

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Variabilidade genética, morfométrica e  
germinativa em populações de guapuruvu  
(*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)**

**Juliana Müller Freire**

**2005**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**VARIABILIDADE GENÉTICA, MORFOMÉTRICA E  
GERMINATIVA EM POPULAÇÕES DE GUAPURUVU  
(*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)**

**JULIANA MÜLLER FREIRE**

*Sob a Orientação da Professora  
Fatima C.M. Piña-Rodrigues*

*e Co-orientação do Professor  
Ronan Xavier Corrêa*

Dissertação submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de *Magister Scientiae*  
em Ciências Ambientais e Florestais, área de  
concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ  
Março de 2005

583.32

F866v

T

Freire, Juliana Müller, 1976-  
Variabilidade genética,  
morfométrica e germinativa em  
populações de guapuruvu  
(SCHIZOLOBIUM PARAHYBA (Vell.)  
Blake) / Juliana Müller Freire. -  
2005.

126f. : il.

Orientador: Fátima C. M. Pina-  
Rodrigues

Dissertação (mestrado) -  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro, Instituto de Florestas.  
Bibliografia: f. 92-109.

1. Guapuruvu (Árvore) - Genética  
- Teses. 2. Guapuruvu (Árvore) -  
Morfologia - Teses. 3. Guapuruvu  
(Árvore) - Semente - Teses. I.  
Pina-Rodrigues, Fátima Conceição  
Marques, 1956- .II. Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro.  
Instituto de Florestas. III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E**  
**FLORESTAIS**

**JULIANA MÜLLER FREIRE**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza, como requisito parcial para obtenção do grau de **Magister Scientiae**, em Ciências Ambientais e Florestais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 15/03/2005

---

Fátima C.M. Piña-Rodrigues. Prof. Dr. UFRRJ  
Orientadora

---

Jorge Mitiyo Maeda. Prof. Dr. UFRRJ

---

Antonio Carlos Silva de Andrade. Dr. JBRJ

---

Sérgio Ricardo Sodré Cardoso. Dr. JBRJ

DEDICO

a todas as pessoas que deste trabalho tirarem algum proveito.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, amiga e incentivadora, Prof. Fátima Piña-Rodrigues, pela paciência e dedicação durante todas as horas em que precisei, mesmo a distância. Também pelo seu exemplo de vida, otimismo e generosidade. Sua orientação foi completa, contribuindo para minha formação profissional, ética, social e política.

Ao Prof. Ronan, pela co-orientação, e por ter me recebido de braços abertos em Ilhéus para realização das análises laboratoriais.

À minha família, por ter me dado todas as condições físicas, mentais, sociais e econômicas para trilhar este caminho, tendo-me apoiado em todos os momentos da minha vida. Especialmente a mamãe e ao Carlos pela convivência e carinho.

Ao Rogério, meu companheiro e amigo, pelo amor e amizade, durante todo o período do estudo.

Ao Beto, companheiro muito querido, que não só ajudou como tornou possível a realização deste trabalho. Sua experiência no campo com a coleta de sementes e localização das matrizes foi enriquecedora fundamental.

Ao André, pela confiança, dedicação e responsabilidade na implantação e acompanhamento dos testes laboratoriais e no viveiro. Sua ajuda foi crucial para este trabalho. Também pela grande amizade e carinho e por me acolher no alojamento tantas vezes em que precisei.

Ao Sebastião (Tião) por ter cuidado das minhas plantinhas durante vários meses, regando-as sábados, domingos e feriados.

À Luciana, minha grande amiga do mestrado, pelas longas conversas, por me acolher tantas vezes no alojamento e me manter atualizada dos acontecimentos ruralinos.

À Penha e Ranuza pela disposição e dedicação ao experimento, sob sol ou chuva, dia útil ou final de semana.

Ao Fukuyo e a Mai, pelo acolhimento na sua casa durante 2002, onde passei momentos inesquecíveis conhecendo um pouco da cultura e culinária oriental.

À Keiko, pela paciência nas medições das sementes.

Ao pessoal do Laboratório, Paulo, Maria Célia, Pedrita, Felipe, Gilberto, Murilo, Pedro, Geângelo, que de forma diferenciada contribuíram para a execução deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Silvicultura, sobretudo o Hugo Amorim, Maeda, Paulo Leles pelo apoio, dicas e experiência de vida.

Ao Prof. Augusto Piratelli, pela ajuda nas análises estatísticas em seu laboratório. E também por ter cedido sua casa em Paraty e Seropédica, junto com a Prof. Fátima, todas as vezes que precisei.

Ao Prof. Maurício Ballestero, pelas suas maravilhosas aulas de genética, desmitificando a matemática e estatística.

Ao pessoal do Laboratório de Genética da Universidade Estadual de Santa Cruz – Ilhéus, Sônia, Andréa, Aline, Geruza e, principalmente, à Flávia, pela enorme ajuda e orientação na extração e amplificação do DNA.

À Jane, pelo acolhimento em sua casa, pelas longas conversas, por fazer os meus dias em Ilhéus menos longos e muito prazerosos. A Solange por ter me recebido de braços abertos em sua cidade, pela sua hospitalidade e disposição em providenciar tudo o que eu precisei.

À Cristina e ao Bê, por terem me recebido e disponibilizado as instalações da Fazenda Igapira para realização dos trabalhos de campos em Miguel Pereira.

À Fabíola, pela orientação na saída de campo na Ilha Grande.

A todo o pessoal do Instituto Terra Nova pelo apoio logístico e financeiro, tendo contribuído enormemente para o meu enriquecimento profissional, especialmente ao Lélío e ao Bruno pela ajuda nos mapas, à Mariana e Léo, pela confiança e amizade. Ao Mancha, Caco, Graça, Mário, Guga, Cristiana, Flavinho pela força e trabalho.

À Renata Than, Patrícia Helena, Beth, Daniel Jordy, Luciano Reis, Fábio Gondim, Fabio Fonseca, pelo companheirismo e pelos momentos de amizade inesquecíveis na Rural.

Aos meus amigos de sempre: Fernanda Victal, Mário Telles, João Marcelo, Maria Rita, Felipe Cozzolino, Cristiane Costa, Mariana Costa, Gisele.

Ao Sérgio Cardoso e ao Antônio Carlos, do Jardim Botânico, pela valiosa ajuda nas análises estatísticas e dedicação nas correções da tese como parte da banca.

À CAPES por ter me concedido a bolsa de mestrado, fornecendo o apoio financeiro necessário para a realização deste trabalho de pesquisa.

À mãe natureza, por nos ofertar tamanha diversidade de vida, nos entretendo em todas as suas formas.

A todos aqueles que me ajudaram durante este período e que não foram citados.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE.....	2
3. CAPÍTULO I ESTRUTURA GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE GUAPURUVU.....	5
3.1 INTRODUÇÃO .....	8
3.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.2.1 Variabilidade genética.....	9
3.2.2 Colheita de sementes.....	10
3.2.3 Estudos de Caso .....	11
3.2.4 Marcadores moleculares.....	12
3.2.5 Marcadores RAPD.....	12
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.3.1 Áreas de estudo.....	14
3.3.2 Metodologia.....	17
3.4 RESULTADOS.....	19
3.5 DISCUSSÃO.....	29
4. CAPÍTULO II VARIABILIDADE MORFOMÉTRICA DE SEMENTES ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES DE GUAPURUVU.....	31
4.1 INTRODUÇÃO.....	34
4.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	35
4.3 METODOLOGIA.....	37
4.3.1 Áreas de estudo.....	37
4.3.2 Colheita de Sementes.....	38
4.3.3 Definição do número amostral.....	38
4.3.4 Análises morfométricas.....	39
4.3.5 Determinação do teor de umidade.....	39
4.3.6 Porte da matriz x ambiente x morfometria.....	40
4.3.7 Distância morfométrica x distância genética.....	40
4.3.8 Análise dos dados.....	40
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.4.1 Repetibilidade das variáveis estudadas.....	41
4.4.2 Caracterização morfométrica das sementes.....	42
4.4.3 Grau de umidade das sementes.....	45
4.4.4 Influência do porte da matriz e do ambiente nas características morfométricas.....	46
4.4.5 Análises de agrupamento.....	49
4.4.6 Distância morfométrica x distância genética.....	52
4.5 CONCLUSÃO.....	55
5. CAPÍTULO III ESTUDO DA GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA DE SEMENTES ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES DE GUAPURUVU.....	56
5.1	
INTRODUÇÃO.....	59
5.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	59
5.3	
METODOLOGIA.....	63
5.3.1 avaliação das características de germinação e dormência.....	64
5.3.2 Análise dos dados.....	66
5.3.3 Germinação x morfometria.....	67
5.3.4 Germinação x teor de umidade das sementes.....	67
5.4 RESULTADOS.....	67
5.4.1 Dormência e emergência.....	67
5.4.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) .....	70
5.4.3 Plântulas normais e anormais.....	74
5.4.4 Índice de Velocidade de Emergência (IVE) .....	78
5.4.5 Mortalidade.....	82
5.4.6 Grau de umidade x germinação.....	84
5.4.7 Morfometria x germinação.....	85
5.5 DISCUSSÃO.....	87
5.6 CONCLUSÃO.....	90
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	91

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
8. ANEXOS.....	110

## INDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Dados ecogeográficos das cinco áreas de estudo de <i>Schizolobium parahyba</i> situadas no Estado do Rio de Janeiro .....	15
<b>Tabela 2.</b> Relação do número de bandas e da seqüência de nucleotídeos para cada <i>primer20</i>	
<b>Tabela 3.</b> Freqüência dos alelos obtidos através da análise de 32 bandas RAPD de cinco populações de <i>S. parahyba</i> no Estado do Rio de Janeiro.....	21
<b>Tabela 4.</b> Resultados parciais de comparação da diversidade genética entre pares de matrizes (acessos i e j) através do Coeficiente de Dissimilaridade Genética de Nei e Li (1979).....	22
<b>Tabela 5.</b> Valores de diversidade média para cinco populações de <i>S. parahyba</i> do Estado do Rio de Janeiro, obtidos através de marcadores RAPD.....	23
<b>Tabela 6.</b> Análise de Variância Molecular (AMOVA) para 74 indivíduos de <i>S. parahyba</i> pertencentes a 5 populações, obtidos por marcadores RAPD.....	23
<b>Tabela 7.</b> Parâmetros genéticos populacionais médios de cinco populações de <i>S. parahyba</i> do Estado do Rio de Janeiro.....	24
<b>Tabela 8.</b> Levantamento bibliográfico de parâmetros genéticos estimados para diversas espécies arbóreas.....	26
<b>Tabela 9.</b> Distância geográfica (acima da diagonal) e distância genética de NEI (1978) (abaixo da diagonal) entre cinco populações de <i>S. parahyba</i> do Estado do Rio de Janeiro, com base em marcadores RAPD.....	28
<b>Tabela 10.</b> Dados ecogeográficos das áreas de coleta de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> no Estado do Rio de Janeiro.....	38
<b>Tabela 11.</b> Repetibilidade das variáveis morfométricas da semente de <i>S. parahyba</i> considerando diferentes números amostrais (n).....	41
<b>Tabela 12.</b> Valores médios e desvio padrão ( $\sigma$ ) de comprimento (comp), largura (larg), espessura (espes) e massa (pes) medidos em 50 sementes por matriz, coletadas em Paraty (matriz 1 a 10) e Miguel Pereira (matriz 11 a 20), RJ.....	43
<b>Tabela 13.</b> Resultado da análise de correlação ( $r$ ) entre as variáveis morfométricas da semente de <i>S. parahyba</i> das populações de Miguel Pereira e Paraty (RJ).....	43
<b>Tabela 14.</b> Porcentagem de umidade (U%) de sementes de <i>S. parahyba</i> procedentes de Paraty e Miguel Pereira, RJ.....	44
<b>Tabela 15.</b> Correlação entre as variáveis morfométricas e o teor de umidade de sementes de <i>S. parahyba</i> .....	46

<b>Tabela 16.</b> Correlação entre o porte da matriz avaliado através da altura e diâmetro a altura do peito (DAP) e as variáveis morfométricas das sementes de <i>S. parahyba</i> das populações de Miguel Pereira e Paraty (RJ) .....	47
<b>Tabela 17.</b> Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis morfométricas de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de duas regiões do Estado do Rio de Janeiro.....	49
<b>Tabela 18.</b> Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis morfométricas de sementes (excluindo o comprimento) de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de duas regiões do Estado do Rio de Janeiro, 2004.....	52
<b>Tabela 19.</b> Comparação da diversidade genética entre pares de matrizes (acessos i e j), considerando apenas as matrizes de <i>S. parahyba</i> utilizadas na análise morfométrica...52	
<b>Tabela 20.</b> Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na <b>germinação</b> de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2).....	68
<b>Tabela 21.</b> Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) de porcentagem de germinação (%G) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ.....	69
<b>Tabela 22.</b> Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) no <b>Índice de Velocidade de Germinação</b> de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2).....	72
<b>Tabela 23.</b> Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ.....	74
<b>Tabela 24.</b> Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na porcentagem de <b>plântulas normais</b> formadas a partir de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2).....	75
<b>Tabela 25.</b> Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) do percentual de <b>plântulas normais</b> para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ.....	77
<b>Tabela 26.</b> Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na porcentagem de <b>plântulas anormais</b> formadas a partir de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2).....	78
<b>Tabela 27.</b> Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) no <b>Índice de Velocidade de Emergência</b> de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2) .....	80

<b>Tabela 28.</b> Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) do Índice de Velocidade de Emergência para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ.....	81
<b>Tabela 29.</b> Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na <b>mortalidade</b> de sementes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2) .....	83
<b>Tabela 30.</b> Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) de mortalidade para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ.....	84
<b>Tabela 31.</b> Correlação entre o teor de umidade da semente (%U) e a porcentagem de germinação (G%), o índice de velocidade de germinação (IVG), o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), mortalidade (M), número de plântulas (PI) para as sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) de <i>Schizolobium parahyba</i> .....	85
<b>Tabela 32.</b> Correlação entre as variáveis morfométricas da semente e a porcentagem de germinação (G%), o índice de velocidade de germinação (IVG), o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), mortalidade (M), número de plântulas (PI) para as sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) de <i>Schizolobium parahyba</i> .....	86
<b>Tabela 33.</b> Médias de porcentagem de germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), porcentagem de plântulas (%P), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), porcentagem de sementes mortas (%M), porcentagem de sementes duras (%D) e porcentagem de plântulas anormais (%PA) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) de duas procedências do Estado do Rio de Janeiro.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização das populações coletadas em cinco regiões do Estado do Rio de Janeiro.....	16
<b>Figura 2.</b> Quantificação do DNA extraído das amostras referentes aos 77 genótipos de <i>Schizolobium parahyba</i> .....	19
<b>Figura 3.</b> Foto do gel 1 do <i>primer</i> I 11, contendo quatro bandas de DNA (ABCD) para as 38 matrizes de <i>S. parahyba</i> .....	20
<b>Figura 4.</b> Dendrograma UPGMA baseado na distância genética entre os pares de cinco populações de <i>Schizolobium parahyba</i> do Estado do Rio de Janeiro, com base em marcadores RAPD.....	28
<b>Figura 5.</b> Regressão linear considerando a distância genética e geográfica entre cinco pares de populações de <i>Schizolobium parahyba</i> do Estado do Rio de Janeiro.....	29
<b>Figura 6.</b> Distribuição de frequências das variáveis de tamanho (peso, largura, comprimento e espessura) de sementes de 20 matrizes de <i>S. parahyba</i> colhidas em Miguel Pereira e Paraty, RJ, 2004.....	44
<b>Figura 7.</b> Teor de umidade das sementes colhidas em 14 matrizes em Paraty (1-7) e Miguel Pereira (11-20), RJ (2004). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Médias LSD.....	46
<b>Figura 8.</b> Dados mensais de precipitação das estações de Ubatuba (SP) e Paty do Alferes para o ano de 2003 (INMET, 2005).....	48
<b>Figura 9.</b> Dados mensais de precipitação das estações de Ubatuba (SP) e Paty do Alferes para o ano de 2004 (INMET, 2005).....	48
<b>Figura 10.</b> Representação gráfica da análise de agrupamento baseada na distância de Bray-Curtis de 20 matrizes de <i>Schizolobium parahyba</i> , procedentes de Paraty (1-10) e Miguel Pereira (11-20), utilizando quatro variáveis morfométricas (comprimento, largura, espessura e peso).....	51
<b>Figura 11.</b> Representação gráfica da análise de agrupamento baseada na distância de Bray-Curtis de 20 matrizes de <i>Schizolobium parahyba</i> procedentes de Paraty (1-10) e Miguel Pereira (11-20), utilizando três variáveis morfométricas (largura, espessura e peso).....	54
<b>Figura 12.</b> Estágios de desenvolvimento: (A) Estágio 1 (B) Estágio 2 (C) Estágio 3 (D) Estágio 4.....	64
<b>Figura 13.</b> Dados mensais de precipitação e temperatura de 2000 a 2004 para Ubatuba e Paty do Alferes (INMET, 2005).....	65

- Figura 14.** Porcentagem média de germinação de sementes de *S. parahyba* escarificadas e não escarificadas procedentes de Paraty e Miguel Pereira aos 131 dias após o início do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade.....68
- Figura 15.** Médias de porcentagem de germinação (%G) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas o tratamento dentro de cada matriz.....70
- Figura 16.** Porcentagem média de germinação de sementes de *S. parahyba* não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas de 20 matrizes procedentes de Paraty e Miguel Pereira, RJ ao longo de 131 dias de observação.....71
- Figura 17.** Valores médios do Índice de Velocidade de Germinação para sementes de *S. parahyba* escarificadas e não escarificadas procedentes de Paraty e Miguel Pereira após 131 dias de experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade.....72
- Figura 18.** Médias de porcentagem do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz.....73
- Figura 19.** Porcentagem de plântulas normais originadas de sementes de *S. parahyba* não escarificadas e escarificadas colhidas de 20 matrizes procedentes de Paraty (P) e Miguel Pereira (MP), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade.....75
- Figura 20.** Médias de porcentagem de plântulas normais para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz.....76
- Figura 21.** Porcentagem de plântulas anormais originadas de sementes de *S. parahyba* não escarificadas e escarificadas colhidas de 20 matrizes procedentes de Paraty (P) e Miguel Pereira (MP), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA, a 5% de probabilidade.....78
- Figura 22.** Porcentagem de plântulas normais de *S. parahyba* procedentes de sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em Paraty e Miguel Pereira, RJ ao longo de 131 dias de observação.....79
- Figura 23.** Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência para sementes de *S. parahyba* escarificadas e não escarificadas procedentes de Paraty e Miguel Pereira após 131 dias de experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade.....79

**Figura 24.** Médias de porcentagem de Índice de Velocidade de Emergência para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz.....82

**Figura 25.** Mortalidade de sementes (germinadas e não germinadas) de *S. parahyba* não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de Paraty (P) e Miguel Pereira (MP), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade, somente entre áreas do gráfico de mesma cor.....83

**Figura 26.** Médias de porcentagem de mortalidade para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz.....83

## RESUMO

FREIRE, Juliana Müller. **Variabilidade genética, morfométrica e germinativa em populações de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake**. Seropédica: UFRRJ, 2005. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Os objetivos deste estudo foram estimar o nível e a distribuição da variação genética entre e dentro de cinco populações de *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), analisar a diversidade morfométrica e a dormência de sementes considerando duas populações desta espécie. As populações estudadas estão localizadas na região litorânea e serrana do sul do Estado do Rio de Janeiro. A análise genética foi realizada utilizando-se marcadores RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) que resultou na estimativa de similaridade dos genótipos, indicando a distância genética entre indivíduos e entre as populações. A análise morfométrica foi realizada em sementes colhidas em duas populações, tendo sido avaliadas: largura, comprimento, espessura e peso das sementes. No estudo de germinação foi avaliado o nível de dormência das sementes, comparando matrizes de duas populações. Foram calculados a porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), número de plântulas normais e anormais, Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e mortalidade. A diferença entre tratamentos e locais foi feita através da ANOVA. A proporção de locos polimórficos foi de 97%, valor considerado compatível para uma espécie de ampla distribuição geográfica. Da variação genética total observada, 89% ocorreu dentro das populações e 11% entre as populações, indicando um baixo nível de diferenciação entre as populações. A estimativa de fluxo gênico entre populações ( $N_M$ ) foi alto, alcançando 3,18 migrantes por geração. Não foi encontrada correlação entre distância genética e geográfica ( $r=0,036$ ), evidenciando a falta de estruturação espacial da espécie. A diversidade morfométrica indicou diferença significativa entre matrizes de uma mesma região para todas as variáveis morfométricas analisadas. As matrizes de Miguel Pereira apresentaram maior tamanho de semente do que as de Paraty, sendo esta diferença significativa para todas as variáveis, exceto comprimento. A maior variação no tamanho da semente ocorreu a nível intra-populacional, sendo significativo para todas as variáveis. O comprimento respondeu com 60,87% da variação total do tamanho da semente, seguido da largura (26,58%) e da espessura (11,193%). A análise de agrupamento permitiu a formação de quatro grupos, não sendo possível associá-los à região de origem. A distância morfométrica e genética aparentemente não apresentaram correlação. O nível de dormência das sementes variou entre e dentro de populações. Paraty apresentou maior diferença entre os tratamentos (sementes escarificadas e não escarificadas), evidenciando seu maior grau de dormência. Os parâmetros que melhor expressaram a dormência foram o Índice de Velocidade de Germinação e a taxa de mortalidade. As sementes não escarificadas de Miguel Pereira se mostraram superiores as de Paraty em praticamente todos os parâmetros germinativos. Não houve correlação entre as variáveis morfométricas e germinativas. Houve alta mortalidade das sementes por fungos, principalmente em relação às sementes escarificadas. A influência dos fatores bióticos e abióticos (precipitação) no comportamento germinativo são discutidos com base nos resultados obtidos e observações de campo.

**Palavras-chave:** estrutura genética, dormência, tamanho de sementes

## ABSTRACT

FREIRE, Juliana Muller. **Genetic, morphometric and germination variability of guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) populations.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 124 p. Dissertation (Master Science in Forestry and Environmental Science).

The aim of this work was to estimate the level and distribution of genetic variation within and among five *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) populations and to evaluate the morphometric traits and dormancy of seeds of two populations of these species. The collect was carried out at coastal and mountain regions in the south of Rio de Janeiro. RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) markers were used in order to estimate the similarity of the genotypes and to indicate the genetic distance among individuals and populations. The following morphometric traits of seeds was assessed: width, length, thickness and weight. Variation in dormancy level was tested in seeds of two populations comparing the performance of scratching and not scratching seeds. Germination percentage, germination and emergency speed index, normal seedling percentage and death percentage was assessed and compared among individual plant and populations by using ANOVA test. The polymorphic loco was 97%, as expected for a wide distributed specie. Of the total genetic diversity, 89% was attributable to differences within populations and 11% to differences among populations, indicating a low amount of populations differentiation. The estimative of gene movement among populations revealed a high value (3,18 migrant per generation). Correlations among genetic and geographic distance were not found, indicating the lack of spatial structure of the specie. All morphometric traits differed significantly among individual within each of the population. The individuals plants from the mountain region presented the highest seed size. The major morphometric variation occurred within population. The seed length responded with 60.87% of the total morphometric variation, followed by width (26,58%) and thickness (11,193%). Four groups were created by cluster analysis, with no origin relationship. Dormancy level differed significantly among and within populations and the highest dormancy level was presented by the coastal population. The germination speed index and death percentage expressed better the dormancy levels than the other variables, differing significantly in the most of individuals trees. Seeds not scratched from mountain population presented better performance than the coastal one. Morphometrical and germination traits were not correlated. There were a high death percentage, specially for the scratched seeds. The role of biotics and abiotics factors in the selection of germination behavior are discussed based in the results and field observations.

**Key words:** genetic structure, seed dormancy, seed size

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica localiza-se sobre uma imensa cadeia montanhosa, que ocorre ao longo do Oceano Atlântico, desde o Rio Grande do Sul até o nordeste brasileiro (BARROS FILHO, 1997), englobando 2.428 municípios e 16 estados brasileiros. Sua idade data de cerca de 70.000.000 anos, sendo considerada uma das formações vegetais mais antigas do Brasil (LEITÃO FILHO, 1995). Originalmente, sua área abrangia 12% do território nacional, correspondendo a 1.300.000 Km<sup>2</sup>, sendo atualmente restrita a apenas 12% da cobertura inicial (157.702 Km<sup>2</sup>), em virtude, principalmente, da ocupação humana na costa brasileira (DEAN, 1996).

A diversidade florística neste tipo de formação florestal, embora pouco estudada, indica uma grande variedade de espécies, fato este atribuído, em grande parte, às variações climáticas que ocorrem ao longo de sua área de distribuição. Segundo VIANA & TABANEZ (1996), a Mata Atlântica possui um dos mais altos níveis de biodiversidade do mundo, podendo ser encontradas até 300 espécies arbóreas por hectare (KAGEYAMA & PATIÑO, 1985). Entretanto, o acelerado ritmo de devastação deste importante bioma tem acarretado a extinção de um número incalculável de populações de plantas e animais, de comunidades e ecossistemas. A Mata Atlântica, que outrora abrangia cerca de um milhão de quilômetros quadrados, completou cinco séculos de intensa devastação proporcionada por inúmeros ciclos econômicos (DEAN, 1996). A exploração de madeiras de lei como de *Caesalpineia echinata* (pau-brasil) iniciada com a chegada dos portugueses em 1500 foi procedida pelos ciclos do açúcar, pecuária, café e o da industrialização. Paralelamente a essas atividades econômicas, a população brasileira foi crescendo e ocupando desordenadamente novas áreas de mata virgem.

Os remanescentes de florestas nativas atuais se distribuem em fragmentos florestais, estando 87,5% situados em propriedades particulares e 12,5% em áreas protegidas por lei na forma de Unidades de Conservação (CIMA, 1991 *apud* BARROS FILHO, 1997). Estes remanescentes são importantes para resguardar a diversidade biológica, sendo esta definida não apenas como o número de espécies de organismos vivos, mas também como toda a gama de patrimônio genético de cada espécie e a variedade do ecossistema (BARROS FILHO, 1997).

O processo de fragmentação florestal tem tido como resultado a redução do tamanho das populações de plantas e animais e aumento do seu isolamento espacial (ELLSTRAND & ELAM, 1993; YOUNG *et al.*, 1996). Como consequência destas mudanças tem se observado a erosão da variação genética e aumento da divergência entre as populações em decorrência da deriva gênica promovida pelo aumento da autofecundação e redução do fluxo gênico (YOUNG *et al.*, 1996). A sustentabilidade destes fragmentos remanescentes requer o conhecimento da genética de suas populações, já que nem sempre um grande número de indivíduos identifica uma população natural ou geneticamente viável (KAGEYAMA & GANDARA, 1998).

A recuperação de áreas degradadas com utilização de espécies nativas tem sido uma alternativa para a minimização dos impactos ambientais decorrentes da perda da cobertura vegetal da Mata Atlântica. Sua realização por parte da iniciativa privada e pública está intimamente relacionada às políticas públicas e tem sido incentivada através da criação de inúmeros instrumentos legais, a saber: Constituição Federal (Art. 225 VII), Lei n° 4.771/65 (Código Florestal), Lei n° 6.938/81 (Política Nacional de

Meio Ambiente; Art. 2º), Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais), Lei nº 9.985/01, Decreto nº 750/93, Decreto nº 3.179/99, dentre outros.

Atualmente, é crescente o número de projetos de recuperação de áreas degradadas, existindo no Rio de Janeiro um total de 328.613,9 hectares de áreas passíveis de reflorestamento (CIDE, 2000). Somente na região norte-fluminense existe uma previsão de cerca de 80.000 hectares de áreas a serem revegetadas (HARAGO & PIÑA-RODRIGUES, 1999).

Um dos problemas encontrados nos projetos em andamento é a falta de sementes florestais de boa qualidade necessárias à produção de mudas de espécies nativas para a recomposição das florestas. Verifica-se que grande parte das áreas com potencial para obtenção de semente apresentam algum tipo de restrição de uso, originado pela legislação de acesso à biodiversidade, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e muitas vezes pelas próprias características das áreas potenciais, nem sempre verdadeiramente adequadas para o trabalho com sementes (RODRIGUES, 2003).

Como consequência, a colheita de sementes muitas vezes se limita a áreas urbanas, replantadas, ou distantes do centro de origem da espécie, que não possuem indivíduos ou populações com variação genética suficiente para o uso de suas sementes e mudas em reflorestamentos (PINA-RODRIGUES, 2002).

A obtenção de sementes de espécies nativas de boa qualidade depende de tecnologias apropriadas que permitam garantir sua origem, qualidade genética, física e fisiológica, além do correto zoneamento, para que esta, ao ser plantada apresente um bom desempenho no campo.

O presente trabalho tem por objetivo estimar a variabilidade genética, morfométrica e germinativa em populações de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), uma espécie arbórea pioneira, de rápido crescimento, muito utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas.

O primeiro capítulo aborda a quantidade e distribuição da variação genética (estrutura genética) entre e dentro de cinco populações de guapuruvu situadas no sul fluminense, visando fornecer subsídios à determinação de critérios de colheita de sementes, ao zoneamento e à conservação da variação genética da espécie.

O segundo capítulo trata da variação morfométrica em sementes de guapuruvu procedentes de duas populações da região litorânea e serrana do Rio de Janeiro, visando identificar possíveis características da semente que retratem o padrão de variação genética da espécie.

O terceiro capítulo estuda a variação da germinação e da dormência da semente de guapuruvu entre e dentro de duas populações da região serrana e litorânea do Estado do Rio de Janeiro, buscando entender o padrão germinativo entre famílias e regiões e suas possíveis relações com a variação morfométrica e genética das populações estudadas.

## 2. DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, pertencente à família Leguminosae, sub-família Caesalpinoidea, é também conhecido por guarapuvu e ficheira entre vários outros nomes regionais. *Schizolobium* significa legume duro (CARVALHO, 2003), o termo *parahyba*, se refere ao rio Paraíba, onde a espécie foi avistada pela primeira vez

(MARTIUS, 1840). No Brasil o gênero *Schizolobium* engloba duas espécies: *S. amazonicum* e *S. parahyba*.

É uma árvore semicaducifólia, de rápido crescimento, alcançando de 20 a 30 m de altura, com longos troncos verdes, e intensa floração amarela (BACKES & IRGANG, 2004). Apresenta folhas alternas, compostas, de até 1 m de comprimento, bipinadas. Flores grandes, vistosas, de pétalas amarelas, reunidas em racemos terminais de até 30 cm de comprimento. O fruto é uma sâmara deiscente, achatado, coriáceo, de coloração bege a marrom, lembrando uma minúscula raquete de tênis, com 8,5 a 16 cm de comprimento e 3 a 6 cm de largura. Contém geralmente uma semente por fruto, podendo ter duas ou até três. A semente é lisa, brilhante, oblonga-achatada, envolta por envelope papiráceo de endocarpo medindo de 2 a 3 cm de comprimento e 1,5 a 2 cm de largura (BACKES & IRGANG, 2004).

É considerada espécie pioneira, ocorrendo preferencialmente em matas em estágio inicial de sucessão, sendo essencialmente heliófita. Sua distribuição natural é irregular e descontínua, abrangendo a região litorânea do Brasil, na floresta pluvial atlântica dos estados de RS até a BA, a América Central e parte da região andina (LORENZI, 1992; AGUIAR SOBRINHO, 1996). Em levantamento fitossociológico foram encontradas 45 árvores por hectare (NASTRI *et al*, 1992).

Ocorre em áreas com precipitação pluvial média anual variando de 1.100 mm a 2.400 mm e temperatura média anual de 18,8°C a 24,3°C, em tipos climáticos tropical, subtropical de altitude e subtropical úmido (CARVALHO, 2003). O guapuruvu não tolera baixas temperaturas. Admite variação altitudinal de 10 m a 900 m. Apresenta pouca exigência à fertilidade química do solo (DUARTE, 1978).

A nítida preferência por locais mais úmidos, principalmente em planícies aluviais ao longo de rios, classifica esta espécie como uma seletiva higrófila (LORENZI, 1992). Entretanto, KOLB *et al* (2002) estudando algumas particularidades relacionadas ao metabolismo e a constituição das sementes de guapuruvu sob condições de alagamento, observou baixa resistência da espécie nestas condições.

É muito utilizada para recuperação de áreas degradadas devido ao seu rápido crescimento, especialmente em florestas de galeria, em locais não sujeitos a inundação. Sua altura pode alcançar, em apenas 2 anos, até 1,7 m (ENGEL & PARROTA, 2001). SOUZA *et al* (2001) observaram altura média de 1,09 m após 2 anos de plantio em Minas Gerais, crescimento considerado baixo para a espécie e associado ao estado de degradação do solo. A produtividade volumétrica máxima registrada é de 45 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano, aos 10 anos (CARVALHO, 2003), podendo ser plantado a pleno sol, em plantio puro ou misto. Por apresentar crescimento rápido e copa ampla, o espaçamento mínimo recomendado é de 16 m<sup>2</sup> por planta e densidade não superior a 300 árvores por hectare, podendo ser associado com culturas perenes como bananeira, ou de ciclo curto, como a mandioca (EMBRAPA, 1988 *apud* CARVALHO, 2003).

É muito utilizado para paisagismo, principalmente na região sul do país (BACKES & IRGANG, 2004), sendo eleita a árvore símbolo de Florianópolis. É considerada uma espécie ornamental devido a sua intensa floração amarela e ao seu porte majestoso. Seu uso na arborização urbana, entretanto, não é muito recomendado devido a queda de seus galhos e de suas folhas, que podem entupir entrada de esgoto (MAIXNER & FERREIRA, 1978).

A madeira de guapuruvu é muito leve (densidade de 0,32 g/cm<sup>3</sup>) podendo ser utilizada para confecção de caixas, forros, pranchetas, palitos para fósforo, brinquedos, aerodelismo (LORENZI, 1992). AGUIAR SOBRINHO (1996) cita a espécie como fonte promissora de polpa para papel e é amplamente utilizada para confecção de barcos e canoas na Ilha Grande, RJ (ROGÉRIO DE OLIVEIRA, comunicação pessoal). A

madeira de guapuruvu tem potencial para produção de lâminas e fabricação de compensados. O compensado de guapuruvu, produzido conforme as condições especificadas por BORTOLETTO JÚNIOR & BELINI (2002), apresenta potencial para uso em móveis, embalagens e caixotaria. Apresenta valores de massa específica (g/cm), contração radial (%), contração tangencial (%), coeficiente de anisotropia e coeficiente de retratibilidade volumétrica, de respectivamente, 0,32; 1,8; 5,5; 8,4; 3,05; 0,32 (MAINIERI & CHIMELO, 1989).

