & TORRIE<sup>12</sup>.

É necessário salientar que, na metodologia utilizada

neste trabalho, os ambientes são agrupados em duas categorias; aqueles com produtividade abaixo da média geral, ditos ambientes fracos ou desfavoráveis e aqueles com produtividade acima da média, como ambientes favoráveis. Assim, foram estimadas duas equações de regressão, a primeira referente aos ambientes desfavoráveis, cuja inclinação é fornecida pelo coeficiente angular  $B_1$  e a segunda nos ambientes favoráveis onde se estima a inclinação da reta pelos coeficientes  $B_1 + B_2$ . Essas duas inclinações da reta associadas ao coeficiente  $B_0$ , que é a média geral da progênie e ao desvio da regressão são utilizadas no julgamento da estabilidade de uma progênie (CRUZ et alii<sup>18</sup>).

Assim, a princípio as melhores progênies são aquelas que apresentam as maiores médias (maiores valores de  $B_0$ ) sobre todos os ambientes, valores pequenos dos coeficientes angulares  $B_1$ , valores altos de  $B_1 + B_2$  e desvios de regressão  $S^2_d$  não significativos. Isto significa que uma progênie com este comportamento é capaz de apresentar um desempenho razoável nos piores ambientes, reagir positivamente nos melhores, além de apresentar um comportamento previsível frente a variação ambiental.

O coeficiente de correlação de Spearman foi estimado para verificar a existência de associações entre as características altura e DAP e seus respectivos coeficientes de regressão e desvios de regressão, para os dados analisados com 2 anos em 11 ambientes. Esse mesmo procedimento foi também utilizado para verificar as associações entre anos de avaliações (1 e 2, 1 e 3 e 2 e 3), nos 7 ambientes comuns aos 3 anos.

Para se obter informações sobre o controle genético dos parâmetros da estabilidade, foi estimada a repetibilidade para H e DAP, utilizando procedimento semelhante ao apresentado por SANTOS<sup>62</sup>. Para isso, as 10 repetições de cada experimento foram reagrupadas, duas a duas, formando 5 grupos de observações em cada ambiente. De cada grupo foi obtido uma média para cada progênie nos onze ambientes. A partir daí, procedeu-se a uma nova análise de estabilidade para cada grupo, obtendo-se cinco novas estimativas de cada parâmetro de estabilidade. Essas estimativas foram posteriormente submetidas a uma análise de variância, considerando cada grupo como uma repetição (Tabela 5). A partir dessas análises de variância, foram estimadas as variâncias "genéticas" ( $\sigma_g^2$ ), a variância ambiental ( $\sigma_e^2$ ), fenotípica ( $\sigma_f^2$ ) e posteriormente, a repetibilidade pela expressão:

$$r_i = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

TABELA 5 - Modelo da análise da variância utilizada para estimar a "variância genética" ( $\sigma_g^2$ ), ambiental ( $\sigma_e^2$ ) e fenotípica dos parâmetros de estabilidade.

Fontes de variação	GL	QM	E(QM)
Total	PB-1		
Blocos	B-1	Q <sub>1</sub>	-
Progênies	P-1	Q <sub>2</sub>	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Resíduo	(P-1)(B-1)	Q <sub>3</sub>	$\sigma_e^2$



Determinou-se também, a repetibilidade das estimativas de  $B_0$ ,  $B_1$ ,  $B_1 + B_2$  e  $S^2_d$ , obtidas através das avaliações das alturas das árvores em 7 ambientes, considerando-se como repetições as avaliações efetuadas com 1, 2 e 3 anos de idade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de H e DAP com 1, 2 e 3 anos, encontram-se no Apêndice, nas Tabelas A1 a A6, respectivamente e os dados de sobrevivência com 2 anos, na Tabela A7. Essas tabelas trazem também os valores das médias ambientais (m) os coeficientes da variação experimental (CV %) e os valores da diferença mínima significativa (D.M.S. - Tukey 5%) entre as médias das progênies.

Os coeficientes de variação experimental apresentaram grande variação entre ambientes e pouca variação entre anos. Para altura, considerando-se os 25 experimentos (Tabelas A1, A3 e A5), os valores variaram entre 5,56% e 15,66% sendo: 16% dos valores considerados baixos, 72% médios e 12% altos, adotando-se a classificação proposta por GARCIA<sup>28</sup>. Os coeficientes de variação para DAP apresentaram valores entre 7,90 e 19,37% (Tabelas A2, A4 e A6), sendo que 8% dos valores foram considerados baixos, 76% médios e 16% altos. Ainda baseado em GARCIA<sup>28</sup>, os valores de CV para sobrevivência podem ser classificados como médios, variando entre 7,60% e 15,63%, (Tabela A7) Esses dados atestam na sua grande maioria a boa precisão com que as progênies foram avaliadas,

considerando-se o grande número e a diversidade dos ambientes envolvidos (Tabela 3).

Na primeira avaliação para altura (Tabela A1) os experimentos instalados em Esplanada e Inhambupe, na Bahia, apresentaram altura média de 5,7 m e 5,6 m, respectivamente, superando os demais ambientes. Brotas-SP e Mogi-Guaçu-SP formaram o segundo grupo de ambientes, com alturas médias de 4,6 m e 4,3 m, respectivamente. O terceiro grupo foi constituído pelos experimentos instalados em Mogi-Guaçu (4,3 m), João Pinheiro-MG (4,2 m) e Belo Oriente-MG (4,0 m). Altinópolis-SP apresentou-se com a menor média com 2,8 m, o que representou menos da metade dos valores apresentados pelos melhores ambientes.

Os valores médios dos DAP avaliados com 1 ano (Tabela A2) permitem chegar a resultados semelhantes àqueles fornecidos pela avaliação da altura. Esplanada apresentou-se como o melhor ambiente, com DAP médio de 7,1 cm, seguida por Inhambupe com 5,5 cm. João Pinheiro, Brotas e Mogi-Guaçu não apresentaram médias diferentes entre si, constituindo-se no terceiro ambiente. Altinópolis apresentou a menor média ambiental no primeiro ano de avaliação, apresentando DAP médio de 1,9 cm, esse valor foi 3,7 vezes menor que a média apresentada em Esplanada.

Na Tabela A3 são apresentados os valores médios das alturas avaliadas com 2 anos em 11 ambientes. Os valores variaram entre 4,4 m para Lassance e 11,4 m para Esplanada. Inhambupe que apresentava maior média de altura na primeira avaliação, juntamente com Esplanada, passou a ocupar a posição intermediária entre o

quarto e o quinto grupo com 7,5 m de altura média. Comparando-se as médias gerais de altura de plantas dos ensaios mais produtivos com 2 anos de idade, com os valores médios obtidos por KAGEYAMA<sup>36</sup> para *Eucalyptus grandis* em 3 locais do Estado de São Paulo, observa-se que a média das progênies de *Eucalyptus pellita* plantadas em Esplanada é a mesma daquela verificada por esse autor para a testemunha de *E. grandis* introduzida da Austrália (11,4 m) e levemente inferior a sua média geral (12,1 m). KAGEYAMA<sup>36</sup> considerou esse crescimento em altura como "bastante vigoroso", o que permite afirmar por analogia que o material genético de *E. pellita* introduzido tem grande potencial de crescimento para as condições de Esplanada-BA e que poderia ser mais uma opção para locais como Aracruz, Mogi-Guaçu, Belo Oriente, Brotas e Inhambupe.

Os resultados deste trabalho são também condizentes com aqueles obtidos por ANDRADE<sup>3</sup> para as condições do norte e nordeste de Minas Gerais. Segundo ele, o *E. pellita*, juntamente com *E. cloeziana*, *E. tereticornis* e *E. resinifera*, apresentaram as maiores médias de DAP, com valores oscilando de 6,3 a 6,8 cm aos 29 meses. A procedência de Helenvale, do *E. pellita* avaliada por esse autor e plantada em Patagônia-MG (melhor ambiente) apresentou DAP médio de 8,3 cm, enquanto que a média geral em todos os ambientes testados neste trabalho foi de 7,1 cm aos 24 meses e 9,0 cm aos 36 meses, o que serve para atestar mais uma vez a potencialidade do material introduzido, apesar da pouca idade.

O incremento médio anual aos 3 anos de idade foi de 3,0 cm para DAP e 3,5 m para altura, considerando-se os 7 locais dos

ensaios. Esplanada apresentou um incremento médio anual aos 3 anos, de 4,2 cm para DAP e 4,7 m para altura das árvores.

Nas Figuras 1 e 2 estão representadas as curvas do crescimento médio em altura e DAP, respectivamente das progênies em Esplanada-BA, Inhambupe-BA, Belo Oriente-MG e Altinópolis-SP. Elas permitem visualizar o ritmo de crescimento no ambiente mais produtivo (Esplanada), no de menor produtividade (Altinópolis) e em dois ambientes com produtividade acima da média (Belo Oriente e Inhambupe). Entre esses dois últimos ocorreu uma troca de posição, entre o primeiro e o terceiro ano. Torna-se importante ressaltar a necessidade de melhor caracterizar a potencialidade do *E. pellita* frente aos ambientes estudados, através do levantamento detalhado das características de clima e de solo, em trabalhos futuros.

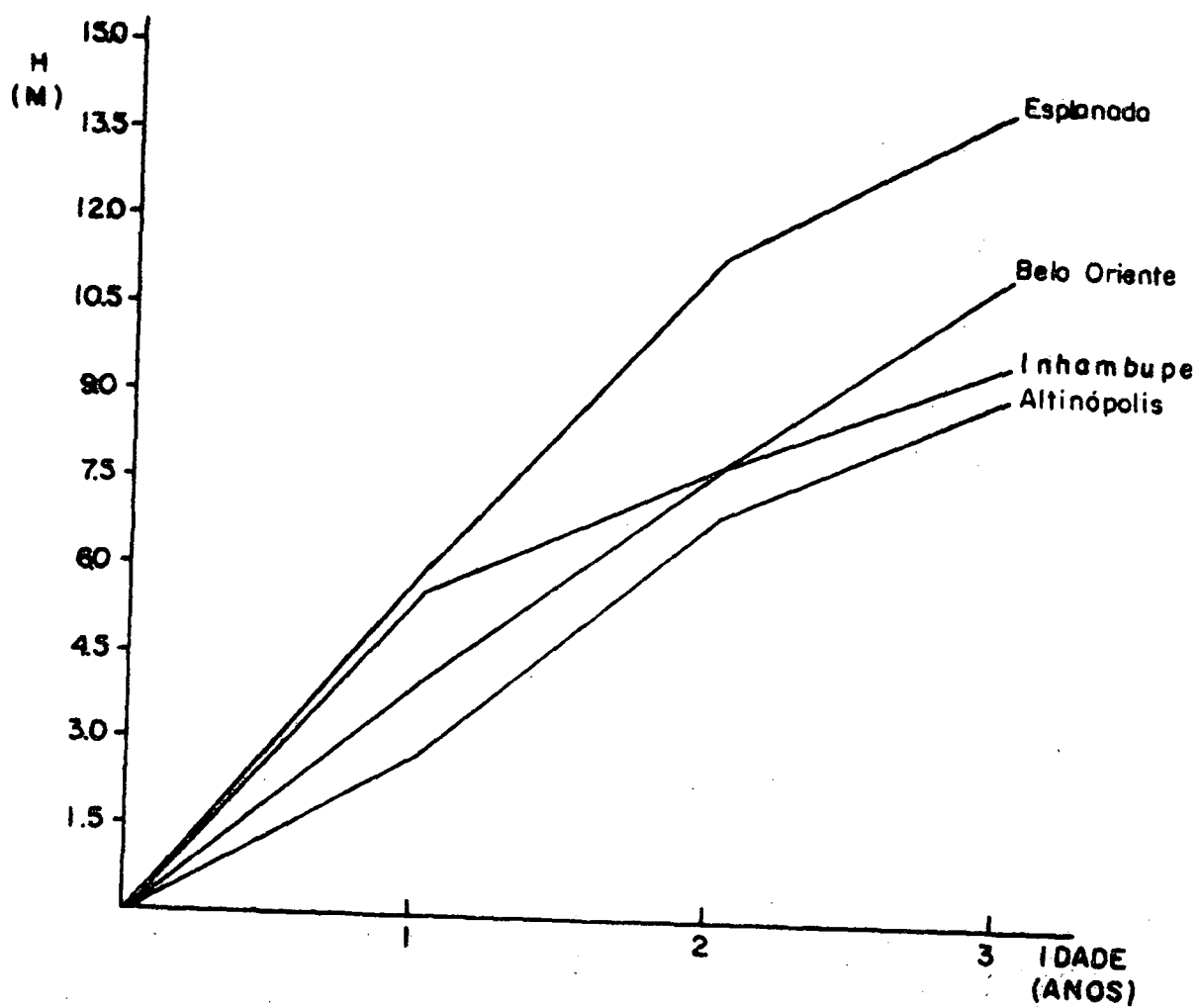


FIGURA 1 - Crescimento médio em altura das progênies, em função da idade, em Esplanada-BA, Inhambupe-BA, Belo Oriente-MG e Altinópolis-SP.

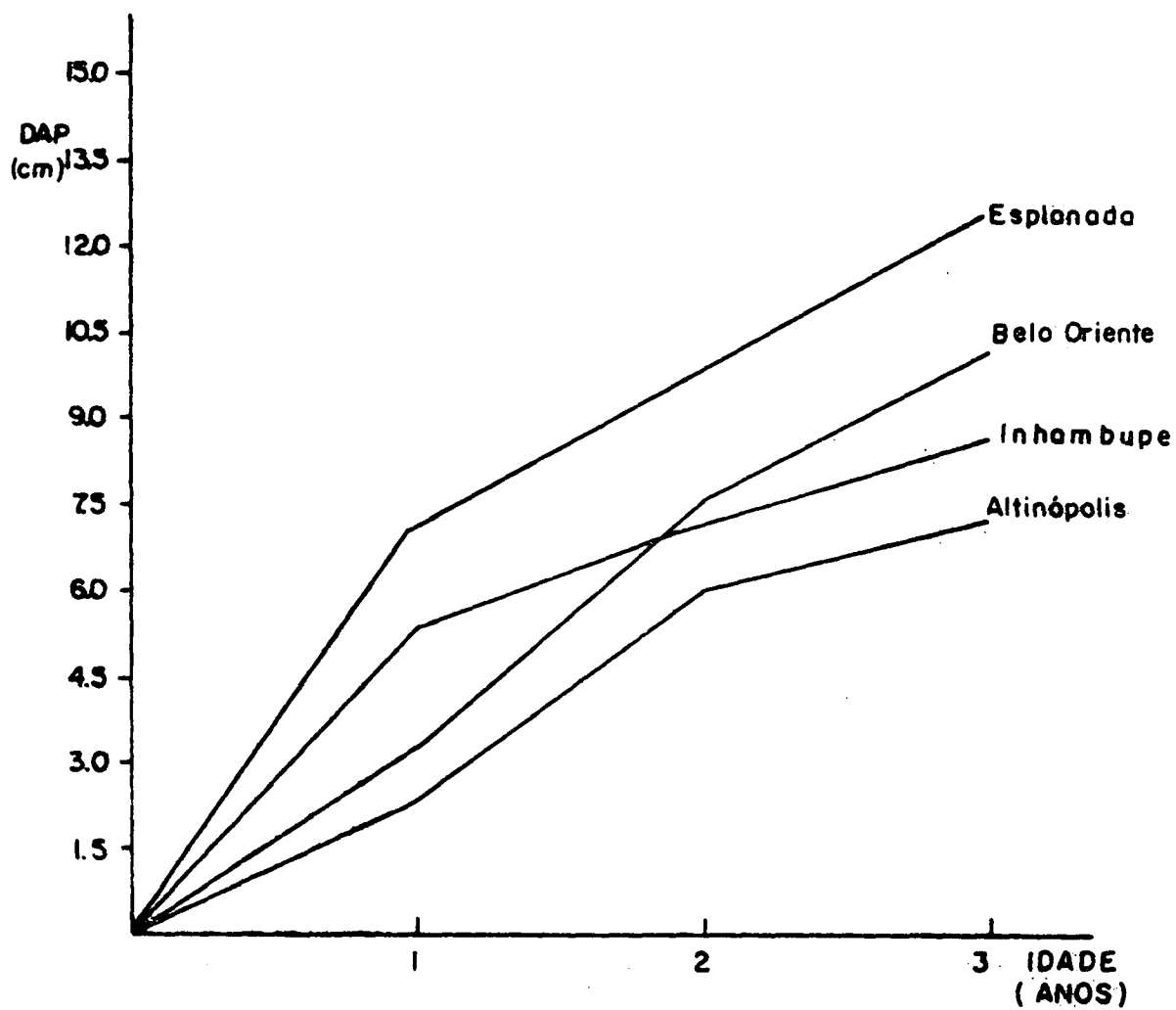


FIGURA 2 - Crescimento médio em diâmetro das progênies, em função da idade, em Esplanada-BA, Inhambupe-BA, Belo Oriente-MG e Altinópolis-SP.

Nas Tabelas A5 e A6 estão apresentados os valores médios de altura e DAP avaliados com 3 anos em 7 ambientes, respectivamente. Esplanada confirmou ser o melhor entre os ambientes testados, para as duas características avaliadas, com valores médios de 14,0 m de altura e 12,7 cm de DAP. João Pinheiro apresentou isoladamente o menor valor para altura (6,5 m) e juntamente com Altinópolis, o valor mais baixo de DAP (7,2 cm).

Nota-se que ao nível de médias ambientais, ocorreu uma grande inversão na classificação entre o primeiro e o segundo ano de avaliação, bem como entre o primeiro e o terceiro ano, isto talvez devido a forte adubação de plantio que foi empregada nos ensaios plantados sobre solos pobres como os de João Pinheiro e Inhambupe, proporcionando-lhes um rápido desenvolvimento inicial registrado na primeira avaliação. As avaliações realizadas no segundo e terceiro anos proporcionaram classificações muito semelhantes entre as médias ambientais, considerando-se os 7 ambientes comuns a essas duas avaliações, tanto para H como para DAP.

A grande variação ocorrida entre as médias de H e DAP, dentro de cada idade assegura também que os ambientes representaram uma ampla faixa de variação, proporcionando condições de variabilidade ambiental significativas para o teste dos genótipos.

Na Tabela A7 estão apresentados os valores médios da porcentagem de sobrevivência, aos 2 anos de idade. Os valores variaram de 88,36% para Aracruz e 97,78% para Boa Esperança do Sul, estando de acordo com os resultados obtidos por PATIÑO-



VALERA<sup>57</sup>, KAGEYAMA<sup>36</sup>, GORGULHO<sup>31</sup> e ANDRADE<sup>3</sup>, demonstrando o cuidado com que os experimentos foram conduzidos.

#### 4.1. Interação progênies x ambientes

Considerando o desempenho das progênies com 1, 2 e 3 anos em sete locais e com 2 anos em 11 locais, os efeitos das progênies, locais e da interação foram realizadas as análises conjuntas relativas a H, DAP e sobrevivência.

Nas Tabelas 6, 7 e 9 são apresentados os resultados das análises conjuntas com 1, 2 e 3 anos em 7 locais, respectivamente, enquanto que na Tabela 8 são apresentados os resultados das análises conjuntas com 2 anos em 11 locais.

TABELA 6 - Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência, das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 1 ano em 7 ambientes.

FV	GL	QM		
		H (m)	DAP (cm)	sobrevivência <sup>1</sup>
Bloco/Locais	63	6,748**	7,664**	184,971
Progênies (P)	22	2,607**	4,784**	197,136
Locais (L)	6	235,740**	641,877**	744,000**
P x L	132	0,484**	0,848**	131,962
Erro médio	1232	0,201	0,315	93,462
CV (%)		10,05	13,23	11,30
Média		4,46	4,24	95,42
h <sup>2</sup>		0,81	0,82	

\*\* Significativo ao nível de 1%.

<sup>1</sup> Dados transformados para arc sen  $\sqrt{x}$ .

TABELA 7 - Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência das 23 progênes de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos em 7 ambientes.

FV	GL	QM		
		H (m)	DAP (cm)	sobrevivência <sup>1</sup>
Bloco/Locais	63	23,207**	15,335**	273,161**
Progênes (P)	22	8,227**	11,133**	340,00
Locais (L)	6	862,572**	371,699**	1084,50**
P x L	132	1,634**	2,137**	281,12**
Erro médio	1232	0,658	0,786	123,496
CV (%)		10,01	11,95	13,31
Média		8,10	7,42	92,42
h <sup>2</sup>		0,80	0,81	

\*\* Significativo ao nível de 1%.

<sup>1</sup> Dados transformados para arc sen  $\sqrt{\%}$ .

TABELA 8 - Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência das 23 progênes de *E. pellita* avaliadas com 2 anos em 11 ambientes.

FV	GL	QM		
		H (m)	DAP (cm)	sobrevivência <sup>1</sup>
Blocos/Local	99	15,309**	10,468**	800,389**
Progênes (P)	22	10,329**	15,723**	564,910**
Locais (L)	10	805,277**	456,192**	2053,200**
P x L	220	1,399**	1,832**	243,430**
Erro médio	1958	0,533	0,698	110,650
CV (%)		9,71	11,26	11,36
Média		7,52	7,42	92,45
h <sup>2</sup>		0,86	0,89	

\*\* Significativo ao nível de 1%.

<sup>1</sup> Dados transformados para arc sen  $\sqrt{x}$ .

TABELA 9 - Resumo da análise de variância conjunta para altura, DAP e sobrevivência das 23 progênes de *E. pellita*, avaliadas com 3 anos em 7 locais.

FV	GL	QM		
		H (m)	DAP (cm)	sobrevivência <sup>1</sup>
Bloco/Locais	63	31,110**	31,522**	333,985**
Progênes (P)	22	17,157**	20,768**	843,409**
Locais (L)	6	1374,133**	802,445**	3215,000**
P x L	132	2,689**	2,959**	402,758**
Erro médio	1232	1,234	1,389	164,518
CV (%)		10,56	13,04	15,98
Média		10,51	9,04	89,11
h <sup>2</sup>		0,84	0,86	

\*\* Significativo ao nível de 1%.

<sup>1</sup> Dados transformados para arc sen  $\sqrt{x}$ .

Os efeitos de locais foram significativos para todas as características estudadas em todas as idades de avaliação, além de explicarem a maioria da variação ocorrida. Esse comportamento foi também verificado em *E. grandis* por KAGEYAMA<sup>36</sup>, MORAES<sup>48</sup> e ANDRADE<sup>3</sup>; em *Pinus* spp por DVORAK et alii<sup>20</sup> e MORGENSTERN & TEICH<sup>54</sup> e em *Picea mariana* por KHALIL<sup>38</sup>, entre outros. Isto indica a grande

diversidade dos ambientes utilizados neste trabalho, além de demonstrar que os ambientes contribuíram acentuadamente na variação das respostas para uma determinada característica. Assim, a escolha dos locais de instalação dos ensaios, bem como os tratamentos silviculturais aplicados a eles, podem determinar de maneira significativa o desempenho dos genótipos testados.

Para todas as características houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre as progênies em todas as idades de avaliação (Tabelas 6 a 9), exceto para a sobrevivência, cuja significância só foi detectada no segundo ano, avaliada em 11 locais (Tabela 8) e no terceiro ano, em 7 locais (Tabela 9).

A interação de progênies x locais foi significativa para altura e DAP em todas as avaliações realizadas. Para sobrevivência, o efeito da interação não foi significativo no primeiro ano de avaliação. Isso foi devido, provavelmente, a padronização da qualidade das mudas plantadas e das técnicas de plantio. Embora significativos, os valores das interações foram de magnitude inferior às fontes de variação locais e progênies. Esse mesmo fato tem sido constantemente observado em outras avaliações com espécies florestais (KAGEYAMA<sup>37</sup>, MORA<sup>47</sup> e MORI<sup>49</sup>).

Tradicionalmente os melhoristas examinam a magnitude da interação genótipos x ambientes para determinar se ocorreram sobretudo mudanças na classificação das médias dos genótipos nos vários ambientes testados (LI & McKEAND<sup>42</sup>). A significância da interação genótipo x ambiente implica que as progênies apresentaram desempenho diferenciado ou variância diferentes de um

local para outro e, indica que algumas progênies podem ser superiores em locais específicos e que outras podem apresentar adaptação geral a todos os ambientes. Portanto, é preciso salientar que uma análise de variância conjunta fornece apenas a variância da interação média com o ambiente. Nessa situação, são necessários estudos mais detalhados para melhor entender o comportamento particular das progênies.

Resultados de testes genéticos conduzidos por SHIMIZU<sup>66</sup> com *Pinus elliottii* var. *elliottii*, DVORAK et alii<sup>20</sup> com *Pinus tecunumanii* e LI & McKEAND<sup>42</sup> com *Pinus taeda* indicam que a presença da interação genótipo x ambiente foi devida ao comportamento de poucas famílias e que a contribuição da maioria dos genótipos testados era inexpressiva para a interação.

#### 4.2. Estimativa dos parâmetros da estabilidade

Inicialmente, convém salientar que houve uma grande concordância de resultados quando os parâmetros de estabilidade foram estimados com base nos dados de altura e DAP das árvores. A Tabela 12 mostra valores elevados para o coeficiente de correlação de Spearman entre  $B_0$  (0,87), entre  $B_1 + B_2$  (0,71) e entre  $S^2d$  (0,79). Embora o valor desse coeficiente para  $B_1$  (0,19) seja baixo, verifica-se que 82,61% das progênies (Tabelas 10 e 11) apresentaram o mesmo resultado para a significância de  $B_1$  quando foram analisadas

por altura ou DAP. Isto pode ser explicado porque o cálculo do coeficiente de correlação de Spearman faz o ordenamento dos valores absolutos, que embora diferentes, não o são dentro do nível de significância em que foram testados.

#### 4.2.1. Estabilidade das progênies em 11 ambientes

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para altura (Tabela 10) e DAP (Tabela 11) foram altos indicando que o modelo da regressão linear adotado proporcionou um bom ajustamento para todas as progênies testadas. Os valores de  $R^2$  variaram para altura, entre 93,09% para a progênie 152 a 99,09% para a progênie 144. Embora significativos, todos os valores de  $R^2$  para DAP foram ligeiramente inferiores àqueles para altura. Da mesma forma apresentada para altura, as progênies 152 e 144 apresentaram, respectivamente o menor (86,36%) e o maior valor (98,55%) de  $R^2$ .



TABELA 10 - Estimativas das médias das alturas ( $B_0$ ) dos coeficientes de regressão ( $B_1$ ,  $B_2$  e  $B_1 + B_2$ ), das variâncias dos desvios de regressão ( $S^2d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de 23 progênies de *E. pellita*, avaliados com 2 anos de idade em 11 ambientes.

Progênie	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_1 + B_2$	$S^2d$	$R^2$ (%)
93	7,98	1,06	0,10	1,16**	1,04+	98,02**
94	7,69	1,00	0,12	1,12*	1,33+	97,23**
97	7,69	1,01	-0,12	0,89*	0,56	98,68**
128	7,64	1,01	0,11	1,12*	0,84	98,25**
129	7,61	1,03	0,04	1,07	0,95	98,02**
130	7,71	1,06	-0,05	1,01	1,40++	97,18**
131	7,31	1,15**	-0,23*	0,92	1,42++	97,37**
132	7,93	1,04	0,16	1,20**	1,99++	96,31**
133	7,56	1,00	0,14	1,14**	0,52	98,91**
134	7,94	1,10*	0,13	1,23**	0,75	98,68**
136	6,72	0,88*	-0,15	0,73**	1,88++	94,32**
137	6,95	0,87*	0,11	0,98	1,96++	94,75**
138	7,64	0,93	-0,26**	0,68**	0,33	99,01**
139	7,33	0,99	-0,02	0,97	0,90	97,91**
141	7,66	1,07	-0,03	1,04	0,84	98,30**
142	7,47	1,10*	0,06	1,16**	1,24+	97,79**
143	7,49	0,92	0,03	0,95	0,86	97,77**
144	7,35	0,94	0,13	1,07	0,39	99,09**
145	7,20	0,81**	0,04	0,85**	1,79++	94,24**
147	7,67	1,04	-0,02	1,02	0,71	98,51**
150	7,39	0,93	-0,05	0,88*	1,87++	95,12**
151	7,87	1,04	-0,06	0,98	1,40++	97,02**
152	7,37	1,01	-0,18*	0,83**	3,02++	93,09**
Média	7,53					
Tukey 5%	0,36					

+ e ++: significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

\* e \*\*:  $B_1$  e  $B_1 + B_2$  diferentes de 1,0 e  $B_2$  e  $R^2$  diferentes de 0,0 nos níveis de 5% e 1%, respectivamente pelo teste de t.

TABELA 11 - Estimativas das médias dos DAP ( $B_0$ ), dos coeficientes de regressão ( $B_1$ ,  $B_2$  e  $B_1 + B_2$ ), das variâncias dos desvios da regressão ( $S^2d$ ), e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade em 11 ambientes.

Progênies	DAP (cm)	$B_1$	$B_2$	$B_1 + B_2$	$\hat{S}^2d$	$R^2$ (%)
93	7,64	0,99	0,19	1,18*	0,97	96,51**
94	7,62	1,09	-0,06	1,03	1,19	96,05**
97	7,18	1,00	-0,32	0,68**	0,83	96,26**
128	7,37	1,09	-0,06	1,03	0,72	97,53**
129	7,11	0,88	0,39*	1,27**	1,43+	94,44**
130	7,35	1,05	-0,32*	0,73**	1,49+	94,18**
131	6,89	1,20**	-0,12	1,08	3,73++	90,12**
132	7,73	0,95	0,30*	1,25**	2,28++	92,09**
133	7,16	0,98	0,30*	1,28**	1,25	95,71**
134	7,36	0,91	0,50**	1,41**	0,43	98,45**
136	6,35	1,06	-0,14	0,92	3,46++	88,31**
137	6,27	0,86*	0,03	0,89	2,65++	87,55**
138	7,06	0,91	-0,10	0,81*	0,31	98,44**
139	6,87	1,01	-0,14	0,87	1,23	95,05**
141	7,51	0,98	0,14	1,13	2,45++	91,37**
142	6,99	0,97	0,07	1,04	2,97++	89,06**
143	7,00	0,94	-0,20	0,75**	0,42	97,97**
144	7,03	1,02	0,21	1,22**	0,42	98,55**
145	6,71	0,86*	-0,45**	0,40**	1,70+	89,65**
147	6,95	1,03	-0,05	0,98	1,14	95,78**
150	6,81	1,05	-0,05	1,01	2,79++	90,64**
151	7,50	1,01	0,26	1,27**	1,37+	95,47**
152	7,03	1,13	-0,36*	0,77**	4,33++	86,36**
Média	7,11					
Tukey 5%	0,41					

+ e ++: significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

\* e \*\*:  $B_1$  e  $B_1 + B_2$  diferentes de 1,0 e  $B_2$  e  $R^2$  diferentes de 0,0 nos níveis de 5% e 1%, respectivamente pelo teste de t.