Suas sementes são muito apreciadas como matéria-prima para artesanato, podendo ser utilizadas para a confecção de brincos, colares e pulseiras. Seu pecíolo é utilizado para construção de gaiolas de passarinho (OBSERVAÇÃO PESSOAL).

De acordo com LORENZI (1992) o guapuruvu floresce a partir do mês de agosto, com a planta totalmente despida da folhagem, prolongado-se até meados de outubro. Os frutos amadurecem de abril-julho. Sua floração e frutificação iniciam-se entre os 6 e 8 anos de idade. Possui flores hermafroditas, pentâmeras e fruto tipo sâmara, obovado. Tem como principal polinizador abelhas pequenas *Apis mellifera* (abelha-européia ou abelha-africanizada), *Friesella schrottkyi* (mirim-preguiça), *Plebeia remota* (mirins), *Paratrigona subnuda* (jataí-da-terra), *Tetragonisca angustula* (jataí) e *Trigona spinipes* (irapuá ou arapuá), *Bombus morio* e *Bombus atratus* (mamangabas) (MORELLATO, 1991; KUHLMANN & KUHN, 1947). Tem como dispersor o vento, também podendo ter dispersão por gravidade (barocórica) e autocórica.

Como a grande maioria das leguminosas tropicais, seu tegumento é impermeável à água (ROLSTON, 1978). Para superação da dormência tegumentar são recomendados os seguintes tratamentos: imersão em água a temperatura inicial de 65°C, com a permanência da semente por 18 horas na mesma água; imersão por 4 a 10 minutos em água fervente, com a permanência na mesma água, fora do aquecimento, por mais 72 horas (BIANCHETTI & RAMOS, 1981), escarificação mecânica e escarificação em ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos (CARVALHO, 2003). As suas sementes apresentam comportamento ortodoxo, podendo ser armazenado em câmara fria, mantendo a viabilidade integral por 22 anos (CARVALHO, 2003).

A areia é o melhor substrato para germinação, nas temperaturas de 25°C ou 30°C (RAMOS & BIANCHETTI, 1984). A germinação é alta, com média de 80%. O tempo em viveiro é, em média, de 3 a 4 meses. Suas plântulas apresentam melhor desempenho quando cultivadas a meia sombra (MALAVASI & MALAVASI 1996; LIMA, 1998). Em relação à aclimação das mudas sujeitas a mudanças do regime luminoso, o guapuruvu apresentou desempenho inferior ao jatobá, não tendo apresentado modificações nas folhas em relação ao teor de clorofila e área foliar específica (MALAVASI & MALAVASI, 1996). BARBERI *et. al* (1998) testaram nodulação nas raízes de mudas de guapuruvu e não obtiveram sucesso, indicando ausência de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio.

O guapuruvu não é considerada uma espécie ameaçada, tendo em vista sua ampla distribuição geográfica e seu rápido crescimento. Entretanto, existem inúmeros relatos sobre a sua alta suscetibilidade a pragas e doenças, das quais pode-se citar "broca da madeira" causada pelo besouro *Acanthoderes jaspidea* (Coleóptera, Cerambycidae), entre outros danos mais leves a madeira causados pelas espécies *Micrapate brasilienses*, *Oncideres dejeani* e *Oncideres saga* (Coleóptera, Cerambycidae) e pela "mosca da madeira" (*Rhaphiorhynchus pictus*) (GALLO *et al*, 1978; VILA & FLECHTMANN, 1970).

Algumas populações de guapuruvu do Estado do Rio de Janeiro, como é o caso da população da Ilha Grande, a partir de 2000 vem apresentando alta mortalidade de causa não natural, ainda desconhecida (OBSERVAÇÃO PESSOAL).

## **CAPÍTULO I**

### **ESTRUTURA GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE GUAPURUVU (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)**

## RESUMO

FREIRE, Juliana Muller. Capítulo I – **Estrutura genética em populações de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake**. Seropédica: UFRRJ, 2005. 124 p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais).

O conhecimento da estrutura genética tem grande aplicação na conservação e manejo da biodiversidade. Este conhecimento pode ser obtido através de marcadores moleculares RAPD (DNA polimórfico amplificado ao acaso), os quais apresentam como vantagens a possibilidade de realizar uma ampla amostragem do genoma, a simplicidade, rapidez e o baixo custo. Os objetivos deste estudo foram estimar o nível e a distribuição da variação genética entre e dentro de cinco populações de *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), espécie arbórea nativa de Mata Atlântica, situadas na região litorânea e serrana do sul do Estado do Rio de Janeiro. A análise genética foi realizada utilizando-se marcadores RAPD. Foram utilizadas 77 matrizes para o estudo, as quais foram avaliadas, georreferenciadas e tiveram suas folhas coletadas em janeiro de 2003. Foi realizada uma estimativa de similaridade dos genótipos, indicando a distância genética entre indivíduos e entre as populações, a qual foi correlacionada com a sua distância geográfica através da Análise de Correlação de Spearman. O guapuruvu apresentou um alto nível de polimorfismo (96,88%) e de diversidade gênica ( $h=0.359$ ), indicando que há alto grau de variabilidade genética nas populações, tornando-as favoráveis à conservação genética. A maior parte desta variação está distribuída dentro das populações (89.51%), em conformidade com o padrão genético para a maioria das espécies vegetais. A divergência populacional foi intermediária (10.49%) e significativa, indicando um alto grau de semelhança entre as populações estudadas. Não foi encontrada correlação entre distância genética e geográfica ( $r=0,036$ ), evidenciando a falta de estruturação espacial da espécie. O alto valor de fluxo gênico encontrado (3,18 migrantes por geração), resultando na transferência de genes de uma população para outra, provavelmente está relacionado com o padrão de distribuição da variação genética apresentado. A alta distância geográfica entre as populações estudadas e o restrito alcance de fluxo gênico natural via polinização ou dispersão do guapuruvu sugerem que a baixa diferenciação entre as populações pode ter relação com o uso de suas sementes pelo homem, seja em plantios de recuperação ambiental ou para ornamentação.

**Palavra-chave:** estrutura genética, biodiversidade, guapuruvu

## ABSTRACT

FREIRE, Juliana Muller. Chapter I – **Genetic structure in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake populations**. Seropédica: UFRRJ, 2005. 124 p. (Dissertation, Master Science in Forestry and Environmental).

Genetic structure knowledge has a great application in the field of biodiversity conservation and management and it can be produced by RAPD markers, which present as advantages, the simplicity, quickness and cheap. The aim of this work was to estimate the level and distribution of genetic variation within and among five *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) populations from coastal and mountain regions in the south of Rio de Janeiro. RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) markers were used in order to estimate the similarity of genotypes and to indicate the genetic distance among 77 individuals and 5 populations. The genetic distance, once estimated, were correlated with geographic distance using Spearman Correlation Analysis. Guapuruvu presented a high level of polymorphism (97%) and of genetic diversity ( $h=0.359$ ), indicating the potencial genetic conservation of this populations. Of the total genetic diversity, 89.51% was atributable to differences within populations and 10.49% to differences among populations, indicating a intermediary amount of populations differentiation. There were no correlation among geographic and genetic distance indicating the lack of spatial structure of the specie distance. The estimative of gene movement among populations revealed a high value (3,18 migrant per generation), probably influencing the genetic patterns of low populations differentiation. The restrict gene movement by polinization (bees) and seed dispersion (anemocoric) of guapuruvu and the intensive utilization of this species for reforestation and landscapes suggest the antropic influence in the genetic patterns observed.

**Keywords:** genetic structure, biodiversity, guapuruvu

### 3.1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica vem sofrendo acelerado processo de fragmentação nos últimos séculos, tendo como implicações diretas a redução indiscriminada das florestas, extinção de espécies e perda da variabilidade genética (DEAN, 1996; YOUNG *et al.*, 1996). No Estado do Rio de Janeiro, da área de 97% originalmente coberta por Mata Atlântica em 1500, restaram apenas 16,73%. Embora a taxa de desmatamento tenha diminuído no período de 1995-2000 (0,51%) em relação a 1990-1955 (3,31%) e a 1985-1990 (0,70%), ainda são perdidos mais de 3.500 hectares de floresta a cada cinco anos (SOS MATA ATLÂNTICA, 2001).

Como forma de minimizar o impacto da perda da cobertura vegetal diversas iniciativas de recuperação de áreas degradadas tem sido realizadas por órgãos governamentais e não governamentais. Entretanto, poucas iniciativas atentam para a qualidade física, fisiológica e genética das sementes e mudas, tendo como consequência a baixa diversidade genética nas áreas replantadas.

A curto prazo, a perda de variabilidade genética pode reduzir a aptidão individual da espécie, inviabilizando o remanescente populacional. A longo prazo, pode limitar a habilidade das espécies a responderem às mudanças devidas à ação de forças seletivas (ELLSTRAND & ELLAN, 1993).

O conhecimento da quantidade e distribuição da variabilidade genética nas populações naturais é um pré-requisito fundamental para o estabelecimento de estratégias eficazes de conservação genética e recuperação de áreas degradadas (FRANKEL & SOULE, 1981). Entre as alternativas para se determinar este parâmetro destaca-se a utilização de marcadores moleculares, como o RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA).

Ainda há muito poucos estudos de variação e diferenciação populacional intra-específica e de quantificação da perda desta variação pela fragmentação em espécies arbóreas tropicais, apesar da sua importância para o campo da biodiversidade e suas aplicação ao manejo, conservação e utilização sustentável dos recursos naturais (KAGEYAMA *et al.*, 1998; LEWINSOHN & PRADO, 2002).

Para ecossistemas com alta diversidade de espécies, tais como as florestas tropicais, onde é praticamente impossível estudar todas do ponto de vista genético, a escolha das espécies passa a ter cada vez mais importância, principalmente para interpretar a comunidade vegetal e extrapolar os resultados para espécies com características semelhantes (KAGEYAMA *et al.*, 2003).

O *Schizolobium parahyba*, conhecido popularmente por guapuruvu, apresenta-se adequado para estudos genéticos de suas populações, por ser uma espécie pioneira, de rápido crescimento, de ampla distribuição geográfica, com dispersão anemocórica e polinização por abelhas, podendo portanto servir de modelo para outras espécies.

O presente trabalho tem como objetivos estimar o nível e a distribuição da variação genética entre e dentro de cinco populações de *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), avaliar a estruturação espacial das populações e por fim e estimar o fluxo gênico entre estas populações, com base em marcadores RAPD.

## 3.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.2.1. Variabilidade genética

A colheita de sementes com a finalidade de recuperação de áreas degradadas deve ter como premissa básica a **conservação da diversidade genética das espécies**. A diversidade genética é considerada um dos componentes da biodiversidade que representa a variação existente entre indivíduos e populações de uma determinada espécie (FUTUYMA, 1995). A importância de se representar a variabilidade genética está relacionada à adaptação e tolerância das espécies às condições edafo-climáticas e a resistência a novos patógenos e pragas. De acordo com FRANKEL & SOULÉ (1981), as espécies necessitam de um potencial de variabilidade para continuidade da evolução, por causa das mudanças do ambiente biótico e da contínua adaptação das espécies frente ao regime de seleção dos seus predadores, hospedeiros, simbioses e competidores. A variação genética fornece matéria-prima para as mudanças evolutivas, influenciando no desempenho fisiológico e no perfil demográfico das populações (WEIR, 1990). Embora se tenha cada vez mais informações sobre o nível de variabilidade genética em populações naturais, principalmente através de técnicas de eletroforese, ainda pouco se sabe sobre as relações entre esta variabilidade e a adaptação e sobrevivência (MARTINS, 1987).

O processo de amostragem desta diversidade genética deve estar baseado no padrão de variação genética, na sua área de distribuição natural e na quantidade de variabilidade dentro de cada população (GANDARA, 1996). A este padrão de variação existente entre e dentro das populações denomina-se **estrutura genética** (KAGEYAMA & PATIÑO, 1985). Para se compreender as estratégias de amostragem propostas para se representar a variabilidade genética das espécies é necessário o conhecimento de que fatores afetam o seu padrão de distribuição (LOVELESS & HAMRICK, 1984). Estudos sobre estrutura genética já demonstraram que a distribuição da variação genética não é aleatória dentro das populações (ALLARD *et al.*, 1972; ANTONOVICS, 1971). De acordo com HAMRICK (1983), a estrutura genética é determinada pelas seguintes características: sistema reprodutivo, distribuição geográfica da espécie, tamanho efetivo das populações, modo de reprodução, fluxo gênico através da dispersão do pólen e da semente e estágio da sucessão onde a espécie é freqüente. Tendo como base inúmeros trabalhos sobre estrutura genética, HAMRICK (1983) identificou os seguintes padrões de distribuição da variabilidade genética entre indivíduos e populações de uma espécie:

- a) as espécies com distribuição ampla mantiveram um maior nível de variação alozimática total em relação às espécies regionalmente distribuídas. As espécies regionais tiveram maior variação entre populações do que as de distribuição ampla ou endêmica;
- b) as espécies com polinização cruzada pelo vento mostraram muito menor variação genética entre populações do que as de polinização cruzada por animais, que por sua vez foi muito menor do que as autógamas. A variação genética dentro de populações foi similar para as alógamas dispersas pelo vento e por animais e foi menor para as espécies autógamas;
- c) as espécies com dispersão de sementes pelo vento mostraram uma variação entre populações muito menor do que as sementes grandes, pequenas ou ingeridas por animais;
- d) as espécies do estágio sucessional inicial mostraram variação genética entre populações maior do que as da fase intermediária, e estas uma maior variação entre

do que as do final de sucessão. Para a variação dentro de populações ocorreu o inverso, sendo maior nos estágios finais do que nos intermediários e iniciais.

KAGEYAMA *et al.* (2003), por outro lado, não detectaram padrões claros na distribuição da diversidade genética entre e dentro das populações para espécies de diferentes estágios sucessionais, observando que a estrutura genética esteve mais associada a padrões reprodutivos e demográficos dentro das populações.

Além dos fatores citados, a estrutura genética é também resultado de um conjunto de fatores evolutivos, que atuam na diversidade genética, introduzindo novos alelos ou modificando as frequências (WEIR, 1990). São eles: mutação, migração, seleção natural, deriva genética.

### 3.2.2. Colheita de sementes

Estes padrões de estrutura genética têm sido usados como base para a determinação de algumas normas práticas que orientem a colheita de sementes com vistas à maior qualidade genética das sementes florestais. VENCOVSKY (1987) adaptou o conceito do tamanho efetivo populacional, como medida da representatividade genética, às atividades de coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas, concluindo que ao compor uma amostra de sementes deve-se procurá-la colher de um maior número possível de plantas genitoras, tomadas ao acaso, e de preferência em número igual.

MARSHALL & BROWN (1983) recomendam que, para captar-se alelos com frequência de 5% (alelos raros), deve-se colher sementes de 150 indivíduos por população. SHIMIZU *et al* (1982) *apud* KAGEYAMA & DIAS (1982) sugerem para espécies alógamas a colheita de 25 a 50 indivíduos não aparentados. BRUNE (1981) propõe a colheita do maior número possível de matrizes, desde que resguardada uma distância mínima de 100 m entre matrizes. PIÑA-RODRIGUES (2002) recomenda que, a estratégia de seleção de matrizes deve ser adequada à situação em que as árvores se encontram. Desta forma, sugere-se:

- árvores agregadas: de cada família (mesmo grupo), selecionar de 3 a 5 matrizes, com distância mínima entre famílias de 100 m.
- árvores dispersas (distribuição rarefeita): árvores matrizes devem estar distantes entre si, no mínimo 100 m.
- árvores em praças públicas: marcar tantas árvores quanto necessárias para compor um lote de sementes.
- árvores isoladas: marcar uma matriz a cada 100 a 200 m de distância entre árvores.

A generalização dos métodos de colheita de sementes sempre estarão sujeitos a erros em virtude das particularidades da estrutura genética de cada espécie. Deste modo, a investigação do padrão de distribuição desta variabilidade entre e dentro de populações de cada espécie é o método mais seguro para se adaptar as estratégias de amostragens propostas.

### 3.2.3. Estudos de caso

MORAES (1992) ao estudar a variabilidade genética por isoenzimas através de 14 caracteres quantitativos em duas populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* F.F) não detectou variação genética significativa entre as populações estudadas, estando esta variação contida dentro das populações. As duas populações apresentaram altos coeficientes de endogamia e baixa divergência genética, indicando predominância de cruzamentos entre indivíduos aparentados.

A baixa variação inter-populacional também foi encontrada por SEBBEN (2001) ao estudar três populações de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) em São Paulo, com avaliação de cinco caracteres quantitativos além da técnica de eletroforese e por PAIVA (1992) ao estudar duas populações de seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Acre.

Por outro lado, CARDOSO (1997) estudando o nível e a distribuição da variação genética entre e dentro de populações de pau-brasil, utilizando marcadores RAPD, encontrou alta divergência entre as populações, sugerindo, para fins de conservação genética da espécie, que não haja mistura de plantas com diferentes procedências.

MARCON (1988) analisou caracteres genéticos, morfológicos e agrônômicos de 25 populações de *Stylosanthes humilis* de três regiões ecogeográficas do estado de Pernambuco com o objetivo de avaliar a relação dos padrões de variabilidade aloenzimática e a influência da seleção natural nas diferentes condições ecogeográficas de origem de cada população. Como resultado detectou relação inversamente proporcional entre a diversidade e a precipitação pluviométrica anual, comprovando alta adaptação da espécie ao clima semi-árido do Agreste e do Sertão.

LEPSCH-CUNHA (1996) quantificou a variação genética e o sistema reprodutivo de *Couratari multiflora* e *C. guianensis* na Amazônia Central detectando altos níveis de diversidade genética intra-populacional para ambas as espécies. O estudo do sistema reprodutivo de *C. multiflora* demonstrou que mesmo as árvores distantes 1.000 m apresentaram altas taxas de cruzamento, confirmando a adaptação da espécie a condição de baixa densidade, requerendo grandes áreas para sua conservação.

LEITE (2001) ao estudar a variação genética entre 22 matrizes de *Syagrus romanzoffiana* com marcadores RAPD, detectou alto grau de polimorfismo, e uma variação genética compatível com a distância geográfica, de maneira que foi possível agrupar as matrizes geneticamente, de acordo com a sua origem.

LEMES *et al* (2003) encontraram quase toda a variação genética dentro de populações e muito pouca entre populações de *Swietenia macrophylla* distribuídas ao longo de um *transect* de 2100 km na Amazônia utilizando microsatélites. A ocorrência de variação genética em escala microgeográfica indicou a importância de manutenção destas populações em seus diversos habitats, especialmente em áreas com mosaico de topografia e solo e grandes áreas para conservação.

MELO JUNIOR (2003) estudou quatro populações de *Caryocar brasiliensis* no cerrado distantes até 100 km utilizando isoenzimas. Foi demonstrado que quase toda a variação genética se distribui dentro das populações e muito pouca entre as populações. Além disto, foi detectada ausência de estruturação espacial, indicando uma distribuição aleatória dos genótipos entre as populações, altos valores de fluxo gênico e baixas taxas de endogamia. Uma das hipóteses para explicar a semelhança genética entre as populações foi o intenso fluxo gênico da espécie que possui como polinizadores e dispersores, morcegos e aves, respectivamente. Outra hipótese do autor se refere ao recente processo de desmatamento do cerrado, não dando tempo das populações divergirem.

### 3.2.4. Marcadores moleculares

A expressão da variabilidade genética ocorre de forma diferenciada nas diversas etapas de crescimento de uma espécie. A sua identificação ao nível do fenótipo tem sido uma tarefa difícil tendo em vista a complexidade da expressão gênica e a influência dos fatores ambientais (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998).

Deste modo, os marcadores moleculares, definidos como todo e qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso há muito passaram a ser o principal método para se detectar a variabilidade genética (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998). Os estudos genéticos em populações naturais de espécies arbóreas tropicais, baseados em marcadores genéticos, iniciaram-se na Malásia. A revolução neste quadro iniciou-se com o desenvolvimento de marcadores isoenzimáticos (WEEDEN & WENDEL, 1990). As isoenzimas são diferentes formas moleculares da mesma enzima que ocorre em uma espécie, diferindo portanto, na seqüência de aminoácidos. A técnica da eletroforese de isoenzimas permite diferenciá-las molecularmente através da sua mobilidade no gel de amido quando colocadas num campo elétrico (WEEDEN & WENDEL, 1990). O controle genético das isoenzimas ocorre através de vários genes que podem ser alelos de um mesmo loco ou estar situados em diferentes locos. Apesar de ser um método relativamente barato e tecnicamente acessível, o número de alelos possível de ser detectado nesta técnica é limitado a 10 ou 20 sistemas enzimáticos, o que, de certa forma, o limita quanto à amostragem de maiores porções do genoma (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998).

Na década de 80 surgiu a técnica de PCR (*Polymerase Chain Reaction* ou Reação da Polimerase em Cadeia) desenvolvida por MULLIS & FALOONA (1987), promovendo uma verdadeira revolução na biologia molecular. Esta técnica tem como princípio o anelamento e a extensão enzimática de um par de oligonucleotídeos utilizados como iniciadores (“*primers*”) que delimitam a seqüência de DNA de fita dupla, alvo da amplificação (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998). Estes “*primers*” se ligam a seqüências complementares do DNA, possibilitando gerar vários fragmentos de DNA por PCR. Presume-se que indivíduos semelhantes, ao terem semelhantes seqüências de nucleotídeos sejam amplificados nos mesmos pontos, originando fragmentos de DNA de mesmo tamanho. Uma das desvantagens deste método consiste na necessidade de se ter um conhecimento prévio das seqüências de nucleotídeos que flanqueiam a seqüência de DNA de interesse. AFLPs, RAPDs são exemplos de técnicas baseadas em PCR que abriram novas possibilidades de utilização do polimorfismo encontrado na molécula de DNA.

Microssatélites são marcadores codominantes que geram dados similar-se àqueles gerados por isoenzimas, porém com um número de alelos e uma heterozigosidade muito maior. Devido ao seu alto grau de polimorfismo, os microssatélites tornaram-se os marcadores ideais para o mapeamento genético e estudos populacionais. (ZUCCHI, 2002).

### 3.2.5. Marcadores RAPD

Em 1990, surgiu a idéia de se utilizar “*primers*” mais curtos e de seqüência arbitrária para dirigir a reação de amplificação. Esta técnica, denominada de RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA* ou polimorfismo de DNA amplificado ao acaso) foi criada por WILLIAMS *et al* (1990) apresentando a grande vantagem de ser utilizada

em qualquer ser vivo sem a necessidade de se realizar previamente a clonagem e o sequenciamento do DNA para síntese dos *primers*, como se exigia na técnica PCR original. Na mesma época WELSH & MCLELLAND (1990) publicaram um trabalho utilizando o mesmo princípio do RAPD e denominaram a técnica de AP-PCR (Arbitrarily-Prime-Polimerase Chain Reaction). Entretanto, esta técnica ficou mais conhecida como RAPD.

A metodologia RAPD consiste na amplificação ao acaso de fragmentos de DNA com um único *primer* de seqüência arbitrária, que irá traduzir-se na síntese final de vários segmentos de DNA de diferentes tamanhos. A partir deste conjunto de fragmentos é possível detectar polimorfismos na seqüência do DNA que podem ser usados como marcadores genéticos, medindo a similaridade entre indivíduos dentro de populações (WILLIAMS *et al.*, 1990)

Nas técnicas de RAPD e PCR, os “*primers*” podem encontrar complementaridade em diversos trechos do DNA, sem distinguir as áreas ativas ou inativas (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998). Em virtude disto, considera-se que estas técnicas representem mais satisfatoriamente a variabilidade gênica, em comparação com a eletroforese de isoenzima, que se restringe às áreas do DNA codificantes de determinada enzima (LYNCH & MILLIGAN, 1994).

Dentre as vantagens do RAPD pode-se citar: baixo custo, a técnica não utiliza radioatividade, não requer o conhecimento prévio da seqüência a ser amplificada, necessita de pequenas quantidades de DNA, pode ser aplicado a qualquer espécie (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998). Como desvantagens pode-se citar o fato de ter caráter dominante, não sendo possível identificar o genótipo heterozigótico, além de apresentar problemas de reprodutibilidade (LYNCH & MILLIGAN, 1994; KARP *et al.* 1996).

Marcadores RAPD tem sido utilizado para estimar variação genética entre e dentro de populações de uma mesma espécie (TRINDADE, 2001; LI *et al.*, 2002; ZUCCHI, 2002; ESTOPA, 2003; ZIMBACK, 2004), entre espécies de um mesmo gênero (CHALMERS *et al.*, 1992; CORRÊA *et al.*, 1999; HWANG *et al.*, 2001) e dentro de família botânica, comparando diferentes gêneros (CHALMERS *et al.*, 1994).

Em ecossistemas de alta diversidade de espécies, como as florestais tropicais, onde é praticamente impossível estudar todas do ponto de vista genético, a escolha das espécies passa a ter cada vez mais importância, principalmente para interpretar a comunidade e extrapolar os resultados para espécies com características semelhantes (KAGEYAMA *et al.*, 2003). Segundo estes autores, a amostragem de espécies-modelo de diferentes grupos sucessionais, em ecossistemas semelhantes e utilizando os mesmos marcadores genéticos pode permitir avanços no entendimento genéticos das populações naturais de espécies arbóreas, bem como auxiliar na construção de indicadores para monitorar as ações na floresta tropical.

Estudos realizados com o uso da técnica de marcadores genéticos aplicados ao estudo de populações de *Schizolobium parahyba*, em Belize tem apontado para uma grande semelhança genética entre indivíduos separados por quilômetros de distância (KAMAU, 2000). Considerando que o guapuruvu é uma espécie do grupo das pioneiras, de rápido crescimento, alta densidade populacional, ocorrência agregada e dispersão de sementes a curta distância e polinização a curta-média distância, pretende-se testar a hipótese de que devido a estes aspectos de sua autoecologia e às condições atuais em que a espécie se encontra na Floresta Atlântica, exista uma alta divergência genética entre populações.

### 3.3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.3.1 Áreas de estudo

Foram estudadas 74 matrizes, distribuídas em 5 populações de guapuruvu situadas em cinco regiões do Estado do Rio de Janeiro: Paraty, Ilha Grande, Itaguaí, Rio de Janeiro e Miguel Pereira (Figura 1) abrangendo as latitudes de 52° 70'54'' a 66° 67'57'', e as longitudes de 74° 32'27'' a 75° 11'74''.

Na região de Paraty os estudos se desenvolveram próximo ao rio Perequeçu, no entorno da Área de Proteção Ambiental do Cairucu. Na Ilha Grande, foi realizado próximo a Freguesia de Santana e Japaris. Em Itaguaí, foram efetuadas coletas próximo a APA de Mangaratiba. Em Miguel Pereira as coletas foram realizadas na Fazenda Igapira, no distrito de Vera Cruz, a aproximadamente 98 km da cidade do Rio de Janeiro (Tabela 1). Na cidade do Rio de Janeiro foram estudadas populações de Campo Grande e na Grota Funda, próximo ao Parque Estadual da Pedra Branca.

Paraty está situada na região sul litorânea do Estado do Rio de Janeiro, com altitudes que variam até 100 m, clima quente super úmido sem seca, com temperatura média superior a 18°C em todos os meses do ano e solo do tipo cambissolo<sup>1</sup>. A vegetação é Floresta Ombrófila Densa, havendo algumas variações em decorrência do uso do solo de cada região.

Miguel Pereira está situada na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, com altitude variando de 700 a 800 m. O clima é sub quente semi-úmido com temperaturas mais amenas em relação a Paraty, com média entre 15 °C e 18°C em pelo menos um mês do ano e com 4 a 5 meses secos (IBGE, 2002). O solo é do tipo latossolo vermelho e amarelo<sup>2</sup> e a vegetação dominada pela Floresta Ombrófila Densa (Tabela 1).

A Ilha Grande e Itaguaí estão situados na região sul litorânea, sendo que Ilha Grande pertence ao município de Angra dos Reis. Na Ilha Grande a altitude varia de 0 a 300 m e em Itaguaí de 0 a 100 m. Em ambas as regiões o clima é quente super úmido sub seco, com temperatura média superior a 18°C em todos os meses do ano, o solo é do tipo cambissolo<sup>1</sup>, e a vegetação dominante é a Floresta Ombrófila Densa.

Guaratiba, pertencente ao município do Rio de Janeiro também está situada na região sul litorânea, com altitudes entre 0 e 300 m, clima quente e úmido, solo do tipo planossolo<sup>3</sup> e cobertura vegetal dominante Floresta Ombrófila Densa, com variações de acordo com o uso do solo (IBGE, 2002).

---

<sup>1</sup> Cambissolo: grupo de solos minerais não hidromórficos, em geral álicos, com horizonte B câmbico (certo grau de desenvolvimento, porém em estágio inicial de meteorização) e pouca diferenciação de textura entre os horizontes A e B. É encontrado nas áreas de relevo montanhoso e escarpado, abrangendo vasta porção do território fluminense (EMBRAPA, 1997).

<sup>2</sup> Latossolo vermelho e amarelo: classe de solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico. Em sua maior parte, possui caráter álico, o que lhe confere uma certa acidez. Compreende solos normalmente muito profundos. Em estágio já bastante desenvolvido, apresenta intemperismo avançado e poucas reservas de elementos nutritivos para as plantas (EMBRAPA, 1997).

<sup>3</sup> Planossolo: possui marcante mudança textural do horizonte A para o B, horizonte subsuperficial geralmente argiloso, com cores brunadas (escuras) e acinzentadas relacionadas às condições imperfeitas de drenagem. O horizonte A apresenta uma textura mais leve que o B, sendo arenoso. O horizonte B é textural (EMBRAPA, 1997).

**Tabela 1.** Dados ecogeográficos das cinco áreas de estudo de *Schizolobium parahyba* situadas no Estado do Rio de Janeiro

<b>Áreas de Coleta</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Nº de matrizes</b>	<b>Extensão da Coleta</b>	<b>Altitude</b>	<b>Solo</b>	<b>Clima</b>
Ilha Grande	23°06'00''	44°15'50''	12	2.500 m	0 a 300 m	Cambissolo	Quente super úmido sub seco
Paraty	23°13'22''	44°44'04''	27	820 m	0 a 100 m	Cambissolo	Quente super úmido sem seca
Itaguaí	22°50'49''	43°45'30''	8	1170 m	0 a 100 m	Cambissolo	Quente super úmido sub seco
Miguel Pereira	22°28'54''	43°29'15''	13	1240 m	700 a 800 m	Latossolo vermelho e amarelo	Sub quente semi úmido
Rio de Janeiro	22°55'31''	43°39'22''	14	7860 m	0 a 300 m	Planossolo	Quente e úmido

**Figura 1.** Mapa de localização das populações coletadas em cinco regiões do Estado do Rio de Janeiro

### 3.3.2 Metodologia

Em cada região foram marcados, cadastrados e avaliados indivíduos adultos de *Schizolobium parahyba*, com circunferência a altura do peito (CAP) maior que 50 cm, totalizando 74 matrizes para o estudo (Tabela 1). A única exceção foi a coleta em Ilha Grande, onde praticamente todos os indivíduos adultos de guapuruvu morreram devido a causas ainda não identificadas, possibilitando a coleta apenas de indivíduos jovens ou em regeneração. A localização e avaliação de cada matriz é apresentada no Anexo 1.

Para cada matriz foram obtidas informações de localização através do endereço e de coordenadas geográficas com o uso de um receptor GPS (Global Position System). Amostras de folhas foram coletadas em cada matriz, sendo em seguida armazenadas em sacos plásticos hermeticamente fechados junto com sílica-gel e encaminhadas ao Laboratório de Genética e Biologia Molecular da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus (BA), para realização da extração e amplificação do DNA.

A extração do DNA de folhas foi feita pelo método de CTAB (DOYLE e DOYLE, 1990), modificado a partir de protocolos previamente estabelecidos para outras plantas (CORRÊA *et al*, 1999), conforme descrito abaixo.

#### Etapa 1: Maceração e extração

O processo de extração de DNA teve início com a maceração das folhas de guapuruvu (100 mg), já desidratadas com sílica gel, acrescentando nitrogênio líquido. Em seguida acrescentou-se o tampão CTAB (2%), detergente catiônico que solubiliza e destrói as membranas celulares, e misturou-se o conteúdo no agitador magnético tipo *vortex*. Os *ependorfs* foram postos em banho-maria a 65°C por 30 minutos, sendo homogeneizados de 10 em 10 minutos.

#### Etapa 2: Purificação dos ácidos nucleicos

Foram adicionados 600 µL de clorofórmico-álcool isoamílico 24:1, agente que se liga às proteínas, desnaturando-as e separando-as do DNA, agitando o tubo invertendo-o 100 vezes e colocando-o na centrífuga a 22°C, a uma velocidade de 12.200 rpm por 10 minutos. Ao retirar o tubo da centrífuga, separou-se o líquido sobrenadante inferior (referente a fase orgânica que contém membranas e proteínas), deixando o superior (fase aquosa que contém os ácidos nucleicos).

#### Etapa 3: Precipitação dos ácidos nucleicos

Foram adicionados 400 µL de isopropanol (torna o meio hidrófobo, levando os ácidos nucleicos a precipitarem) aos *ependorfs*, deixando-os no freezer a -20°C por 30 minutos. Em seguida, os *ependorfs* foram centrifugados por 15 minutos a 4°C e a 10.000 rpm. Após retirá-los da centrífuga formou-se o pellet. Descartou-se o isopropanol e lavou-se o DNA duas vezes com álcool 70% e uma vez com álcool 95%, soltando o pellet a cada vez. Deixou secar por 1 hora e 30 minutos.

#### Etapa 4: Ressuspensão dos ácidos nucleicos e eliminação do RNA

Em cada *ependorf* adicionou-se Tris-HCl 10 mmol/L, EDTA, pH 8,0 a 1 mmol/L, RNase 10 µg/mL, NaCl 1,4 mol/L, 1 g Polyvinylpyrrolidone (PVP 40), mercaptoetanol 0,2%, impedindo assim a ação de enzimas degradativas, e levando-os a banho-maria por 1 hora, homogeneizando paralelamente. Ao retirar do banho-maria os *ependorfs* foram armazenados no freezer a -20°C.

### Etapa 5: Teste de qualidade do DNA

Foi preparado o gel de agarose, misturando-se num *erlenmeyer* 250 mL de TBE 1x com 3 g de agarose, colocando em seguida a mistura na cuba de eletroforese, até cobrir os pentes.

O DNA foi descongelado, e de cada *ependorff* (matriz) foram retirados 2µL de DNA, misturando-o a 5 µL de água milique auto-clavada e a 2µL de corante. Cada mistura desta foi posta em uma célula do gel, sendo que numa das células foi acrescentada 2µL de solução de DNA padrão de concentração conhecida. O gel foi levado para correr por 1 hora a 4°C em um campo eletromagnético. Posteriormente foi visualizado e fotografado sob luz ultravioleta. A corrida da solução de DNA de concentração conhecida foi então comparada à corrida das soluções de DNA de concentração desconhecida.

Foi utilizada também outra técnica para quantificação do DNA, através da medição das absorvâncias das purinas e fenilalanina no espectrofotômetro. O cálculo da concentração do DNA (C) foi feito pela fórmula:

$$C = \frac{A_{260} \times 50 \times f}{1000} = \mu\text{g DNA} / \mu\text{l}$$

onde,  $A_{260}$  = Absorbância da amostra  
f = fator de diluição (=100)

Os resultados da quantificação do DNA extraído são apresentados no anexo 2.

Amostras de DNA de cada matriz foram amplificadas pelas técnicas de RAPD (WILLIAMS *et al.*, 1990). Na técnica de RAPD, foram empregados 5 *primers*: I11, P14, AX15, Q04 e K08. As condições de amplificação e eletroforese foram feitas de acordo com CORRÊA *et al.* (1999).

### Etapa 6. Reações de Amplificação

Os produtos das amplificações foram separados por eletroforese em géis de agarose 1,2%, corados com brometo de etídio e fotografados. Os padrões de bandas heteromórficas foram transformados em planilhas do programa computacional Excel para análises genético-estatísticas.

Os coeficientes de dissimilaridade foram calculados com base no complemento do coeficiente de similaridade de NEI & LI (1979). Foi realizada análise de diversidade gênica em populações e a determinação dos agrupamentos pelo método de distância de NEI (1978), estimando a heterozigosidade total ( $H_T$ ), diversidade gênica média dentro ( $H_S$ ), divergência genética entre populações ( $G_{ST}$ ) e fluxo gênico ( $N_M$ ) utilizando o Programa POPGENE versão 1.31 (YEH *et al.*, 1997). Ainda utilizando este programa, foram estimados para cada população: número de alelos observados ( $n_a$ ), número de alelos efetivos ( $n_e$ ), diversidade gênica de Nei ( $H_E$ ) (NEI, 1973) e a porcentagem de locos polimórficos (P%) (NEI, 1987).

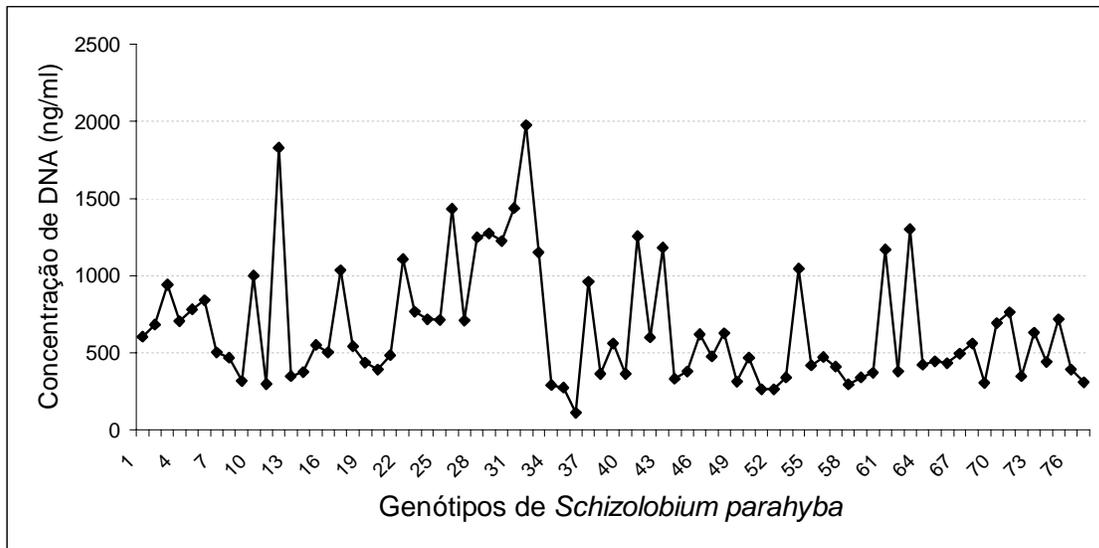
Através da matriz de distância genética foi feita uma análise de variância molecular hierárquica (AMOVA; EXCOFFIER *et al.* 1992), descrita por HUFF *et al.* (1993), para cálculo do índice de fixação ( $F_{ST}$ ), com auxílio do Programa Arlequin (SCHNEIDER *et al.* 1997).

Para analisar as distâncias genéticas entre as populações foi realizada uma análise de agrupamento para elaboração de dendrograma empregando UPGMA como método de ligação e como método de distância o de NEI (1978). O padrão de variação espacial das populações foi analisado usando a estimativa do coeficiente de regressão linear entre a matriz de distância de NEI (1978) e a matriz de distâncias geográficas entre as populações estudadas. A distância geográfica foi obtida a partir das coordenadas geográficas originais utilizando o Programa Arcview GIS 3.2. Na determinação das distâncias geográficas não foram consideradas barreiras naturais como vertentes, altitude e fragmentação, mas apenas o valor em linha reta entre dois pontos georreferenciados.

### 3.4. RESULTADOS

A quantidade média de DNA extraída por matriz foi de 657,7 ng/μl, ocorrendo grande variação nas diferentes matrizes de guapuruvu (Figura 2). A análise de RAPD dos 77 indivíduos, utilizando cinco *primers*, possibilitou a identificação de 32 bandas para o estudo (Tabela 2).

Estudos realizados por TRINDADE *et al.* (2001) indicaram que 33 bandas foram suficientes para a análise da estrutura genética populacional de *Eugenia dysenterica*. Para chegar a esta conclusão os autores realizaram ensaios preliminares amostrando 25 genótipos com 36 locos RAPD e 7 *primers*.

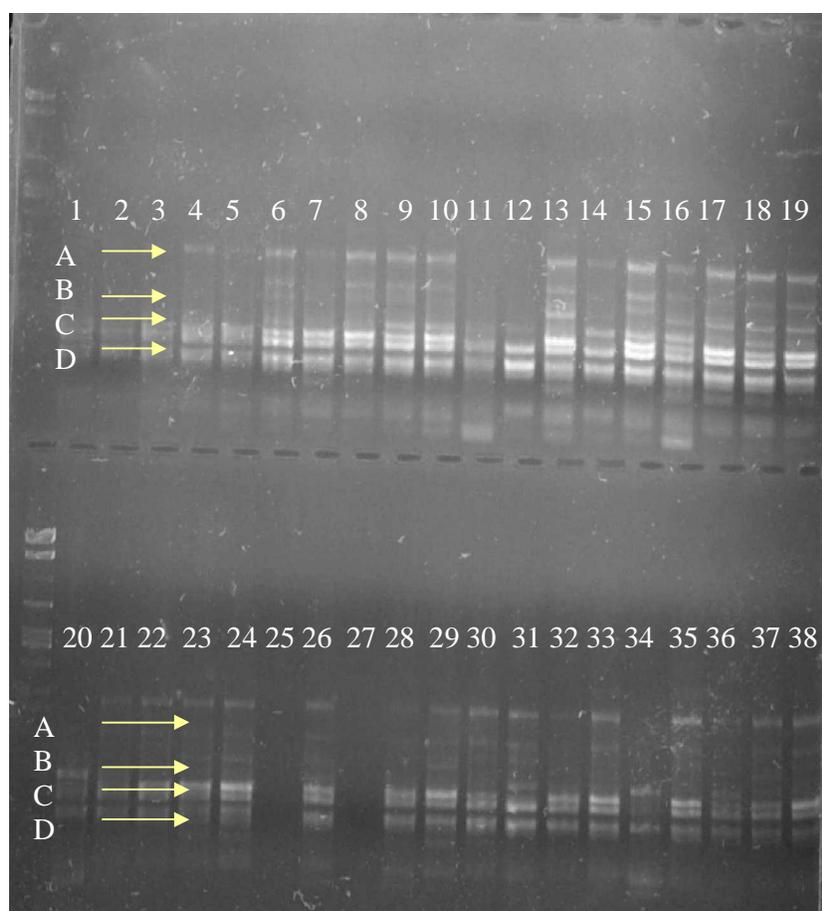


**Figura 2.** Quantificação do DNA extraído das amostras referentes aos 77 genótipos de *Schizolobium parahyba*

**Tabela 2.** Relação do número de bandas e da seqüência de nucleotídeos para cada *primer*

Oligonucleotídeo	Seqüência 5'→3'	Número de bandas
OP I11	ACATGCCGTG	4
OP P14	CCAGCCGAAC'	6
OP Q04	AGTGCGCTGA'	6
OP AX15	TGATTGCGGG	8
OP AW18	GAACACTGGG'	8
TOTAL		32

Na figura 3 pode-se observar o perfil do *primer*, com a identificação de 4 das 32 bandas de DNA para 38 matrizes. A análise destas bandas gerou uma matriz binária de presença e ausência por matriz.



**Figura 3.** Foto do gel 1 do *primer* I 11, contendo quatro bandas de DNA (ABCD) para as 38 matrizes de *S. parahyba*

A partir da matriz binária foram calculadas as freqüências gênicas para cada população. Das 32 bandas estudadas, 31, correspondente a 96,88%, apresentaram polimorfismo (Tabela 3). Somente o alelo 26 não apresentou polimorfismo, ocorrendo em todos os indivíduos estudados.

Considerando as frequências alélicas, observa-se que 20% das frequências foram idênticas entre duas ou mais populações. Além disto foram encontrados quatro alelos (12, 23, 28, 29) que não estavam presentes em pelo menos uma das populações (Tab.3).

**Tabela 3.** Frequência dos alelos obtidos através da análise de 32 bandas RAPD de cinco populações de *S. parahyba* no Estado do Rio de Janeiro

Alelos	Bandas	Ilha Grande	Paraty	Itaguaí	M. Pereira	Rio de Janeiro
1	I11a	0.833	0.778	0.556	0.929	0.5
2	I11b	0.833	0.815	0.889	0.929	0.643
3	I11c	1*	0.741	1*	0.357	1*
4	I11d	0.917	0.778	1*	1*	0.929
5	AX 15 a	0.75	0.923	0.667	0.786	0.615
6	AX 15 b	0.333	0.76	0.111	0.714	0.154
7	AX 15 c	0.333	0.36	0.111	0.5	0.231
8	AX 15 d	0.667	0.385	0.556	0.143	0.231
9	AX 15 e	0.417	0.654	0.444	0.786	0.692
10	AX 15 f	1*	0.963	1*	1*	0.867
11	AX 15 g	1*	1*	1*	0.929	1*
12	AX 15 h	0.583	0.385	0*	0.286	0*
13	AW18 a	0.818	0.926	1*	0.833	1*
14	AW18 b	0.909	0.741	0.714	0.846	0.5
15	AW18 c	0.909	0.778	0.714	0.692	0.5
16	AW18d	0.636	0.741	0.857	0.923	0.857
17	AW18 e	1*	0.704	1*	1*	0.75
18	AW18 f	0.182	0.259	0.286	0.462	0.667
19	AW18 g	1*	1*	1*	1*	0.909
20	AW18 h	0.909	0.519	0.857	0.308	1*
21	P14 a	0.75	0.826	0.778	0.786	0.733
22	P14 b	1*	1*	1*	0.889	0.929
23	P14 c	0.583	0.462	0.25	0*	0.154
24	P14 d	0.917	0.958	0.889	1*	1*
25	P14 e	0.833	0.688	0.875	0.846	0.857
26	P14 f	1*	1*	1*	1*	1*
27	Q04a	0.833	0.6	0.333	0.643	0.5
28	Q04b	0.167	0.32	0*	0.357	0.429
29	Q04c	0.75	0.462	0.222	0*	0.214
30	Q04d	0.167	0.462	0.667	0.786	0.786
31	Q04e	0.667	0.846	1*	0.929	0.857
32	Q04f	0.917	0.885	0.556	0.786	0.929

0= ausência; 1= presença; \*ausência de polimorfismo

As diferenças entre as frequências de alelos das populações foram testadas pelo teste  $X^2$  para as 32 bandas. Destas, 10 diferiram significativamente, 5 diferiram com baixa significância ( $p < 0,08$ ) e 17 não diferiram estatisticamente (anexo 3). Os alelos que não diferiram estatisticamente foram os polimórficos, com frequência próxima a 0,5, reforçando a existência de alta variação genética dentro das populações.

Comparando os 74 acessos aos pares na matriz total de coeficientes de dissimilaridade genética, verificou-se que há diversidade genética entre os materiais, com coeficiente de diversidade médio de 0,1764, tendo os materiais mais divergentes

coeficientes de 0,4500 e os menos divergentes 0,0000 (Tabela 4). ALVES (2002) encontrou distâncias genéticas de 0,019 a 0,99 estudando sete populações naturais de *Theobroma grandiflorum*.

**Tabela 4.** Resultados parciais de comparação da diversidade genética entre pares de matrizes (acessos i e j) através do Coeficiente de Dissimilaridade Genética de Nei e Li (1979)

Comparações	Acesso i	Acesso j	Coeficiente de Dissimilaridade Genética
1	5	67	0
2	38	77	0
3	67	73	0
4	46	48	0.0244
5	73	74	0.0270
...	...	...	...
2922	34	54	0.4091
2923	34	59	0.4091
2924	17	34	0.4419
2925	34	62	0.4419
2926	34	37	0.4500
média			0.000753014

Avaliando a diversidade genética (h) por população (Tabela 5), calculada com base em NEI (1973), foi constatado que os valores variaram de 0,3725 para a população com maior diversidade genética (Paraty) a 0,2541 para a população com menor diversidade (Itaguaí), com uma média de 0,36. A população da Ilha Grande apresentou diversidade genética acima do esperado pois, além de ser uma população isolada, houve sobreposição de gerações na coleta, devido a dificuldade de encontrar indivíduos adultos vivos.

O número de alelos observados variou de 1,65 para Itaguaí a 1,87 em Paraty. Estes valores são inferiores àqueles encontrados para outras espécies arbóreas, cujos valores tem sido comumente superiores a 2,0 (Tabela 8), o que pode ser explicado pelo baixo número de indivíduos amostrados nas populações. Segundo ZUCCHI (2002), o número de alelos observados por loco aumenta em função do tamanho da amostra. Deste modo, amostras grandes possuem maior chance de detectar alelos raros.

A porcentagem de locos polimórficos variou de 65,62% para Itaguaí a 87,52% para Paraty. A estimativa dos valores de diversidade por loco é apresentada no anexo 4.

**Tabela 5.** Valores de diversidade média para cinco populações de *S. parahyba* do Estado do Rio de Janeiro, obtidos através de marcadores RAPD

Parâmetro	Ilha Grande		Paraty		Itaguaí		M. Pereira		RJ		Total	
	Média	s	Média	s	Média	s	Média	s	Média	s	Média	s
N	12	-	27	-	8	-	13	-	14	-	74	-
Na	1.78	0.42	1.87	0.33	1.65	0.48	1.75	0.43	1.75	0.43	1.97	0.17
Ne	1.57	0.38	1.67	0.33	1.45	0.40	1.55	0.38	1.53	0.39	1.64	0.31
H	0.32	0.19	0.37	0.16	0.25	0.21	0.31	0.19	0.29	0.20	0.36	0.13
P%	78.12	-	87.50	-	65.62	-	75.00	-	75.00	-	96.88	-

n=número de indivíduos amostrados; na=número de alelos observados; número de alelos efetivos; h=diversidade gênica de Nei; P%=porcentagem de locos polimórficos; S= variância).

A maior diversidade genética da população de Paraty pode estar relacionada a maior proximidade desta localidade com o Vale do Paraíba, centro de origem do guapuruvu (MARTIUS, 1840). Outra hipótese proposta para os resultados de diversidade genética intra-populacional pode ser o esforço de coleta. O pequeno tamanho das amostras comprovadamente afeta a estimativa da diversidade genética dentro das populações (ROSSETO *et al.*, 1995). A estimativa da diversidade gênica seguindo a metodologia de NEI (1973) para quantificar a estrutura genética das populações não considera o erro associado a amostragem, de maneira que esta tende a ser viciada, sendo maior quanto menor for o número amostral (ALVES, 2002).

O maior e o menor valor de diversidade genética corresponderam ao maior e menor esforço amostral: em Paraty, local de maior diversidade genética, foram coletados 25 indivíduos e em Itaguaí, local com menor diversidade genética foram coletados 8 indivíduos. Em Miguel Pereira e Rio de Janeiro foram colhidas 13 e 14, respectivamente. A alta diversidade genética na Ilha Grande, onde foram coletadas 12 matrizes, destaca a importância deste local em termos de conservação.

A Tabela 6 apresenta os resultados da Análise de Variância Molecular. O guapuruvu apresentou 89,51 % da variação distribuída dentro das populações e 10,49% entre as populações. A divergência entre populações foi significativa a  $p < 0.05$ . O padrão de maior variação genética dentro de populações é o esperado para as espécies arbóreas, em função dos mecanismos efetivos de dispersão de genes entre as populações (LOVELESS & HAMRICK, 1984).

**Tabela 6.** Análise de Variância Molecular (AMOVA) para 74 indivíduos de *S. parahyba* pertencentes a 5 populações, obtidos por marcadores RAPD

Fonte de variação	GL	Soma dos quadrados	Componentes de variação	Porcentagem de variação
Entre populações	4	35.996	0.38594	10.49
Dentro das populações	74	237.069	3.29262	89.51
Total	78	273.065	3.67856	

Considerando que o guapuruvu é uma espécie pioneira de ciclo de vida curto, alta densidade populacional, ocorrência agregada e polinização e dispersão a curta distância, o valor de divergência genética observado entre suas populações (10,49%) foi baixo. Segundo KAGEYAMA *et al* (2003), espécies arbóreas pioneiras com estas características tendem a apresentar divergência genética entre populações variando de 15 a 25%. Já as espécies secundárias, com ciclo de vida longo e menor densidade populacional, possivelmente apresentam fluxo gênico intermediário com moderada divergência genética entre populações ( $\theta_p = 5\%$  a 15%). As espécies climáticas por possuírem vida longa, baixa densidade populacional e altos níveis de cruzamento, provavelmente, apresentam fluxo gênico a longa distância, com baixa divergência genética entre populações ( $\theta_p = 5\%$ ).

Estudos realizados com *Schizolobium parahyba*, em Belize, tem apontado para uma grande semelhança genética entre indivíduos separados por quilômetros de distância (KAMAU, 2000).

O tipo de dispersão de sementes do guapuruvu, anemocoria, pode ajudar a compreender os resultados de divergência genética encontrados. HAMRICK & LOVELESS (1986) relacionando a dispersão de sementes e diferenciação genética numa escala local através do estudo de 9 espécies com distintos tipos de dispersão de sementes, constataram que a anemocoria foi o tipo de dispersão mais eficiente de fluxo gênico, resultando na menor diferenciação entre populações ( $G_{st}=0,079$ ), superior à zoocoria.

Comparando os resultados de divergência genética com o de outras espécies, igualmente pioneiras, e de rápido crescimento, como *Trema micrantha* (0,7%) e *Cecropia pachystachya* (2,6%), ou mesmo com espécies secundárias que tem dispersão pelo vento, como *Cedrela fissilis* (8,2%) e *Cariniana legalis* (0,9%), o guapuruvu apresentou valor mais alto (Tabela 8). MOSSI *et al.* (2003) encontraram variância inter-populacional de 7,6% a 9,9% para três populações de *Maytenus ilicifolia*, utilizando marcadores RAPD. CARDOSO (1997) encontrou variação inter-populacional de 18,7% a 44,5% para cinco populações de pau-brasil, utilizando marcadores RAPD. Em relação a espécies de estágios sucessionais mais avançados e com fluxo gênico restrito, o guapuruvu apresentou menor diferenciação entre populações.

A estimativa de fluxo gênico entre populações ( $N_M$ ) de guapuruvu foi de 3,18 migrantes por geração (Tabela 7). De acordo com WRIGHT (1951) valores de  $N_M$  menores que 1 indicam isolamento genético. GOVINDAJARU (1989) classificou o fluxo gênico em alto ( $N_m > 1$ ), intermediário ( $0,25 < N_m < 0,99$ ) e baixo ( $N_m < 0,25$ ).

O fluxo gênico encontrado para o guapuruvu é alto, principalmente considerando-se a relativa distância geográfica das populações estudadas que variou de 64 a 320 km, além do tipo de polinização e dispersão, ambas a curta distância. HAMRICK & MURAWSKI (1990) relatam que a polinização por abelha pode alcançar uma distância de 750 m em espécies arbóreas. DEGEN & ROUBIK (2004) observaram para *Jacaranda copaia* e *Dipteryx odorata*, espécies polinizadas por abelhas, uma distância de pólen de 162 m e 352 m, respectivamente. ROUBIK (1999) detectou área de forrageamento de *Apis mellifera* superior a 1,6 km. Outros estudos já detectaram 8 km (ROUBIK, 1989). CRANE (1985) afirma que a *Apis mellifera* pode alcançar até 24 km em busca de alimento. Métodos de medição direta do fluxo gênico, através de técnica de marcação de pólen com pó fluorescente, isoenzimas ou microssatélites tem detectado distâncias bem menores de fluxo de pólen, variando de 350 m a 1000 m (CHASE *et al.*, 1996; LEPSCH-CUNHA, 1996; KONUMA *et al.*, 2000).

**Tabela 7.** Parâmetros genéticos populacionais médios de cinco populações de *S. parahyba* do Estado do Rio de Janeiro

	n	Ht	Hs	Gst	Nm
Média	72	0,3591	0,3103	0,1358	3,1828
Desvio padrão		0,0183	0,0185		

n=número da amostra; Ht=estimativa da heterozigosidade total; Gst = divergência genética entre populações; Hs=diversidade genética média dentro; Nm=fluxo gênico

KAGEYAMA *et al* (2003) encontraram fluxo gênico em torno de 3,0 e 1,9 para *Cecropia pachystachya* e *Cedrela fissilis*, respectivamente. *Maytenus aquifolia* e *M.ilicifolia* (clímax) apresentaram fluxo gênico de 0,23 a 6,22 (PERECIN, 2000).

MORI (2000) encontrou para *Pelthoporum dubium* (secundária inicial) fluxo gênico variando de 3,63 a 6,11. ZIMBACK *et al.* (2004) encontrou fluxo de 0,78 para *Trichilia pallida*. ZUCCHI (2002) encontrou fluxo gênico de 0,68 para *Eugenia dysenterica* (Tabela 8). O fluxo gênico apresentado pelo guapuruvu foi superior a maior parte dos trabalhos citados.

A heterozigosidade total ( $H_T$ ) foi relativamente alta, com pequeno desvio, mostrando que a espécie apresenta razoável reserva de variabilidade genética (Tabela 7). A estimativa dos parâmetros genéticos por loco é apresentada no anexo 5. Um dos fatores que pode contribuir com o alto grau de diversidade genética é a alta densidade da espécie, estimada em mais de 10 indiv. / ha para o guapuruvu (Anexo 7). HAMRICK & MURAWSKI (1990) ao compararem a diversidade genética em espécies arbóreas tropicais raras e comuns, observaram que as espécies comuns tendem a apresentar maiores níveis de diversidade em relação às espécies mais raras. A maior densidade de indivíduos pode permitir maior número de recombinações e múltiplas paternidades nas progênies, favorecendo o aumento dos níveis de diversidade genética (GUSSESON, 2003).

**Tabela 8.** Levantamento bibliográfico de parâmetros genéticos estimados para diversas espécies arbóreas

Espécie	Grupo ecológico	Polimorfismo	No de alelos por loco (A)	Método de análise genética	Varição intra-populacional	Varição inter-pop.	Heterozigiosidad e total (Ht)	Diversidade gênica dentro (Hs)	Fluxo gênico (Nm)	Densidade	Polimização	Dispersão	Referência
<i>Alstroemeria áurea</i>	Pioneira												
<i>Astrocaryum mexicanum</i>		31,8%		Isoenzimas	0,960	0,040	0,153						Eguiarte <i>et al</i> (1992)
<i>Caesalpinea echinata</i>	Clímax			RAPD	0,187-0,445								Cardoso (1997)
<i>Cariniana legalis</i>	Secundária tardia	100%	2,7-3,0	Isoenzimas	0,991	0,009	0,348-0,366		12,2	Baixa	Abelhas	Vento	Kageyama <i>et al</i> (2003)
<i>Caryocar brasiliensis</i>		100%	2,8-3,20	Isoenzimas	0,980	0,020			5,160	Alta	Insetos, aves, mamíferos	Aves, mamíferos	Mello Junior (2003)
<i>Cecropia pachystachya</i>	Pioneira	100%	2,2-2,3	Isoenzimas	0,026	0,026	0,335-0,355		2,3-3,4	Alta		Aves e mamíferos	Kageyama <i>et al</i> (2003)
<i>Cedrela fissilis</i>	Secundária tardia	100%	5,2-14,5	Microsatélites	0,082	0,082	0,624-0,907		1,9	Baixa		Vento	Kageyama <i>et al</i> (2003)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Clímax	72,7-87,5%	2,2-2,5	Isoenzimas	0,869	0,131			0,41		Abelhas	Aves, água	Kageyama <i>et al</i> (2003)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	clímax	72,7%	1,8-2,2	isoenzimas	0,825	0,175	0,282-0,396		0,29		Abelhas	Aves, água	Pinto <i>et al</i> (2004)
<i>Couratari guianensis</i>		100%	2,75	isoenzimas			0,420						Lepsch-Cunha (1996)
<i>Couratari</i>		100%	3,25	isoenzimas			0,431						Lepsch-

Espécie	Grupo ecológico	Polimorfismo	No de alelos por loco (A)	Método de análise genética	Varição intra-populacional	Varição inter-pop.	Heterozigiosidad e total (Ht)	Diversidade gênica dentro (Hs)	Fluxo gênico (Nm)	Densidade	Polinização	Dispersão	Referência
<i>multiflora</i>													Cunha (1996)
<i>Eremanthus erythropappus</i>				RAPD	0,7871	0,2129							Estopa (2003)
<i>Eschweilera ovata</i>	climácica	85,4	2,14	Isoenzimas	0,975	0,025 $\theta_p$		0,420			Abelhas	Animais gravidade	Gusson (2003)
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	Clímax	75%	2,2-2,4	Isoenzimas	0,951	0,049	0,338-0,444		1,2	Alta	Moscas	Explosão e aves	Seoane <i>et al.</i> (2000)
<i>Eugenia dysenterica</i>				RAPD	0,729	0,270			0,675				Trindade (2001)
<i>Euterpe edulis</i>				AFLP	0,574	0,426 (Fst)		0,083-0,160		Alta		Pássaros e mamíferos	Cardoso <i>et al.</i> (2000)
<i>Maytenus aquifolia</i>	Clímax	40-70%	2,5-3,4	Isoenzimas	0,853	0,147	0,255-0,480		0,9	Baixa		Aves	Kageyama <i>et al.</i> (2003)
<b><i>Schizolobium parahyba</i></b>	<b>pioneira</b>	<b>96,88%</b>	<b>1,96</b>	<b>RAPD</b>	<b>0,895</b>	<b>0,104 (Fst)</b>	<b>0,359</b>	<b>0,310</b>	<b>3,128</b>	<b>Alta</b>	<b>Abelhas</b>	<b>Vento</b>	<b>Este trabalho</b>
<i>Swietenia macrophylla</i>			18,4	microsatélites	0,903 – 0,853	0,097 ( $\theta$ ) 0,147 ( $\rho$ )							Lemes <i>et al.</i> (2003)
<i>Theobroma grandiflorum</i>		83,9%	3,51	microsatélites	0,638	0,362	0,354	-	-	Baixa	Abelhas	Mamíferos	Alves (2002)
<i>Trema micrantha</i>	Pioneira	100%	2,1-2,2	Isoenzimas	0,993	0,007	0,373-0,392		1,0-2,8	Alta	Insetos	Pp aves	Kageyama <i>et al.</i> (2003)
<i>Trichilia pallida</i>	clímax	90,3-97,2%	1,57-0,33	RAPD	0,875	0,125	0,334	0,292	0,78				Zimback <i>et al.</i> (2004)

Estimativas da distância genética indicaram valores variando de 0,0502 para as populações mais similares (Ilha Grande e Paraty) a 0,1202 para as populações mais divergentes (Rio de Janeiro e Miguel Pereira) -Tabela 9.

**Tabela 9.** Distância geográfica (acima da diagonal) e distância genética de NEI (1978) (abaixo da diagonal) entre cinco populações de *S. parahyba* do Estado do Rio de Janeiro, com base em marcadores RAPD

	Ilha Grande	Paraty	Itaguaí	Miguel P.	Rio de Janeiro
Ilha Grande	-	108	88	220	142
Paraty	0.0502	-	194	320	248
Itaguaí	0.0572	0.0759	-	130	64
Miguel P.	0.1059	0.0519	0.0736	-	112
Rio de Janeiro	0.0718	0.0708	0.0517	0.1202	-

A análise do dendrograma resultante do agrupamento com base nas distâncias genéticas resultou na formação de três grupos: o primeiro constituído pelas populações de Ilha Grande e Paraty, o segundo pelas populações de Itaguaí e Rio de Janeiro e o terceiro pela população de Miguel Pereira. De maneira geral, Miguel Pereira foi a população mais divergente, provavelmente por ser a única população situada na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. Esta região difere das demais em relação à altitude, clima e tipo de solo (Tabela 1).



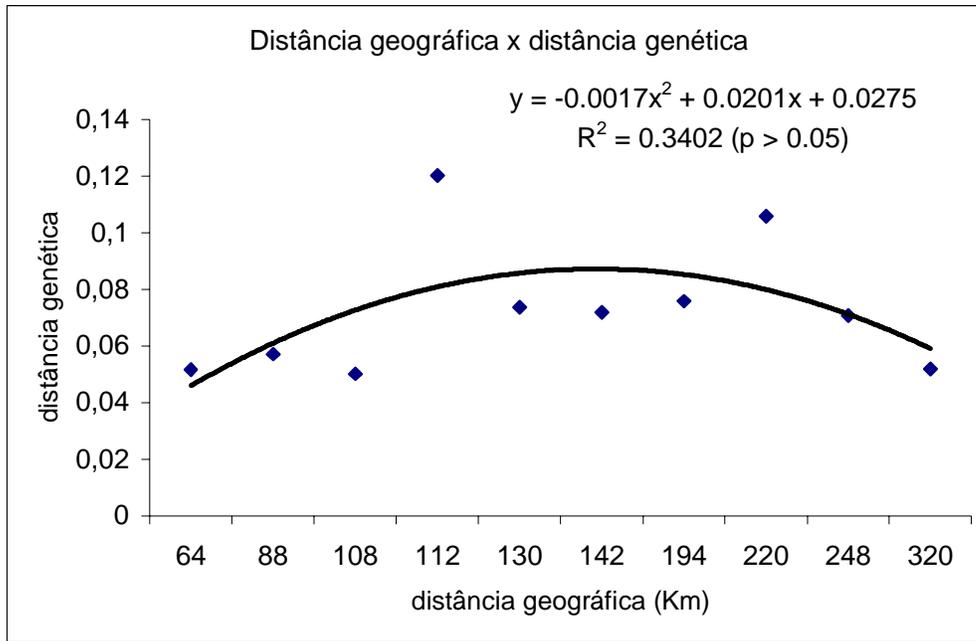
**Figura 4.** Dendrograma UPGMA baseado na distância genética entre os pares de cinco populações de *Schizolobium parahyba* do Estado do Rio de Janeiro, com base em marcadores RAPD

No entanto, observa-se que embora as populações de Paraty e Miguel Pereira estejam separadas por distâncias em linha reta de 320 km, elas apresentaram distância genética inferior a populações bem mais próximas, como por exemplo, Ilha Grande e Itaguaí que distam entre si apenas 88 km (Tabela 9). Este fato foi confirmado pela análise de regressão linear que apresentou valor extremamente baixo ( $R^2 = 0,3402$ ;  $p > 0,05$ ), indicando que a distância geográfica não explica a distância genética entre as populações de Guapuruvu (Figura 5).

Em espécies alógamas, a presença de autocorrelação pode ser atribuída muitas vezes à seleção, ou à dispersão de sementes nas vizinhanças das matrizes. O fluxo gênico e a dispersão de sementes para longe das matrizes, portanto, podem operar como uma fonte importante de heterogeneidade local em curtas distâncias (LINHART & GRANT, 1996 *apud* GUSSON, 2003).

Também RAM *et al* (2004) não encontraram correlação entre distância genética e geográfica, tendo constatado interação genética entre matrizes de *Distichlis spicata*

distantes geograficamente na Califórnia. ALVES (2002) encontrou correlação de  $-0,13$  entre sete populações de cupuaçu, indicando que as distâncias genéticas não puderam ser explicadas pelas distâncias geográficas. A ausência da relação entre diversidade ecológica e geográfica com divergência genética também tem sido relatada em outras culturas como arroz (SINGH *et al.* 1979), mandioca (CURY, 1993) e capim-elefante (DAHER, 1993). Por outro lado, CARDOSO (1997) encontrou correlação positiva entre distância geográfica e genética para populações de *Caesalpineia echinata*, resultado semelhante encontrado por GUSSON (2003) para populações de *Eschweilera ovata* e por LEMES *et al* (2003) para populações de *Switenia macrophylla*.