As progênies com menores valores de  $R^2$  mostraram, conseqüentemente, os maiores valores dos desvios de regressão linear. Contudo, apesar de  $R^2$  ter sido altamente significativo para todas as progênies, o desvio da regressão linear permitiu uma melhor discriminação dos materiais. Assim, apesar da significância de  $R^2$  para todas as progênies, 12 delas apresentaram o quadrado médio do desvio da regressão significativos e, portanto, mostraram-se com comportamento mais imprevisível que as demais. A utilização do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) como um parâmetro determinante da estabilidade ou da previsibilidade de um material genético, como proposto por BILBRO & RAY<sup>8</sup>, e utilizado por SHIMIZU<sup>66</sup> para avaliação da estabilidade fenotípica de *Pinus elliotii*, poderia levar a conclusão de que 100% das progênies aqui estudadas teriam comportamento altamente previsível.

Fixando-se, portanto, as estimativas dos quadrados médios dos desvios da regressão como o parâmetro estimador da previsibilidade ou da estabilidade, observa-se para os dados referentes à altura das árvores aos 2 anos de idade, (Tabela 10), que 12 das 23 progênies apresentaram comportamento imprevisível, avaliado pela significância de  $S^2d$ , com 95% e 99% de probabilidade. No entanto, considerando-se que as progênies 93, 94 e 142 apresentaram valores pequenos para  $S^2d$ , significativos apenas ao nível de 5% de probabilidade, apenas o nível mais rígido para a significância do quadrado médio dos desvios de regressão, foi adotado. Assim, 60,87% das progênies (14 progênies) apresentaram-se como estáveis ou previsíveis.

Utilizando-se da metodologia de EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup>, DUARTE<sup>19</sup> encontrou uma menor proporção de genótipos instáveis quando esse parâmetro foi julgado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ao invés do quadrado médio dos desvios da regressão ( $S^2d$ ). Ele obteve respostas trocadas quando a previsibilidade de cultivares de feijão foi avaliada por  $R^2$  ou  $S^2d$ , ou seja: enquanto  $S^2d$  indicava uma cultivar como instável,  $R^2$  a apontava como estável ou previsível. Segundo ele, ficou evidente que a alta estabilidade relativa apresentada por um genótipo específico, mostrada pelo seu coeficiente de determinação, deveu-se à associação entre esse parâmetro e seu coeficiente de regressão, que se apresentava com um valor muito alto.

Entre as progênies consideradas estáveis, 12 delas (93, 94, 97, 128, 129, 133, 134, 138, 139, 143, 144, 147) foram comuns às avaliações de altura e DAP, e entre as progênies que mostraram-se instáveis, 6 (131, 132, 136, 137, 150 e 152) foram comuns para as duas características avaliadas. As progênies 130, 145 e 151 mostraram comportamento instável quando avaliadas pela altura das árvores e estável quando avaliadas pelo DAP, enquanto que as progênies 141 e 142 apresentaram comportamento inverso. Portanto, considerando-se as 15 progênies de comportamento previsível, quando julgadas pelo DAP, 80% delas apresentaram o mesmo resultado quando avaliadas por H e DAP, o que justifica o valor de 0,79 para o coeficiente de correlação de Spearman entre os valores de  $S^2d$  obtidos através dos valores de altura e DAP, Tabela 12.

TABELA 12 - Correlações de classificação de Spearman entre os parâmetros de estabilidade, avaliados através da altura e do DAP com 2 anos, em 11 ambientes.

Parâmetros de estabilidade	Correlações entre H e DAP
$B_0$	0,87
$B_1$	0,19
$B_2$	0,59
$B_1 + B_2$	0,71
$S^2d$	0,79

A variação de resposta ocorrida, embora pequena, permite alertar para o fato que as metodologias baseadas na regressão linear do desempenho de uma progênie em função de um índice ambiental, fornecem medidas da estabilidade de um genótipo relativas e restritas ao conjunto de genótipos (ou de características para avaliar esse genótipo), conforme salientaram LIN et alii<sup>43</sup>. No entanto, considerando-se que as progênies avaliadas representam a espécie introduzida e que os locais, neste estudo, apresentaram boa variação, espera-se que os resultados presentes sejam úteis na seleção das melhores progênies.

Tomando-se as 15 melhores médias de altura que não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, 80,00% dessas progênies apresentaram comportamento previsível. Por

outro lado, entre as 9 progênies que apresentaram as piores médias de H, apenas 33,33% delas mostraram-se estáveis. Fica claro que existe tendência da estabilidade estar associada às melhores progênies. Isto significa que o melhorista tem grande probabilidade de selecionar indiretamente, progênies estáveis quando seleciona através das melhores médias de H ou DAP.

Torna-se necessário enfatizar contudo, que o desempenho da progênie afeta a média do ambiente, isto é, não há independência entre a média da progênie e a média geral, usada como índice ambiental. Essa é em realidade uma das principais críticas feitas por diversos autores, entre eles LIN et alii<sup>43</sup> e CROSSA<sup>17</sup> à utilização das metodologias que se valem da regressão para avaliar a estabilidade. Esse problema da não independência torna-se crucial quando o número de materiais genéticos for pequeno (menor que 8, por exemplo). No presente caso foram avaliadas 23 progênies, o que deve ter atenuado tal problema.

Voltando à questão da associação entre estabilidade e produtividade é conveniente salientar que tomando-se como exemplo as 10 melhores progênies plantadas em Esplanada-BA, Tabela A3, apenas as de nº 132 e 151 mostraram comportamento imprevisível, quando julgadas através da altura (Tabela 10). Um outro modo de visualizar esse fato é tentar agrupar as progênies em função de seu desempenho médio e classificá-las de acordo com a estabilidade (Tabela 13). A proporção de progênies estáveis e instáveis dentro de cada terço, organizado em ordem decrescente dos valores médios de altura e DAP, mostra que entre as 8 melhores progênies (19

terço), 71,75% mostraram-se estáveis, os 28,25% restantes corresponderam àqueles materiais de bom desempenho mas de pouca previsibilidade de comportamento frente a variação ambiental. O aproveitamento dessas progênies, explorando os efeitos positivos da interação poderá acarretar prejuízos para os futuros empreendimentos florestais, devido a instabilidade de seus comportamentos frente às variações ambientais, como locais, anos de plantio, preparo do solo, adubação, etc.

TABELA 13 - Proporção de progênies estáveis e instáveis, avaliadas aos 2 anos de idade.

	1º terço		2º terço		3º terço	
	Estáveis	Instáveis	Estáveis	Instáveis	Estáveis	Instáveis
	----- % -----					
H	68,50	31,50	87,50	12,50	28,57	71,43
DAP	75,00	25,00	75,00	25,00	42,86	57,14
Média	71,75	28,25	81,25	18,75	35,71	64,29

Verificando-se as estimativas do coeficiente de regressão  $B_1$ , correspondente ao grupo de ambientes desfavoráveis, seus valores baseados na característica altura das árvores (Tabela 10), variaram entre 0,81 para a progénie 145 a 1,15 para a progénie 131. Apesar da pequena amplitude, ficaram constatadas três tipos de respostas

para os ambientes, com índices ambientais negativos, ou seja, aquelas com  $B_1$  menor, igual ou maior que 1,0. Entre as 23 progênies testadas, 73,91% apresentaram o que se pode denominar de sensibilidade média nos ambientes desfavoráveis. Já, as de número 136, 137 e 145 apresentaram valores de  $B_1$  menor que 1,0, mostrando uma pequena resposta as flutuações ambientais dentro dos locais considerados desfavoráveis.

Vários autores, entre eles, EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup>, constataram a associação entre valores baixos do coeficiente de regressão com baixa produtividade. O mesmo foi constatado neste trabalho, já que as 3 progênies mencionadas apresentaram as menores produções médias.

Três progênies (131, 134 e 142) apresentaram valores de  $B_1 > 1,0$ , mostrando grande sensibilidade de resposta à melhoria ambiental dentro do grupo dos piores ambientes. Destas, apenas a 131 mostrou-se instável, além de apresentar a 4ª média de altura.

As estimativas de  $B_2$  mostraram-se, na sua maioria, não diferentes de zero. Três progênies apresentaram valores de  $B_2 \neq 0$  estimados a partir da altura das árvores e sete mostraram estimativas de  $B_2 \neq 0$ , quando baseadas no DAP. Isto mostra que pelo menos para essas progênies, a metodologia utilizada foi mais adequada do que a proposta por EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup>. A equação de regressão deveria ser representada por dois segmentos de reta como utilizado neste trabalho e não por apenas um como proposto por EBERHART & RUSSEL<sup>21</sup>, que é amplamente empregada na literatura.

Os valores das estimativas de  $B_1 + B_2$  variaram entre 0,73



(progênie 136) a 1,24 (progênie 134), quando estimados com base na altura das árvores (Tabela 10). Para DAP (Tabela 11), a amplitude das estimativas foi maior, variando entre 0,40 para a progênie 145 a 1,41 para a progênie 134. Como já mencionado, quanto maior o valor de  $B_1 + B_2$ , mais responsivo será o material genético, ou seja, maior será a sua capacidade produtiva frente à melhoria das condições ambientais dos locais com produtividade maior que a média. Para o caso específico, do material introduzido, o maior interesse é sobre o desempenho das progênies sobre a faixa dos melhores ambientes, já que no grupo dos piores ambientes o conjunto das progênies de *Eucalyptus pellita*, mostrou sempre um baixo desempenho, aquém do rendimento apresentado por outras espécies já testadas a nível comercial nesses ambientes. Portanto, o fato de progênies apresentarem melhor adaptação aos piores ambientes ( $B_1 < 1,0$ ), não significa, que elas seriam recomendadas para esse local, mas seriam as únicas recomendáveis para sítios de baixa qualidade, desde que tenham desempenhos previsíveis.

Entre as 23 progênies testadas, 43,48% apresentaram valores de  $B_1 + B_2 = 1,0$ . Isto significa que esses materiais genéticos apresentaram resposta média à melhoria ambiental ou que demonstraram adaptação ampla ao grupo dos melhores ambientes. Entre as 15 progênies mais produtivas, 7 apresentaram valores de  $B_1 + B_2 > 1,0$ , tanto para altura como para DAP. Isto significa que esses materiais são responsivos à melhoria ambiental dentro do grupo dos melhores ambientes. Para altura das árvores, 2 entre as 15 melhores progênies apresentaram baixa sensibilidade aos melhores

ambientes, enquanto que para DAP, 5 progênies mostraram esse mesmo comportamento.

Considerando-se as 8 piores progênies, nenhuma delas mostrou grande capacidade de resposta aos melhores ambientes. Para altura, 4 mostraram-se não responsivas e as outras 4 apresentaram estimativas de  $B_1 + B_2 = 1,0$ . Para DAP, apenas uma progênie entre as 8 piores mostrou-se responsiva à melhoria ambiental, enquanto que as 7 restantes mostraram-se pouco responsivas frente aos melhores ambientes. Parece existir, portanto, uma tendência de associação entre capacidade produtiva ( $B_0$ ) e sensibilidade de resposta dentro do grupo dos melhores ambientes ( $B_1 + B_2$ ). As progênies mais responsivas à melhoria ambiental estão entre as de maior média de altura ou DAP, enquanto que as menos responsivas são, na sua maioria, de baixa produtividade. Isto significa que estes materiais genéticos podem apresentar aumento de produtividade devido a aplicação de insumos que visem melhorar o ambiente.

Entre as progênies que apresentaram as maiores médias de H e DAP, a progênie 132 destacou-se por exibir a maior média de DAP, a 3ª maior média de altura, ter adaptação ampla sobre os piores ambientes e capacidade para reagir favoravelmente à melhoria ambiental. Contudo, seu comportamento mostrou-se imprevisível frente a variação ambiental. Possivelmente pela classificação discrepante de sua média de H e DAP em Aracruz (220 e 180, respectivamente), São Jerônimo (170 e 150, respectivamente) e Inhambupe (80 e 90, respectivamente), em relação aos demais ambientes, onde sua classificação de H e DAP esteve entre os

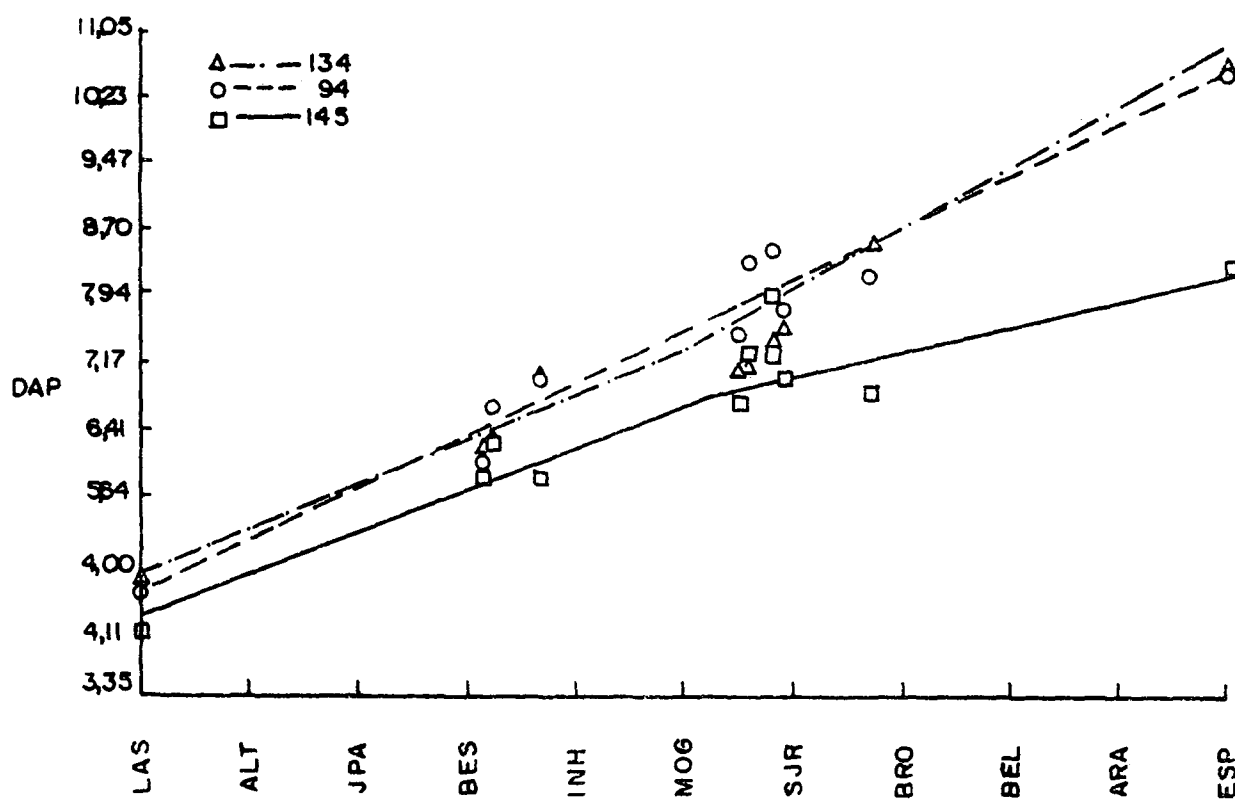
primeiros quatro lugares. As progênies 151 e 130 também mostraram-se de alta produtividade, estando entre as 8 com maiores médias tanto para altura como para DAP. Ambos mostraram-se de comportamento imprevisível e pouco sensíveis à variação ambiental, levando-se em conta os dois grupos de ambientes, quando suas avaliações foram baseadas na altura das árvores.

As progênies 93 e 94 mostraram-se bastante produtivas, estáveis, com ampla capacidade de adaptação aos ambientes desfavoráveis (H e DAP) ambas responsivas à melhoria ambiental (H). Quando julgadas pelo DAP, a progênie 93 manteve-se responsiva à melhoria ambiental, enquanto que a 94, apresentou adaptação ampla a todos os ambientes. A progênie 134 apresentou um comportamento distinto; quando julgada pelo DAP ela encaixou-se perfeitamente dentro do conceito de genótipo ideal de VERMA et alii<sup>11</sup>, isto é, alta produtividade, capacidade de produzir bem nos piores ambientes e responder favoravelmente frente aos melhores, (Figura 3). Para altura, seu comportamento foi praticamente o mesmo, com exceção da alta capacidade de responder favoravelmente à melhoria ambiental dentro do grupo dos ambientes desfavoráveis, o que parece ser interessante, Figura 4.

Nas Figuras 3 e 4 estão também representados os comportamentos das progênies 145 e 136, respectivamente. Estas apresentaram comportamento inadequado, traduzido em baixa produtividade, sem capacidade de responder a melhoria ambiental, tanto nos piores como nos melhores ambientes, além de mostrarem comportamento imprevisível. A progênie 97, Figura 4, apresentou-se

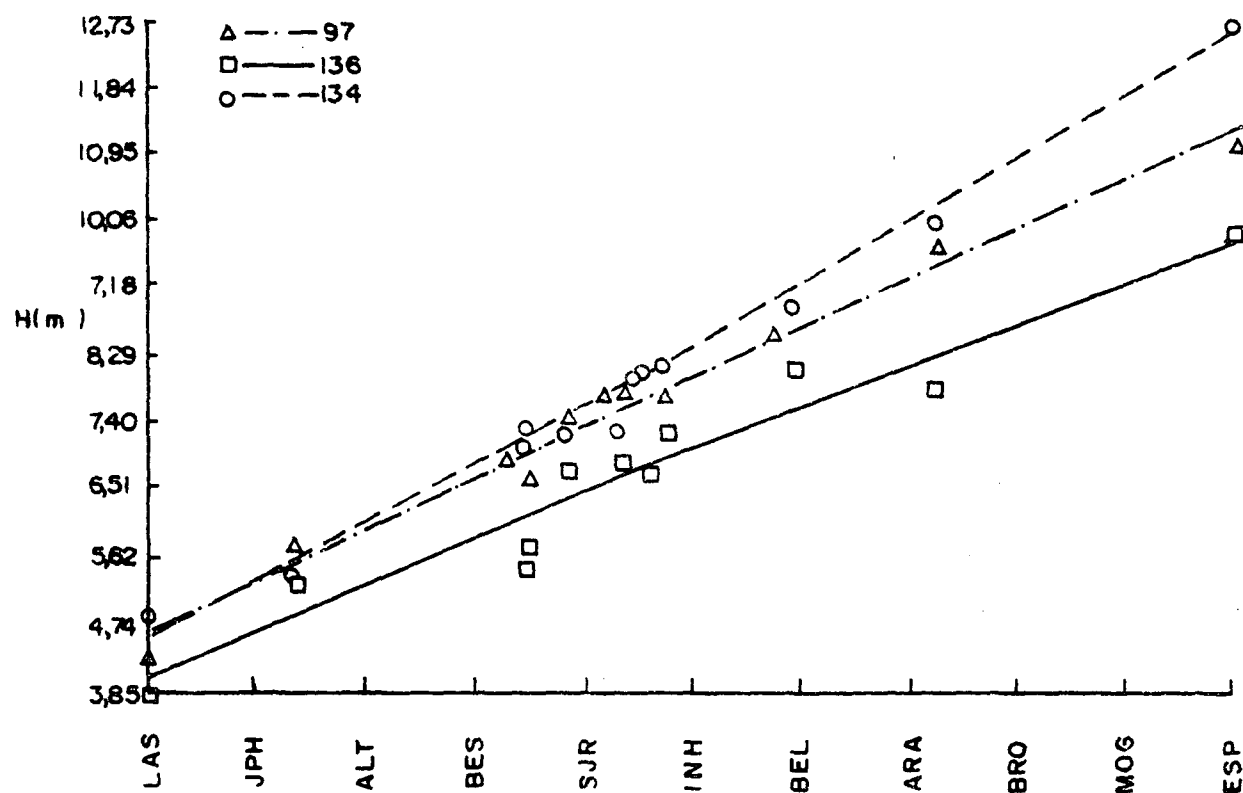
estável, amplamente adaptada aos piores ambientes, mas não respondeu à melhoria ambiental dentro do grupo dos melhores ambientes, apresentando sempre boa produtividade. A progênie 94, representada na Figura 3, esteve sempre entre as melhores médias de produção, apresentando comportamento estável e amplamente adaptada a todos os locais.

Um comentário adicional deve ser feito sobre o comportamento daquelas progênies consideradas atípicas ao fenótipo normal do *E. pellita*. Entre elas, as progênies 138, 150 e 151 mostraram maior porcentagem de árvores atípicas, Tabela A8, apresentando 50,10%, 41,64% e 34,28% de árvores atípicas, respectivamente. Merece destaque a progênie 151, que apresentou capacidade ampla de adaptação a todos os ambientes (H), responsiva aos melhores ambientes (DAP), mas de comportamento imprevisível frente a variação ambiental. Sua utilização poderá acarretar prejuízos por sua instabilidade mesmo naqueles ambientes onde ela apresentou alta produtividade. Quase todas as árvores atípicas ou híbridas são da procedência de Coen que, com raríssimas exceções, mostraram-se com desempenho geral inferior às árvores da procedência de Helenvale.



LAS - Lassance-MG  
 ALT - Altinópolis-SP  
 JPH - João Pinheiro-MG  
 BES - Boa Esperança do Sul-SP  
 INH - Inhambupe-BA  
 MOG - Mogi Guaçu-SP  
 SJR - São Jerônimo-RS  
 BRO - Brotas-SP  
 BEL - Belo Oriente-MG  
 ARA - Aracruz-ES  
 ESP - Esplanada-BA

FIGURA 3 - Regressão linear e respectivos desvios das progênies 94, 134 e 145, para DAP, em onze ambientes, com 2 anos de idade.



LAS - Lassance-MG  
 ALT - Altinópolis-SP  
 JPH - João Pinheiro-MG  
 BES - Boa Esperança do Sul-SP  
 INH - Inhambupe-BA  
 MOG - Mogi Guaçu-SP  
 SJR - São Jerônimo-RS  
 BRO - Brotas-SP  
 BEL - Belo Oriente-MG  
 ARA - Aracruz-ES  
 ESP - Esplanada-BA

FIGURA 4 - Regressão linear e respectivos desvios, das progênies 97, 134 e 136, para altura, em onze ambientes, com 2 anos de idade.

As estimativas dos parâmetros da estabilidade, baseados na avaliação de sobrevivência aos dois anos de idade, Tabela 14, parecem não ser de grande valia, já que essa característica é dependente de muitos fatores ambientais e da qualidade morfo-fisiológica da muda. Isto se traduziu nos baixos valores dos coeficientes de determinação, que variaram de 2,30% a 65,62%, indicando um ajuste inadequado dos dados ao modelo linear adotado.

#### 4.2.2. Estabilidade das progênies com 1, 2 e 3 anos de idade, em 7 locais

Com o objetivo de estudar comparativamente as estimativas dos parâmetros de estabilidade obtidas no 1º, 2º e 3º anos, utilizaram-se os 7 ambientes comuns aos 3 anos de avaliação para altura das árvores. Verifica-se, pela análise dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) apresentados nas Tabelas 15 a 17, que o modelo de regressão linear adotado permitiu um bom ajustamento dos dados, traduzido por valores elevados de  $R^2$ , que variaram entre 90,57% para a progênie 152 e 99,71% para a progênie 143, ambas avaliadas com 2 anos. Este ajustamento é superior àqueles conseguidos por SANTOS & RAMALHO<sup>64</sup> para cultivares de feijão e por CARVALHO<sup>13</sup> para progênies de cafeeiro, ambos utilizando-se do modelo linear proposto por CRUZ et alii<sup>18</sup>. TORRES<sup>75</sup> também obteve valores baixos de  $R^2$  para algumas cultivares de milho, empregando a metodologia de SILVA & BARRETO<sup>88</sup>.

Aquele autor, entre outros, atribui esse tipo de resposta para cultivares agrícolas às estratégias de melhoramento a que elas foram submetidas, ou seja, houve sempre uma seleção em ambientes bons, com altos níveis de tecnologia. Uma outra explicação pode ser atribuída ao fato de que os materiais avaliados por TORRES<sup>75</sup> tinham pequenas diferenças entre si. Desse modo, o comportamento deles acompanhava o índice ambiental e, evidentemente, o  $R^2$  seria alto. Provavelmente, isso é o que ocorreu no presente trabalho já que as melhores progênies, portanto as que mais afetaram a média do ambiente, tiveram comportamento semelhante.



TABELA 14 - Estimativas das médias de sobrevivência (%) dos coeficientes de regressão ( $B_1$ ,  $B_2$  e  $B_1 + B_2$ ), das variâncias dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, em 11 ambientes.

Progênie	Sobrev.	$B_1$	$B_2$	$B_1 + B_2$	$\hat{S}^2d$	$R^2$ (%)
93	94,54	0,68	0,33	1,02	166,75	27,07
94	96,23	0,46	0,06	0,52	78,72	23,97
97	89,78	1,17	-0,03	1,14	389,68++	28,07
128	95,39	2,18*	-1,46	0,72	783,76++	36,51
129	94,97	0,94	-0,35	0,59	59,92	59,75+
130	96,32	0,69	0,31	0,99	368,95++	14,46
131	96,34	0,68	-0,09	0,59	148,72	24,94
132	94,38	0,70	-0,35	0,35	72,55	39,60
133	91,97	1,16	0,77	1,94*	253,20+	43,60
134	90,67	1,26	-1,59	-0,33	257,53+	36,67
136	89,90	1,50	0,16	1,64	136,19	65,03**
137	93,88	1,63	0,91	2,54*	192,85	65,62**
138	93,20	1,09	-1,01	0,09**	594,45++	15,81
139	91,60	0,66	-0,72	-0,06**	133,29	23,25
141	94,35	0,45	1,67	2,12	191,62	34,70
142	92,49	0,90	0,23	1,13	499,00++	16,65
143	91,68	0,14	0,30	0,44	231,03+	2,30
144	97,37	1,48	-0,77	0,70	126,30	62,81
145	90,72	0,19	0,50	0,70	61,40	16,78
147	87,32	0,69	-0,24	0,45	170,49	22,27
150	90,41	2,08**	-0,30	1,78	288,32++	61,56**
151	89,44	0,96	1,94	2,91**	194,28	55,50*
152	80,50	1,30	-0,28	1,01	443,20++	28,45
Média	83,29					
Tukey 5%	5,19					

+ e ++: significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

\* e \*\*:  $B_1$  e  $B_1 + B_2$  diferentes de 1,0 e  $B_2$  e  $R^2$  diferentes de 0,0, nos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de t.

TABELA 15 - Estimativa das médias das alturas ( $B_0$ ) e dos coeficientes de regressão ( $B_1$ ,  $B_2$  e  $B_1 + B_2$ ), da variância dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2_d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progênes de *E. pellita*, avaliadas com 1 ano de idade em 7 ambientes.

Progênie	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_1 + B_2$	$\hat{S}^2_d$	$R^2$ (%)
93	4,72	1,06	-0,19	0,87*	0,24	98,55**
94	4,58	1,01	-0,08	0,92	0,26	98,30**
97	4,42	1,01	0,24	1,26**	0,57+	96,70**
128	4,45	0,98	0,55**	1,53**	0,32	98,76**
129	4,50	1,01	0,02	1,04	0,33	98,00**
130	4,61	0,98	-0,41*	0,57**	0,13	99,02**
131	4,40	0,95	-0,13	0,62**	0,49+	96,34**
132	4,65	1,06	-0,37	0,69**	0,62+	96,25**
133	4,39	1,02	0,07	1,10	0,40	97,60**
134	4,61	1,06	0,10	1,17*	0,61+	96,71**
136	3,99	0,95	-0,25	0,70**	0,95++	93,21**
137	4,05	0,90	0,21	1,11	0,61+	95,57**
138	4,67	0,96	-0,04	0,92	0,92++	93,90**
139	4,37	1,04	0,00	1,04	0,16	99,06**
141	4,54	0,90	0,15	1,05	0,39	97,09**
142	4,39	0,95	-0,13	0,82**	0,61+	95,70**
143	4,47	1,03	-0,22	0,81**	0,26	98,37**
144	4,27	0,99	0,10	1,09	0,24	98,49**
145	4,20	0,86*	0,19	1,05	0,72++	94,37**
147	4,57	1,11	-0,06	1,05	0,75++	96,13**
150	4,28	1,07	0,35*	1,42**	1,08++	94,74**
151	4,68	0,96	-0,00	0,96	1,56++	96,25**
152	4,39	1,10	0,10	1,20**	1,00++	95,03**
Média	4,44					
Tukey 5%	0,28					

+ e ++: significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

\* e \*\*:  $B$  e  $B_1 + B_2$  diferentes de 1,0 e  $B_2$  e  $R^2$  diferentes de 0,0, nos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de t.

TABELA 16 - Estimativas das médias das alturas ( $B_0$ ) e dos coeficientes de regressão ( $B_1$ ,  $B_2$  e  $B_1 + B_2$ ), da variância dos desvios da regressão ( $\hat{S}^2_d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade em 7 ambientes.

Progênies	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_1 + B_2$	$\hat{S}^2_d$	$R^2$ (%)
93	8,58	1,12*	0,03	1,16*	0,93	98,72**
94	8,23	1,07	-0,04	1,03	1,33	97,94**
97	8,32	0,92	-0,07	0,85**	0,27	99,42**
128	8,20	0,98	0,26	1,24**	0,77	98,73**
129	8,19	1,11	-0,13	0,98	0,96	98,58**
130	8,41	1,00	-0,36*	0,74**	0,52	99,15**
131	8,00	1,05	0,00	1,05	2,47++	96,14**
132	8,65	1,13*	-0,03	1,10	0,71	99,01**
133	8,15	1,03	0,12	1,15*	1,21	98,11**
134	8,53	1,13*	0,16	1,13*	0,63	99,23**
136	7,20	0,81**	-0,12	0,69**	2,62++	93,09**
137	7,44	0,84*	0,09	0,92	3,12++	92,91**
138	8,11	0,87*	-0,23	0,64**	0,72	98,18**
139	7,84	1,00	-0,03	0,97	1,52	97,34**
141	8,29	1,09	-0,04	1,05	1,27	98,12**
142	8,02	1,22*	-0,10	1,12	1,35	98,37**
143	8,08	0,90	-0,08	0,82**	1,33	97,05**
144	7,87	0,94	0,31*	1,25**	0,17	99,71**
145	7,74	0,80**	-0,20	0,60**	0,43	98,71**
147	8,15	1,09	-0,04	1,05	0,67	98,99**
150	7,90	0,87*	0,22	1,09	0,11	97,77**
151	8,36	1,00	0,25	1,25**	1,36	97,86**
152	7,98	0,87*	0,02	0,89	4,44++	90,57**
Média	8,10					
Tukey 5%	0,50					

++ e +: significativo ao nível de 1%.