**Figura 5.** Regressão linear considerando a distância genética e geográfica entre cinco pares de populações de *Schizolobium parahyba* do Estado do Rio de Janeiro

### 3.5 DISCUSSÃO

O guapuruvu apresentou um alto nível de polimorfismo (96,88%) e de diversidade gênica ( $h=0.359$ ), indicando que ainda há alto grau de variabilidade genética nas populações, tornando-as favoráveis à conservação genética. A maior parte desta variação está distribuída dentro das populações (89.51%), em conformidade com o padrão genético para a maioria das espécies vegetais (LOVELESS & HAMRICK, 1984; KAGEYAMA *et al.*, 1998). A divergência populacional foi baixa (10.49%) e significativa, indicando um alto grau de semelhança entre as populações estudadas. A ausência de correlação entre distância genética e geográfica ( $r=0.035$ ) sugere que este fator não foi determinante para os padrões de distância genética observadas. O alto valor de fluxo gênico encontrado (3,18 migrantes por geração), resultando na transferência de genes de uma população para outra, provavelmente está relacionado com o padrão de distribuição da variação genética apresentado. Segundo ZUCCHI (2002), uma alta taxa de fluxo gênico homogeneiza as diferenças genéticas entre populações, mesmo em presença de uma seleção intensa. HAMRICK & LOVELESS (1986) constataram que a anemocoria foi o tipo de dispersão mais eficiente de fluxo gênico, resultando na menor

diferenciação entre populações, mesmo quando comparado à zoocoria e a outros tipos de dispersão. Entretanto, considerando o maior peso da semente de guapuruvu em relação às outras espécies anemocóricas, sua dispersão por vento não é tão eficiente que justifique a troca gênica entre populações distantes até 300 km, ou mesmo separadas por 30 km de oceano, como é o caso da população de guapuruvu da Ilha Grande. O mesmo pode-se dizer da polinização, cujo alcance tem sido estimado entre 300 m a 1.000 m (CHASE *et al.*, 1996; LEPSCH-CUNHA, 1996; KONUMA *et al.*, 2000).

Uma outra hipótese em relação à grande semelhança entre as populações é que estas podem ter uma constituição genética alterada por introduções feita pelo homem. Desta maneira, o plantio de mudas de guapuruvu em diversas localidades, como ornamental ou em reflorestamentos, pode ter promovido a mistura do material genético de diferentes procedências. Esta colonização pode ter se dado recentemente, de maneira que não tenha passado tempo suficiente para estas populações se diferenciarem pela seleção natural. De acordo com MARTIUS (1840) a área de ocorrência natural do guapuruvu é o Vale do Paraíba, nome que teria dado origem ao sobrenome da espécie – *parahyba* – e, foi avistado na Floresta da Tijuca em meados do século XIV. Provavelmente a distribuição natural desta espécie não ocorria nas matas úmidas da região litorânea do Estado do Rio de Janeiro, tendo se expandido para esta região com o avanço do desmatamento e consequente abertura de clareiras, tendo em vista as suas exigências de pioneira. A alta diversidade genética encontrada nas populações de Paraty, região estudada mais próxima do Vale do Paraíba parece confirmar esta hipótese. Assim como, a alta similaridade genética entre as populações de Paraty e Miguel Pereira (esta última também próxima ao Vale do Paraíba, em comparação com as outras populações).

### 3.6 CONCLUSÃO

Do ponto de vista do manejo, a colheita de sementes desta espécie pode ser realizada em uma mesma população, tendo em vista a alta diversidade genética intra-populacional encontrada (0,8951). Mesmo apresentando baixa diversidade entre populações, a divergência genética populacional foi moderada e significativa, de forma que a mistura de material genético de diferentes regiões deve ser evitada, visando preservar ambos os níveis de variação entre e dentro de populações.

**CAPÍTULO II**  
**VARIABILIDADE MORFOMÉTRICA DE SEMENTES ENTRE E DENTRO**  
**DE POPULAÇÕES DE GUAPURUVU (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)**

## RESUMO

FREIRE, Juliana Muller. Capítulo II - **Variabilidade morfométrica de sementes entre e dentro de populações de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)**. Seropédica: UFRRJ, 2005. 124 p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais).

O objetivo deste capítulo foi analisar a diversidade morfométrica de sementes entre e dentro de duas populações de *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), localizadas na região litorânea e serrana do sul do Estado do Rio de Janeiro. Foram avaliadas as seguintes características da semente: largura, comprimento, espessura e peso. A maior variação no tamanho da semente ocorreu a nível intra-populacional, sendo significativa esta variação entre matrizes para todas as variáveis. As características largura, espessura e peso apresentaram diferença significativa entre as populações: as matrizes de Miguel Pereira apresentaram maior tamanho de semente do que as de Paraty. O comprimento foi a única característica que só apresentou variação intra-populacional, respondendo com 60,87 % da variação total do tamanho da semente, seguido da largura (26,58 %) e da espessura (11,19 %). A análise de agrupamento permitiu a formação de quatro grupos, não sendo possível associá-los à região de origem. A distância morfométrica e genética aparentemente não apresentaram correlação.

**Palavra-chave:** semente florestal, guapuruvu, tamanho de semente

## ABSTRACT

FREIRE, Juliana Muller. Chapter II – **Morphometric variability among and within *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake populations.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 124 p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais).

The aim this paper was to evaluate the morphometric traits among and within *Schizolobium parahyba* populations from coastal and mountain regions in the south of Rio de Janeiro. The following morphometric traits was assessed of seeds collected at june and august 2004: width, lenght, thickness and weight. All morphometric traits differed significantly among individual within each of the population. The individuals plants from the mountain region presented the highest seed size. The major morphometric variation occurred within population. The seed lenght responded with 60.87% of the total morphometric variation, followed by width (26,58%) and thickness (11,193%). Four groups were created by cluster analysis, with no origin relationship. Morphometric and genetic apparently didn't show any relationship.

**Keywords:** Forest seed, guapuruvu, seed size

## 4.1 INTRODUÇÃO

Os caracteres associados aos órgãos reprodutivos das plantas apresentam uma maior estabilidade do que os caracteres vegetativos, o que pode ser explicado pelo maior controle genético e pressão de seleção exercidos sobre os caracteres reprodutivos, no processo de evolução (ALVES, 2002). A existência de controle genético no tamanho da semente tem sido demonstrada em alguns trabalhos (MESQUITA *et al* , 1990; ALONSO-BLANCO *et al* 1999), assim como a influência de fatores ambientais e até climáticos (STRAND, 1989; PETER, 1982 ).

O tamanho da semente tem grande influência no estabelecimento e dispersão das espécies, sendo relacionado à competição, predação e à distribuição espacial. Sementes grandes apresentam menores restrições em condições naturais no estabelecimento em distintos microsítios, o que lhes confere maiores vantagens adaptativas (LUSK & KELLY 2003). Esta condição resulta da relação existente entre o tamanho das sementes e das plântulas o que afeta seu estabelecimento inicial no campo, denominada de “efeito do tamanho das reservas” (LEISHMAN *et al*, 2000). Por outro lado, as sementes menores, em geral, são produzidas em maior quantidade e são mais facilmente dispersas, explorando locais que não são ocupados pelas sementes maiores.

A variação do tamanho da semente tem sido observada entre e dentro de populações naturais, sendo muitas vezes determinada por processos adaptativos a condições ecológicas e climáticas específicas (WHITNEY & LISTER, 2004; LOPEZ-MATA, 1987; SALAZAR, 1986). O seu estudo pode fornecer importantes informações sobre os padrões germinativos e até mesmo genéticos existentes em populações naturais.

Neste capítulo será avaliada a variabilidade morfométrica de sementes de *Schizolobium parahyba* de duas procedências do Estado do Rio de Janeiro.

## 4.2 REVISÃO DE LITERATURA

O tamanho e peso da semente constituem-se em características reprodutivas de grande importância para o sucesso do estabelecimento e dispersão das espécies (FOSTER & JANSON, 1985; LEISHMAN & WESTOBY, 1994; LEISHMAN *et al.*, 2000; DALLING & HUBBLEL 2002). Estas características estão diretamente relacionadas ao tipo de ambiente, ao grupo ecológico da espécie (PINA-RODRIGUES *et al.*, 1990; MALAVASI & MALAVASI, 2001), à forma de vida e à altura da planta (SALISBURY, 1974; BAKER, 1972; LEISHMAN & MURRAY, 2001).

Espécies pioneiras tendem a produzir grande quantidade de sementes pequenas, com alta longevidade, facilmente dispersas pelo vento ou por animais pequenos, que formam banco de sementes no solo, ficando dormente por longos períodos. Já espécies climácicas tendem a produzir sementes grandes, em menor quantidade, com curta longevidade, reservas nutricionais grandes, e tendem a cair e germinar rapidamente, formando banco de plântulas no sub-bosque da floresta. (PINA-RODRIGUES *et al.*, 1990; FERRAZ *et al.* 2004).

Mesmo dentro de populações de uma mesma espécie, porém originadas de comunidades submetidas a diferentes graus de perturbação, o tamanho médio da semente varia (MALAVASI & MALAVASI, 2001). A tendência encontrada é a de que em condições restritivas de luz, as sementes atinjam maior tamanho e peso do que quando submetida à maior luminosidade (BAKER, 1972; FOSTER & JANSON, 1985). De acordo com FENNER (1993), o maior tamanho da semente lhe confere maior capacidade de armazenamento de carbono, permitindo assim a compensação da baixa assimilação de carbono nos estágios iniciais.

Outros fatores microclimáticos como temperatura e umidade e também fatores não climáticos como tipo de solo, herbivoria, infestação por fungo e presença de microsítios também podem afetar a seleção pelo tamanho da semente durante seu recrutamento (SALISBURY, 1974; NIENSTADT & OLSON, 1961; VAN DER PIJL, 1969; BAKER, 1972; GARWOOD, 1983; CHRISTIE & ARMETO, 2003).

A competição entre sementes de diferentes tamanhos, favorecendo as sementes maiores, é, segundo GERITZ *et al.* (1997), determinante na seleção do polimorfismo no tamanho da semente, uma vez que favorece a coexistência de estratégias alternativas: a vantagem competitiva de plantas com sementes maiores compensa o baixo número de sementes produzidas, e as plantas com sementes menores produzem quantidades maiores para explorar locais que não são ocupados pelas sementes maiores.

Alguns autores sugerem que a estrutura comunitária pode ser determinada pelas relações entre o tamanho e o número de sementes, havendo associação entre o padrão de abundância e o tamanho da semente (RABINOWITZ, 1978; REES, 1995; GUO, 2003). Esta relação ainda é questionada sob a argumentação de que existe uma tendência nos trabalhos de se amostrar espécies de maior porte (arbóreo, ao invés de herbáceas) que são justamente mais abundantes e tendem a possuir sementes maiores em comparação com as espécies de menor porte (LEISHMAN & MURRAY, 2001).

Inúmeros estudos tem demonstrado que sementes maiores apresentam melhor *performance* na germinação e no desenvolvimento de plântulas, do que sementes de menor tamanho (HUMARA *et al.*, 2002; GERITZ *et al.*, 1997; MALAVASI & MALAVASI, 2001; GREEN & JUNIPER 2004).

AGUIAR & NAKANE (1983) constataram que sementes pequenas de *Eucalyptus citriodora* apresentaram menor capacidade e velocidade de germinação do que sementes grandes. CANDIDO (1974) concluiu que sementes maiores de *Araucaria angustifolia* apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação que as

sementes menores. UHLMANN *et al* (2003) observaram relação positiva entre germinabilidade e massa da semente para a espécie arbórea da família Magnoliaceae, *Talauma ovata*. POZZOBONI *et al* (2003) evidenciaram que a variação na massa das sementes de *Cabralea canjerana* teve sérias implicações durante a germinação das sementes e a formação das plântulas, observando maior chance de estabelecimento e sobrevivência para plântulas oriundas de sementes de maior massa. GHODDOSI *et al.* (2003) verificaram diferenças na frequência de emergência, tamanho e maior velocidade de germinação das plântulas oriundas de sementes grandes de *Copaifera trapezifolia*, sugerindo uma vantagem competitiva para as sementes maiores. GONZALEZ (1993) analisando o efeito do tamanho da semente de *Virola koschnyi* na germinação e no vigor das plântulas, observou influência do tamanho da semente somente no vigor das plântulas (comprimento de caule, comprimento de raiz, área foliar e massa seco), não encontrando relação entre tamanho de semente e germinação.

ERIKSSON (1999), por outro lado, não encontrou relação nítida entre tamanho de semente e velocidade de germinação para a erva *Convallaria majalis*, sugerindo que o maior tamanho da semente esteja relacionado à variação na disponibilidade de recursos no solo durante o período desenvolvimento do fruto. MARTINELLI-SENEME *et al* (2001) ao verificar os efeitos da forma e do tamanho da semente no desenvolvimento e na produtividade da cultura do milho, também não obteve nenhum efeito.

Inúmeras outras vantagens do maior tamanho da semente ainda permanecem desconhecidas ou pouco estudadas. GUERRERO-CAMPO & FITTER (2001) investigaram a relação entre características da raiz e vários atributos da planta em mais de 300 espécies na Inglaterra e Espanha. Como resultado encontraram forte relação entre a profundidade da raiz e o tamanho da semente, isto é, plantas que apresentassem raízes maiores tendiam a produzir sementes maiores e vice-versa. Baseado em fundamentos de alometria, os autores sugerem que tal relação se justificaria na incapacidade de sementes pequenas gerarem meristema em tamanho anatômico suficiente para produzir raízes grossas e profundas.

Normalmente os caracteres associados aos órgãos reprodutivos das plantas apresentam uma maior estabilidade do que os caracteres vegetativos. Isto pode ser explicado pelo maior controle genético e pela pressão de seleção exercidos sobre os caracteres reprodutivos, no processo de evolução (ALVES, 2002). Segundo LABOURIAU (1983), o tamanho das sementes é um caráter muito suscetível à seleção.

MESQUITA *et al* (1990) estudando o efeito da planta mãe na massa e no tamanho de sementes de feijoeiro, concluiu que existe controle genético para estas características, promovido por genes com efeitos aditivo e dominante, com estimativa de herdabilidade superior a 65%.

ALONSO-BLANCO *et al* (1999) constataram a influência de fatores genéticos não maternos e maternos na variação no tamanho da semente de *Arabidopsis thaliana*, sendo este controle genético atuante principalmente na divisão e no crescimento de células do endosperma, tegumento e embrião da semente.

A seleção do tamanho da semente e do fruto é, muitas vezes, determinado por fatores ambientais e geográficos e variam de acordo com a distribuição da espécie a partir do seu centro de origem. De acordo com RICKLEFS (1996) isso pode acontecer devido às diferenças nos fatores selecionadores nas diferentes partes da população ou através de mudanças aleatórias (deriva genética, eventos fundadores) em subpopulações isoladas ou parcialmente isoladas. SALAZAR (1986) estudou a variação genética de sementes e plântulas de *Gliricidia sepium* de 10 procedências da Guatemala e Costa

Rica, encontrando uma tendência na redução do tamanho da semente nas procedências oriundas de locais de menor altitude e com maior luminosidade.

WHITNEY & LISTER (2004), buscando entender as causas ecológicas e evolutivas do polimorfismo da coloração existente nos frutos de *Acacia ligulata*, arbusto da região semi-árida da Austrália, estudaram a ocorrência da variação da coloração do fruto ao longo de um transect de 580 km, avaliando a variação de princípios bioquímicos nos diferentes tipos morfológicos de frutos encontrados. Foi encontrada uma variação clinal na distribuição das frequências desta característica morfológica, o que esteve relacionado a um gradiente de fatores climáticos como temperatura e pluviosidade. Além disto, foi detectada relação entre a coloração do fruto e a concentração de carotenóides no arilo, sugerindo uma seleção por herbívoros, predadores ou mesmo dispersores da semente, como aves e insetos. Os padrões encontrados no estudo indicam a existência de fatores abióticos e bióticos influenciando na seleção do polimorfismo de *Acacia ligulata*.

MEIADO & SIMABUKURO (2003), ao analisarem a biometria dos frutos e sementes de duas populações de *Enterolobium contortisiliquum* provenientes de duas regiões do estado de Pernambuco, detectaram que os frutos e sementes da população da caatinga foram em média maiores, mais pesadas e de maior variabilidade que as da população do brejo de altitude. Os autores atribuíram as diferenças a possíveis fatores ambientais, sem, entretanto, mencionar quais seriam estes fatores.

MARCHELLI & GALLO (1999) avaliando a variação genética e geográfica das características da semente de *Nothofagus nervosa*, uma espécie arbórea nativa da Argentina, encontraram diferença significativa entre os anos e entre as 29 populações estudadas.

LOPEZ-MATA (1987) analisou a variação na massa da semente e massa seca de raiz, caule e folhas de *Brosimum alicastrum* entre nove procedências em Veracruz, México. De acordo com o autor, o tamanho da semente influenciou fortemente o tamanho das plântulas e o seu comprimento de raiz. Seus resultados indicaram a existência de uma variação ecoclinal do tamanho da semente, o que esteve relacionado a fatores climáticos. O maior tamanho de semente e, conseqüentemente, tamanho de plântulas e comprimento de raiz ocorreram nos ambientes mais secos ou mais próximos ao centro de origem da espécie.

Partindo-se da premissa de que o tamanho da semente é uma característica herdável e determinante para o sucesso de estabelecimento das espécies, neste trabalho foi testada a hipótese de que existe variação morfométrica de sementes de *Schizolobium parahyba* entre as populações estudadas, devido a adaptação às condições ambientais regionais existentes. No presente trabalho, será estudado mais profundamente como esta característica se distribui entre e dentro de populações naturais.

### 4.3. METODOLOGIA

#### 4.3.1 Áreas de estudo

Para análise morfométrica foram estudadas populações de guapuruvu, situadas nas regiões de Paraty e Miguel Pereira, Estado do Rio de Janeiro.

Paraty está situada na região sul litorânea do Estado do Rio de Janeiro, com altitudes que variam até 100 m, clima quente super úmido sem seca, com temperatura média superior a 18°C em todos os meses do ano e solo do tipo cambissolo. A

vegetação é Floresta Ombrófila Densa, havendo algumas variações em decorrência do uso do solo de cada região. Miguel Pereira está situada na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, com altitude variando de 700 a 800 m. O clima é sub quente semi-úmido com temperaturas mais amenas em relação a Paraty, com média entre 15 °C e 18°C em pelo menos um mês do ano e com 4 a 5 meses secos (IBGE, 2002). O solo é do tipo latossolo vermelho e amarelo e a vegetação dominada pela Floresta Ombrófila Densa (Tabela 10). No item 5.3 do capítulo 3 são apresentados maiores detalhes sobre o clima das regiões estudadas.

**Tabela 10.** Dados ecogeográficos das áreas de coleta de sementes de *Schizolobium parahyba* no Estado do Rio de Janeiro

Áreas de Coleta	Nº de matrizes	Latitude	Longitude	Altitude	Solo	Clima	Vegetação
Paraty	10	23°13'22''	44°44'04''	0 a 100 m	Cambissolo	Quente super úmido sem seca	Floresta Ombrófila Densa
Miguel Pereira	10	22°28'54''	43°29'15''	700 a 800 m	Latossolo vermelho e amarelo	Sub quente semi úmido	Floresta Ombrófila Densa

#### 4.3.2 Colheita de sementes

No ano de 2004, em cada região foram realizadas colheitas individualizadas em 10 matrizes, totalizando 20 matrizes para o estudo. Na região de Miguel Pereira, as colheitas foram realizadas na Fazenda Igapira, no distrito de Vera Cruz (latitude 22°28'54'' ; longitude 43°29'15''). Em Paraty as colheitas foram realizadas em propriedades particulares e também no ambiente urbano (latitude 23°13'22''; longitude 44°44'04'). Das 10 matrizes de Paraty, somente três foram avaliadas geneticamente. Das 10 matrizes de Miguel Pereira, somente 1 foi avaliada geneticamente. A avaliação das matrizes e do seu ambiente constam nos anexos 6 e 7.

Todas as sementes foram retiradas de árvores, cujos frutos já tinham iniciado a dispersão. As sementes foram colhidas da copa, utilizando como método de colheita o balanço dos galhos.

A técnica de escalada e coleta com podão na copa foi utilizada somente nos casos em que a árvore se encontrava em locais onde era difícil a visualização dos frutos e sementes no chão, como por exemplo em áreas de encosta muito íngreme com vegetação densa. Durante o processo de colheita, as sementes já dispersas, sobre o solo foram removidas para que não se misturassem com as recém-colhidas.

#### 4.3.3 Definição do número amostral

Para definição do número de sementes de cada matriz a ser medida, coletou-se previamente 500 sementes de cinco matrizes. Para cada semente foram obtidas as características morfológicas largura, comprimento, espessura e peso, conforme descrição no item anterior.

Em seguida, aplicou-se a fórmula da repetibilidade (correlação intra-classe), (FALCONER, 1987), cuja fórmula é apresentada abaixo. A repetibilidade expressa a proporção da variância de medidas simples, que é causada pelas diferenças permanentes ou não, localizadas entre indivíduos, tanto genética como de ambiente. :

$$R_m = \frac{\delta^2_{\text{entre}}}{\delta^2_{\text{entre}} + \frac{\delta^2_{\text{dentro}}}{n}}$$

s classes (matrizes)

O dentro = variância dentro das classes (repetições)  
n = número de sementes medidas

O conhecimento da repetibilidade é útil porque mostra o ganho, em precisão, a ser esperado de medições múltiplas. Supondo que cada indivíduo seja medido  $n$  vezes, a média destas  $n$  medidas  $P(n)$  pode ser tomada como sendo o valor fenotípico do indivíduo. Aumentando o número de medidas, reduz-se o valor da variância, causada pelo ambiente especial, que aparece na variância fenotípica, e esta redução na variância fenotípica representa o ganho em precisão. A variância da média de  $n$  medidas, como uma proporção da variância de uma medida, pode ser expressa em termos da repetibilidade, em que  $r$  é a repetibilidade ou a correlação entre as medidas do mesmo indivíduo (FALCONER, 1987).

#### 4.3.4 Análises morfométricas

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Biologia Reprodutiva e Sementes Florestais da UFRRJ, empregando-se paquímetro digital de precisão. Foram medidas para cada semente, em milímetro, as seguintes características morfométricas: comprimento, espessura e largura. Além disto, cada semente foi pesada em balança com duas casas decimais. Como “tamanho das sementes” foi considerado o conjunto das variáveis analisadas.

#### 4.3.5 Determinação do teor de umidade

Foram calculados os pesos secos e úmidos para as matrizes 1,2,3,4,7,11,12,13,15,16,17,18,19,20. As matrizes 5,6,8,9,14 não produziram número suficiente de sementes para determinação do teor de umidade. Foram utilizadas duas repetições de 10 sementes. Cada repetição foi pesada, em seguida posta para secar em estufa por 24 horas a 80°C e pesada novamente. Foi efetuada uma análise de correlação de Spearman para estudar a relação entre as variáveis de tamanho das sementes e o teor de umidade.

A percentagem de teor de umidade das sementes foi calculada na base no peso úmido, aplicando-se a fórmula (RAS, 1992):

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

onde, P = peso inicial - tara  
p = peso final - tara  
t = tara

Foi efetuada Análise de Variância e teste de média Least Square Difference para determinação das diferenças no teor de umidade das sementes entre matrizes e entre locais, após transformação dos dados em log x. Foi testada a normalidade e homogeneidade de variância dos dados, pelo Teste de Lilliefors e o Teste de Cochran e Bartlett, utilizando o Programa SAEG.

#### 4.3.6. Porte da matriz x ambiente x morfometria

O estudo das relações morfométricas das sementes e das características dendrométricas das matrizes foi efetuado relacionando-se dados de altura e DAP (diâmetro a altura do peito) com o tamanho das sementes, empregando-se o coeficiente de correlação de Spearman.

Com o intuito de avaliar a influência ambiental na morfometria da semente, foi realizada uma análise comparativa das características das sementes, considerando apenas as matrizes submetidas às mesmas condições ambientais de solo e/ou luz. As avaliações foram realizadas comparando-se dados de campo e informações obtidas sobre as matrizes durante o processo de colheita.

Foram avaliados os dados climáticos do período referente à floração e amadurecimento das sementes colhidas em julho de 2004 (segundo semestre de 2003 e primeiro semestre de 2004) nas duas regiões de procedência (INMET, 2005).

#### 4.3.7. Distância morfométrica x distância genética

Para avaliar a relação entre distância morfométrica e genética foram utilizadas apenas quatro matrizes, as quais foram avaliadas geneticamente e morfometricamente. A distância genética entre os pares de matrizes formados (6 pares no total) foram comparados com a distância morfométrica, obtida através da distância Bray-Curtis e demonstrada no dendrograma.

#### 4.3.8 Análise dos dados

Para cada variável foi calculada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, por árvore. Foi aplicado o Teste de Lilliefors e o Teste de Cochran e Bartlett, para verificação da normalidade e homogeneidade de variância dos dados, respectivamente (VIEIRA, 1991). Constatou-se que os dados não apresentaram distribuição normal, tampouco homogeneidade de variância, o que levou a opção de aplicação da análise de variância não-paramétrica (NP-ANOVA) pelo Teste de Kruskal-Wallis, com o auxílio do Programa SAEG. A relação entre as variáveis estudadas foi verificada por meio de análise de correlação de Spearman, utilizando o Programa Excel.

As medidas de similaridade entre indivíduos, considerando o conjunto de variáveis estudadas, foram avaliadas pela análise de agrupamento, empregando o método de distância de Bray-Curtis (Sorensen) e o método de ligação Flexible beta, através do programa PC-ORD, versão 4.01 (MCCUNE & MEFFORD, 1997). Para identificação da contribuição de cada variável nos padrões de variação encontrados, foi realizada Análise de Componentes Principais (PCA) a partir de uma matriz matemática

relacionando indivíduos (20) x variáveis de tamanho (4), através do programa PC-ORD 4.01 (MCCUNE & MEFFORD, 1997). Aplicou-se como valor de probabilidade 95%, testando-se a sua significância pela aplicação do Teste de Monte Carlo na determinação dos “Eigenvalues” (MCCUNE & GRACIE, 2002).

#### 4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.4.1. Repetibilidade das variáveis estudadas

O grau de repetibilidade para cada variável medida, considerando diferentes números amostrais, é apresentado na Tabela 11. Observa-se que o comprimento e o peso alcançaram repetibilidade de mais de 97% com 20 sementes medidas. A largura e a espessura apresentaram maior variância dentro das repetições, necessitando de 25 e 50 sementes, respectivamente para se alcançar uma repetibilidade superior a 97%. Valores altos da estimativa da repetibilidade indicam que é possível prever o valor real dos indivíduos com número relativamente pequeno de avaliações (CRUZ & REGAZI, 1994 apud NETO *et al.* 2004). NETO *et al.* (2004) estimando a repetibilidade para variáveis do fruto da *Platonia insignis* (bacurizeiro) comparando 13 matrizes, encontrou coeficiente de repetibilidade igual a 63% para o peso das sementes, sendo necessárias 58 sementes para se alcançar repetibilidade de 99%.

**Tabela 11.** Repetibilidade das variáveis morfométricas da semente de *S. parahyba* considerando diferentes números amostrais (n)

<b>N</b>	<b>comprimento</b>	<b>largura</b>	<b>espessura</b>	<b>peso</b>
<b>1</b>	0.6646	0.5678	0.4613	0.6875
<b>2</b>	0.7985	0.7244	0.6313	0.8148
<b>5</b>	0.9083	0.8679	0.8106	0.9167
<b>10</b>	0.9520	0.9293	0.8954	0.9565
<b>20</b>	0.9754	0.9633	0.9448	0.9778
<b>25</b>	0.9802	0.9705	0.9554	0.9821
<b>50</b>	0.9900	0.9850	0.9772	0.9910
<b>100</b>	0.9950	0.9924	0.9885	0.9955
<b>500</b>	0.9990	0.9985	0.9977	0.9991
<b>1000</b>	0.9995	0.9992	0.9988	0.9995

A alta repetibilidade no tamanho da semente pode estar relacionada ao fato do tegumento ser um tecido de origem materna, e portanto, não sofrer variação em função do possível número de pais. O tegumento exerce forte influência no tamanho da semente, uma vez que representa uma barreira física, impedindo a expressão do genótipo contido nas células cotiledonares. O efeito materno na determinação do tamanho da semente foi detectado em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por MESQUITA *et al.* (1990), tendo alcançado herdabilidade superior a 65%, e por ALONSO-BLANCO *et al.* (1999) em sementes de *Arabidopsis thaliana*.

Para se adotar um padrão de maior precisão foi considerado um número de repetições que permitisse representar no mínimo 97% da variabilidade de cada carácter amostrado. Com base nestes resultados determinou-se o número amostral de 50 sementes por matriz para análise das variáveis morfométricas, a serem colhidas

aleatoriamente. Pois com este número foi possível alcançar repetibilidade de 99%, 98,5 %, 97,72 % e 99,10 %5 para comprimento, largura, espessura e peso, respectivamente.

#### 4.4.2. Caracterização morfométrica das sementes

Foram avaliadas 1000 sementes das 20 matrizes amostradas. O número de sementes coletadas por árvore variou de 84 a 350, sendo que somente 50 sementes de cada matriz foram utilizadas para medição das características morfométricas, tendo como base os resultados de repetibilidade demonstrados no item anterior.

O número de sementes por quilo variou de 438 a 636, alcançando média de 541 ( $\sigma = 61,92$ ; CV=11,4%) para Paraty e de 529 ( $\sigma = 35,94$ ; CV=6,8%) para Miguel Pereira. Este valor é superior ao citado por PÁSZTOR *apud* CARVALHO (2003) e inferior a citado por ALCALAY *apud* CARVALHO (2003), que encontraram 500 e 673 sementes por quilo, respectivamente.

Os valores médios de comprimento, largura, espessura e peso das sementes procedentes de Paraty e Miguel Pereira são apresentados na tabela 12. Observa-se que o comprimento variou de 27,31 mm a 32,75 mm para as sementes de Paraty e de 27,54 mm a 30,60 mm em Miguel Pereira. Paraty apresentou maior média e desvio padrão de comprimento, não diferindo estatisticamente de Miguel Pereira. A largura variou de 15,65 mm a 17,88 mm em Paraty e de 15,70 mm a 18,24 mm em Miguel Pereira. A maior média de largura foi encontrada em Miguel Pereira (16,97), diferindo estatisticamente de Paraty (16,71). O desvio padrão foi semelhante nas duas regiões. A espessura variou de 4,03 mm a 4,59 mm em Paraty e de 4,30 a 4,95 mm em Miguel Pereira, apresentando maior média em Miguel Pereira (4,56), diferindo estatisticamente de Paraty (4,31). O desvio padrão foi semelhante nas duas regiões. O peso variou de 1,57 g a 2,29 g em Paraty e de 1,67 g a 2,19 g em Miguel Pereira, apresentando maior média em Miguel Pereira (1,90) que diferiu estatisticamente de Paraty (1,87). O desvio padrão do peso foi maior em Paraty.

As sementes de Miguel Pereira apresentaram valores mais altos de largura, espessura e peso em relação às de Paraty ( $p < 0,01$ ), que por sua vez, apresentou maior valor de comprimento da semente. Para esta última variável, as matrizes de Paraty, além de não diferirem estatisticamente das de Miguel Pereira ( $p < 0,171$ ), apresentaram um alto desvio padrão (Tabela 12).

A associação do maior peso da semente a regiões de maior altitude já foi encontrado por MARCHELLI & GALLO (1999) para populações de *Nothofagus nervosa*, espécie arbórea nativa da Argentina e por BOTEZELLI *et al* (2000), estudando quatro procedências de *Dipterix alata* (baru) no Estado de Minas Gerais.

Semelhante ao padrão de distribuição da variação genética, o tamanho da semente teve maior variação dentro das populações do que entre as populações (Figura 6). NATHAN *et al.* (1996) também encontraram alta variação intra-populacional para massa e comprimento de sâmaras de *Pinus halepensis*.

As sementes de maior comprimento e largura corresponderam também às de maior peso, tendo em vista a alta correlação entre peso e comprimento (0,727) e entre peso e largura (0,799), conforme apresentado na Tabela 13. Semelhante resultado foi encontrado por BOTEZELLI *et al* (2000) para sementes de *Dipteryx alata*. Entre as demais variáveis, a correlação alcançou valores inferiores a 0,650.