\* e \*\*:  $B_1$  e  $B_1 + B_2$  diferentes de 1,0 e  $B_2$  e  $R^2$  diferentes de 0,0 nos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de t.

TABELA 17 - Estimativas das médias das alturas ( $B_0$ ) e dos coeficientes de regressão ( $B_1$ ,  $B_2$  e  $B_1 + B_2$ ), da variância dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2d$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 3 anos de idade em 7 ambientes.

Progênies	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_1 + B_2$	$\hat{S}^2d$	$R^2$ (%)
93	11,13	1,09	-0,21	0,88	1,81	98,23**
94	10,56	1,04	0,04	1,08	3,84+	96,21**
97	10,79	0,95	-0,10	0,85*	1,23	98,45**
128	10,71	1,00	0,17	1,17*	2,35	97,60**
129	10,71	1,09	-0,26	0,83*	1,17	98,84**
130	11,14	1,14*	-0,61**	0,53**	0,89	99,13**
131	10,25	1,08	-0,05	1,03	1,42	98,63**
132	11,26	1,14*	-0,30	0,84*	0,44	99,60**
133	10,38	1,02	0,12	1,14*	3,93++	96,11**
134	11,12	1,15*	-0,23	0,92	2,80	97,55**
136	9,23	0,85*	0,30	1,15*	6,14++	92,22**
137	9,78	0,76**	0,42*	1,18**	1,45	97,75**
138	10,71	0,94	-0,14	0,80**	1,50	98,07**
139	10,15	0,99	0,18	1,17*	3,07+	96,84**
141	10,83	1,09	-0,04	1,05	3,83+	96,50**
142	10,34	1,11	-0,06	1,05	3,33+	97,02**
143	10,56	0,87	0,07	0,94	2,06	97,11**
144	10,11	0,95	0,27	1,22**	1,03	98,86**
145	10,39	0,89	0,09	0,98	1,03	98,61**
147	10,67	1,04	0,13	1,17*	0,28	99,27**
150	9,80	0,80*	0,24	1,09	6,05 +	92,27**
151	10,99	1,01	-0,05	0,96	6,68++	93,14**
152	10,30	0,92	0,03	0,95	4,36++	94,64**
Média	10,52					
Tukey 5%	0,69					

+ e ++: significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

\* e \*\*:  $B_1$  e  $B_1 + B_2$  diferentes de 1,0 e  $B_2$  e  $R^2$  diferentes de 0,0 nos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de t.

A Tabela 18 apresenta os valores de correlação de Spearman entre as estimativas dos parâmetros de estabilidade obtidos com 1, 2 e 3 anos para a variável altura das árvores. Todas as correlações mostraram-se positivas, mas a interpretação de seus valores, precisa ser apoiada no conhecimento dos dados que as geraram. Assim considerando-se o nível de significância de 1% para os valores das estimativas das variâncias dos desvios de regressão ( $\hat{\sigma}^2_d$ ), 12 progênies mantiveram-se estáveis nos 3 anos de avaliação, apesar dos valores relativamente baixos do coeficiente de correlação para  $\hat{\sigma}^2_d$  (0.08 a 0.39). Entre elas, apenas as de número 139 e 144 pertenciam ao 3º terço (grupo das 7 piores progênies), 7 pertenciam ao 1º terço e 3 ao 2º terço. Cinco progênies mostraram-se estáveis em 2 anos de avaliação, entre elas, apenas a progênie 131 pertencia ao grupo das menos produtivas. A progênie 151 foi a única representante do 1º terço das mais produtivas que apresentou-se estável em apenas 1 ano de avaliação. As outras 3 progênies desse grupo (137, 145 e 150) mostraram-se sempre de baixa produtividade. As progênies 136 e 152 mostraram-se instáveis em todas as avaliações. A primeira delas apresentou a pior produtividade nos 3 anos, enquanto que a 152 mostrou-se sempre com boa produtividade.

TABELA 18 - Correlações de classificação de Spearman entre os parâmetros de estabilidade estimado com 1, 2 e 3 anos, em 7 ambientes.

Idade (anos)	Idade (anos)		Parâmetros de estabilidade
	2	3	
1	0,89	0,89	$B_0$
2		0,92	
1	0,32	0,19	$B_1$
2		0,92	
1	0,44	0,40	$B_2$
2		0,29	
1	0,24	0,37	$B_1 + B_2$
2		0,21	
1	0,08	0,17	$\hat{S}^2 d$
2		0,39	

Apesar de certa inconstância de respostas quanto à estimativas de parâmetros de estabilidade, que pode ser observada nas Tabelas 15 a 17, foi possível agrupar aquelas progênies com tendência de alta produtividade e estabilidade quando avaliadas nos 3 anos. Assim, a previsibilidade julgada pelas estimativas dos desvios da regressão, esteve, na maioria dos casos ligada aos materiais mais produtivos. Para esses materiais, a capacidade de adaptação ou de respostas aos grupos dos piores e dos melhores

ambientes, deve ser de interesse particular de cada melhorista que poderá aproveitá-los para as condições particulares de cada sítio, ou de níveis de tecnologia.

As progênies 93, 94, 97, 128, 129, 130, 132, 134, 141, 143, 144 e 139 apresentaram comportamento previsível nos 3 anos, além de apresentarem alta capacidade produtiva. As progênies 131, 136, 137, 145, 150, 151 e 152 mostraram-se sempre com tendência à instabilidade. No grupo intermediário estão as progênies 133, 138, 142 e 147 estáveis em 2 anos de avaliação e com capacidade média de produção.

A mudança na ordenação das progênies quanto à estabilidade, quando se faz um estudo comparativo entre as estimativas dos parâmetros de estabilidade entre características como H e DAP, dentro de um ano de avaliação, pode estar associada à própria natureza dessas características, que podem assumir diferentes graus de correlação para diferentes sítios. A utilização do índice ambiental, baseado na média de todos os genótipos em cada ambiente, para obtenção das estimativas dos parâmetros de estabilidade, tem merecido críticas de vários autores, entre eles LIN et alii<sup>43</sup>. Para esses autores, o índice ambiental usado como variável independente, deveria ser substituído por fatores do ambiente, como temperatura, precipitação, etc, mas encontrar um único fator ambiental que apresente alta correlação com o crescimento das árvores, tem sido muito difícil (HOUGH & DIETRICH<sup>34</sup>, GONÇALVES<sup>30</sup>).

#### 4.3. Repetibilidade dos parâmetros da estabilidade

Os valores dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , e  $B_1 + B_2$ ) e das variâncias dos desvios da regressão ( $S^2_d$ ) para os grupos I, II, III, IV e V, baseados nos valores de altura e DAP, correspondentes ao agrupamento da primeira com a segunda repetição, e assim sucessivamente até o agrupamento da nona com a décima repetição de cada experimento, conduzidos em onze ambientes e avaliados com 2 anos de idade, estão nas Tabelas A9 a A16, do Apêndice.

Os resumos das análises da variância dos coeficientes de regressão ( $B_1$ , e  $B_1 + B_2$ ) e variância dos desvios da regressão, acompanhados de seus respectivos valores da variância genética, variância experimental e repetibilidade, baseados na altura são apresentados na Tabela 19. De maneira análoga a Tabela 20 mostra os dados referentes ao DAP.

Os valores da repetibilidade para os parâmetros da estabilidade variaram entre 0,20 para  $B_2$  (altura) e 0,42 para  $B_1 + B_2$  (altura) e também são similares àqueles obtidos pelos autores citados acima, mostrando que a contribuição genética para a manifestação desses parâmetros da estabilidade é cerca da metade daquela apresentada para a média de H ou DAP. Isto significa ser mais fácil o melhoramento das médias de H e DAP do que da estabilidade das progênies.



TABELA 19 - Análise da variância dos coeficientes de regressão e variância dos desvios de regressão, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, das alturas de 23 progênies de *E. peitzii* avaliadas com 2 anos em 11 ambientes, apresentando para cada parâmetro de estabilidade as estimativas da variância genética ( $\sigma^2_g$ ), variância ambiental ( $\sigma^2_e$ ) e coeficiente de repetibilidade ( $r_I$ ).

Fontes de variação	GL	QM		
		$B_1$	$B_1 + B_2$	$\text{Log } S^2_d + 1$
Total	114			
Blocos	4	0,0001	0,0000	0,013
Progênies	22	0,0280**	0,1472**	0,052**
Resíduo	88	0,0077	0,0316	0,017
$\sigma^2_g$		0,0041	0,0231	0,007
$\sigma^2_e$		0,0077	0,0316	0,017
$r_i$		0,34	0,42	0,29
CV %		8,76	17,76	27,28

\*\* Significativo ao nível de 1%.

TABELA 20 - Análise da variância dos coeficientes de regressão e variância dos desvios de regressão, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, dos DAP de 23 progênes de *E. pellita* avaliadas com 2 anos em 11 ambientes, apresentando para cada parâmetro de estabilidade as estimativas da variância genética ( $\sigma^2_g$ ), variância ambiental ( $\sigma^2_e$ ) coeficiente de repetibilidade ( $r_I$ ).

Fontes de variação	GL	QM		
		$B_1$	$B_1 + B_2$	$\text{Log } S^2_d + 1$
Total	114			
Blocos	4	0,0000	0,0000	0,027
Progênes	22	0,0339**	0,2974**	0,037**
Resíduo	88	0,0147	0,0735	0,015
$\sigma^2_g$		0,0041	0,0447	0,0044
$\sigma^2_e$		0,0147	0,0735	0,015
$r_i$		0,26	0,23	0,38
CV %		12,11	32,49	13,56

\*\* Significativo ao nível de 1%.

Constata-se pela Tabela 21, que os valores obtidas para as estimativas de repetibilidade utilizando-se os três anos de avaliações, foram coerentes com aqueles relatados anteriormente. Assim, os parâmetros de estabilidade apresentaram repetibilidade baixa, indicando que devem ser de difícil seleção. Vale salientar que a repetibilidade é uma superestimativa da herdabilidade, visto que inclui no numerador da expressão, além da variância genética, o componente ambiental, que é permanente ao longo dos anos.

A estimativa da repetibilidade para  $B_0$ , confirma também o que já foi relatado, mostrando que a herdabilidade para altura é bem superior a dos parâmetros de estabilidade. Há de se ressaltar

bem superior a dos parâmetros de estabilidade. Há de se ressaltar também que essa estimativa de repetibilidade para  $B_0$ , de 0,92, mostra que o desempenho relativo das progênies em altura, ao longo dos 3 anos de avaliações, foi praticamente o mesmo. Esse resultado, pelo menos em princípio, mostra que a avaliação precoce pode ser adotada neste caso.

Assim, no processo seletivo a ênfase deve ser direcionada à produtividade, onde os ganhos serão maiores e evidentemente com retorno econômico mais plausível. Se for possível associar alta produtividade com boa estabilidade, como parece ser o caso do presente trabalho, isso será altamente desejável visando recomendar materiais genéticos para várias regiões, o que contribuiria para facilitar os trabalhos de melhoramento com conseqüente diminuição dos custos de produção de sementes.

Como pôde ser constatado, é possível associar esses dois objetivos; senão vejamos: se a seleção das 12 melhores progênies (52,17%) fosse realizada aos 2 anos de idade, baseada apenas nas médias de H, seriam selecionadas entre elas, 9 progênies, isto é, 75,0% com boa estabilidade. Diante disto, parece claro que o estudo da estabilidade poderia contribuir na redução dos custos do programa de melhoramento, sem perdas no ganho genético. Paralelamente à seleção para produtividade, poderia ser realizada a seleção para a estabilidade, já que a maioria dos materiais mais produtivos mostrou-se também com comportamento previsível. Aqueles materiais de grande produtividade e comportamento imprevisível, que aqui são uma minoria, poderiam ser aproveitados à parte e

propagados assexuadamente apenas nos locais onde eles se expressaram positivamente.

TABELA 21 - Análise da variância dos coeficientes de regressão e variância dos desvios de regressão, obtidos a partir das avaliações das alturas das árvores de *E. pellita* avaliadas com 1, 2 e 3 anos em 7 ambientes, apresentando para cada parâmetro de estabilidade, as estimativas da variância genética ( $\sigma^2_g$ ), variância ambiental ( $\sigma^2_e$ ) e coeficiente de repetibilidade.

Fontes de variação	GL	QM			
		$B_0$	$B_1$	$B_1 - B_2$	$\text{Log } S^2_d \times 100$
Total	68				
Blocos	2	8463,61	0,15	0,37	5954,13
Progenies	22	10,93**	9,76**	34,23**	446,85**
Resíduo	44	0,30	2,45	12,90	211,43
$\sigma^2_g$		3,54	2,44	7,11	78,47
$\sigma^2_e$		0,30	2,45	12,90	211,43
$r_i$		0,92	0,50	0,36	0,27
CV %		0,64	5,22	12,05	43,08

\*\* Significativo ao nível de 1%.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

1. O conjunto das progênies testadas apresentou melhor desempenho em Esplanada-BA, mas também demonstrou potencial para ser plantado em Aracruz-ES, Belo Oriente-MG, Brotas-SP, Mogi Guaçu-SP e Inhambupe-BA. Nos demais locais (São Jerônimo-SP, Altinópolis-SP, Boa Esperança do Sul-SP, João Pinheiro-MG e Lassance-MG) o material genético introduzido poderá contribuir em programas de hibridação com outras espécies de maior potencial de produtividade.

2. Das 23 progênies testadas, 16 delas (93, 94, 97, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 138, 139, 141, 142, 143, 144 e 147) mostraram-se estáveis e deveriam constituir a população base para os futuros trabalhos de melhoramento, tanto para o grupo dos ambientes desfavoráveis (Lassance, João Pinheiro, Altinópolis, Boa Esperança do Sul e São Jerônimo), como para os ambientes com produtividade acima da média (Inhambupe, Belo Oriente, Aracruz,

Brotas, Mogi Guaçu e Esplanada).

3. Os valores de repetibilidade dos parâmetros da estabilidade,  $B_1$  e  $B_1 + B_2$  e  $S^2_d$  mostraram ser possível o melhoramento para essa característica, apesar de ser mais difícil do que para o desempenho médio dos caracteres. Contudo, constatou-se que é possível associar alta produtividade com estabilidade, o que é altamente desejável, visando indicar materiais genéticos para plantio em uma faixa mais ampla de ambientes.

## 6. SUMMARY

### ADAPTABILITY AND PHENOTYPIC STABILITY OF *Eucalyptus pellita*

#### F. Muell PROGENIES INTRODUCED FROM AUSTRALIA

Adaptation and stability analysis of *Eucalyptus pellita* F. Muell progenies introduced from Australia and planted in eleven locations were performed. Plant height (H), diameter at breast height (DAP), and plant survival at 1, 2, and 3 years of age in 7, 11, and 7 locations, respectively, were evaluated.

All progenies evaluated presented the best performance at Esplanada-BA, but also showed potential to be planted at Aracruz-ES, Belo Oriente-MG, Brotas-SP, Mogi-Guaçu-SP, and Inhambupe-BA. At the other sites (São Jerônimo-SP, Altinópolis-SP, Boa Esperança do Sul-SP, João Pinheiro-MG, and Lassance-MG) the genetic material introduced could take part in a hybridization program with other species which have greater yield potential.

Among the 23 progenies evaluated, 16 of them (93, 94, 97, 130, 128, 129, 132, 133, 134, 138, 139, 141, 142, 143, 144, and 147) showed stability and should constitute a base population for further breeding studies, both for unfavorable environments

(Lassance, João Pinheiro, Altinópolis, Boa Esperança do Sul, and São Jerônimo) and for environments which yield is above average (Inhambupe, Belo Oriente, Aracruz, Brotas, Mogi-Guaçu, and Esplanada). Despite the small number of progenies they could be used to constitute a seed orchard. These orchard could produce seed with lower cost for a large range of environments.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLARD, R.W. Princípios de melhoramento genético de plantas. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. 381p.
2. ALLARD, R.W. & BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. Crop Science, Madison, (4):503-08, 1964.
3. ANDRADE, H.B. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus l'Heritier* (Myrtaceae) nas regiões norte e nordeste do Estado de Minas Gerais. Lavrás, ESAL, 1991. 105P. (Tese MS).
4. BARNES, R.D.; GIBSON, G.L. & BARDEY, M.A. Variation and genotype-environment interaction in international provenance trials of *Pinus caribaea* and implications for improvement strategy. Revista Silvicultura, São Paulo, 29: 36-43, 1983. (Anais do Simpósio IUFRO em Melhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais de rápido crescimento, Águas de São Pedro-SP).
5. BARNES, R.D.; BURLEY, J.; GIBSON, G.L. & LEON, J.P.G. de. Genotype-environment interaction in tropical pines and their effects on the structure of breeding populations. Silvae Genetica, Frankfurt, 33(6):186-98, 1984.
6. BECKER, H.C. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica, Netherlands, 30:835-40, 1981.
7. BECKER, H.C. & LEON, J. Stability analysis in plant breeding. Plant breeding, Berlin, (101):1-23, 1988.
8. BILBRO, J.D. & RAY, L.L. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. Crop Sci., Madison, 16(6):821-24, Nov./Dec. 1976.

9. BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A. & TURNER, J.D. Forest trees of Australia, 4.ed. Melbourne, Nelson-CSIRO, 1984. 687p.
10. BONATO, E.R. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] nas condições do Rio Grande do Sul. Piracicaba, ESALQ, 1978. 75p. (Tese MS).
11. BURDON, R.D. Genetic correlations as a concept for studying genotype-environment interaction in forest tree breeding. Silvae Genetica, Frankfurt, 26(5-6):168-75, 1977.
12. CAMACHO, L.H. Estabilidad y adaptabilidad de líneas homocigotas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. y su implicación en la selección por rendimiento. Agronomía Tropical, Bogotá, (18):211-25, 1968.
13. CARVALHO, S.P. de. Metodologias de avaliação do desempenho de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras, ESAL, 1989. 68p. (Tese MS).
14. CHAVES, L.J.; VENCOVSKY, R. & GERALDI, I.O. Modelo não linear aplicado ao estudo da interação de genótipos x ambientes em milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 24(2):259-69, 1989.
15. CLAUSEN, K.E. Survival and early growth of white ash provenances and progenies in 19 plantations. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, 14:775-82, 1984.
16. COUTO, H.T.Z. do & FERREIRA, C.A. Seleção de espécies de *Eucalyptus* através de análise de regressão. Silvicultura, São Paulo, (31):427-32, 1983. Anais do Simpósio IUFRO de Melhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais de Rápido Crescimento, Águas de São Pedro, SP.
17. CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. Advances in Agronomy, London, 44:55-85, 1990.
18. CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de & VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. Revista Brasileira Genética, Ribeirão Preto, 12(2):567-80, 1989.
19. DUARTE, J.B. Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.). Goiânia, UFG, 1988. 150p. (Tese MS).

20. DVORAK, W.S.; BALOCCHI, C.E. & RAYMOND, R.H. Performance and stability of provenances and families of *Pinus tucunumanii* in the tropics and subtropics. Symposium IUFRO in Improv. Gen. For., Pataya, Nov. 1988. 13p.
21. EBERHART, S.A. & RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, Madison, 6(1):36-40, Jan./Feb. 1966.
22. EBERHART, S.A. & RUSSEL, W.A. Yield and stability for 10 line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. Crop Science, Madison, 9(9):357-61, May/June 1969.
23. FALKENHAGEN, E.R. Genotype by environment interactions in South African Pine Progeny Trials: Implications for tree breeding. South African Forestry Journal, Pretoria, Dec. 1985. p.53-60.
24. FERNANDES, J.S.C. Estabilidade ambiental e de cultivares de milho (*Zea mays* L.) na região centro-sul do Brasil. Piracicaba, ESALQ, 1988. 94p. (Tese MS).
25. FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. Aust. J. Agric. Res., Victoria, 14:742-54, 1963.
26. FREEMAN, G.H. & PERKINS, J.M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. Heredity, Edinburgh, 27:15-23, 1971.
27. FREY, K.J. Stability index for isolines of oats (*Avena sativa* L.). Crop Science, Madison, 12(6):809-12, Nov./Dec. 1972.
28. GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Piracicaba, IPEF, 1989. 11p. (Circular Técnica, 171).
29. GOLFARI, L.C.; CASER, R.L. & MOURA, U.P.G. Zoneamento ecológico para reflorestamento no Brasil. (2ª aproximação). Belo Horizonte, PRODEPEF/CPAC, 1978. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45. Série Técnica, 11).
30. GONÇALVES, J.L. de M. Interação genótipo-ambiente e relações entre produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 1990. 135p. (Tese de Doutorado).

31. GORGULHO, E.P. Avaliação de progênie de *Eucalyptus pyrocarpa* L. Johnson & Blaxell em diferentes espaçamentos de plantio. Lavras, ESAL, 1990. 71p. (Tese MS).
32. HANSON, W.D. Genotype stability. Theoretical Applied Genetics, Berlin, (40):226-31, 1970.
33. HARDWICK, R.C. & WOOD, J.T. Regression methods for studying genotype-environment interactions. Heredity, Edinburgh, 28:209-22, 1989.
34. HOOG, R.J. de & DIETRICH, A.B. Avaliação de sítio para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktzc. em povoamentos artificiais. Brasil Florestal, Brasília, 9(37):19-71, jan./mar. 1979.
35. JAYASEKERA, N.E.M. A basis for selecting *Hevea* clones stable to unpredictable agro-climatic variability. Silvae Genetica, Frankfurt, 32(5-6):181-84, 1983.
36. KAGEYAMA, P.Y. Seleção precoce a diferentes idades em progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ, 1983. 147p. (Tese Livre Docência).
37. KAGEYAMA, P.Y. Interação de genótipos por ambientes. In: REUNIÃO SOBRE INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM CLIMA E SOLO, Piracicaba, 1986. Palestras... Piracicaba, IPEF, 1986. p.18-20.
38. KHALIL, M.A.K. All-range black spruce provenance study in New-foundland: performance and genotypic stability of provenances. Silvae Genetica, Frankfurt, 33(2-3):63-71, 1984.
39. LEITE, A.C.S. Adaptabilidade, estabilidade, heterose e avaliação de metodologias alternativas de seleção recorrente recíproca com famílias de irmãos completos em cultivares de milho (*Zea mays* L.). Viçosa, UFV, 1988. 121p. (Tese de Doutorado).
40. LERNER, I.M. Genetic homeostasis. London, Oliver and Boyd, 1954. 134p.
41. LEWIS, D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance heterosis phenotype stability and variability. Heredity, Edinburgh, 8:333-56, 1954.
42. LI, B. & McKEAND, S.E. Stability of loblolly pine families in the Southeastern U.S. Silvae Genetica, Frankfurt, 38(3-4):96-101, 1989.

43. LIN, C.S.; BINNS, M.R. & LEFKOVITCH, L.P. Stability analysis. Where do we stand? Crop Science, Madison, 26(5):894-899, 1986.
44. MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BUCACIO, A.N.R. & ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. Revista Agronômica del Nordeste Argentino, Tucuman, (1-4):105-27, 1976.
45. MATHER, K. Genetical control of stability in development. Heredity, Edinburgh, 7:297-336, 1953.
46. MATHESON, A.C. & RAYMOND, C.A. The impact of genotype x environment interactions on Australian *Pinus radiata* breeding programs. Australian Forest Research, Victoria, 14:11-25, 1984.
47. MORA, A.L. Interação com espaçamentos e locais em clones de *Eucalyptus* spp. no norte do Estado da Bahia. Piracicaba, ESALQ, 1986. 101p. (Tese MS).
48. MORAES, M.L.T. de. Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e sua relação com características de crescimento. Piracicaba, ESALQ, 1987. 115p. (Tese MS).
49. MORI, E.S. Avaliação da estabilidade fenotípica em progênies de *Eucalyptus saligna* em São Paulo. In: REUNIÃO SOBRE OS PROGRAMAS COOPERATIVOS NA ÁREA DE MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL DO IPEF, São Paulo, 1988. Palestras... Piracicaba, IPEF, 1988.
50. MORI, E.S.; DE LELLO, L.R.B. & KAGEYAMA, P.Y. Efeitos da interação genótipo x ambiente em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. IPEF, Piracicaba, (33):19-25, 1986.
51. MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y. & FERREIRA, M. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. IPEF, Piracicaba, (39):53-63, 1988.
52. MORI, E.S. & SANTOS, P.E.T. dos. Programa cooperativo interação genótipo x ambientes. IPEF - Série Técnica, Piracicaba, 6(21):1-34, 1989.
53. MORGENSTERN, E.K. Interactions between genotype, site and silvicultural treatment. Information Report PI-X, Chalk River, (14):1-18, 1982.

54. MORGENSTERN, E.K. & TEICH, A.H. Phenotypic stability of height growth of jack pine provenances. Canadian Journal Genetics Cytology, 11:110-17, 1969.
55. OLIVEIRA, A.C. Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, UnB, 1976. 64p. (Tese MS).
56. OWINO, F. Genotype x environment interaction and genotypic stability in loblolly pine. Silvae Genetica, Frankfurt, 26(1):21-26, 1977.
57. PATIÑO VALERA, F. Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação no espaçamento. Piracicaba, ESALQ, 1986. 192p. (Tese MS).
58. PERKINS, J.M. & JINKS, J.L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity, Edinburgh, 23:339-56, 1968.
59. PIRES, C.L.S.; KALIL FILHO, A.N.; GURFINKEL, J.L. & FONTES, M.A. Estabilidade fenotípica e comportamento de origens de *Pinus palustris* Mill. em Itararé e Campos do Jordão-SP, aos seis anos. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, 38(1):1-12, maio 1984.
60. PLAISTED, R.L. & PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. American Potato Journal, New Brunswick, 36(11):381-85, Nov. 1959.
61. QUIJADA, R.M. Interacción genotipo x ambiente. In: FAO/-DANIDA. Mejora genética de arboles forestales. Merida, 1980. p.231-35.
62. RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos & ZIMMERMAN, M.J.O. Genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas, com ênfase na cultura de feijoeiro. Goiânia, Universidade Federal de Goiás. No prelo.
63. SANTOS, J.B. dos. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, USP, 1980. 110p. (Tese MS).
64. SANTOS, J.B. dos & RAMALHO, M.A.P. Seleção de progênies de feijoeiro adaptadas às condições de outono e inverno no Sul de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 25(11):1655 -61, 1990.

65. SHELBOURNE, C.J.A. Genotype-environment interaction: Its study and its implications in forest tree improvement. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, 1972. 28p.
66. SHIMIZU, J.Y. Estabilidade genotípica e adaptabilidade como critérios para seleção de *Pinus elliottii*. Boletim de Pesquisa Florestal, EMBRAPA-CNPQ, Curitiba, (13):17-24, 1986.
67. SHUKLA, G.K. Some statical aspects of partitioning genotype-environmental component of variability. Heredity, Edinburgh, (29):237-45, 1972.
68. SILVA, J.G. & BARRETO, J.N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica, 1, Piracicaba, 1985. Anais... Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.49-50.
69. SOUZA, F.R.S. de. Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1989. 80p. (Tese MS).
70. SQUILLACE, A.E. Genotype-environment interaction in forest trees. In: Meeting of the IUFRO Working Group on Quantitative Genetics, 2, section, 22. New Orleans, USDA, Forest Serv. 1969.
71. ST. CLAIR, J.B. & KLEINSCHMIT, J. Genotype-environment interaction and stability in ten year height growth of norway spruce clones (*Picea abies* Karst.). Silvae Genetica, Frankfurt, 35(5-6):177-86, 1986.
72. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistical a biometrical approach. 2.ed., New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.
73. TAI, G.C.C. Genotype stability analysis and its applications to potato regional trials. Crop Science., Madison, 11(2): 184-90, Mar./Apr. 1971.
74. TAKEDA, C.; SANTOS, J.B. dos & RAMALHO, M.A.P. Choice of the parental lines for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Reaction of cultivars and of their segregant populations to variations in different environments. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 14(2):455-65, 1991.
75. TORRES, R.A. de A. Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ, 1988. 133p. (Tese de Doutorado).

76. VENCovsky, R. Modelos estatísticos e implicações na estabilidade fenotípica. In: REUNIÃO SOBRE OS PROGRAMAS COOPERATIVOS NA ÁREA DE MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL DO IPEF, São Paulo, 1988. Palestras... Piracicaba, IPEF, 1988.
77. VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S. & MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis a proposed modification. Theoretical Applied Genetics, New York, 53:89-91, 1978.
78. WRICKE, G. Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. A. flanzenzucht, 47:92-6, 1962.
79. YATES, F. & COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. Journal Agricultural Science Camb., 28:556-80, 1938.
80. ZOBEL, B. & TALBERT, J. Applied forest tree improvement. New York, John Wiley & Sons, 1984. 505p.



## APÊNDICE

TABELA A1 - Altura média (m) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 1 ano, incluindo as médias ambientais, os coeficientes de variação e os valores da D.M.S. (Tukey 5%).

Progenie	Locais						
	Beio Oriente	Mogi Guaçu	João Pinheiro	Brotas	Inhambupe	Esplanada	Altinópolis
93	4,29	4,56	4,14	5,04	5,81	6,16	3,04
94	3,87	4,58	4,29	4,78	5,68	5,90	2,96
97	3,81	4,29	4,33	4,33	5,96	5,54	2,71
128	3,74	4,28	4,19	4,20	5,84	5,95	2,95
129	3,91	4,46	4,05	4,65	5,53	6,02	2,89
130	4,24	4,58	4,32	5,00	5,56	5,69	2,87
131	3,99	4,26	4,36	4,72	5,17	5,61	2,66
132	4,25	4,64	4,32	5,04	5,43	6,10	2,78
133	3,59	4,22	4,05	4,53	5,62	5,85	2,89
134	3,77	4,42	4,24	4,75	5,78	6,26	3,05
136	3,60	3,66	4,17	4,23	5,15	4,89	2,23
137	3,44	3,64	4,08	4,03	5,34	5,20	2,62
138	4,36	4,33	4,00	4,88	6,17	5,68	3,24
139	3,95	4,16	4,02	4,51	5,43	5,86	2,63
141	4,33	4,53	4,05	4,50	5,79	5,57	2,98
142	4,07	4,36	3,63	4,65	5,44	5,66	2,90
143	4,03	4,51	4,23	4,70	5,58	5,61	2,61
144	4,07	4,11	3,77	4,32	5,48	5,57	2,59
145	3,67	3,95	4,30	4,13	5,50	5,14	2,72
147	4,13	4,58	3,71	4,80	5,94	5,98	2,86
150	4,19	3,58	3,89	4,20	5,74	5,81	2,52
151	4,43	4,52	4,08	4,84	5,60	6,16	3,11
152	3,91	3,99	4,22	4,43	6,15	5,46	2,54
Média*	3,98 C	4,27 BC	4,11 C	4,58 B	5,64 A	5,72 A	2,80 D
CV (%)	12,57	9,10	13,26	9,48	8,86	7,52	10,42
Tukey (5%) <sup>1</sup>	0,82	0,64	0,89	0,71	0,82	0,70	0,48

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Tukey utilizado para comparação das progênies dentro de cada local.