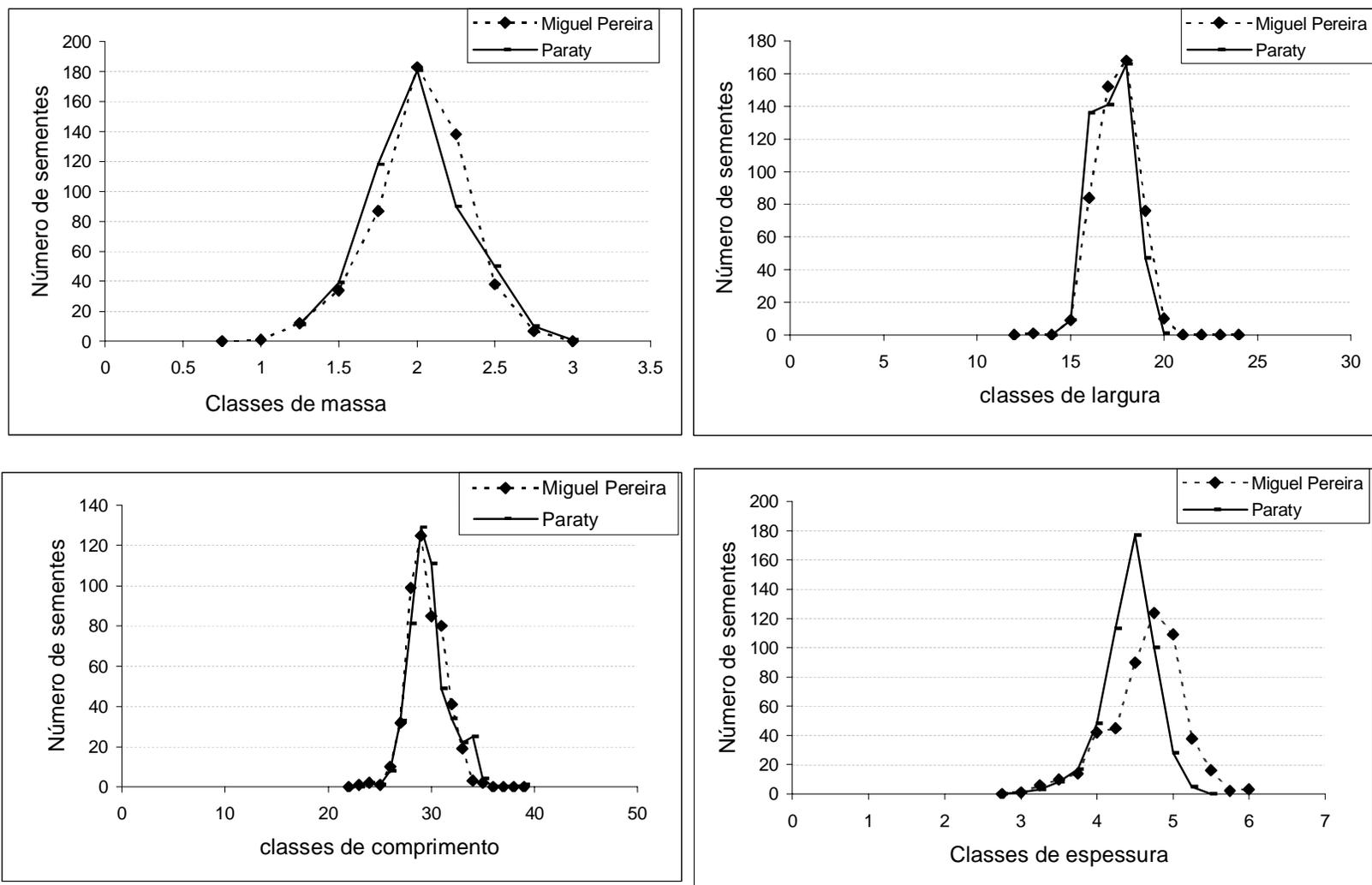
**Tabela 12.** Valores médios e desvio padrão ( $\sigma$ ) de comprimento (comp), largura (larg), espessura (espes) e massa (pes) medidos em 50 sementes por matriz, coletadas em Paraty (matriz 1 a 10) e Miguel Pereira (matriz 11 a 20), RJ

Matriz	Comp (mm)	Larg (mm)	Espes (mm)	Pes (g)	Matriz	Comp (mm)	Larg (mm)	Espes (mm)	Pes (g)
1	27,31 <sup>i</sup>	17,78 <sup>abc</sup>	4,59 <sup>bc</sup>	1,94 <sup>cde</sup>	11	28,74 <sup>efg</sup>	16,94 <sup>efg</sup>	4,43 <sup>bcde</sup>	1,98 <sup>bcd</sup>
2	28,56 <sup>efgh</sup>	15,92 <sup>ij</sup>	4,14 <sup>fg</sup>	1,67 <sup>hi</sup>	12	27,83 <sup>efghi</sup>	17,09 <sup>def</sup>	4,95 <sup>a</sup>	1,89 <sup>cdef</sup>
3	28,88 <sup>ef</sup>	17,08 <sup>de</sup>	4,33 <sup>cdefg</sup>	1,85 <sup>defg</sup>	13	30,60 <sup>abc</sup>	18,24 <sup>a</sup>	4,66 <sup>ab</sup>	2,19 <sup>a</sup>
4	32,75 <sup>a</sup>	17,37 <sup>bcde</sup>	4,45 <sup>bcde</sup>	2,29 <sup>a</sup>	14	30,60 <sup>bcd</sup>	16,59 <sup>fgh</sup>	4,54 <sup>bc</sup>	1,89 <sup>cdef</sup>
5	31,43 <sup>ab</sup>	17,33 <sup>cde</sup>	4,42 <sup>bcde</sup>	2,19 <sup>ab</sup>	15	29,51 <sup>cde</sup>	16,38 <sup>gh</sup>	4,37 <sup>cdef</sup>	1,85 <sup>defg</sup>
6	28,67 <sup>efg</sup>	15,65 <sup>j</sup>	4,03 <sup>g</sup>	1,57 <sup>i</sup>	16	27,54 <sup>hi</sup>	16,24 <sup>ghij</sup>	4,64 <sup>bc</sup>	1,67 <sup>ghi</sup>
7	27,93 <sup>fghi</sup>	16,12 <sup>hij</sup>	4,19 <sup>fg</sup>	1,71 <sup>ghi</sup>	17	29,16 <sup>de</sup>	16,61 <sup>fgh</sup>	4,50 <sup>bc</sup>	1,87 <sup>def</sup>
8	28,35 <sup>efghi</sup>	16,12 <sup>hi</sup>	4,22 <sup>efg</sup>	1,74 <sup>fghi</sup>	18	27,79 <sup>ghi</sup>	15,70 <sup>ij</sup>	4,57 <sup>bc</sup>	1,75 <sup>efghi</sup>
9	29,12 <sup>de</sup>	17,88 <sup>abc</sup>	4,48 <sup>bcd</sup>	2,06 <sup>abc</sup>	19	29,17 <sup>de</sup>	18,19 <sup>ab</sup>	4,36 <sup>cdef</sup>	1,96 <sup>bcd</sup>
10	29,27 <sup>cde</sup>	15,89 <sup>ij</sup>	4,24 <sup>defg</sup>	1,73 <sup>fghi</sup>	20	29,37 <sup>cde</sup>	17,74 <sup>abcd</sup>	4,30 <sup>cdefg</sup>	1,93 <sup>cde</sup>
<b>Média</b>	<b>29,23<sup>a</sup></b>	<b>16,71<sup>a</sup></b>	<b>4,31<sup>a</sup></b>	<b>1,87<sup>a</sup></b>	<b>Média</b>	<b>29,03<sup>a</sup></b>	<b>16,97<sup>b</sup></b>	<b>4,56<sup>b</sup></b>	<b>1,90<sup>b</sup></b>
$\sigma$	<b>1,56</b>	<b>0,81</b>	<b>0,17</b>	<b>0,23</b>	$\sigma$	<b>1,03</b>	<b>0,80</b>	<b>0,18</b>	<b>0,13</b>

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo Teste de Kruskal-Wallis, comparando as matrizes dentro de cada variável

**Tabela 13.** Resultado da análise de correlação ( $r$ ) entre as variáveis morfométricas da semente de *S. parahyba* das populações de Miguel Pereira e Paraty (RJ)

Variáveis	largura	comprimento	espessura	peso
largura	1			
comprimento	0,347	1		
espessura	0,407	-0,035	1	
Peso	0,799	0,727	0,420	1



**Figura 6.** Distribuição de freqüências das variáveis de tamanho (peso, largura, comprimento e espessura) de sementes de 20 matrizes de *S. parahyba* colhidas em Miguel Pereira e Paraty, RJ, 2004

#### 4.4.3 Grau de umidade das sementes

O teor de umidade das sementes de guapuruvu variou de 6,05 (matriz 2) a 9,33 % (matriz 11). Miguel Pereira apresentou média de umidade superior a Paraty e um menor desvio padrão (Tabela 14; Figura 7). Não houve diferença significativa entre as regiões (F=0.299; p=0.589). A variação foi significativa somente entre as matrizes (F=2.701; p=0.038).

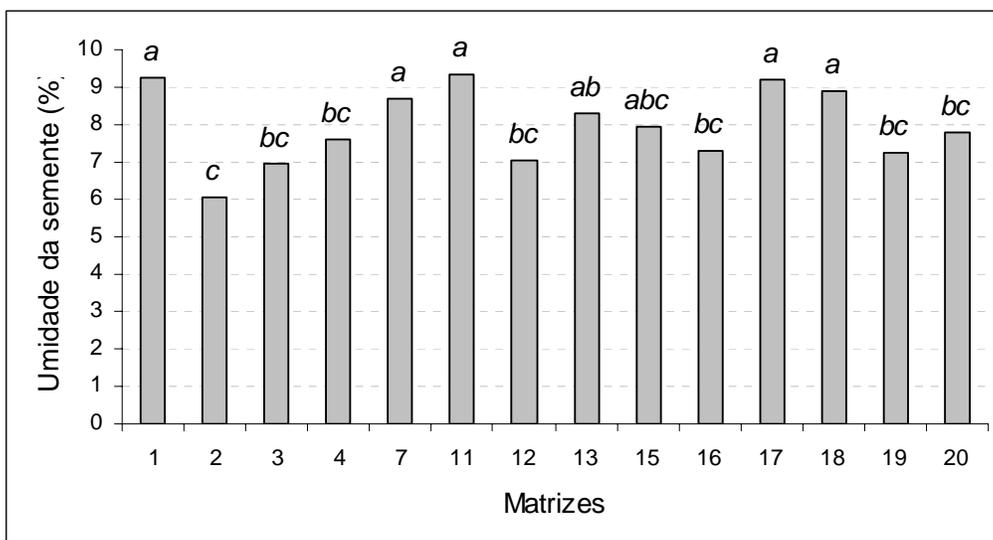
**Tabela 14.** Porcentagem de umidade (U%) de sementes de *S. parahyba* procedentes de Paraty e Miguel Pereira, RJ)

PARATY		MIGUEL PEREIRA	
Matriz	U (%)	Matriz	U (%)
1	9,26 <sup>a</sup>	11	9,33 <sup>a</sup>
2	6,05 <sup>c</sup>	12	7,05 <sup>bc</sup>
3	6,94 <sup>bc</sup>	13	8,28 <sup>ab</sup>
4	7,59 <sup>bc</sup>	14	-
5	-	15	7,43 <sup>abc</sup>
6	-	16	7,29 <sup>bc</sup>
7	6,99 <sup>a</sup>	17	9,21 <sup>a</sup>
8	-	18	8,03 <sup>a</sup>
9	-	19	7,26 <sup>bc</sup>
10	-	20	7,81 <sup>bc</sup>
Média	<b>7,37<sup>a</sup></b>	Média	<b>7,97<sup>a</sup></b>
Desvio Padrão	<b>1,07</b>	Desvio Padrão	<b>0,79</b>

(-) matrizes cujo número de sementes colhidas foi insuficiente para determinação do grau de umidade. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Média LSD

A correlação entre as características morfométricas e o teor de umidade das sementes revelou-se extremamente baixo, indicando que o peso e o tamanho da semente não estão ocorrendo em função da quantidade de água da semente. Os coeficientes de correlação alcançaram valores inferiores a 0,40, sendo que o peso foi a variável com maior relação, seguido da largura, espessura e por último o comprimento (Tabela 15).

**Figura 7.** Teor de umidade das sementes colhidas em 14 matrizes em Paraty (1-7) e



Miguel Pereira (11-20), RJ (2004). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Médias LSD

**Tabela 15.** Correlação entre as variáveis morfométricas e o teor de umidade de sementes de *S. parahyba*

	% umidade
% umidade	1
peso	0,378343
espessura	0,311451
largura	0,295276
comprimento	0,005941

#### 4.4.4. Influência do porte da matriz e do ambiente nas características morfométricas da semente

Em Paraty a altura das matrizes variou de 22 a 40 m e o DAP de 120 a 193 cm, tendo apresentado médias de 26,7 m ( $\sigma= 7,2$ ) e 162,6 cm ( $\sigma= 31,5$ ), respectivamente. Em Miguel Pereira a altura das matrizes variou de 15 a 35 m e o DAP de 90 a 350 cm, tendo apresentado médias de 23,6 m ( $\sigma=7,6$ ) e 189,1 cm ( $\sigma=77,9$ ), respectivamente. A avaliação das matrizes e do ambiente de cada matriz é apresentada nos anexos 6 e 7.

Buscando compreender os padrões encontrados de tamanho e peso de semente, cruzou-se os dados de avaliação da matriz e ambiente (anexo 6 e 7) com os resultados de tamanho e peso de semente. A análise da correlação entre altura e média de tamanho e massa de semente para as 20 matrizes, indicaram valores de correlação inferiores a 0,62 (Tabela 16). Apenas as variáveis DAP e espessura de sementes apresentaram fraca correlação. Estes dados são distintos dos reportados em literatura, onde diversos autores encontraram nítida relação entre o tamanho da semente e a altura da planta em comunidades vegetais (SALISBURY 1974, BAKER 1972, FOSTER & JASON, 1985; MAZER 1989, JURADO *et al* 1991; LEISHMAN & MURRAY, 2001).

**Tabela 16.** Correlação entre o porte da matriz avaliado através da altura e diâmetro a altura do peito (DAP) e as variáveis morfométricas das sementes de *S. parahyba* das populações de Miguel Pereira e Paraty (RJ)

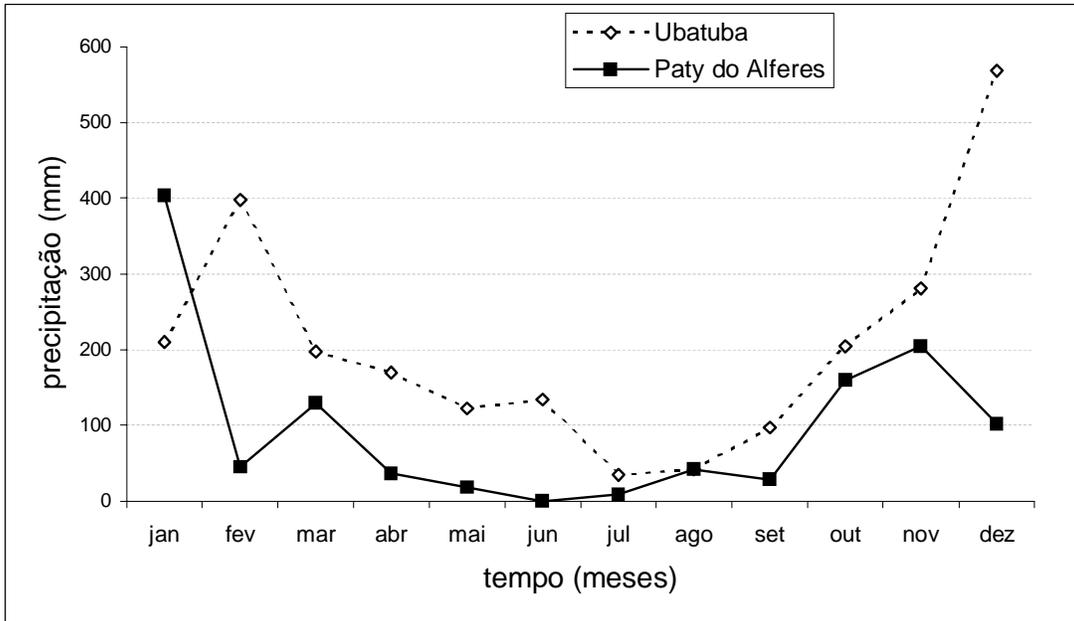
	peso	espessura	largura	comprime	altura	DAP
altura	-0,2813	0,174388	-0,44064	-0,31085	1	
DAP	0,072	0,610592	-0,01533	-0,15055	0,616001	1

Com o intuito de avaliar a influência ambiental na morfometria da semente, foi realizada uma análise comparativa das características das sementes, considerando apenas as matrizes submetidas às mesmas condições ambientais de solo e/ou luz. As matrizes selecionadas foram 2 e 3 (situadas em Paraty e distantes 25 m entre si), 14 e 15 (situadas em Miguel Pereira e distantes 5 m entre si, estando com as copas unidas), 17 e 18 (Miguel Pereira, distantes 10 m), 19 e 20 (Miguel Pereira, distantes 5 m, estando com as copas unidas).

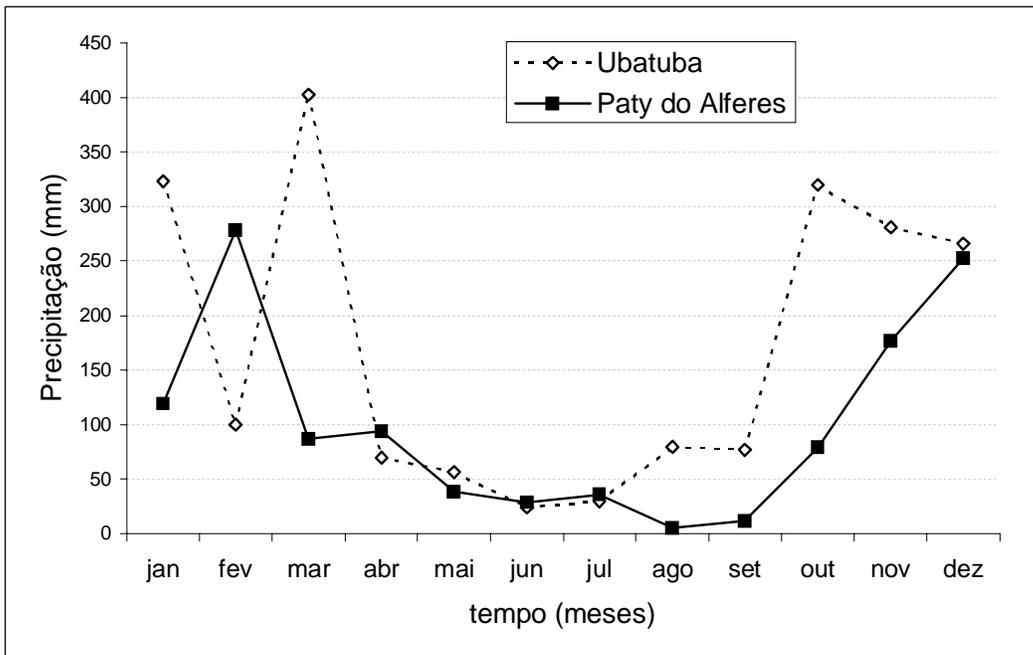
As matrizes 14 e 15 e 19 e 20 não apresentaram diferença significativa entre as variáveis morfométricas (Tabela 12). Estas matrizes são justamente às que estão com as copas unidas, recebendo as mesmas condições de luz. As matrizes 2 e 3 apresentam comprimento e espessura iguais e largura e peso diferentes estatisticamente. As matrizes 29 e 30 apresentam espessura e peso iguais e largura e comprimento diferentes estatisticamente. Estes resultados parecem indicar a importância da luminosidade na morfometria da semente.

A matriz 16, de Miguel Pereira, apresentou os menores valores de tamanho e peso de semente, com exceção da espessura. A avaliação fitossanitária desta matriz apontou para alta taxa de predação por brocas na semente, estando situada ao lado de outras três matrizes de guapuruvu, apresentando também grande porte. A hipótese levantada para este caso corrobora com as teorias de JANZEN (1971), de que o menor tamanho da semente facilitaria a sua melhor dispersão e conseqüentemente a fuga do predador. Entretanto, considerando ser este um caso isolado, maiores evidências precisam ser levantadas para testar esta hipótese.

Considerando a importância das condições ambientais durante o período de florescimento e de início da maturação da semente, foram analisados os dados de precipitação mensal para o ano de 2003 e 2004 (Figura 8 e 9). O período de florescimento do guapuruvu tem início no mês de agosto, prolongando-se até meados de outubro (LORENZI, 1992). Os frutos amadurecem de abril a julho. O último semestre de 2003 e o primeiro de 2004, correspondentes ao período de floração e maturação da semente do guapuruvu utilizada neste trabalho, colhida em julho de 2004, foi marcado por alta pluviosidade mensal, principalmente para a Ubatuba, estação mais próxima de Paraty. Paty do Alferes, estação mais próxima de Miguel Pereira registrou menores índices de precipitação mensal do que Ubatuba, com exceção do mês de fevereiro e abril de 2004. Mesmo com as condições de precipitação mais favoráveis, Paraty apresentou menor tamanho de semente do que Miguel Pereira, o que sugere que não foram os fatores climáticos responsáveis pelo padrão morfométrico apresentado.



**Figura 8.** Dados mensais de precipitação das estações de Ubatuba (SP) e Paty do Alferes para o ano de 2003 (INMET, 2005)



**Figura 9.** Dados mensais de precipitação das estações de Ubatuba (SP) e Paty do Alferes para o ano de 2004 (INMET, 2005)

#### 4.4.5. Análises de agrupamento

A análise de componente principal realizada indicou que a variável comprimento responde com 60.87% da variação total, ou seja, a diferença nas características morfométricas das sementes entre as matrizes estão mais relacionadas ao comprimento das sementes do que a largura (26,58%) ou espessura (11,193%) - Tabela 17. As variáveis peso e espessura podem ser consideradas inexpressivas na determinação das diferenças entre as matrizes por apresentarem valores de *eigenvalue* muito pequenos e baixa porcentagem de variação. Os valores *eigenvalue* representam a proporção da variação de um componente (variável) em relação a variação total observada, assim, o peso foi a variável que menos se expressou dentro das populações estudadas. A significância desta variação é obtida quando o valor do “broken eigenvalue” é menor do que o valor obtido para o *eigenvalue*.

O comprimento foi a única variável que não apresentou diferença significativa entre as populações (Tabela 12), desta maneira pode-se considerar que a maior parte da variação desta variável nas sementes ocorreu a nível intra-populacional.

SILVA (1996) observou para o cupuazeiro, através das variáveis canônicas, que os cinco caracteres mais discriminatórios foram: diâmetro e pedúnculo da flor, comprimento do fruto, comprimento da lâmina da pétala, peso da casca e largura da lâmina da pétala.

**Tabela 17.** Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis morfométricas de sementes de *Schizolobium parahyba* procedentes de duas regiões do Estado do Rio de Janeiro.

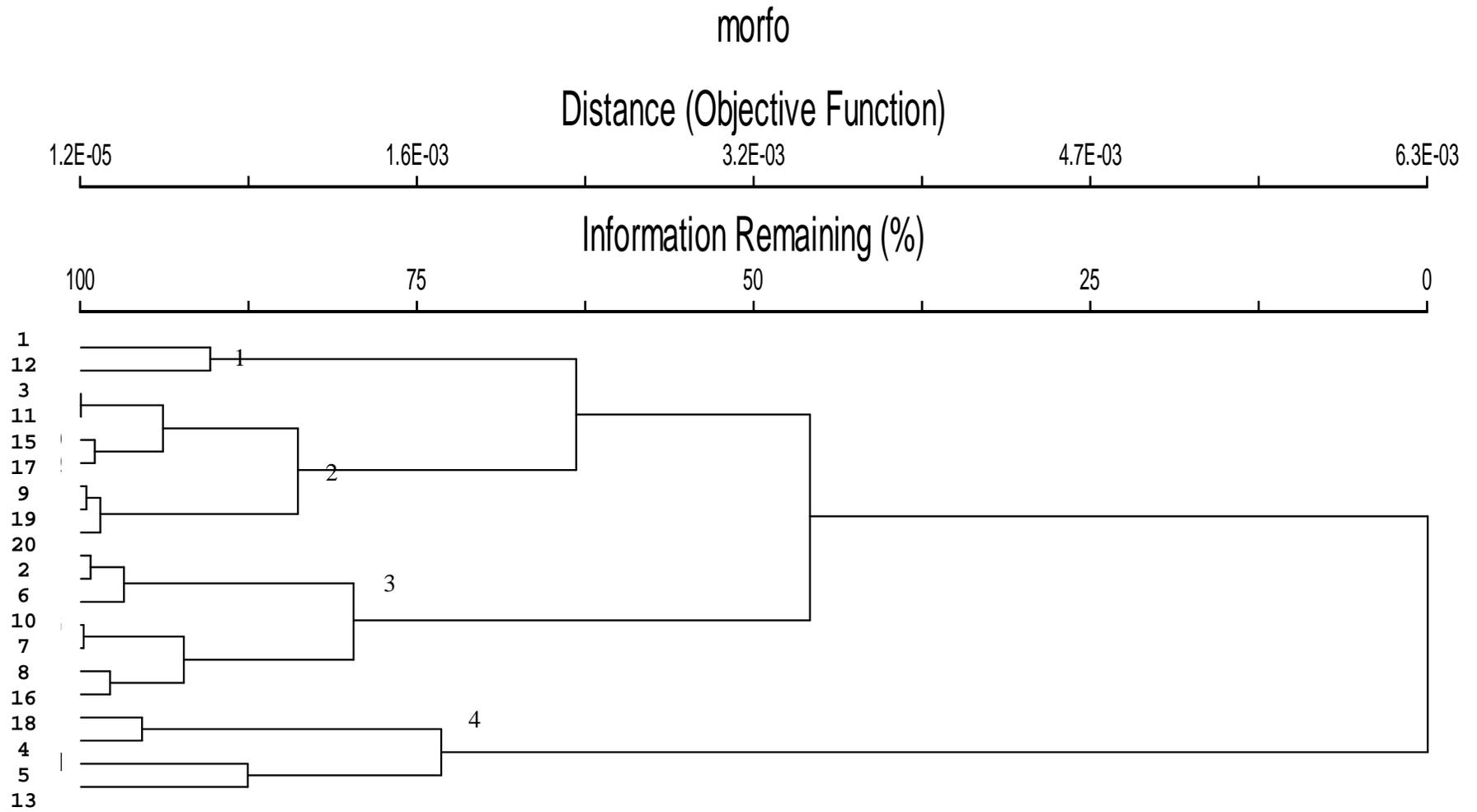
Eixo	Eigenvalue	% of variance	Variância acumulada (%)	Broken-eigenvalue
Comprimento	2,435	60,879	60,879	2,083
Largura	1,053	26,587	87,466	1,083
Espessura	0,448	11,193	98,659	0,583
Peso	0,054	1,341	100,000	0,250

A análise de agrupamento pelo método de distância de Bray-Curtis, incluindo todas as variáveis morfométricas revelou quatro grupamentos nas populações que reúnem mais de 70% de informação confiável (Figura 10). O primeiro grupo foi o menos numeroso, sendo formado pelas matrizes 1 e 12 e reunindo em torno de 90 % de informação confiável. O segundo grupo foi formado pelas matrizes 3, 11, 15, 17, 9, 19, 20, o grupo 3 pelas matrizes 2, 6, 10, 7, 8, 16, 18 e o grupo 4 pelas matrizes 4, 5, 13, 14 . As matrizes 3 e 11 apresentam características idênticas para as variáveis analisadas. As matrizes 7 e 8; 9 e 19; 15 e 17; 2 e 6 foram os pares de maior semelhança.

Analisando as características dos ambientes onde estão localizadas as matrizes mais semelhantes (anexo 7), observa-se que para a maior parte dos pares, não há similaridade ambiental. As matrizes 3 e 11, 9 e 19 estão situadas em regiões diferentes, estando a matriz 3 em Paraty e a 11 em Miguel Pereira. As características ambientais das duas regiões divergem com relação ao clima, solo, temperatura, pluviosidade e altitude (tabela 10). Considerando o micro-clima, também não há semelhança, estando a matriz 3 situada em uma planície, a beira de um rio, borda de floresta e a matriz 11

numa encosta e interior da floresta, solo úmido. As matrizes 9 e 19 estão situadas em área aberta, estando a primeira dentro da sede do IBAMA em Paraty, em borda de clareira, solo profundo e a segunda em beira de estrada, a caminho para Fazenda Igapira. As matrizes 7 e 8 distam cerca de 100 m e estão situadas na área ciliar do rio Perequeaçu e ambientes semelhantes em termos de solo e vegetação. As matrizes 15 e 17 estão ambas situadas em topo de morro em Miguel Pereira, em borda de clareira e solo bem drenado. As matrizes 2 e 6, embora ambas estejam localizadas em Paraty, estão em áreas de microclima diferentes, estando a 2 às margens do rio Perequeaçu, em planície, área ciliar, solo profundo e a 6 na subida do Forte, em área de encosta, bem drenada, solo raso.

No entanto, apesar destas considerações em relação às condições ambientais, sugere-se que sejam realizadas análises mais aprofundadas que permitam avaliar não só as variáveis de tamanho das sementes, mas também as variáveis representantes das condições ambientais dos locais onde as matrizes ocorrem.



**Figura 10.** Representação gráfica da análise de agrupamento baseada na distância de Bray-Curtis de 20 matrizes de *Schizolobium parahyba*, procedentes de Paraty (1-10) e Miguel Pereira (11-20), utilizando quatro variáveis morfométricas (comprimento, largura, espessura e peso).

Pela comparação geral com alguns aspectos das áreas de ocorrência das matrizes, não foi possível identificar padrões que permitissem relacionar as matrizes por origem segundo as variáveis morfométricas da semente, tampouco foram identificadas semelhanças ambientais gerais que colaborassem na interpretação da similaridade morfométrica observada entre os grupos.

Uma segunda análise de agrupamento foi realizada pelo método de distância de Bray-Curtis, desta vez excluindo a variável comprimento. O objetivo foi verificar um possível agrupamento por origem através das outras variáveis, uma vez que o comprimento foi a única variável que não apresentou diferença significativa entre as regiões. A largura representou 70% das variâncias entre as matrizes (Tabela 18). Apenas as variáveis largura e espessura foram significativas para definir as diferenças morfométricas, tendo apresentado valores de “*brocken-eigenvalue*” inferiores ao *eigenvalue* calculado.

O grupo 4 conseguiu reunir apenas as matrizes de Miguel Pereira. Entretanto, não foi possível diferenciar completamente as populações. Os demais grupos reúnem matrizes de ambas as regiões (Figura 10).

**Tabela 18.** Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis morfométricas de sementes (excluindo o comprimento) de *Schizolobium parahyba* procedentes de duas regiões do Estado do Rio de Janeiro, 2004

Variável	Eigenvalue	% of Variance	Variância	Broken Eigenvalue
Largura	2.108	70.258	70.258	1.833
Espessura	0.691	23.044	93.302	0.833
Peso	0.201	6.698	100.00	0.333

#### 4.4.6. Distância morfométrica x distância genética

Somente quatro das matrizes utilizadas na análise morfométrica foram avaliadas geneticamente, o que dificulta uma análise comparativa entre as variáveis morfométricas e genéticas. As matrizes avaliadas geneticamente foram a 1, 4, 6 e a 11, e as distâncias genéticas entre as mesmas são expostas na Tabela 19.

**Tabela 19.** Comparação da diversidade genética entre pares de matrizes (acessos i e j), considerando apenas as matrizes de *S. parahyba* utilizadas na análise morfométrica.

Matriz i	Matriz j	Distância genética
1	4	0,0769
1	6	0,1851
1	11	0,1698
4	6	0,1538
4	11	0,1538
6	11	0,1698

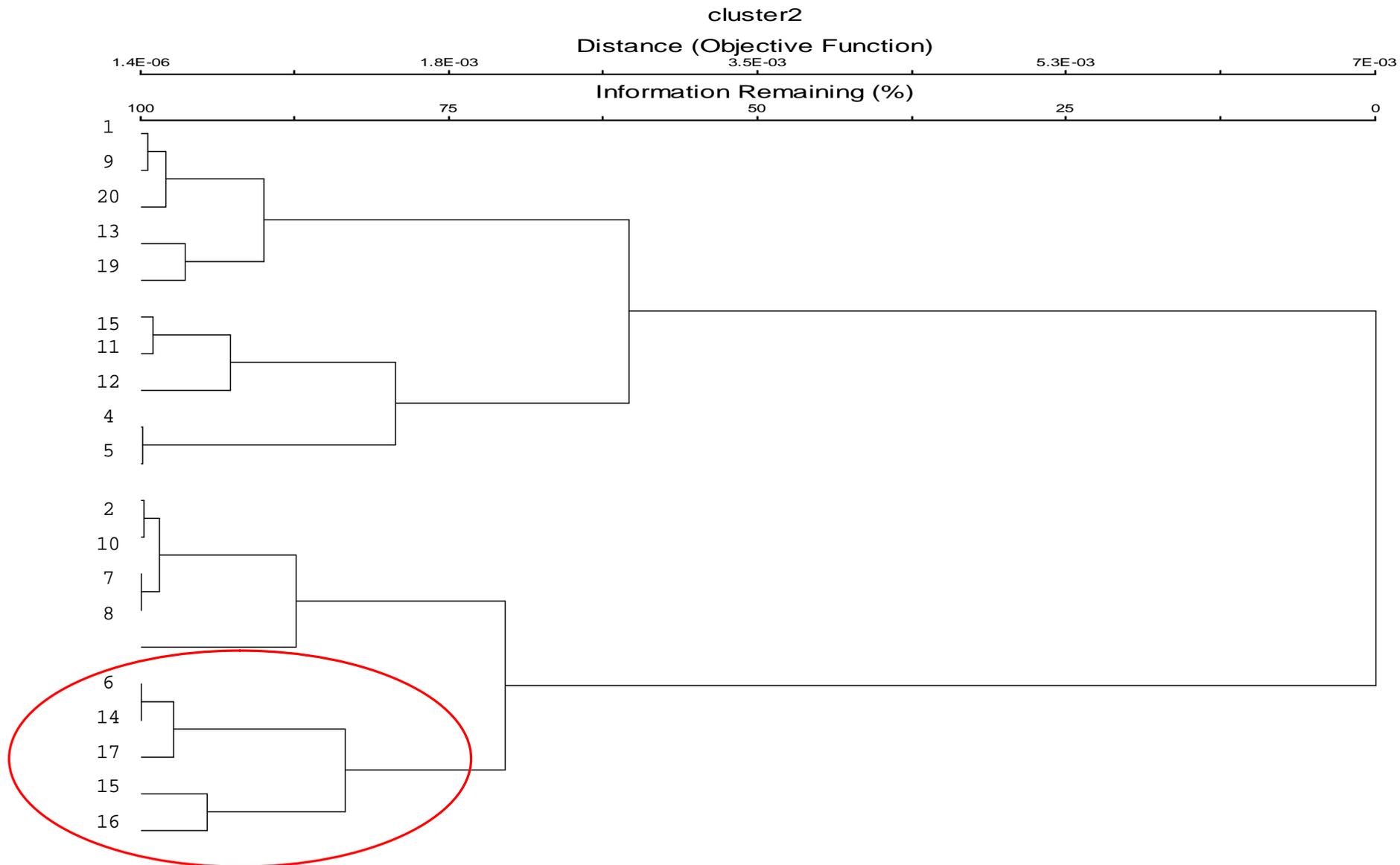
Comparando a distância genética (Tabela 19) com a distância morfométrica (Figura 11), observa-se que as matrizes 1 e 4, as quais mostraram menor divergência genética, se encontram em grupos totalmente distintos (grupos 1 e 4), segundo suas

características morfométricas. A união destes grupos reúne 0% de informação confiável, mostrando que estas matrizes são totalmente divergentes morfometricamente.

As matrizes 1 e 6, as mais divergentes geneticamente (0,1851), dentre os pares analisados da Tabela 19, se encontram nos grupos 1 e 3 na Figura 11, que juntos reúnem menos de 50% de informação confiável. As matrizes 1 e 11, que apresentam 0,1698 de distância genética, se encontram nos grupos 1 e 2 (Figura 10), cuja união reúne em torno de 60% de informação confiável. As matrizes 6 e 11, que apresentam o mesmo nível de distância genética das anteriores se distribuem nos grupos 2 e 3, cuja união reúne menos de 50% de informação confiável.