TABELA A2 - DAP médio (cm) das progênies de *E. pellita*, avaliados com 1 ano, incluindo as médias ambientais, os coeficientes de variação e os valores da D.M.S. (Tukey 5%).

Progênies	Locais						
	Belo Oriente	Mogi Guaçu	João Pinheiro	Brotas	Inhambupe	Esplanada	Altinópolis
93	3,68	4,04	4,22	4,30	5,58	7,77	2,32
94	3,26	4,33	4,60	4,35	5,92	7,55	1,94
97	2,94	3,69	4,45	3,52	5,88	6,72	2,10
128	3,08	3,85	4,43	3,63	5,79	7,45	2,11
129	3,19	4,02	4,18	3,97	5,02	7,26	1,99
130	3,91	4,02	4,35	4,42	5,24	6,86	1,92
131	3,60	3,77	4,24	4,05	5,13	7,10	1,88
132	3,80	4,34	4,43	4,55	5,29	7,80	1,95
133	2,79	3,73	4,11	4,22	5,79	7,42	2,17
134	3,11	3,89	4,29	3,97	5,49	7,69	2,18
136	2,78	3,16	4,07	3,55	5,20	6,62	1,26
137	2,51	3,03	3,95	3,03	4,86	5,94	1,51
138	3,84	3,82	4,05	3,97	5,88	7,17	2,34
139	3,31	3,75	4,02	3,67	5,26	6,98	1,72
141	3,97	4,15	3,94	3,97	5,50	7,57	2,15
142	3,46	3,95	3,45	3,87	5,13	6,99	2,07
143	3,34	4,07	3,83	3,96	5,81	6,77	1,67
144	3,22	3,60	3,64	3,51	5,58	7,32	1,66
145	2,82	3,47	4,19	3,39	5,06	6,35	1,73
147	3,28	3,79	3,59	3,57	6,01	7,19	2,05
150	3,69	3,13	3,77	3,26	5,91	7,09	1,64
151	3,61	4,07	4,31	3,95	5,86	7,89	2,37
152	3,16	3,74	4,19	3,85	6,49	7,03	1,72
Média *	3,32 D	3,80 C	4,10 C	3,85 C	5,55 B	7,15 A	1,93 E
CV (%)	18,83	12,70	17,79	13,52	9,97	8,08	19,37
Tukey (5%) <sup>1</sup>	1,02	0,79	1,19	0,35	0,28	0,95	0,61

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Tukey utilizado para comparação das progênies dentro de cada local.

TABELA A3 - Altura média (M) das 23 progênies de *E. pellita* avaliadas com 2 anos, incluindo as médias ambientais, os coeficientes de variação e os valores da D.M.S. (Tukey 5%).

Progênies	Locais										
	Aracruz	Belo Oriente	São Jerônimo	Mogi Guaçu	João Pinheiro	Brotas	Lassance	Inhambupe	Esplanada	Altinópolis	Boa Esperança do Sui
93	7,63	8,39	7,80	10,20	5,41	8,98	4,83	7,45	12,28	7,38	7,38
94	7,42	7,77	7,81	10,12	5,68	8,62	4,61	7,29	11,65	6,49	7,21
97	7,80	8,03	7,46	9,76	5,80	8,69	4,33	7,84	11,15	7,00	6,69
128	7,82	7,52	7,63	9,24	5,34	8,41	4,30	7,97	11,84	7,08	6,86
129	7,94	7,50	7,00	9,91	5,16	8,83	4,82	7,10	11,64	7,21	6,65
130	7,37	8,03	7,35	10,31	5,56	9,23	4,49	7,50	11,39	6,84	6,70
131	7,90	8,16	6,41	9,43	5,29	8,51	3,86	6,61	11,46	6,56	6,25
132	7,26	8,43	6,90	10,30	5,69	9,20	4,97	7,55	12,32	7,08	7,48
133	7,66	7,36	7,10	9,25	5,24	8,70	4,43	7,33	11,83	7,31	6,93
134	8,16	8,10	7,19	10,05	5,43	8,96	4,86	7,33	12,69	7,15	7,36
136	7,27	6,78	6,73	7,83	5,32	8,14	3,81	6,88	9,90	5,53	5,77
137	7,00	6,12	6,59	8,54	5,64	7,97	3,83	7,10	10,51	6,17	6,35
138	8,09	7,92	7,34	9,17	5,40	8,79	4,63	7,66	10,55	7,25	7,23
139	7,79	7,22	7,06	9,53	5,32	8,16	4,32	7,61	11,00	6,07	6,55
141	7,54	8,19	7,22	9,82	4,92	8,67	4,58	7,52	11,66	7,23	6,86
142	7,66	7,35	7,11	9,36	4,37	8,89	4,47	7,28	11,92	6,97	6,78
143	7,70	7,28	7,03	9,78	5,98	8,47	4,38	7,25	10,89	6,89	6,79
144	7,68	7,26	6,88	8,97	5,34	7,99	4,38	7,43	11,48	6,64	6,75
145	6,70	7,17	7,47	9,20	5,72	8,22	4,24	7,20	10,00	6,68	6,55
147	8,14	7,58	7,30	9,55	5,06	8,71	4,62	7,92	11,64	6,61	7,23
150	8,30	7,50	6,14	9,00	5,48	8,05	4,75	7,21	11,13	6,94	6,75
151	8,61	8,08	7,35	9,44	5,15	8,46	4,78	7,91	11,96	7,51	7,32
152	7,90	7,48	6,48	9,00	5,38	8,28	3,87	8,61	10,75	6,36	6,92
Média *	7,74D	7,62D	7,11EF	9,47B	5,38G	8,56C	4,44H	7,46DE	11,38A	6,82F	6,84F
C.V. (%)	6,83	12,95	9,61	8,16	14,26	7,63	1,59	9,75	9,20	9,28	7,33
Tukey 5% <sup>1</sup>	0,86	1,62	1,12	1,26	1,16	1,07	0,84	1,19	1,71	1,03	0,83

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Tukey utilizado para comparação das progênies dentro de cada local.

TABELA A4 - DAP médio das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos, incluindo as médias ambientais, os coeficientes de variação, e os valores da D.H.S. (Tukey 5%).

Progênies	Locais										
	Aracruz	Belo Oriente	São Jerônimo	Mogi Guaçu	João Pinheiro	Brotas	Lassance	Inhambupe	Esplanada	Altinópolis	Boa Esperança do Sul
93	8,28	8,36	8,30	7,87	6,45	8,00	4,68	7,26	10,75	6,90	7,14
94	8,28	7,87	8,53	8,45	6,73	8,08	4,50	7,59	10,59	6,13	7,09
97	7,77	7,97	7,87	7,35	6,69	7,61	4,09	7,69	9,32	6,33	6,28
128	8,33	7,68	8,38	7,53	6,54	7,54	4,14	7,78	10,25	6,30	6,55
129	8,35	7,38	7,10	7,78	5,92	7,47	4,83	6,60	10,27	6,39	6,10
130	8,08	8,27	7,67	8,11	6,35	8,54	4,43	7,08	9,64	6,22	6,43
131	8,69	8,18	6,39	7,51	6,02	7,70	3,63	6,86	9,83	5,69	5,30
132	8,20	8,74	7,36	8,14	6,53	8,46	5,05	7,47	11,03	6,55	7,54
133	7,82	7,06	7,62	6,80	6,18	7,90	4,25	7,68	10,51	6,43	6,44
134	8,59	7,64	7,48	7,25	6,37	7,54	4,71	7,20	10,77	6,33	7,08
136	7,42	6,26	7,66	6,15	5,81	7,14	3,71	7,06	9,05	4,57	4,97
137	7,57	5,97	6,74	6,29	6,42	6,55	3,38	6,56	8,54	5,26	5,71
138	7,98	7,74	7,61	7,04	5,95	7,54	4,54	7,30	9,34	6,20	6,42
139	8,02	7,15	7,45	7,60	6,12	6,93	4,29	7,45	9,43	5,23	5,93
141	8,45	8,36	8,02	7,96	5,48	8,01	5,04	7,08	10,53	6,85	6,88
142	7,45	7,19	7,75	7,48	4,83	7,86	4,64	7,02	9,96	6,29	6,37
143	7,89	7,26	7,31	7,53	6,44	7,61	4,27	7,41	9,23	5,95	6,09
144	7,84	7,70	7,33	6,99	5,90	7,28	4,05	7,40	10,28	6,22	6,39
145	6,89	7,04	7,97	7,35	6,28	7,32	4,10	6,74	8,25	5,91	5,91
147	8,06	7,27	7,25	7,21	5,59	7,09	4,22	7,94	9,75	5,68	6,39
150	8,08	8,06	6,89	7,16	6,00	6,59	4,22	7,53	9,66	5,00	5,71
151	8,61	8,15	7,62	7,98	5,87	7,37	4,66	7,63	10,80	6,93	6,85
152	8,07	7,09	7,25	6,90	5,99	7,44	3,64	9,01	9,48	5,84	6,60
Média *	8,03 B	7,58 BC	7,55 C	7,41 C	6,11 D	7,55 C	4,31 E	7,36 C	9,88 A	6,05 D	6,35 D
C.V. (%)	7,29	13,91	12,46	10,60	18,56	10,37	14,89	9,61	9,55	11,47	10,91
Tukey (5%) <sup>1</sup>	1,04	1,73	1,54	1,29	1,86	1,29	1,05	1,16	1,55	1,14	1,14

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Tukey utilizado para comparação das progênies dentro de cada local.

TABELA A5 - Altura média (m) dos 23 progênies de *E. pellita*, avaliados com 3 anos, incluindo as médias ambientais, os coeficientes de variação e os valores da D.M.S. (Tukey 5%).

Progênies	Locais						
	Belo Oriente	Mogi Guaçu	João Pinheiro	Brotas	Inhambupe	Esplanda	Altinópolis
93	12,38	12,77	6,51	11,70	9,91	14,64	10,02
94	10,62	13,26	6,75	11,30	9,58	14,07	8,34
97	11,98	12,61	6,94	10,86	10,08	13,84	9,23
128	11,24	12,42	6,23	10,77	10,35	14,45	9,30
129	11,53	12,90	8,10	11,47	9,51	13,92	9,52
130	12,33	13,62	6,61	12,27	10,14	13,77	9,23
131	11,48	12,34	6,25	10,53	8,89	13,98	8,27
132	12,60	13,38	6,80	11,95	9,95	14,73	9,43
133	10,17	12,19	5,85	11,29	9,72	14,15	9,31
134	12,90	12,80	6,40	11,37	10,12	14,81	9,43
136	9,15	10,51	6,44	10,11	8,36	13,13	6,90
137	9,47	11,38	6,91	10,05	9,21	13,24	8,17
138	11,61	12,26	6,63	11,18	9,67	13,76	9,87
139	10,13	12,67	6,43	10,65	9,41	13,78	7,95
141	11,76	13,02	6,11	11,07	9,29	14,44	10,10
142	10,65	12,52	5,55	11,21	9,00	14,02	7,46
143	10,54	12,84	7,16	11,07	9,73	13,51	9,08
144	10,21	12,19	6,56	10,54	8,98	13,95	8,37
145	10,79	12,53	7,08	10,70	9,35	13,57	8,71
147	11,15	12,45	6,44	11,18	9,81	14,66	9,02
150	10,98	10,76	6,84	9,72	9,13	13,62	7,52
151	12,81	12,24	6,79	10,86	9,54	14,65	10,01
152	11,22	11,15	6,58	10,76	10,14	13,91	8,34
Média*	11,20 C	12,38 B	6,52 F	10,98 C	9,56 D	14,02 A	8,94 E
CV (%)	15,43	9,39	15,66	8,06	10,38	5,56	10,52
Tukey (5%) <sup>1</sup>	2,83	1,90	1,67	1,45	1,62	1,28	1,54

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Tukey utilizado para comparação das progênies dentro de cada local.

TABELA A6 - DAP médio dos 23 progênies de *E. pellita*, avaliados com 3 anos, incluindo as médias ambientais, os coeficientes de variação e os valores de D.M.S. (Tukey 5%).

Progênies	Locais						
	Belo Oriente	Mogi Guaçu	João Pinheiro	Brotas	Inhambupe	Esplanada	Altinópolis
93	10,93	9,36	7,46	9,38	9,07	13,40	8,27
94	10,13	10,48	7,90	9,68	9,24	13,20	7,41
97	10,69	8,99	7,94	8,48	9,14	12,38	7,42
128	10,06	9,26	7,86	8,86	9,66	13,03	7,70
129	9,61	9,57	6,73	9,17	8,09	12,94	7,78
130	11,02	10,07	7,26	10,30	8,20	12,55	7,52
131	10,50	9,23	7,21	8,66	8,94	12,76	6,54
132	11,26	10,01	7,87	9,90	9,23	13,87	8,10
133	8,40	8,36	6,88	9,23	9,23	13,03	7,45
134	10,71	8,79	7,44	8,93	8,84	13,21	7,47
136	7,47	7,58	6,74	7,92	7,64	12,02	5,20
137	8,33	7,85	7,41	7,39	7,59	11,10	6,37
138	9,82	8,49	7,00	8,61	8,38	11,93	7,66
139	8,86	9,39	7,03	8,25	8,16	12,12	6,12
141	10,80	9,45	6,43	9,17	8,17	12,80	8,50
142	8,99	8,89	5,53	9,00	7,79	13,18	7,45
143	9,39	9,36	7,30	9,02	8,74	12,05	7,17
144	10,05	8,93	7,05	8,53	8,25	12,82	7,20
145	9,25	9,20	7,40	8,56	7,83	11,62	7,08
147	9,57	8,71	6,72	8,20	8,94	12,98	6,74
150	9,77	7,74	7,32	7,40	8,88	12,29	5,52
151	10,54	9,37	7,39	8,70	8,88	13,66	8,48
152	9,19	7,92	7,06	8,66	9,68	12,39	6,99
Média*	9,80 B	9,00 C	7,17 D	8,78 C	8,62 C	12,67 A	7,22 D
CV (%)	14,75	12,10	19,62	11,81	11,05	9,73	13,58
Tukey (5%) <sup>1</sup>	2,37	1,78	2,30	1,70	1,56	2,02	1,61

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Tukey utilizado para comparação das progênies dentro de cada local.

TABELA A7 - Sobrevivência média das 23 progênies de *E. pallita* (%), avaliadas com 2 anos, incluindo as médias ambientais, os coeficientes de variação e os valores da D.M.S. (Tukey 5%).

Progênies	Locais										
	Aracruz	Belo Oriente	São Jerônimo	Mogi Guaçu	João Pinheiro	Brotas	Lassance	Inhambupe	Esplanada	Altinópolis	Boa Esperança do Sul
	----- % -----										
93	90,72	100,00	89,29	93,40	86,61	94,64	97,32	90,72	97,32	100,00	100,00
94	97,32	91,97	100,00	90,72	94,64	94,64	97,32	94,64	100,00	97,32	100,00
97	82,70	50,72	90,72	94,64	94,64	77,53	89,29	93,72	85,37	100,00	94,64
128	97,32	73,62	77,53	88,04	93,40	70,05	94,64	93,72	100,00	100,00	97,32
129	88,04	94,64	94,64	96,08	94,64	89,29	97,32	93,72	93,72	100,00	100,00
130	78,04	100,00	97,32	100,00	91,97	94,64	97,32	90,72	94,64	100,00	100,00
131	100,00	94,64	88,04	89,21	91,97	100,00	97,32	93,72	97,32	100,00	100,00
132	89,29	100,00	91,97	94,64	94,64	97,32	97,32	93,72	100,00	97,32	100,00
133	84,49	93,40	97,32	82,89	100,00	91,97	88,04	100,00	100,00	100,00	100,00
134	88,40	76,61	94,68	91,97	97,32	97,32	85,37	93,40	97,32	94,64	94,64
136	85,37	86,81	83,93	80,37	89,29	97,32	88,57	93,43	97,32	97,32	97,32
137	88,04	74,85	91,67	86,81	85,72	86,61	85,57	91,97	100,00	100,00	97,32
138	97,32	100,00	90,72	71,45	19,29	91,97	97,32	100,00	97,32	100,00	97,32
139	89,29	82,70	97,32	94,64	93,40	95,64	94,64	94,64	94,64	97,32	91,97
141	85,37	97,32	91,97	89,49	84,29	93,40	86,81	94,64	86,97	97,32	100,00
142	79,13	97,32	100,00	97,32	80,21	100,00	94,64	91,97	100,00	97,32	100,00
143	90,72	89,29	84,43	97,32	100,00	94,64	94,64	86,61	91,97	90,72	97,32
144	84,12	90,72	81,25	88,04	89,64	94,64	94,64	93,72	90,72	90,72	97,32
145	93,40	94,64	94,64	89,29	91,97	91,97	94,64	92,32	89,49	97,32	97,32
147	89,29	84,43	90,72	91,97	88,04	89,64	91,97	96,08	84,13	100,00	97,52
150	81,45	77,89	77,70	89,49	81,45	83,04	81,45	100,00	100,00	90,72	97,32
151	90,72	82,70	88,04	82,89	87,32	97,32	81,45	90,72	100,00	96,08	97,32
152	81,81	80,25	74,85	94,64	94,64	94,64	90,72	85,37	100,00	88,57	97,32
Média *	88,37E	88,92DE	89,94CDE	90,23CDE	91,09CDE	91,53BCDE	92,62ABCDE	94,35ABCD	95,73ABC	97,01AB	97,79A
C.V. (%)	15,63	15,44	14,56	16,26	15,28	13,85	13,99	12,52	10,04	9,04	7,60
Tukey (5%) <sup>1</sup>	18,32	18,23	17,40	19,49	18,48	16,84	17,21	15,69	12,76	11,65	9,87

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup> Tukey utilizado para comparação das progênies dentro de cada local.



TABELA A8 - Porcentagem média de árvores atípicas de *E. pellita*, avaliadas em 9 locais, com 2 anos de idade.

Progênie	% árvores atípicas*
138	50,10 A
150	41,64 AB
151	34,38 BC
142	24,29 C
152	23,11 CD
141	21,82 CDE
144	18,01 CDE
139	15,15 CDEF
147	13,37 DEFG
145	13,18 DEFG
143	12,57 DEFG
136	7,68 FG
137	7,66 FG
97	5,84 FG
129	5,53 FG
128	5,35 FG
134	5,04 FG
131	4,54 G
132	4,54 G
94	4,54 G
93	4,54 G
133	4,05 G
130	4,05 G
Média	14,39
CV %	45,31

\* Dados transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{x+0,5}$ .

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA A9 - Médias da altura das 23 progênes de *E. pellita* avaliadas com 2 anos de idade, obtidas a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, em 11 ambientes.

Progênes	Alturas médias (m)				
	I	II	III	IV	V
93	8,00	8,04	8,04	7,75	7,98
94	7,77	7,95	7,69	7,37	7,64
97	7,63	7,88	7,66	7,79	7,37
128	7,67	7,61	7,74	7,51	7,35
129	7,30	7,62	7,79	7,67	7,72
130	7,73	7,83	7,64	7,85	7,39
131	7,23	7,52	7,28	7,83	7,17
132	7,86	8,09	7,91	7,79	7,89
133	7,64	7,65	7,50	7,34	7,65
134	7,80	8,19	7,96	7,31	7,79
136	7,34	6,69	6,81	6,91	6,75
137	6,68	6,88	7,22	6,93	6,85
138	7,48	7,48	7,90	7,59	7,62
139	7,19	7,16	7,50	7,42	7,18
141	7,51	7,79	7,82	7,86	7,33
142	7,38	7,51	7,47	7,56	7,29
143	7,83	7,59	7,49	7,43	7,14
144	7,17	7,01	7,67	7,30	7,40
145	7,31	7,33	7,18	7,21	7,00
147	7,82	8,04	7,60	7,48	7,41
150	7,40	7,32	7,28	7,31	7,17
151	7,83	8,06	8,04	7,76	7,61
152	7,45	7,55	7,25	7,18	7,26

TABELA A10 - Coeficientes de regressão linear ( $B_1$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, das alturas em 11 ambientes.

Progênies	Coeficientes de regressão ( $B_1$ )				
	I	II	III	IV	V
93	1,08	1,12	0,96	1,01	1,15
94	1,01	0,96	0,95	0,93	1,19
97	1,04	0,95	1,00	1,06	0,90
128	0,96	0,99	1,00	1,13	1,02
129	1,13	0,98	1,01	1,11	0,97
130	0,98	1,02	0,97	1,11	1,17
131	1,13	1,06	1,15	1,17	1,19
132	0,97	0,97	1,01	1,06	1,10
133	0,97	0,92	0,98	1,02	1,13
134	1,10	1,11	0,96	1,13	1,10
136	0,80	0,81	0,93	0,94	0,89
137	0,86	0,86	0,91	0,85	1,01
138	0,99	0,91	0,90	0,96	0,99
139	1,13	0,95	1,03	0,86	0,94
141	0,96	1,12	1,16	0,93	1,02
142	1,13	0,99	1,28	1,12	0,94
143	0,85	1,07	0,97	0,91	0,86
144	0,88	1,03	0,95	0,88	0,93
145	0,86	0,93	0,80	0,84	0,70
147	1,08	1,17	1,09	1,12	0,85
150	0,87	1,16	0,93	0,85	1,01
151	1,16	0,90	1,11	1,03	0,90
152	1,03	1,00	0,93	0,96	1,02

TABELA A11 - Coeficientes de regressão linear ( $B_1 + B_2$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, das alturas em 11 ambientes.

Progênies	Coeficientes de regressão ( $B_1 + B_2$ )				
	I	II	III	IV	V
1	1,128	1,130	1,351	0,915	1,288
2	1,116	1,110	1,278	1,172	1,225
3	1,038	0,706	0,853	0,779	1,010
4	0,920	1,018	1,157	0,967	1,299
5	1,134	1,322	0,885	1,352	0,956
6	1,116	1,126	1,050	0,975	0,745
7	1,026	0,691	0,985	1,200	0,721
8	1,237	1,235	1,030	1,205	1,534
9	1,153	1,197	1,252	1,162	1,196
10	1,405	1,329	1,104	1,278	1,298
11	0,526	0,399	0,888	0,869	0,857
12	0,946	1,062	0,787	0,339	0,912
13	0,446	0,405	0,971	0,875	0,553
14	0,788	1,053	0,706	0,982	0,706
15	1,184	1,015	1,219	1,220	1,073
16	0,987	1,154	0,971	1,239	1,125
17	1,171	1,066	1,071	0,654	0,691
18	1,054	1,167	0,888	1,056	0,932
19	0,997	1,026	0,738	1,094	0,635
20	1,027	0,955	1,100	1,049	1,404
21	0,748	0,963	0,673	0,851	1,235
22	1,047	0,994	1,104	1,054	0,855
23	0,806	0,875	0,934	0,711	0,748

TABELA A12 - Variâncias dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2_d$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, das alturas em 11 ambientes.

Progênies	Variâncias dos desvios ( $\hat{S}^2_d$ )				
	I	II	III	IV	V
93	1,35	4,73	2,39	0,78	2,33
94	3,54	1,65	2,40	2,02	2,16
97	1,96	3,86	2,52	1,83	2,29
128	2,09	1,49	1,86	1,06	1,41
129	5,01	2,46	3,07	3,03	1,51
130	1,94	1,70	1,17	2,94	4,38
131	2,43	5,48	6,95	2,72	2,90
132	4,23	4,44	2,25	1,95	3,81
133	1,58	2,49	1,32	2,58	0,88
134	3,49	0,80	2,32	3,39	3,69
136	2,70	5,01	4,08	2,72	5,26
137	3,19	5,96	2,99	4,74	4,31
138	4,13	2,44	2,06	1,23	0,86
139	4,93	3,04	1,80	0,76	1,15
141	1,41	1,90	4,70	1,82	2,56
142	2,39	3,02	3,75	2,25	5,32
143	2,19	3,13	7,67	3,69	2,23
144	1,58	3,71	1,38	1,11	0,43
145	5,99	3,59	1,67	1,82	7,06
147	1,66	1,32	3,83	1,88	3,31
150	6,16	2,67	2,07	3,50	6,98
151	2,22	6,08	5,70	1,47	1,83
152	2,81	7,02	7,86	3,41	8,05

TABELA A13 - Média dos DAPs das 23 progênes de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, das alturas em 11 ambientes.

Progênes	DAP médio (cm)				
	I	II	III	IV	V
93	7,56	7,58	7,72	7,66	7,65
94	7,65	7,79	7,69	7,51	7,49
97	7,01	7,34	7,21	7,30	7,03
128	7,49	7,19	7,47	7,27	7,31
129	6,66	7,10	7,06	7,31	7,40
130	7,34	7,38	7,23	7,52	7,25
131	6,80	7,05	6,78	6,99	6,84
132	7,67	8,01	7,52	7,50	7,80
133	7,32	7,41	7,00	6,77	7,48
134	7,39	7,51	7,37	7,44	6,82
136	6,14	6,38	6,00	6,62	6,27
137	6,08	6,24	6,54	6,15	6,35
138	7,06	7,07	7,07	6,98	7,11
139	6,77	6,80	6,85	7,06	6,88
141	7,67	7,50	7,42	7,65	7,34
142	7,07	7,08	6,89	7,04	6,89
143	7,40	6,91	7,07	6,93	6,69
144	6,97	6,69	7,05	7,07	7,38
145	6,67	6,82	6,53	6,70	6,81
147	7,06	7,17	6,69	6,97	6,87
150	7,15	6,71	6,61	6,87	6,72
151	7,51	7,79	7,54	7,29	7,36
152	7,12	7,09	6,95	6,83	7,16

TABELA A14 - Coeficientes de regressão linear ( $B_1$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, dos DAPs em 11 ambientes.

Progênies	Coeficientes de regressão ( $B_1$ )				
	I	II	III	IV	V
93	1,023	1,128	0,765	1,071	1,047
94	1,071	0,969	1,083	1,110	1,209
97	0,973	0,886	1,059	1,028	0,952
128	0,948	1,143	1,148	1,258	1,030
129	0,996	0,799	0,897	0,928	0,875
130	0,905	1,103	1,022	1,059	1,148
131	1,335	1,172	1,169	1,037	1,145
132	0,853	0,780	0,949	1,054	1,024
133	0,840	0,939	1,046	0,964	1,229
134	0,961	1,076	0,748	1,004	1,038
136	0,855	1,128	1,109	1,004	1,158
137	0,854	0,981	0,824	0,748	0,941
138	1,039	0,881	0,863	0,840	0,952
139	1,286	1,016	0,935	0,793	0,944
141	1,021	0,908	1,136	0,937	0,906
142	0,942	0,785	1,131	1,003	0,914
143	0,960	1,047	0,892	0,946	0,731
144	0,914	1,136	0,992	1,159	0,993
145	0,882	0,944	0,848	0,823	0,758
147	1,077	1,092	1,063	1,134	0,788
150	0,949	1,215	1,039	1,064	1,091
151	1,207	0,821	1,196	0,938	0,802
152	1,076	1,047	1,082	1,096	1,324

TABELA A15 - Coeficientes de regressão linear ( $B_1 + B_2$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, dos DAPs em 11 ambientes.

Progênies	Coeficientes de regressão ( $B_1 + B_2$ )				
	I	II	III	IV	V
93	1,073	0,993	1,341	0,985	1,585
94	1,018	0,981	1,108	0,881	1,194
97	0,572	0,876	1,586	0,726	0,608
128	1,144	1,110	0,996	0,999	0,992
129	1,202	0,956	1,014	1,814	1,467
130	0,941	0,834	0,767	0,547	0,335
131	1,064	0,865	1,199	1,222	1,031
132	1,199	1,061	1,244	1,216	1,543
133	1,124	1,505	1,262	1,198	1,285
134	1,514	1,034	1,202	1,658	1,549
136	0,521	0,827	1,009	1,332	1,197
137	1,080	1,017	0,884	0,387	0,988
138	0,461	0,878	1,925	0,752	0,930
139	0,660	1,298	0,595	1,003	0,723
141	1,566	0,821	0,867	1,148	1,293
142	0,967	1,284	1,155	0,958	0,911
143	0,949	0,922	1,177	0,256	0,410
144	1,219	1,631	0,929	1,167	1,052
145	0,706	0,144	0,486	0,813	-0,127
147	0,908	0,674	1,062	1,270	0,991
150	1,139	0,931	0,727	0,723	1,657
151	1,326	1,725	1,402	0,945	0,811
152	0,643	0,628	0,860	0,995	0,575



TABELA A16 - Variância dos desvios de regressão ( $\hat{S}^2_d$ ) das 23 progênies de *E. pellita*, avaliadas com 2 anos de idade, obtidos a partir dos grupos de observações I, II, III, IV e V, dos DAPs em 11 ambientes.

Progênies	Variância dos desvios ( $\hat{S}^2_d$ )				
	I	II	III	IV	V
93	2,77	4,43	2,70	1,30	1,58
94	1,93	2,74	3,44	3,35	4,02
97	1,89	8,05	3,18	3,51	3,18
128	1,80	1,12	3,38	1,43	4,62
129	10,57	3,27	3,81	4,81	2,02
130	4,04	4,15	1,95	2,89	2,79
131	9,73	6,98	9,64	5,13	6,68
132	6,16	4,69	5,92	4,95	6,89
133	0,87	7,13	2,51	3,88	2,61
134	5,20	2,96	5,09	5,46	11,41
136	2,41	5,11	4,44	5,76	7,61
137	2,89	6,34	6,64	7,87	4,54
138	3,54	1,89	2,18	1,54	1,77
139	4,53	3,10	3,78	2,18	3,87
141	4,33	4,26	7,13	1,68	1,91
142	2,87	3,40	6,65	8,16	8,06
143	3,67	5,48	7,76	1,87	3,60
144	2,53	5,78	2,02	1,69	2,25
145	5,53	5,09	1,56	5,84	4,07
147	2,68	3,25	5,41	2,59	6,83
150	6,11	3,78	1,93	4,89	3,88
151	5,01	3,67	6,74	1,88	4,49
152	3,79	7,96	12,87	9,37	8,62