As matrizes 4 e 6, por sua vez, que apresentam distância genética de 0,1538 estão nos grupos 3 e 4, cuja união possui 0% de informação confiável, indicando que são totalmente divergentes morfometricamente.

As matrizes 4 e 11 que apresentam a mesma distância genética de 4 e 6, se distribuem nos grupos 2 e 4, cuja união também possui 0% de informação confiável, mostrando-se divergentes morfometricamente.



**Figura 11.** Representação gráfica da análise de agrupamento baseada na distância de Bray-Curtis de 20 matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e Miguel Pereira (11-20), utilizando três variáveis morfométricas (largura, espessura e peso)

Face ao exposto, parece não existir uma clara relação entre divergência genética e morfométrica, pois a maior parte dos pares de matrizes analisados apresentam baixa distância genética e mesmo assim, muitas vezes não apresentam qualquer relação de similaridade morfométrica. Entretanto, o número de combinações utilizadas (n=6) é muito baixo para se ter uma opinião conclusiva. De fato, marcadores genéticos são neutros e, portanto, não guardam associação com caracteres fenotípicos, ou agem como variantes casuais não influenciados diretamente pela seleção natural, permitindo a formulação de hipóteses relativas à quantidade, distribuição e manutenção da variabilidade genética (CHELIAK & PITEL, 1984 apud ALVES, 2002). KUNDU (1999), comparando a variação genética através de aloenzimas com a variação morfométrica de sementes em quatro populações de *Azadirachta indica* na Tailândia, não encontrou correlação, sugerindo a influência de fatores ambientais nas características analisadas. BARROS (1991) comparando caracteres morfométricos e genéticos (isoenzimas) de 67 matrizes *Anacardium occidentale*, não encontrou concordância entre os dois conjuntos de dados. Por outro lado, ALVES (2002) encontrou correlação positiva e significativa entre distância genética e fenotípica analisando 21 marcadores microssatélites e 19 descritores botânico-agronômico da flor, folha e fruto de 31 matrizes de *Theobroma grandiflorum* na região amazônica.

As variações encontradas nas características relacionadas com a semente não são suficientes para inferir sobre a diversidade genética encontrada nestas populações.

#### 4.5 CONCLUSÃO

- A repetibilidade do tamanho da semente dentro de matrizes alcançou valores superiores a 97% em amostras de 50 sementes para praticamente todas as variáveis analisadas.
- A maior variação no tamanho das sementes ocorreu entre matrizes, sendo o comprimento foi a variável mais discriminatória, respondendo por 60,87% da variação, seguida da largura (26,58%).
- A população da região serrana apresentou tamanho de semente superior a da região litorânea, sendo esta diferença significativa para todas as variáveis morfométricas analisadas, exceto comprimento.
- As matrizes não se agruparam por origem através da análise de cluster considerando todas as variáveis em conjunto.

### **CAPÍTULO III**

#### **ESTUDO DA GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA DE SEMENTES ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES DE GUAPURUVU (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)**

## RESUMO

FREIRE, Juliana Muller. Capítulo III – **Estudo da germinação e dormência entre e dentro de populações de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake**. Seropédica: UFRRJ, 2005. 159 p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a germinação e a dormência entre e dentro de duas populações de guapuruvu (*Schizolobium parahyba*). Foram colhidas sementes em Paraty e Miguel Pereira, localizadas na região litorânea e serrana do sul do Estado do Rio de Janeiro, respectivamente. O experimento foi implantado em Seropédica (RJ) com delineamento inteiramente casualizado, no período de set/04 a fev/05. Os seguintes parâmetros foram calculados: porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), número de plântulas normais e anormais, Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e mortalidade. Foi observada diferença significativa entre os tratamentos (sementes escarificadas e não escarificadas) nas duas regiões para a maior parte dos parâmetros avaliados, com exceção para germinação, IVE e porcentagem de plântulas anormais, na região de Paraty. Esta diferença foi mais marcante em Paraty do que em Miguel Pereira, evidenciando o maior grau de dormência das sementes desta região. Os parâmetros que melhor expressaram a diferença entre os tratamentos foram o Índice de Velocidade de Germinação e o percentual de sementes mortas, que foram expressivamente maiores para as sementes escarificadas. Foi observada alta variação do comportamento germinativo entre as matrizes e entre regiões, principalmente em relação às sementes não escarificadas. Não houve correlação entre as variáveis morfométricas e germinativas. Ocorreu alta mortalidade das sementes por fungos, principalmente em relação às sementes escarificadas. A influência dos fatores bióticos e abióticos na seleção do comportamento germinativo da espécie são discutidos com base nos resultados obtidos e em observações de campo.

## ABSTRACT

FREIRE, Juliana Muller. Capítulo III – **Study of germination and dormancy among and within *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake populations.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 159 p. (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais).

The aim of this work was to evaluate the variation in seed dormancy within and among two *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) populations. The seed collect was carried out at coastal and mountain regions in the south of Rio de Janeiro. Variation in seed dormancy level was tested in comparing the performance of scratching and not scratching seeds. Germination percentage, germination and emergency speed index, normal seedling percentage and death percentage was assessed and compared among individual plant and populations by using ANOVA test. Dormancy level differed significantly among and within populations and the highest dormancy level was presented by the coastal population. The germination speed index and death percentage expressed better the dormancy levels than the other variables, differing significantly in the most of individuals trees. Seeds not scratched from mountain population presented better performance than the coastal one. Morphometrical and germination traits were not correlated. There were a high death percentage, specially for the scratched seeds. The role of biotics and abiotics factors in the selection of germination behavior are discussed based in the results and field observations.

## 5.1. INTRODUÇÃO

O guapuruvu é uma espécie característica da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), ocorrendo principalmente em planícies aluviais, ao longo de rios e no início de encostas (CARVALHO, 2003). Sua nítida preferência por locais mais úmidos a classifica como uma espécie seletiva higrófila (LORENZI, 1992). Entretanto, KOLB *et al.* (2002) observou baixa resistência de sementes de guapuruvu a ambientes inundados.

A impermeabilidade do tegumento da semente à água é um tipo de dormência apresentado pelo guapuruvu (CARVALHO, 2003), bastante comum em sementes da família Leguminosae (VILLIERS, 1972; ROLSTON, 1978). A rigidez do tegumento é promovida pela presença de compostos fenólicos, que protegem a semente do stress hídrico e do ataque de microorganismos (MOHAMED-YASEEN *et al.* 1994). Em decorrência disto, a semente permanece com baixa umidade e baixo metabolismo, alcançando alta longevidade (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977). Esse tipo de dormência pode ser superado através da escarificação, termo que se refere a qualquer tratamento que resulte na ruptura ou no enfraquecimento do tegumento, permitindo a passagem de água e dando início ao processo de germinação (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A importância ecológica da dormência reside no fato de impedir a germinação quando as condições ambientais para tal não são adequadas, aumentando as perspectivas de sucesso no estabelecimento e sobrevivência da espécie (EIRA & CALDAS, 2000). A dormência também permite a distribuição espacial e temporal das sementes, exercendo influência na estrutura genética das espécies (VASQUEZ-YANES *et al.*, 1996; LEVIN & KERSTER, 1974).

Diversos estudos tem demonstrado a variação da germinação e da dormência entre e dentro de populações (SCHÜTZ & MILBERG, 1997; EVAN & CABIN, 1995; FROST & CAVER, 1975; PATERSON *et al.*, 1976). BIANCHETTI & RAMOS (1981) já suspeitaram da alta variação intra-específica do guapuruvu quanto à impermeabilidade do tegumento. Esta variação pode ter causa genética e/ou ambiental, sendo o seu estudo de grande importância para interpretação dos estudos de germinação (ANDERSSON & MILBERG, 1998).

Por este conjunto de características, neste capítulo será testada a hipótese de que a dormência de sementes da espécie pioneira guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) pode apresentar padrões diferenciados entre suas populações e que estes padrões se refletem na sua capacidade de germinar e se estabelecer.

## 5.2. REVISÃO DE LITERATURA

Por germinação entende-se o fenômeno biológico em que ocorre o rompimento do tegumento da semente pela radícula, seguida da formação da plântula que permita a sua sobrevivência em condições favoráveis (LABOURIAU, 1983). Durante o processo de germinação ocorrem alterações na semente tais como o aumento da respiração, aumento da velocidade de consumo de O<sub>2</sub>, alteração da sua composição química, de forma que surge uma nova situação fisiológica, distinta daquela anterior em que se encontrava a semente (dormência ou quiescência) (BORGES & RENA, 1993). A germinação é, pois, uma seqüência de eventos fisiológicos influenciada por vários fatores intrínsecos e extrínsecos às sementes. Cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais (BORGES & RENA, 1993; LABOURIAU, 1983).

Diversos autores ressaltam que o teste de germinação é realizado sob condições ótimas e, como consequência, sementes substancialmente deterioradas conseguem

germinar e produzir plântulas que, embora fracas, entram na percentagem de germinação, o que não condiz com o que normalmente é encontrado no campo. Sugerem, com isso, a utilização de testes de vigor para se avaliar com maior segurança a qualidade fisiológica das sementes, detectada principalmente através do índice de velocidade de germinação (PÁDUA, 1988; VEIRA *et al.*, 1994; HILHORSWT, 2001).

O vigor pode ser definido como uma das características da semente relacionada ao potencial de emergência rápida e uniforme gerando plântulas normais em uma ampla faixa de condições ambientais (AOSA, 1983). O máximo vigor é atingido quando a planta atinge sua maturidade fisiológica e é reduzido de acordo com o processo de envelhecimento e de deterioração das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Dentre os principais fatores abióticos que afetam a germinação de sementes destacam-se a água, temperatura, luz e os gases atmosféricos (LABOURIAU, 1983; BASKIN & BASKIN, 1998; FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Para a germinação a água constitui um fator imprescindível pois é através da hidratação que ocorrerá a reativação dos processos metabólicos, dando início ao processo germinativo (FERREIRA & BORGHETTI, 2004). A água também pode influenciar a germinação através do amolecimento do tegumento, favorecendo a penetração do oxigênio, e permitindo a transferência de nutrientes solúveis para as diversas partes da semente (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Por outro lado, o excesso de água pode prejudicar o processo germinativo, ao favorecer a proliferação de microrganismos patogênicos, restringir a entrada e absorção de oxigênio (VILLAGOMEZ *et al.*, 1979).

A temperatura regula a germinação de três formas: (1) determinando a capacidade e a taxa de germinação; (2) removendo dormências primárias ou secundárias/ (3) induzindo a dormência secundária (BEWLEY & BLACK, 1994; BASKIN & BASKIN, 1998). As sementes apresentam comportamento variável frente a esse fator, não havendo uma temperatura ótima e uniforme de germinação para todas as espécies. Em geral, a temperatura é chamada de ótima quando ocorre o máximo de germinação, no menor tempo, e máxima e mínima quando a germinação é zero. Acima e abaixo dos limites máximo e mínimo, respectivamente pode ocorrer a morte das sementes. A faixa de 20 a 30°C mostra-se adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais (AGUIAR *et al.*, 1993).

A temperatura também pode influenciar no processo de embebição de água da semente. Normalmente temperaturas maiores contribuem para uma maior velocidade de embebição. Entretanto estudos tem demonstrado que o volume final de água embebida por sementes expostas a baixas temperaturas é maior que aquele decorrente de sementes expostas a altas temperaturas, apesar da maior velocidade deste último (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1975). A temperatura também pode influenciar a taxa de consumo de oxigênio, conforme foi detectado por DUNGEY & PINFIELD (1980) em *Acer pseudoplatanus* que observaram que em temperaturas baixas (5°C), a influência do tegumento na redução do consumo de oxigênio é menor.

A sensibilidade das sementes à luz é bastante variável, de acordo com a espécie, havendo sementes cuja germinação é influenciada, positiva ou negativamente, pela luz e sementes indiferentes a ela (BORGES & RENA, 1993). As espécies que aumentam sua germinabilidade ou velocidade de germinação na presença de luz são ditas fotoblásticas positivas, enquanto que aquelas cuja germinabilidade ou a velocidade são menores à luz do que no escuro são designadas de fotoblásticas negativas. Estima-se que apenas em 5% das sementes estudadas a germinação é indiferente à luz (COME *apud* LABOURIAU, 1983). Existem ainda casos em que a espécie passa a apresentar sensibilidade fotoblástica quando submetidas a alguma condição de stress. Três fatores

relacionados a luz afetam a germinabilidade, são eles: densidade do fluxo radiante, a duração da iluminação e a composição espectral da luz (LABOURIAU, 1983).

A germinação é fortemente afetada pela composição da atmosfera do ambiente em que se encontra. Isso porque, a germinação sendo um processo biológico envolve o consumo e o gasto de energia (BORGES & RENA, 1993). Esta energia é obtida através do ATP, que é formado no processo de oxidação aeróbica, ou seja, a respiração. A respiração corresponde à oxidação das reservas, liberando energia e vários intermediários que serão colocados à disposição do crescimento do embrião. Ainda que a respiração nos primeiros momentos da germinação seja em geral anaeróbica (etanólica ou láctica), logo em seguida ela passa a ser absolutamente dependente de oxigênio (BORGES & RENA, 1993).

Antes que a radícula rompa o tegumento, as reações ocorrem em meio anaeróbico. Na primeira fase de absorção de água, o oxigênio não é fator limitante, sendo-o entretanto, para a emergência da radícula (POLLOCK, 1972). As sementes no solo estão sujeitas a várias barreiras que as separam do oxigênio, dentre elas, o tegumento e a distância da semente ao gás (BORGES & RENA, 1993). A respiração da semente é também afetada por diversos outros elementos, tais como o tipo de tegumento, o teor de umidade, a temperatura, a concentração de CO<sub>2</sub>, a dormência e alguns fungos e bactérias (LABOURIAU, 1983). O efeito do dióxido de carbono é normalmente oposto ao do oxigênio. Muitas sementes não conseguem germinar sob altas concentrações de gás carbono. Entretanto, este gás tem se mostrado eficiente para o armazenamento de sementes, mantendo a dormência de algumas espécies. O armazenamento se mostrou ainda mais efetivo em atmosfera contendo nitrogênio (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

De acordo com BEWLEY & BLACK (1983), a germinação é tradicionalmente dividida em três fases: a primeira é a embebição, que corresponde a absorção de água necessária ao transporte e hidratação de proteínas e organelas celulares, e a realização de reações hidrolíticas. Na segunda fase, a absorção de água é reduzida e ocorre a ativação do metabolismo, envolvendo a síntese de ácidos nucleicos e proteínas e ao aumento de enzimas e atividades respiratórias, com início do consumo das reservas. Na terceira fase a absorção de água aumenta novamente, e o crescimento passa a ser visível, com a protrusão da radícula.

Até o período da fase estacionária, antes do aparecimento da radícula, o mitocôndrio é ineficiente devido à ausência de cristas, elementos chave na respiração aeróbica (BEWLEY & BLACK, 1983). Na fase estacionária da embebição ocorre a mobilização de nutrientes produzidos na fase 1, para os tecidos em crescimento. Na fase 3, o metabolismo é claramente aeróbico e com o quociente respiratório próximo da unidade, indicando a oxidação respiratória de carboidratos (BORGES & RENA, 1993).

A ausência das condições ambientais necessárias mantém a semente em estado de quiescência, definida por alguns autores como dormência forçada ou induzida (HEYDECKER, 1973; BEWLEY & BLACK, 1983).

Existem muitos tipos de classificação de dormência, sendo as mais comuns a dormência tegumentar ou exógena e a dormência embrionária ou endógena (FOWLER & BIANCHETTI, 2000; NIKOLAEVA, 1977). Outros preferem os termos dormência primária e dormência secundária, se referindo ao tempo de ocorrência deste estado, sendo a dormência primária presente na semente dispersa e a secundária induzida pelas condições ambientais após a dispersão (BEWLEY & BLACK, 1983; HILHORST, 1998).

Há quem prefira separar o fator externo do interno, considerando a dormência o estado em que ocorre um bloqueio interno que impede o crescimento da semente, mesmo em condições ambientais adequadas para tal (EIRAS & CALDAS, 2000).

Como a grande maioria das leguminosas tropicais, o guapuruvu possui dormência tegumentar (ROLSTON, 1978). O tegumento impermeável pode agir de duas formas na dormência da semente: através da inibição da absorção de água, bloqueando a embebição da semente, e reduzindo a disponibilidade de oxigênio ao embrião (WAREING, 1969), sendo a mais comum das categorias de dormência (FOWLER & BIANCHETTI, 2000).

Mecanismos de dormência tem sido relacionados à capacidade das espécies em se manterem viáveis no banco de sementes do solo (VASQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1982). Associado a isto encontra-se a habilidade de algumas espécies pioneiras com sementes dormentes de germinarem prontamente e se estabelecerem em condições propícias (VASQUEZ-YANES *et al.*, 1996).

O impedimento estabelecido pela dormência se constitui numa estratégia benéfica, pela distribuição da germinação ao longo do tempo, aumentando a probabilidade de sobrevivência da espécie, através de três formas (FOWLER & BIANCHETTI, 2000):

- a) As sementes são dispersas da planta matriz, em diferentes estágios de dormência, fenômeno conhecido como polimorfismo ou heteromorfismo. Nas sementes polimórficas, a germinação é distribuída no tempo, representada pela emergência das plântulas em intervalos irregulares, aumentando a probabilidade de alguns indivíduos sobreviverem;
- b) A distribuição da germinação ao longo do tempo através da dormência também pode ocorrer através de sua superação por fatores ambientais, os quais se distribuem no tempo;
- c) As sementes de muitas espécies entram em estado de dormência chamada de embrionária, quando em presença de condições desfavoráveis para germinação, tais como altas ou baixas temperaturas. Contudo, com o passar do tempo estas sementes vão superando-a vagarosamente.

A dormência, assim como outras características associadas a sementes e plântulas, como vigor e germinação, estão intimamente relacionadas à estratégia de estabelecimento das espécies na sua área natural, influenciando na sobrevivência de indivíduos e populações (PINA-RODRIGUES *et al.*, 1990). No contexto ecológico, constitui uma estratégia das plantas de prevenir a germinação quando as características ambientais não são promissoras para a sobrevivência (ALLEN & MEYER, 1998; PEREZ, 2004). A variação da dormência, com conseqüente distribuição da emergência das plântulas no tempo e no espaço promove a otimização da germinação, evitando a competição entre plântulas (LUNDBERG *et al.*, 1996; KOBAYASHI & YAMAMURA, 2000).

BORGES *et al.* (2000) constataram que a maior velocidade de germinação pode ter importante papel no estabelecimento de indivíduos a condições de alagamento, assumindo-se que, quanto mais rápido se estabelecerem maior é a probabilidade de sobreviverem. REIS *et al.* (1992) detectaram que diferentes velocidades de germinação e a dormência podem indicar mecanismos de entrada gradativa de indivíduos no banco de plântulas, reduzindo a pressão de predadores ou de competição inter-específica e aumentando a probabilidade de sobrevivência da espécie.

Diferenças do nível de dormência entre populações é um fenômeno já conhecido (SCHÜTZ & MILBERG, 1997; EVAN & CABIN, 1995; FROST & CAVER, 1975; PATERSON *et al.*, 1976).

O caráter genético da dormência e da germinação tem sido demonstrado em vários trabalhos. EL-KASSABY & EDWARDS (1998) detectaram forte controle genético em sementes de *Tsuga mertensiana*, procedentes de duas populações de Vancouver, com herdabilidades variando de 0,35 a 0,85. GU *et al.* (2004) identificaram seis locos referentes a dormência de *Oriza sativa*, com forte presença de epistasia, sugerindo um mecanismo de controle complexo para esta característica. AGUIAR *et al* (2001) constataram a existência de controle genético para as características fisiológicas da semente de *Astronium flaxinifolium*, destacando-se a germinação e o vigor. REGO *et al* (2003) detectaram alta variabilidade entre progênies de *Albizia lebbek* (L.) Benth para o caráter germinação. ALEXANDRE *et al.* (2004) detectaram a influência dos genótipos de *Passiflora edulis* na porcentagem e velocidade de germinação.

O nível de dormência também é fortemente determinado por fatores ambientais dentre os quais pode-se destacar a disponibilidade de recursos da planta matriz (FAWCETT & SLIFE, 1978; WATSON & WATSON, 1982; FENNER, 1991), a idade e o tamanho da matriz (PHILIPPI, 1993), a posição da semente na planta (GUTTERMAN, 1992), as condições climáticas e a umidade do solo durante o período de maturação das sementes (STRAND, 1989; PETER, 1982).

### 5.3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Viveiro de Fernando Luís Oliveira Capellão, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro com sementes maduras colhidas em Paraty e Miguel Pereira (lat 23°13'22'', long 44°44'04''; lat 22°28'54'', long 43°29'15'', respectivamente) no Estado do Rio de Janeiro, no ano de 2004. A descrição das áreas de estudo é apresentada no item 4.3.1.

Paraty está situada na região sul litorânea do Estado do Rio de Janeiro, com altitudes que variam até 100 m, clima quente super úmido sem seca, com temperatura média superior a 18°C em todos os meses do ano e solo do tipo cambissolo. A vegetação é Floresta Ombrófila Densa, havendo algumas variações em decorrência do uso do solo de cada região. Miguel Pereira está situada na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, com altitude variando de 700 a 800 m. O clima é sub quente semi-úmido com temperaturas mais amenas em relação a Paraty, com média entre 15 °C e 18°C em pelo menos um mês do ano e com 4 a 5 meses secos (IBGE, 2002). O solo é do tipo latossolo vermelho e amarelo e a vegetação dominada pela Floresta Ombrófila Densa (Tabela 10).

Os dados climáticos de temperatura média mensal e precipitação total mensal dos últimos cinco anos de Paty do Alferes e Ubatuba, estações do Instituto Nacional de Meteorologia mais próximas das áreas de estudo, são apresentados na Figura 13. Observa-se que em Ubatuba, a pluviosidade média anual é mais alta e irregular (179,85 mm;  $\pm 20,33$ ) do que em Paty do Alferes (94,77 mm;  $\pm 6,76$ ). Nesta última região, as chuvas tendem a se concentrar nos meses de outubro a março, enquanto que em Ubatuba, o período de chuvas é mais prolongado, se estendendo de setembro a abril. A temperatura média mensal é menor em Paty do Alferes ( $20,45 \pm 0,30$ ) em relação à Ubatuba ( $22,17 \pm 0,49$ ), com queda pronunciada nos meses de junho a agosto em ambas as regiões (INMET, 2005).

Em cada região, foram colhidas sementes em 10 matrizes, totalizando 20 matrizes para o estudo. Todas as sementes foram retiradas da copa das árvores utilizando como método de colheita o balanço dos galhos, conforme descrito no Capítulo 2. A avaliação das 20 matrizes e dos seus respectivos ambientes constam nos

anexos 6 e 7, sendo as mesmas matrizes utilizadas para avaliação morfológica das sementes (Capítulo 2).

### 5.3.1 Avaliação das características de germinação e dormência

O comportamento da espécie em relação às características de estabelecimento foi estudado com base na sua capacidade germinativa e nível de dormência. Considerando que o número de sementes germinadas pode não refletir o comportamento germinativo em função do tempo e da distribuição da germinação (FERREIRA & BORGHETTI, 2004) foi analisado o vigor das sementes, através da sua velocidade de germinação.

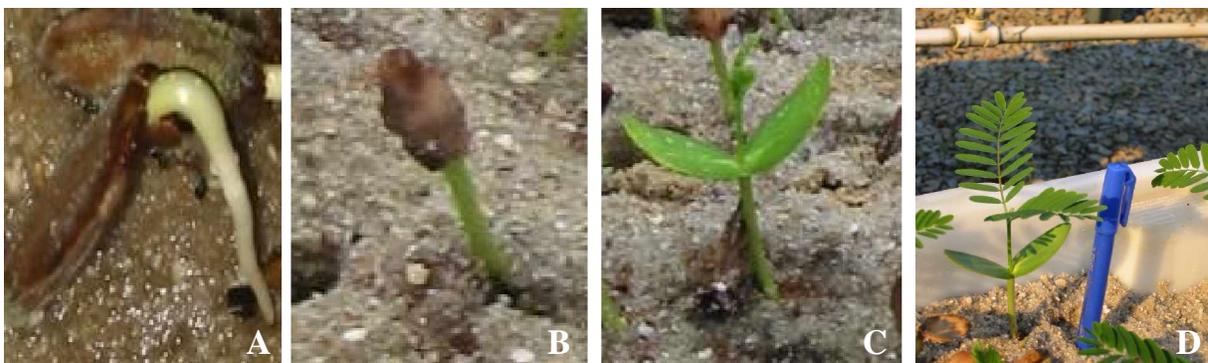
Previamente ao experimento, as sementes foram lavadas com hipoclorito de sódio a 5%, para tratamento anti-fúngico. Em setembro de 2004 foi implantado o teste de emergência envolvendo 20 matrizes (duas procedências), 2 tratamentos, 4 repetições e 10 sementes por repetição, totalizando 1.600 sementes. Os tratamentos aplicados nas sementes foram: a) sem escarificação mecânica e b) com escarificação mecânica. A escarificação foi efetuada atritando-se levemente a porção lateral da semente, durante três segundos, em superfície abrasiva de esmeril elétrico.

As sementes foram postas a germinar em viveiro, em recipientes plásticos de 10 x 25 cm, tendo como substrato areia lavada e esterilizada e em condições de 30% de sombreamento. As contagens foram realizadas inicialmente em intervalos de dois dias até aos 28 dias, quando passaram a ser realizadas com intervalos semanais até aos 131 dias, data de encerramento dos testes.

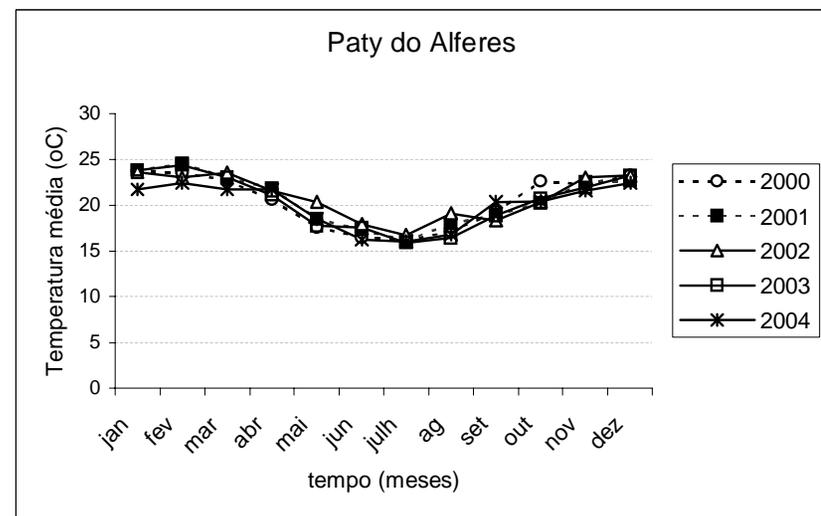
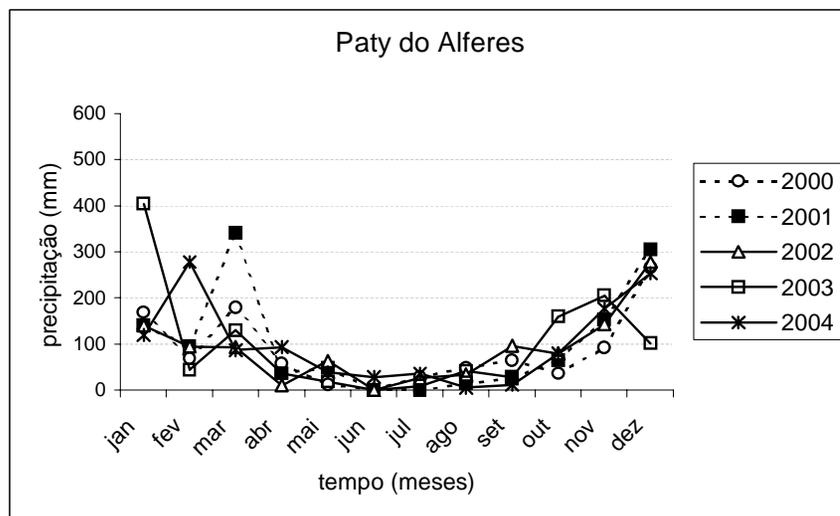
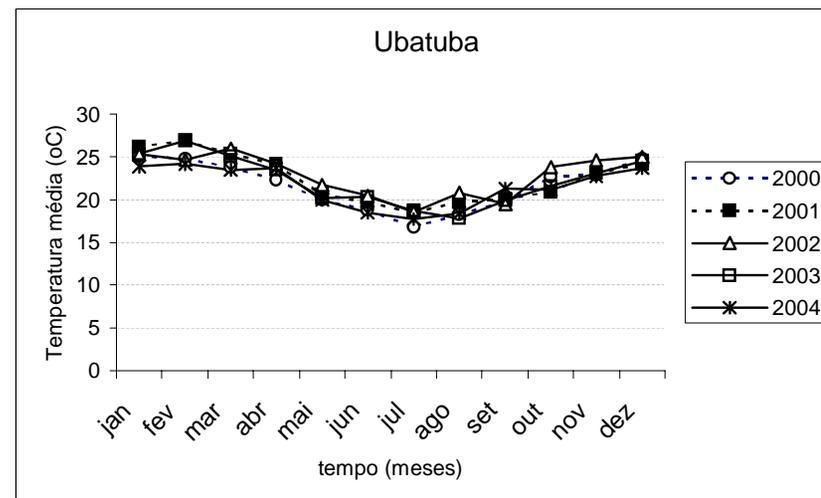
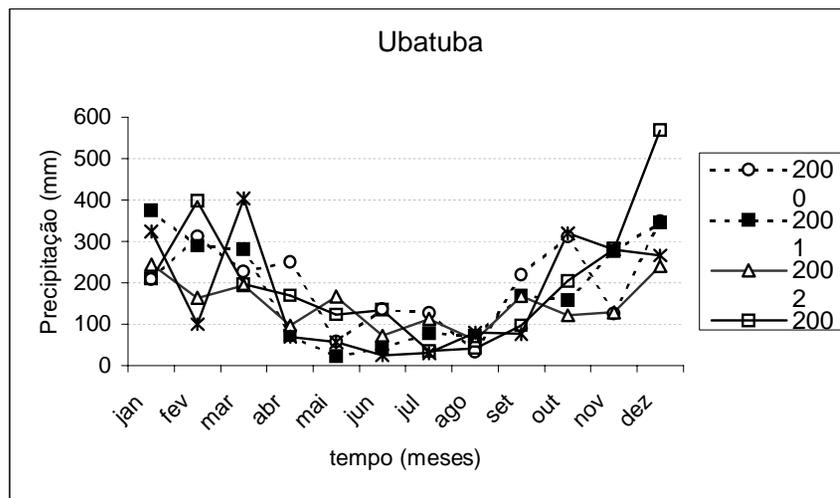
Para avaliação, foram considerados quatro estágios de desenvolvimento das sementes e plântulas (Figura 12):

- Estágio 1 – sementes apresentando protrusão de radícula.
- Estágio 2 – sementes apresentando protrusão de radícula, com tegumento na posição vertical.
- Estágio 3 – sementes com protrusão de radícula, sem tegumento, com cotilédones abertos, sem folhas.
- Estágio 4 – plântula normal.

Foram consideradas plântulas anormais aquelas que apresentassem desenvolvimento desproporcional de raiz e parte aérea em comparação com as plântulas normais, ausência de pigmento (albinismo), caule tortuoso ou baixo número de folíolos.



**Figura 12.** Estágios de desenvolvimento: (A) Estágio 1 (B) Estágio 2 (C) Estágio 3 (D) Estágio 4



**Figura 13.** Dados mensais de precipitação e temperatura de 2000 a 2004 para Ubatuba e Paty do Alferes (INMET, 2005)

### 5.3.2 Análise dos dados

Foram contabilizados: número total de sementes germinadas, número de sementes germinadas por estágio, número de plântulas anormais, número de sementes mortas, número de sementes infectadas, número de sementes duras (as que não embeberam água).

Para cada repetição calculou-se: a porcentagem de germinação, o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), a porcentagem de plântulas normais e anormais, a porcentagem de mortalidade de sementes germinadas e não germinadas e a porcentagem de sementes duras.

A porcentagem de germinação foi calculada de acordo com a fórmula (FERREIRA & BORGHETTI, 2004):

$$G = \frac{\sum n_i \times 100}{N}$$

onde:  $n_i$  = número de sementes germinadas no  $i$ ésimo dia  
 $N$  = número total de sementes postas para germinar

O IVG e IVE foram calculados de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962), sendo que para o IVG utilizou-se no numerador o número de sementes germinadas e para o IVE utilizou-se o número de plântulas normais:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

√

onde,  $G_1, G_2, \dots, G_n$  = número de sementes germinadas ou (no caso do IVE)  
 $E_1, E_2, \dots, E_n$  = número de plântulas normais na primeira, segunda até  $n$ ésima observação  
 $N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias após a semeadura

Foi aplicado o Teste de Lilliefors e o Teste de Cochran e Bartlett, para verificação da normalidade e homogeneidade de variância dos dados, respectivamente (VIEIRA, 1991). Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados e novamente testados quanto à normalidade e homogeneidade de variância. Foram efetuadas transformações de raiz quadrada de  $x+1$  para os dados de germinação, mortalidade e plântulas anormais, e de raiz quadrada de  $x \div 100$  para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e de Emergência (IVE) utilizando o Programa Excel. Utilizando-se o Programa Excel, foi aplicada Análise de Variância Modelo semi-Hierárquico para avaliação da influência do local, do tratamento e das matrizes nas variáveis analisadas, seguindo a fórmula abaixo.

$$Y_{ijk} = m + t_i + L_j + M_{(k)j} + TL_{ij} + TM_{ik1} + TM_{ik2} + e_{ijk}$$

Onde,

$m$  = média

$t_i$  = efeito do tratamento

$L_j$  = efeito do local

$TL_{ij}$  = efeito da interação tratamento versus local

$M_{(k)j}$  = efeito das matrizes dentro dos locais

$TM_{(k)ij}$  = efeito da interação dos tratamentos com as matrizes dentro dos locais

$e_{ijk}$  = efeito do resíduo

### 5.3.3 Germinação x morfometria

Foi realizada análise de correlação de Spearman para verificar a relação existente entre os parâmetros germinativos e a morfometria da semente, avaliada segundo a metodologia descrita no item 4.3.3.

### 5.3.4 Germinação x teor de umidade das sementes

A análise de correlação de Spearman também foi empregada para avaliar a relação entre os parâmetros de germinação e o teor de umidade da semente, avaliada segundo metodologia descrita no item 4.3.5.

## 5.4. RESULTADOS

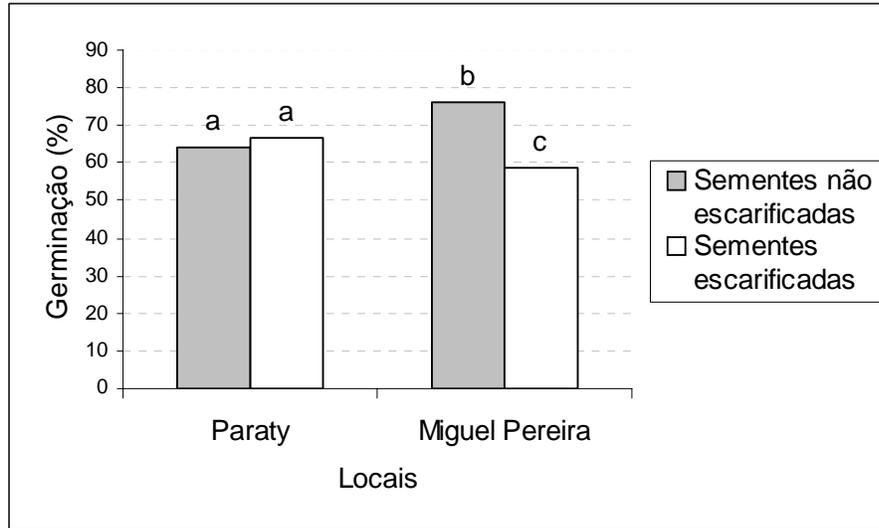
### 5.4.1. Dormência e emergência

A capacidade germinativa, termo aqui utilizado para denominar o critério biológico de germinação (protrusão da radícula), variou de 10% a 100%, considerando as repetições de todas as matrizes. Aos 131 dias de experimento, alcançou valores médios de 64,25% ( $\pm 15,65$ ) e 66,75% ( $\pm 11,62$ ) para as sementes não escarificadas e escarificadas de Paraty, não sendo observada diferença significativa entre os tratamentos (sementes escarificadas x sementes não escarificadas) nas sementes desta região ( $F=0,674$ ;  $p=0,413$ ; Figura 14; Tabela 21). Para as sementes de Miguel Pereira, os valores de capacidade germinativa foram de 76,25% ( $\pm 12,41$ ) e 58,75% ( $\pm 17,40$ ) para as sementes não escarificadas e escarificadas, respectivamente, sendo esta diferença altamente significativa ( $F=24,372$ ;  $p<0,01$ ; Figura 14; Tabela 21). Cerca de 17,03% e 3,5% das sementes não escarificadas de Paraty e Miguel Pereira permanecem duras, respectivamente. Em relação às sementes escarificadas, todas germinaram ou morreram.

Estes valores de capacidade germinativa do guapuruvu, principalmente referente às sementes escarificadas, são considerados baixos em comparação com os relatados por CARVALHO (2003) e LORENZI (1992) que indicam germinação de 80% e superior a 85%, respectivamente. A causa da baixa germinação foi a alta taxa de mortalidade das sementes, especialmente das escarificadas, conforme relatado no item 5.4.5.

Comparando o comportamento germinativo entre as regiões, as sementes não escarificadas procedentes de Miguel Pereira apresentaram maior capacidade germinativa do que as de Paraty e as sementes escarificadas de Paraty apresentaram maior percentagem de germinação do que as Miguel Pereira ( $F= 16,576$ ;  $p<0,01$ ; Tabela 21).

**Figura 14.** Porcentagem média de germinação de sementes de *S. parahyba* escarificadas e não escarificadas procedentes de Paraty e Miguel Pereira aos 131 dias após o início do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade



ificadas e não escarificadas procedentes de Paraty e Miguel Pereira aos 131 dias após o início do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade

**Tabela 21.** Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na **germinação** de sementes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2)

	GL	S Q	QM	F	Prob	
T x M x L	39	173,7983	4,456366	3,946272	2,21E-09	**
L	1	0,508901	0,508901	0,45065	0,503218	Ns
T	1	9,564862	9,564862	8,470028	0,004249	**
LxT	1	18,71901	18,71901	16,57635	8,07E-05	**
T(L1)	(1)	0,761175	0,761175	0,674048	0,413147	Ns
T(L2)	(1)	27,52269	27,52269	24,37233	2,39E-06	**
M/L1	9	45,03496	5,003885	4,43112	4,5E-05	**
M/L2	9	74,94845	8,327606	7,374394	1,22E-08	**
TxM/L1	9	16,22054	1,802282	1,595986	0,122845	Ns
TxM/L2	9	8,801555	0,977951	0,86601	0,5574	Ns
Dentro	130	146,8038	1,12926			
Total	159	320,602				

\*\* = significativo a 1%; Ns = não significativo; GL=graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; Prob = probabilidade

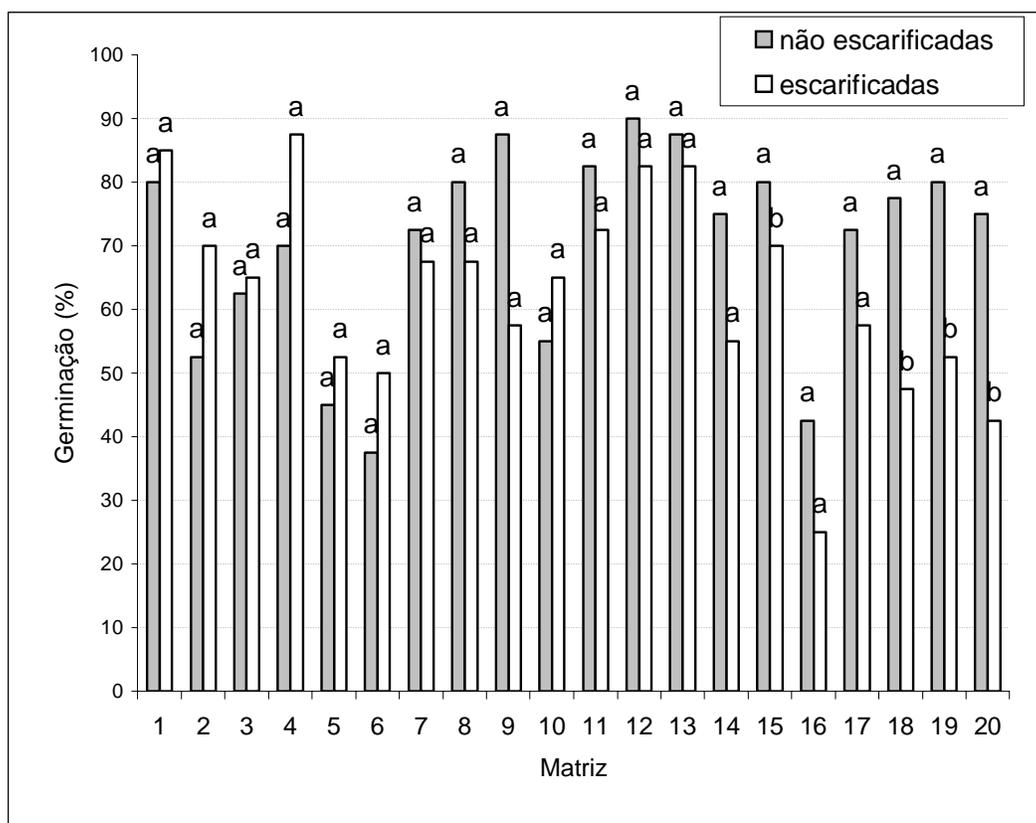
As sementes não escarificadas de Paraty apresentaram maior variação na capacidade germinativa do que as escarificadas. Já para as sementes de Miguel Pereira ocorreu o inverso, observando-se maior variação nas sementes escarificadas (Tabela 22). Espera-se que a escarificação uniformize a germinação, ao permitir a entrada de água na semente (EL-KASSABY & EDWARDS, 1998; NEVES, 1987). A alta variação das sementes escarificadas de Miguel Pereira foi influenciada pela sua alta mortalidade (item 5.4.4).

**Tabela 22.** Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) de porcentagem de germinação (%G) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ

	PARATY				MIGUEL PEREIRA				
	T1		T2		T1		T2		
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	
1	80,00 <sup>abA</sup>	18,26	85,00 <sup>aA</sup>	12,91	11	82,50 <sup>abA</sup>	9,57	72,50 <sup>abcA</sup>	22,17
2	52,50 <sup>defA</sup>	18,93	70,00 <sup>abcA</sup>	21,60	12	90,00 <sup>aA</sup>	8,16	82,50 <sup>abA</sup>	9,57
3	62,50 <sup>bcdeA</sup>	12,58	65,00 <sup>abcdA</sup>	19,15	13	87,50 <sup>aA</sup>	12,58	82,50 <sup>abA</sup>	12,58
4	70,00 <sup>abcdA</sup>	34,64	87,50 <sup>aA</sup>	15,00	14	75,00 <sup>abcA</sup>	12,91	55,00 <sup>cdA</sup>	26,46
5	45,00 <sup>efA</sup>	17,32	52,50 <sup>cdA</sup>	18,93	15	80,00 <sup>abA</sup>	21,60	70,00 <sup>abcB</sup>	14,14
6	37,50 <sup>fA</sup>	9,57	50,00 <sup>cdeA</sup>	14,14	16	42,50 <sup>efA</sup>	9,57	25,00 <sup>eB</sup>	12,91
7	72,50 <sup>abcdA</sup>	20,62	67,50 <sup>abcdA</sup>	12,58	17	72,50 <sup>abcdA</sup>	5,00	57,50 <sup>bcdB</sup>	9,57
8	80,00 <sup>fA</sup>	11,55	67,50 <sup>abcdA</sup>	25,00	18	77,50 <sup>abA</sup>	9,57	47,50 <sup>cdefB</sup>	15,00
9	87,50 <sup>fA</sup>	9,57	57,50 <sup>bcdB</sup>	22,17	19	80,00 <sup>abA</sup>	8,16	52,50 <sup>cdB</sup>	25,00
10	55,00 <sup>fA</sup>	23,80	65,00 <sup>abcdA</sup>	26,46	20	75,00 <sup>abcA</sup>	5,77	42,50 <sup>deB</sup>	9,57
Média	<b>64,25<sup>a</sup></b>		<b>66,75<sup>a</sup></b>			<b>76,25<sup>b</sup></b>		<b>58,75<sup>c</sup></b>	
$\sigma$	<b>15,65</b>		<b>11,62</b>			<b>12,41</b>		<b>17,40</b>	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade. As letras minúsculas indicam a semelhança entre as matrizes (1-20) dentro de cada tratamento e as letras maiúsculas indicam a semelhança entre tratamentos (T1-T2) dentro de cada matriz

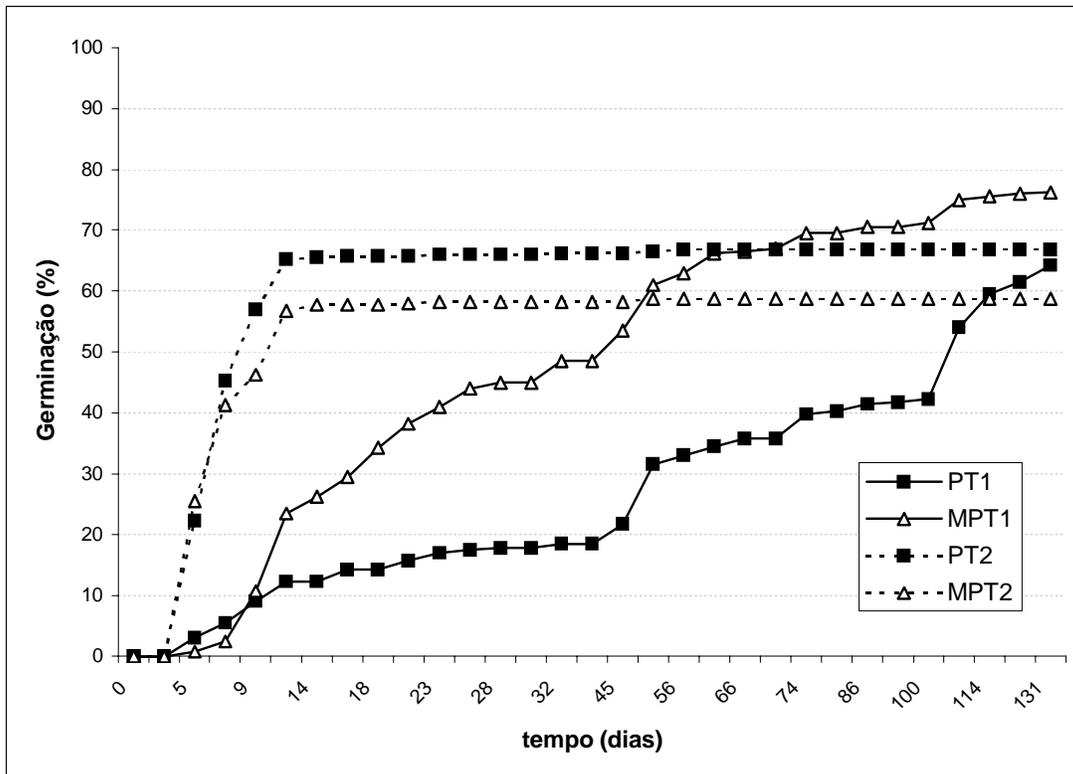
Para sementes de ambas as regiões foi observada diferença significativa entre as matrizes com relação à capacidade germinativa (Paraty:  $F=4,43$ ;  $p<0,01$ ; Miguel Pereira:  $F=7,37$ ;  $p<0,01$ ; Tabela 21 e 22), sendo a interação matriz e tratamento não significativa (Paraty:  $F=1,59$ ;  $p=0,122$ ; Miguel Pereira:  $F=0,86$ ;  $p=0,55$ ; Tabela 21). Das 20 matrizes avaliadas (10 de Paraty e 10 de Miguel Pereira), 7 (de Paraty) obtiveram melhores resultados de capacidade germinativa em sementes escarificadas, e 13 em sementes não escarificadas. A diferença entre os tratamentos foi significativo somente para as matrizes de Miguel Pereira ( $F=24,37$ ;  $p<0,01$ ; Tabela 21). As matrizes desta localidade que apresentaram diferença entre tratamentos foram 15, 18, 19 e 20, todas localizadas em Miguel Pereira, com maior percentual de germinação em sementes não escarificadas (Figura 15). Estes resultados não eram esperados, uma vez que a quebra de dormência é relatada na bibliografia como promotora da germinação (CARVALHO, 2003; LORENZI, 1992; RAMOS & BIANCHETTI, 1981; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Uma das causas pode ter sido a alta mortalidade das sementes, observada principalmente para as sementes escarificadas, conforme será abordado no item 5.4.5. Estes dados ainda podem se alterar na maior parte das matrizes, devido à ocorrência de sementes duras. Somente as matrizes 11, 12, 19 e 20 não possuem mais sementes duras.



**Figura 15.** Médias de porcentagem de germinação (%G) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas o tratamento dentro de cada matriz

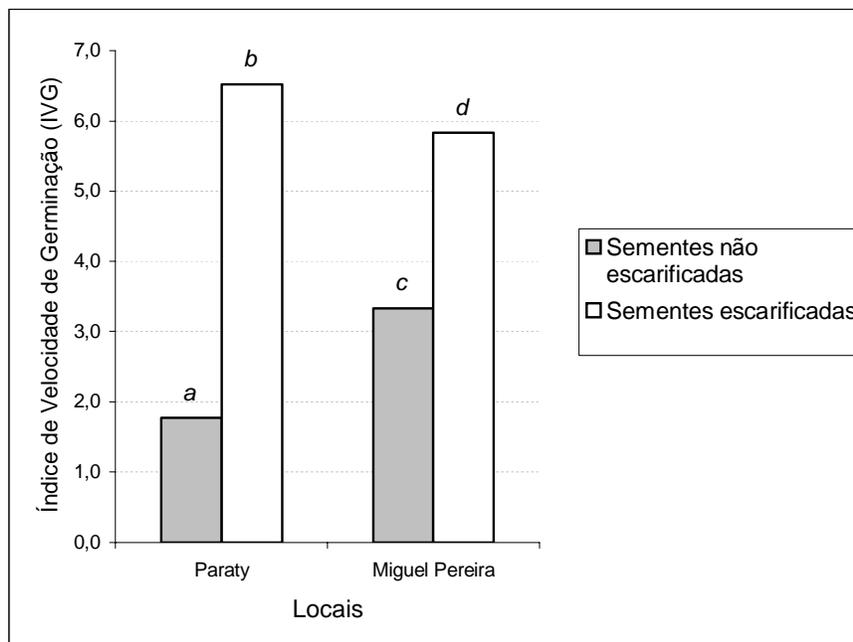
#### 5.4.2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Tanto as sementes escarificadas quanto as não escarificadas começaram a germinar a partir do 5º dia. Entretanto, as sementes escarificadas (T2) apresentaram maior uniformidade na germinação entre as repetições e as matrizes, alcançando mais de 50% de germinação aos 20 dias nas duas regiões. Já as sementes não escarificadas (T1) apresentaram velocidade de germinação mais lenta e gradual, com alta variação entre repetições e matrizes, alcançando 50% de germinação somente em torno dos 45 dias para as sementes de Miguel Pereira e aos 109 para as de Paraty (Figura 16).



**Figura 16.** Porcentagem média de germinação de sementes de *S. parahyba* não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas de 20 matrizes procedentes de Paraty e Miguel Pereira, RJ ao longo de 131 dias de observação

O Índice de Velocidade de Germinação (MAGUIRE, 1962), alcançou valores médios de 1,78 ( $\pm 1,64$ ) e 6,51 ( $\pm 1,07$ ) nas sementes não escarificadas e escarificadas de Paraty; e 3,34 ( $\pm 1,20$ ) e 5,823 ( $\pm 1,80$ ) nas sementes não escarificadas e escarificadas de Miguel Pereira (Figura 17). Houve diferença significativa entre tratamentos para as sementes das duas regiões (Tabela 22), com maior diferença nas de Paraty ( $F=256,99$ ;  $p<0,01$ ) do que nas de Miguel Pereira ( $F=45,65$ ;  $p<0,01$ ). Igualmente à capacidade germinativa, o IVG das sementes não escarificadas foi maior nas procedentes de Miguel Pereira e o das sementes escarificadas foi maior nas de Paraty, ambos diferindo estatisticamente ( $F=43,00$ ;  $p<0,01$ ). As sementes de Paraty apresentaram maior diferença entre os tratamentos, evidenciando o seu maior grau de dormência. Todas as interações entre local, tratamento e matrizes foram significativas para esta variável (Tabela 23).



**Figura 17.** Valores médios do Índice de Velocidade de Germinação para sementes de *S. parahyba* escarificadas e não escarificadas procedentes de Paraty e Miguel Pereira após 131 dias de experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade

**Tabela 23.** Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) no **Índice de Velocidade de Germinação** de sementes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2)

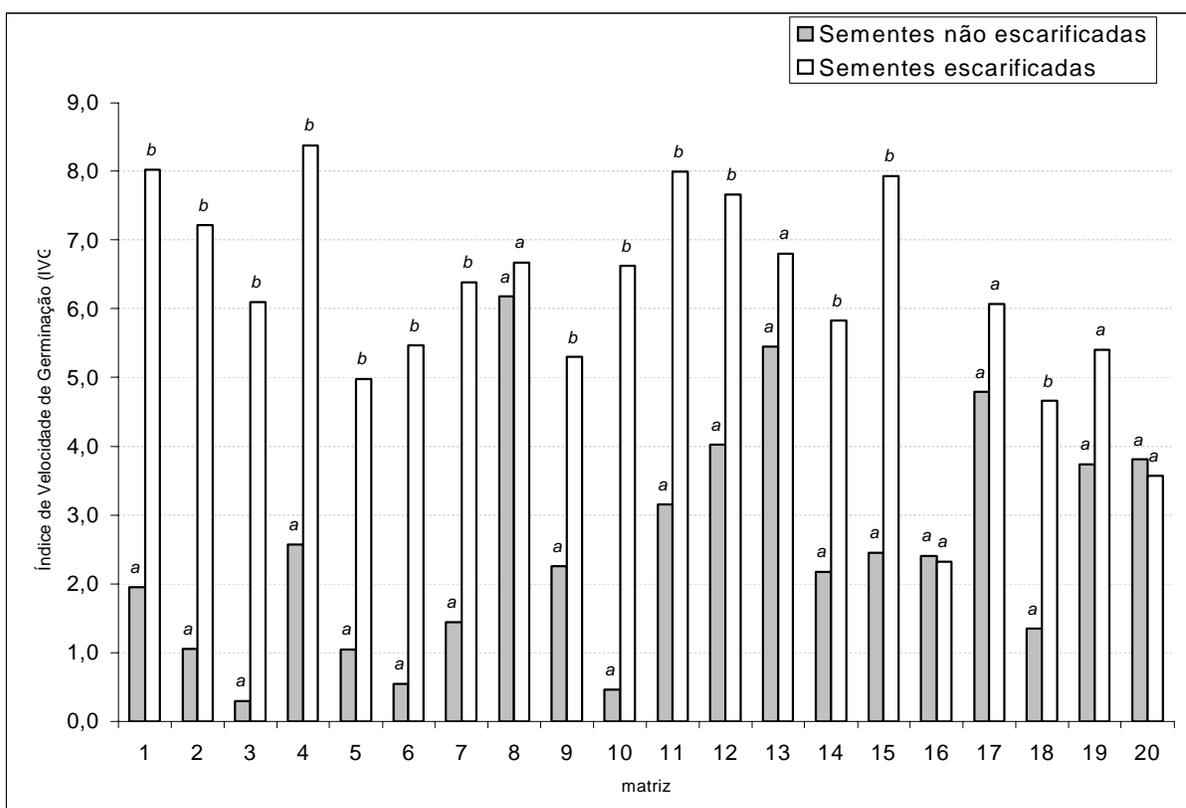
	GL	S Q	QM	F	Prob	
T x M x L	39	0,72340622	0,018549	12,36797	3,68418E-28	**
L	1	0,02126158	0,021262	14,17674	0,000251021	**
T	1	0,38940609	0,389406	259,6471	8,77651E-33	**
LxT	1	0,06449898	0,064499	43,00644	1,17281E-09	**
T(L1)	(1)	0,38543375	0,385434	256,9984	1,36961E-32	**
T(L2)	(1)	0,06847132	0,068471	45,65511	4,27729E-10	**
M/L1	9	0,07577832	0,00842	5,614138	1,53961E-06	**
M/L2	9	0,07500235	0,008334	5,55665	1,81048E-06	**
TxM/L1	9	0,05498072	0,006109	4,07332	0,00012625	**
TxM/L2	9	0,04247818	0,00472	3,147053	0,001825997	**
Dentro	130	0,19496771	0,0015			
Total	159	0,91837392				

\*\* = significativo a 1%; Ns = não significativo; GL=graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; Prob = probabilidade

O nível de dormência, avaliado pela diferença entre os tratamentos, foi significativo em 13 das 20 matrizes. Somente as matrizes 8, 13, 16, 17, 19 e 20 não

diferiram entre os tratamentos (Figura 18). Em todos os casos, o IVG foi maior nas sementes escarificadas, como já era esperado.

A maior variação entre matrizes para o IVG foi encontrada nas sementes não escarificadas de Miguel Pereira, semelhante ao resultado obtido para capacidade germinativa. Para as sementes desta localidade, o IVG variou de 2,32 (matriz 16) a 7,99 (matriz 1). Estes resultados foram influenciados pela alta mortalidade das sementes escarificadas (item 5.4.5), reduzindo o número de sementes e influenciando no cálculo do IVG, que considera o somatório do número total de sementes germinado em t1 dividido pelo tempo despendido para germinação (t1). A segunda maior variação do IVG foi encontrada para as sementes não escarificadas procedentes de Paraty ( $\pm 1,64$ ), que variou de 0,29 (matriz 3) a 6,18 (matriz 8), seguida pelas sementes não escarificadas de Miguel Pereira ( $\pm 1,20$ ) e por fim pelas não escarificadas de Paraty ( $\pm 1,07$ ) (Tabela 24).



**Figura 18.** Médias de porcentagem do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz

**Tabela 24.** Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ

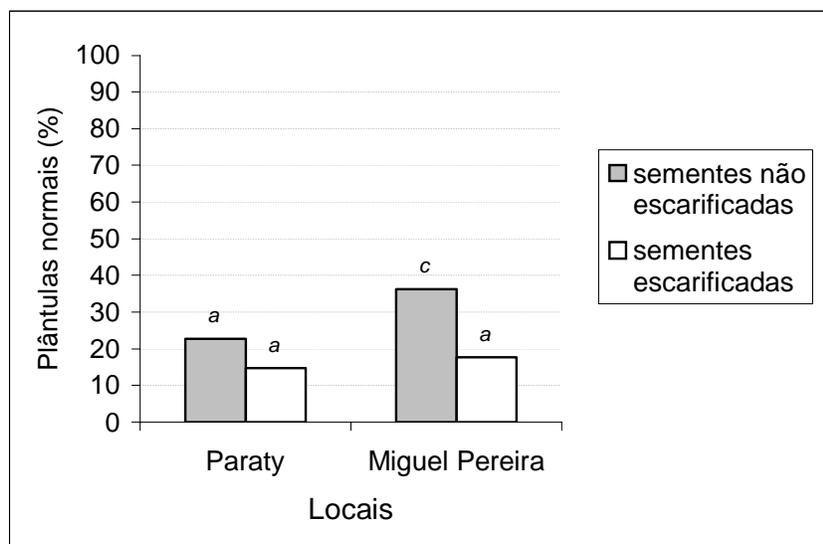
	PARATY				MIGUEL PEREIRA				
	T1		T2		T1		T2		
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	
1	1,95 <sup>efghi A</sup>	1,59	8,02 <sup>ab B</sup>	0,94	11	3,15 <sup>cdef A</sup>	0,92	7,99 <sup>ab B</sup>	2,36
2	1,05 <sup>ghi A</sup>	1,02	7,21 <sup>abcde B</sup>	1,69	12	4,02 <sup>bcd A</sup>	0,82	7,66 <sup>abcd B</sup>	0,70
3	0,29 <sup>i A</sup>	0,16	6,10 <sup>abcdef B</sup>	1,63	13	5,45 <sup>ab A</sup>	1,37	6,81 <sup>abcdef A</sup>	0,76
4	2,56 <sup>defg A</sup>	2,11	8,38 <sup>a B</sup>	1,55	14	2,17 <sup>defgh A</sup>	1,64	5,83 <sup>bcdefg B</sup>	2,37
5	1,04 <sup>ghi A</sup>	0,13	4,98 <sup>efg B</sup>	1,32	15	2,45 <sup>defg A</sup>	1,07	7,93 <sup>abc B</sup>	1,47
6	0,54 <sup>hi A</sup>	0,50	5,46 <sup>cdefg B</sup>	1,22	16	2,41 <sup>defg A</sup>	0,70	2,32 <sup>h A</sup>	1,10
7	1,44 <sup>fghi A</sup>	0,97	6,39 <sup>abcdef B</sup>	0,99	17	4,79 <sup>abc A</sup>	0,52	6,07 <sup>abcdef A</sup>	0,76
8	6,18 <sup>a A</sup>	2,32	6,67 <sup>abcdef A</sup>	1,56	18	1,35 <sup>fghi A</sup>	0,59	4,66 <sup>fgh B</sup>	1,15
9	2,25 <sup>defgh A</sup>	1,04	5,30 <sup>defg B</sup>	1,59	19	3,74 <sup>bcd A</sup>	0,83	5,40 <sup>defg A</sup>	2,18
10	0,45 <sup>hi A</sup>	0,13	6,63 <sup>abcdef B</sup>	2,39	20	3,81 <sup>bcd A</sup>	0,97	3,56 <sup>gh A</sup>	0,60
Média	<b>1,78<sup>a</sup></b>		<b>6,51<sup>b</sup></b>			<b>3,33<sup>c</sup></b>		<b>5,82<sup>d</sup></b>	
$\sigma$	<b>1,64</b>		<b>1,07</b>			<b>1,20</b>		<b>1,80</b>	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade. As letras minúsculas indicam a semelhança entre as matrizes (1-20) dentro de cada tratamento e as letras maiúsculas indicam a semelhança entre tratamentos (T1-T2) dentro de cada matriz

#### 5.4.3. Plântulas normais e anormais

A porcentagem de plântulas normais com todas as estruturas completas variou de 0 a 80% entre as matrizes. Foi observada a formação de 22,75% ( $\pm 12,17$ ) e 14,75% ( $\pm 8,84$ ) plântulas normais, a partir de sementes não escarificadas e escarificadas de Paraty, respectivamente. E de 36,25% ( $\pm 12,31$ ) e 17,75% ( $\pm 13,48$ ) plântulas normais de sementes não escarificadas e escarificadas de Miguel Pereira, respectivamente (Figura 19). As sementes não escarificadas de Miguel Pereira apresentaram, portanto, a maior porcentagem de plântulas normais, diferindo estatisticamente das escarificadas desta mesma região ( $F=28,01$ ;  $p<0,01$ ). Também para as de Paraty o percentual de plântulas normais foi maior em sementes não escarificadas do que nas escarificadas, entretanto não houve diferença significativa entre tratamentos para sementes oriundas desta região ( $F= 2,29$ ;  $p=0,132$ ; Tabela 25).

Entre as regiões, só foi observada diferença significativa na interação com o tratamento ( $F=16,57$ ;  $p<0,01$ ). Em relação às sementes não escarificadas, as oriundas de Miguel Pereira produziram mais plântulas normais do que as de Paraty. Para as sementes escarificadas, não houve diferença significativa entre procedências.



**Figura 19.** Porcentagem de plântulas normais originadas de sementes de *S. parahyba* não escarificadas e escarificadas colhidas de 20 matrizes procedentes de Paraty (P) e Miguel Pereira (MP), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade

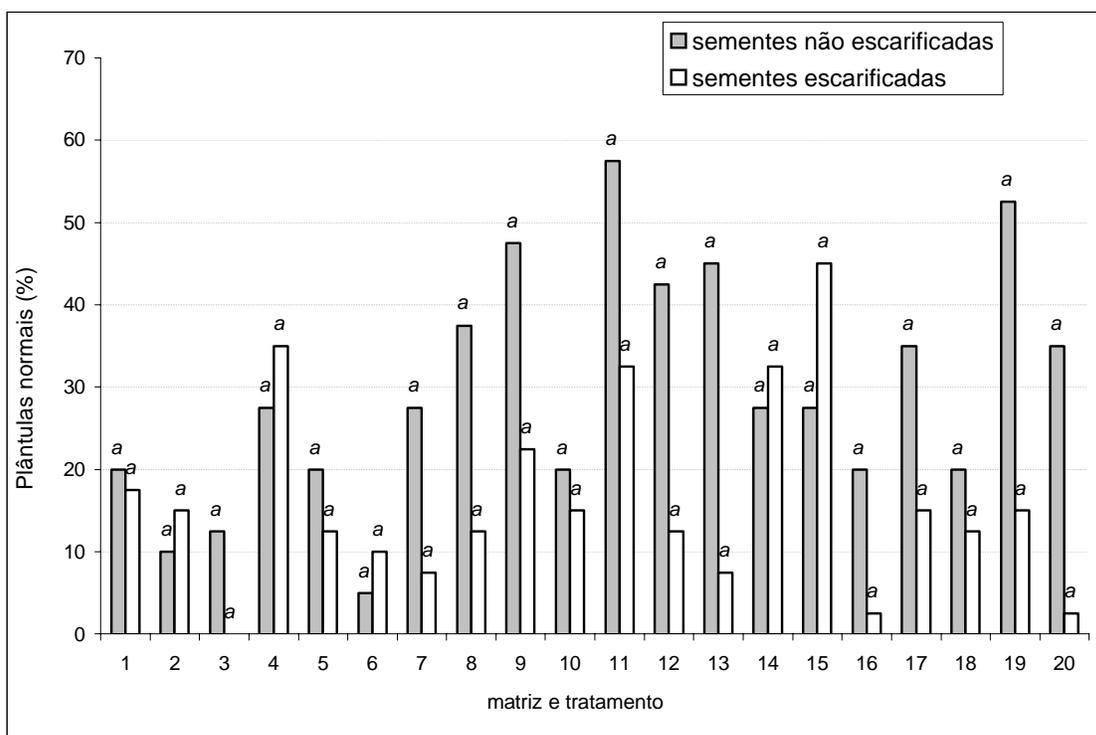
**Tabela 25.** Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na porcentagem de **plântulas normais** formadas a partir de sementes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2)

	GL	S Q	QM	F	Prob	
T x M x L	39	30,27982	0,776406	3,579056	2,81E-08	**
L	1	2,044869	2,044869	9,426389	0,002605	**
T	1	5,02551	5,02551	23,16648	4,06E-06	**
LxT	1	1,54827	1,54827	7,137178	0,008516	**
T(L1)	(1)	0,497473	0,497473	2,293242	0,132366	Ns
T(L2)	(1)	6,076307	6,076307	28,01042	4,98E-07	**
M/L1	9	9,269549	1,02995	4,747839	1,81E-05	**
M/L2	9	5,173495	0,574833	2,649851	0,007493	**
TxM/L1	9	3,095028	0,343892	1,585265	0,126065	Ns
TxM/L2	9	4,123095	0,458122	2,111839	0,032834	Ns
Dentro	130	28,20093	0,21693			
Total	159	58,48074				

\*\* = significativo a 1%; Ns = não significativo; GL=graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; Prob = probabilidade

NGULUBE *et al.* (1999) também encontraram baixa porcentagem de plântulas normais formadas (menos de 40%, chegando a 12%) apesar da alta germinação das sementes de *Uapaka kirkiana*.

A diferença entre tratamentos não foi significativa nas matrizes de Paraty (F=1,585; p=0,126), tampouco nas de Miguel Pereira (F=2,111; p=0,032; Tabela 25; Figura 20). Em todas estas matrizes, a formação de plântulas normais foi superior em sementes não escarificadas.



**Figura 20.** Médias de porcentagem de plântulas normais para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz

As matrizes diferiram entre si na quantidade de plântulas normais produzidas nas duas procedências (Paraty: F=4,74; p<0,01; Miguel Pereira: F=2,64; p<0,01; Tabela 27). A maior variação foi encontrada para as sementes escarificadas de Miguel Pereira, seguida das não escarificadas desta mesma localidade, das não escarificadas de Paraty e por último pelas escarificadas de Paraty (Tabela 26). O resultado esperado seria de ocorrência da maior variância nas sementes não escarificadas, entretanto, os resultados apresentados, principalmente os referentes às sementes escarificadas de Miguel Pereira, foram influenciados pela alta taxa de mortalidade destas sementes, conforme já citado.

Em relação à formação de plântulas anormais observa-se que as sementes não escarificadas de Miguel Pereira apresentaram a maior proporção (30%), diferindo estatisticamente das demais que apresentaram somente 7,5% de plântulas anormais (F=6,68; p=0,01; Figura 21; Tabela 26).

**Tabela 26.** Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) do percentual de **plântulas normais** para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ

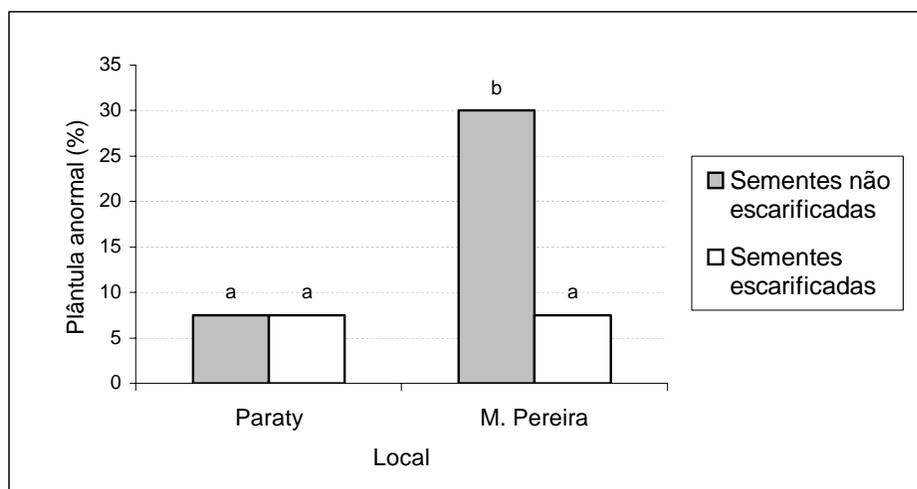
	PARATY				MIGUEL PEREIRA				
	T1		T2		T1		T2		
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$		Média	$\sigma$	Média	$\sigma$
1	20,00 <sup>cde A</sup>	14,14	17,50 <sup>bcde A</sup>	8,29	11	57,50 <sup>a A</sup>	19,20	32,50 <sup>abc A</sup>	24,87
2	10,00 <sup>e A</sup>	12,25	15,00 <sup>cde A</sup>	15,00	12	42,50 <sup>abc A</sup>	4,33	12,50 <sup>de A</sup>	8,29
3	12,50 <sup>de A</sup>	12,99	0,00 <sup>e A</sup>	0,00	13	45,00 <sup>ab A</sup>	22,91	7,50 <sup>de A</sup>	8,29
4	27,50 <sup>bcde A</sup>	14,79	35,00 <sup>ab A</sup>	16,58	14	27,50 <sup>bcde A</sup>	4,33	32,50 <sup>abc A</sup>	16,39
5	20,00 <sup>cde A</sup>	7,07	12,50 <sup>de A</sup>	8,29	15	27,50 <sup>bcde A</sup>	14,79	45,00 <sup>a A</sup>	16,58
6	5,00 <sup>e A</sup>	8,66	10,00 <sup>de A</sup>	7,07	16	20,00 <sup>cde A</sup>	7,07	2,50 <sup>e A</sup>	4,33
7	27,50 <sup>bcde A</sup>	23,85	7,50 <sup>de A</sup>	8,29	17	35,00 <sup>abcd A</sup>	11,18	15,00 <sup>cde A</sup>	8,66
8	37,50 <sup>abc A</sup>	8,29	12,50 <sup>de A</sup>	4,33	18	20,00 <sup>cde A</sup>	17,32	12,50 <sup>de A</sup>	10,90
9	47,50 <sup>ab A</sup>	19,20	22,50 <sup>bcd A</sup>	12,99	19	52,50 <sup>a A</sup>	16,39	15,00 <sup>cde A</sup>	11,18
10	20,00 <sup>cde A</sup>	12,25	15,00 <sup>cde A</sup>	8,66	20	35,00 <sup>abcd A</sup>	15,00	2,50 <sup>e A</sup>	4,33
<b>Média</b>	<b>22,75<sup>a</sup></b>		<b>14,75<sup>b</sup></b>			<b>36,25<sup>c</sup></b>		<b>17,75<sup>b</sup></b>	
<b><math>\sigma</math></b>	<b>12,17</b>		<b>8,84</b>			<b>12,31</b>		<b>13,48</b>	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade. As letras minúsculas indicam a semelhança entre as matrizes (1-20) dentro de cada tratamento e as letras maiúsculas indicam a semelhança entre tratamentos (T1-T2) dentro de cada matriz

A alta proporção de plântulas anormais nas sementes de Miguel Pereira foi determinada principalmente pela matriz 20, cuja média foi superior às demais matrizes, com 12,50%, correspondente a 5 plantas anormais num total de 40 sementes postas para germinar. Esta matriz está localizada na beira da estrada, a caminho da Fazenda Igapira, distante 5 m de outra matriz. O baixo número de árvores vizinhas pode ocasionar um isolamento genético, no caso de ocorrência de assincronia na floração. Neste caso, a auto-fecundação surge como uma estratégia de sobrevivência bastante comum, mesmo em espécies alógamas, tendo como conseqüência a geração de plântulas anormais e de baixo vigor.

A anormalidade mais comum foi a ocorrência de plântulas com caule tortuoso causado pelo impedimento do tegumento, que muitas vezes permaneceu preso à plântula durante o seu desenvolvimento. Também foram observadas plântulas com ausência de caule, com folhas albinas e com cotilédones apodrecidos.

CRUZ & CARVALHO (2003<sup>A</sup>) encontraram 0,5% de plântulas anormais analisando a germinação de *Couratari stellata*, com quatro repetições de 50 sementes.



**Figura 21.** Porcentagem de plântulas anormais originadas de sementes de *S. parahyba* não escarificadas e escarificadas colhidas de 20 matrizes procedentes de Paraty (P) e Miguel Pereira (MP), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA, a 5% de probabilidade

**Tabela 27.** Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na porcentagem de **plântulas anormais** formadas a partir de sementes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2)

	GL	S Q	QM	F	Prob	
T x M x L	39	32,64692	0,8371	1,429748	0,070923	Ns
L	1	2,196861	2,196861	3,752188	0,054908	Ns
T	1	1,732001	1,732001	2,958218	0,087822	Ns
LxT	1	2,196861	2,196861	3,752188	0,054908	Ns
T(L1)	(1)	0,013799	0,013799	0,023568	0,878227	Ns
T(L2)	(1)	3,915064	3,915064	6,686837	0,010814	**
M/L1	9	3,565685	0,396187	0,676678	0,728832	Ns
M/L2	9	7,070897	0,785655	1,341881	0,221612	Ns
TxM/L1	9	2,932245	0,325805	0,556467	0,830357	Ns
TxM/L2	9	12,95237	1,439152	2,458037	0,01279	Ns
Dentro	130	76,11345	0,585488			
Total	159	108,7604				

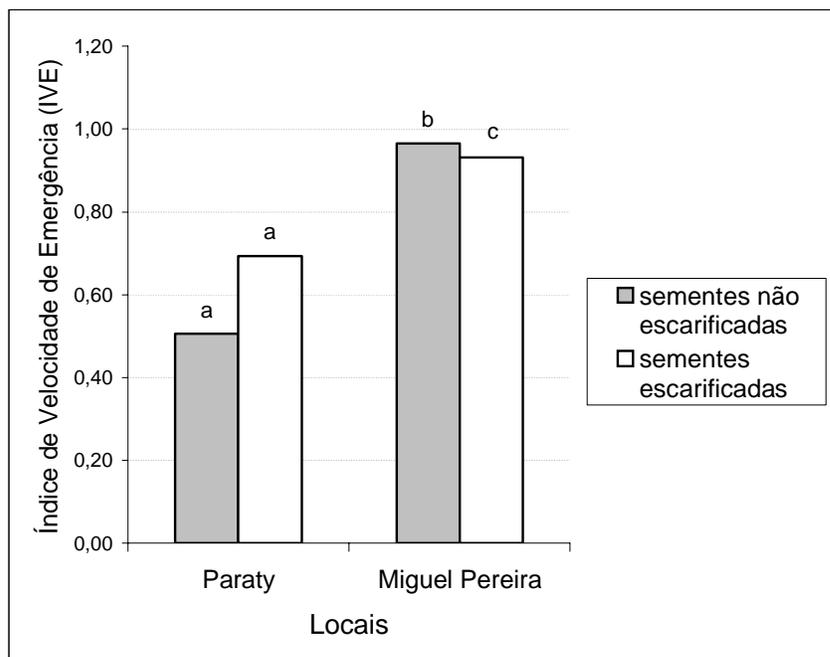
\*\* = significativo a 1%; Ns = não significativo; GL=graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; Prob = probabilidade

#### 5.4.4. Índice de Velocidade de Emergência

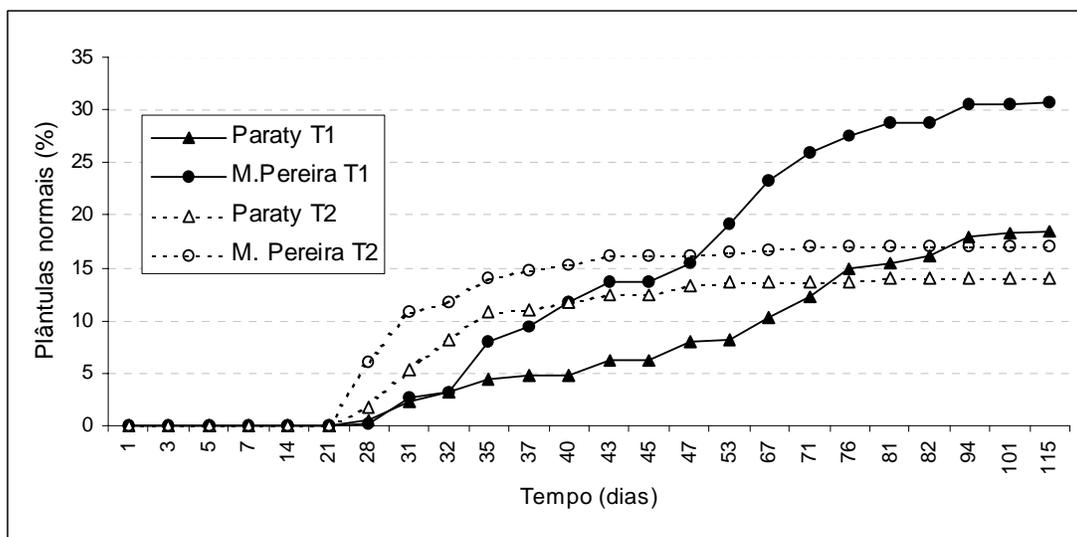
As plântulas começaram a se formar a partir do 28<sup>o</sup> dia de observação em ambos os tratamentos. As sementes escarificadas apresentaram maior uniformidade de formação de plântulas entre as repetições e as matrizes, estabilizando a emergência de plântulas aos 45 dias. Já as sementes não escarificadas, apesar da maior quantidade de plântulas formadas em relação às sementes escarificadas, apresentaram uma velocidade de emergência mais lenta e gradual, igualando a quantidade com o outro tratamento somente aos 50 dias para as sementes de Miguel Pereira e aos 80 dias para as de Paraty. Após este período o número de plântulas originadas de sementes não escarificadas continuou a crescer para as duas procedências, sendo que até os 131 dias não foi observada uma estabilização (Figura 22).

O Índice de Velocidade de Emergência, calculado a partir do número de plântulas normais, foi de 0,50 ( $\pm 0,45$ ) para as sementes não escarificadas, e 0,69 ( $\pm 0,45$ ) para as sementes escarificadas de Paraty, sem diferença significativa ( $F=2.29$ ;  $p=0.132$ ) – Tabela 25. Para as de Miguel Pereira, estes valores foram de 0,97 ( $\pm 0,45$ ) e 0,93 ( $\pm 0,80$ ) para as sementes não escarificadas e escarificadas, respectivamente, diferindo

estatisticamente ( $F=28,01$ ;  $p<0,01$ ) – Tabela 28. Foi observada diferença significativa entre locais ( $F=9,42$ ;  $p<0,01$ ) – Figura 22.



**Figura 22.** Porcentagem de plântulas normais de *S. parahyba* procedentes de sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em Paraty e Miguel Pereira, RJ ao longo de 131 dias de observação



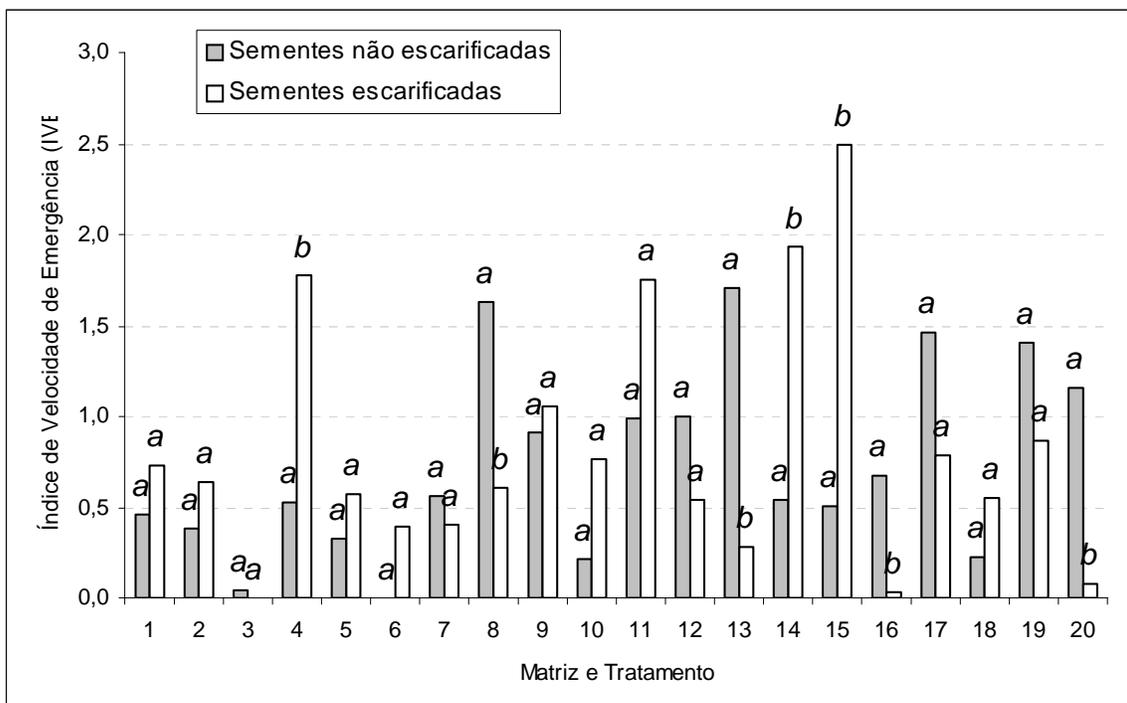
**Figura 23.** Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência para sementes de *S. parahyba* escarificadas e não escarificadas procedentes de Paraty e Miguel Pereira após 131 dias de experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade

**Tabela 28.** Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) no **Índice de Velocidade de Emergência** de sementes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2)

	GL	S Q	QM	F	Prob	
T x M x L	39	30,27982	0,776406	3,579056	2,81E-08	**
L	1	2,044869	2,044869	9,426389	0,002605	**
T	1	5,02551	5,02551	23,16648	4,06E-06	**
LxT	1	1,54827	1,54827	7,137178	0,008516	**
T(L1)	(1)	0,497473	0,497473	2,293242	0,132366	Ns
T(L2)	(1)	6,076307	6,076307	28,01042	4,98E-07	**
M/L1	9	9,269549	1,02995	4,747839	1,81E-05	**
M/L2	9	5,173495	0,574833	2,649851	0,007493	**
TxM/L1	9	3,095028	0,343892	1,585265	0,126065	Ns
TxM/L2	9	4,123095	0,458122	2,111839	0,032834	Ns
Dentro	130	28,20093	0,21693			
Total	159	58,48074				

\*\* = significativo a 1%; Ns = não significativo; GL=graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; Prob = probabilidade

Os tratamentos diferiram estatisticamente nas sementes originadas das matrizes 4, 8, 13, 14, 15, 16 e 20. As outras 13 matrizes, na sua maioria procedentes de Paraty, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com relação ao Índice de Velocidade de Emergência de suas sementes (Figura 24).



**Figura 24.** Médias de porcentagem de Índice de Velocidade de Emergência para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz

A variação do IVE entre matrizes foi alta e significativa, com maior diferença para as sementes procedentes de Paraty ( $F=4,74$ ;  $p<0,01$ ) em relação às de Miguel Pereira ( $F=2,64$ ;  $p<0,01$ ). As sementes escarificadas e não escarificadas de Paraty apresentaram o mesmo desvio padrão ( $\pm 0,45$ ). As sementes escarificadas de Miguel Pereira apresentaram a maior variação ( $\pm 0,80$ ), mantendo o padrão encontrado para as outras variáveis. As sementes escarificadas de Miguel Pereira apresentaram o mesmo desvio padrão encontrado para as sementes de Paraty (Tabela 29).

**Tabela 29.** Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) do Índice de Velocidade de Emergência para sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ

	PARATY				MIGUEL PEREIRA				
	T1		T2		T1		T2		
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	
1	0,46 <sup>defg A</sup>	0,30	0,73 <sup>efA</sup>	0,41	11	0,99 <sup>abcdefA</sup>	0,63	1,75 <sup>abcd A</sup>	1,46
2	0,38 <sup>defg A</sup>	0,45	0,64 <sup>efA</sup>	0,54	12	1,00 <sup>abcde A</sup>	0,10	0,54 <sup>efA</sup>	0,40
3	0,04 <sup>g A</sup>	0,05	0,00 <sup>fA</sup>	0,00	13	1,71 <sup>a A</sup>	1,05	0,28 <sup>efB</sup>	0,37
4	0,53 <sup>defg A</sup>	0,49	1,77 <sup>abc B</sup>	0,80	14	0,54 <sup>defg A</sup>	0,30	1,93 <sup>ab B</sup>	1,05
5	0,33 <sup>efg A</sup>	0,18	0,57 <sup>efA</sup>	0,34	15	0,51 <sup>defg A</sup>	0,28	2,49 <sup>a B</sup>	0,90

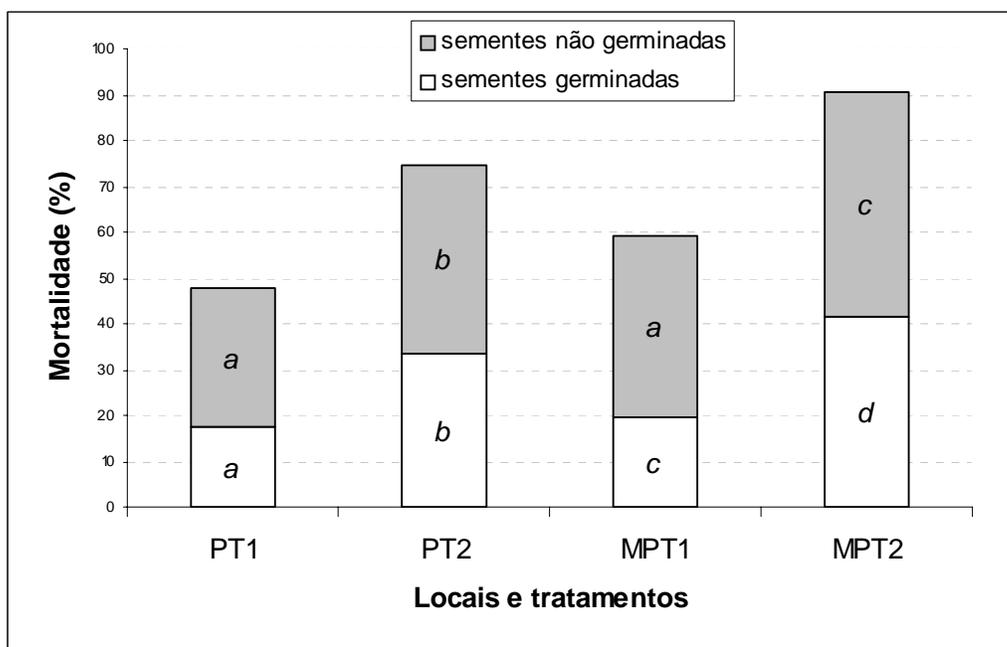
	PARATY				MIGUEL PEREIRA				
	T1		T2		T1		T2		
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$		Média	$\sigma$	Média	$\sigma$
6	0,00 <sup>gA</sup>	0,01	0,39 <sup>ef</sup>	0,29	16	0,68 <sup>cdefgA</sup>	0,28	0,04 <sup>fB</sup>	0,07
7	0,56 <sup>defgA</sup>	0,47	0,41 <sup>efA</sup>	0,42	17	1,46 <sup>abcA</sup>	0,33	0,78 <sup>cdefA</sup>	0,58
8	1,63 <sup>abA</sup>	0,62	0,61 <sup>efB</sup>	0,18	18	0,22 <sup>efgA</sup>	0,16	0,55 <sup>efA</sup>	0,48
9	0,91 <sup>bcdefA</sup>	0,59	1,05 <sup>bcdeA</sup>	0,62	19	1,41 <sup>abcA</sup>	0,73	0,87 <sup>cdefA</sup>	0,74
10	0,21 <sup>fgA</sup>	0,16	0,76 <sup>defA</sup>	0,49	20	1,16 <sup>abcdA</sup>	0,80	0,08 <sup>efB</sup>	0,14
<b>Média</b>	<b>0,51<sup>a</sup></b>		<b>0,69<sup>a</sup></b>			<b>0,97<sup>b</sup></b>		<b>0,93<sup>a</sup></b>	
<b><math>\sigma</math></b>	<b>0,45</b>		<b>0,45</b>			<b>0,45</b>		<b>0,80</b>	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade. As letras minúsculas indicam a semelhança entre as matrizes (1-20) dentro de cada tratamento e as letras maiúsculas indicam a semelhança entre tratamentos (T1-T2) dentro de cada matriz

#### 5.4.5. Mortalidade

Os baixos valores médios de germinação e de plântula normal, principalmente para as sementes escarificadas, podem ser explicados pela alta mortalidade das sementes e/ou plântulas. Em média, 83,50% das sementes escarificadas morreram (85,25% em Paraty e 82 % em Miguel Pereira), praticamente o dobro em relação às sementes não escarificadas que atingiu 46,25% (37,50% para as de Paraty e 55% para as de Miguel Pereira) – Figura 25. A mortalidade variou significativamente entre os locais, sendo mais alta em sementes oriundas de Miguel Pereira ( $F=12,87$ ;  $p<0,01$ ). Em relação aos tratamentos a variação foi significativa somente para as sementes de Miguel Pereira ( $F=3,82$ ;  $p=0,05$ ).

A principal causa da alta mortalidade foi a infestação por fungos, apesar do tratamento anti-fúngico aplicado previamente (imersão em hipoclorito de sódio). Uma das hipóteses é de que o embrião das sementes escarificadas permaneceram mais tempo expostos ao fungo e, devido a isto, apresentaram maior mortalidade, originando menor quantidade de plântulas. De acordo com MOHAMED-YASSENN (1994), a difusão de carboidratos e aminoácidos da semente para o solo durante o processo de embebição contribui para a proliferação de fungos no entorno da semente, principalmente em sementes com tegumento rompido. Estes resultados parecem demonstrar a ineficiência do método utilizado para quebra de dormência, pois sujeitou as sementes à ação de microorganismos, mascarando os dados de germinação das sementes escarificadas. Também não é descartada a hipótese da escarificação ter causado injúrias ao embrião da semente, pois apesar da maior parte das sementes morrerem após a emissão de radícula e emergência, observa-se uma taxa de mortalidade considerável de sementes não germinadas (Figura 25).



**Figura 25.** Mortalidade de sementes (germinadas e não germinadas) de *S. parahyba* não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) procedentes de Paraty (P) e Miguel Pereira (MP), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5% de probabilidade, somente entre áreas do gráfico de mesma cor.

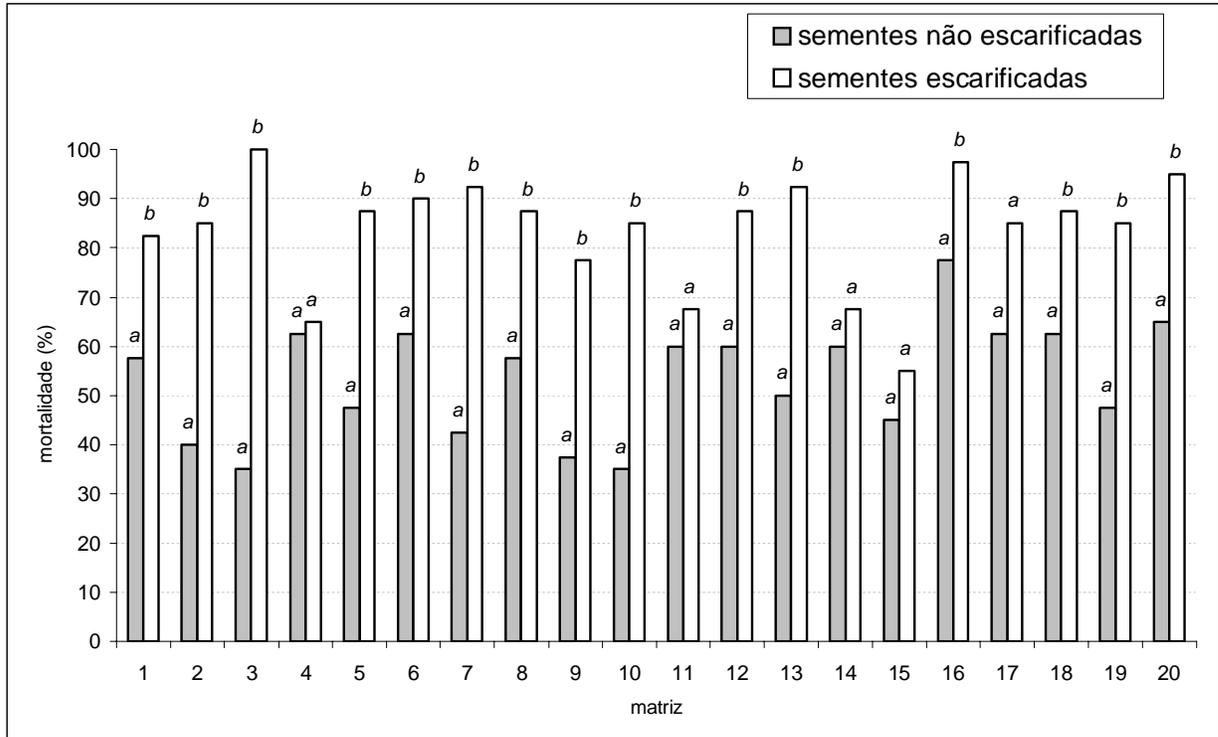
**Tabela 30.** Resultados da análise de variância e teste F, avaliando o efeito do tratamento (T), do local (L), e da matriz (M) na **mortalidade** de sementes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (L1) e Miguel Pereira (L2)

	GL	S Q	QM	F	Prob	
T x M x L	39	0,21896	0,005614	4,165986	4,94E-10	**
L	1	0,01735	0,01735	12,87407	0,000471	**
T	1	7,23E-05	7,23E-05	0,053628	0,81723	Ns
LxT	1	0,008658	0,008658	6,424462	0,012442	**
T(L1)	(1)	0,003574	0,003574	3,852076	0,051036	*
T(L2)	(1)	0,005156	0,005156	3,826015	0,052607	*
M/L1	9	0,063577	0,007064	5,241719	4,42E-06	**
M/L2	9	0,041417	0,004602	3,414743	0,000846	**
TxM/L1	9	0,019825	0,002203	1,63453	0,111862	Ns
TxM/L2	9	0,06806	0,007562	5,611374	1,55E-06	**
Dentro	130	0,175196	0,001348			
Total	159	0,394156				

\*\* = significativo a 1%; \* = significativo a 5%; Ns = não significativo; GL=graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; Prob = probabilidade

Houve diferença significativa entre matrizes de Paraty (F=5,24; p<0,01) e de Miguel Pereira (F=3,41; p<0,01) para mortalidade de sementes (Tabela 30; Figura 26).

Para as sementes de Paraty, a mortalidade variou de 35% (matriz 3, sem esscarificação) a 100 % (matriz 3, com esscarificação). Já para as sementes de Miguel Pereira, esta variação foi de 45% (matriz 15) a 97,50% (matriz 16). A menor variação foi observada para as sementes esscarificadas procedentes de Paraty, cuja média de mortalidade foi alta e uniforme em todas as matrizes. A maior variação foi encontrada



para as sementes esscarificadas de Miguel Pereira, cuja média foi alta, mas com algumas variações, como pode ser observado para a matriz 5, com média de 45% - Tabela 31.

**Figura 26.** Médias de porcentagem de mortalidade para sementes não esscarificadas (T1) e esscarificadas (T2) colhidas em matrizes de *Schizolobium parahyba* procedentes de Paraty (1-10) e de Miguel Pereira (11-20), RJ. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade, considerando apenas os tratamentos dentro de cada matriz.

**Tabela 31.** Médias e desvio padrão ( $\sigma$ ) de mortalidade para sementes não esscarificadas (T1) e esscarificadas (T2) procedentes de 10 matrizes de Paraty e 10 matrizes de Miguel Pereira, RJ

	PARATY				MIGUEL PEREIRA			
	T1		T2		T1		T2	
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$
1	57,50 <sup>abc A</sup>	4,71	82,50 <sup>abcd B</sup>	8,29	11 60,00 <sup>abc A</sup>	33,99	67,50 <sup>cde A</sup>	27,73
2	40,00 <sup>bc A</sup>	30,91	85,00 <sup>abc B</sup>	28,61	12 60,00 <sup>abc A</sup>	33,00	87,50 <sup>abc B</sup>	27,73
3	35,00 <sup>c A</sup>	30,91	100,00 <sup>a B</sup>	25,50	13 50,00 <sup>c A</sup>	14,14	92,50 <sup>a B</sup>	5,00
4	62,50 <sup>abc A</sup>	35,59	65,00 <sup>de A</sup>	20,62	14 60,00 <sup>abc A</sup>	17,00	67,50 <sup>de A</sup>	29,15
5	47,50 <sup>bc A</sup>	4,71	87,50 <sup>ab B</sup>	25,50	15 45,00 <sup>bc A</sup>	26,25	55,00 <sup>ab A</sup>	35,00

	PARATY				MIGUEL PEREIRA				
	T1		T2		T1		T2		
6	62,50 <sup>abc A</sup>	9,43	90,00 <sup>ab B</sup>	29,47	16	77,50 <sup>abc A</sup>	28,28	97,50 <sup>ab A</sup>	30,31
7	42,50 <sup>bc A</sup>	29,44	92,50 <sup>ab B</sup>	29,47	17	62,50 <sup>bc A</sup>	4,71	85,00 <sup>ab A</sup>	0,00
8	57,50 <sup>abc A</sup>	21,60	87,50 <sup>ab B</sup>	32,69	18	62,50 <sup>bc A</sup>	4,71	87,50 <sup>ab B</sup>	4,33
9	37,50 <sup>bc A</sup>	21,60	77,50 <sup>bcd B</sup>	15,00	19	47,50 <sup>bc A</sup>	33,00	85,00 <sup>bcd B</sup>	20,62
10	35,00 <sup>c A</sup>	26,25	85,00 <sup>abc B</sup>	23,85	20	65,00 <sup>c A</sup>	33,00	95,00 <sup>abc B</sup>	22,78
<b>Média</b>	47,75 <sup>a</sup>		85,25 <sup>b</sup>			53,33 <sup>c</sup>		85,00 <sup>b</sup>	
<b>σ</b>	10,69		8,84			9,03		13,22	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Médias LSD a 5% de probabilidade. As letras minúsculas indicam a semelhança entre as matrizes (1-20) dentro de cada tratamento e as letras maiúsculas indicam a semelhança entre tratamentos (T1-T2) dentro de cada matriz.

#### 5.4.6. Grau de umidade x germinação

A correlação entre o grau de umidade das sementes e a germinação revelou valores baixos, variando de 0,575 a 0,010 (Tabela 32). A porcentagem de germinação de sementes não escarificadas foi a variável que mais se relacionou com a umidade das sementes ( $r=0,575$ ), seguida do Índice de Velocidade de Germinação ( $r=0,466$ ). A porcentagem de germinação de sementes não escarificadas apresentou a menor correlação com a umidade ( $r=0,010$ ).

Estes resultados indicam que houve pouca influência da umidade da semente no comportamento germinativo observado, permitindo sugerir a ação de outros fatores na germinação das sementes.

**Tabela 32.** Correlação entre o teor de umidade da semente (%U) e a porcentagem de germinação (G%), o índice de velocidade de germinação (IVG), o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), mortalidade (M), número de plântulas (PI) para as sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) de *Schizolobium parahyba*

	% U
T1 G %	<b>0,575</b>
T2 G %	0,010
T1 IVG	0,466
T2 IVG	0,159
T1 IVE	0,363
T2 IVE	0,226
T1 M	0,417
T2 M	-0,229
T1 PI	0,311
T2 PI	0,229

#### 5.4.7 Morfometria x germinação

Não houve forte correlação entre as variáveis morfométricas da semente (comprimento, espessura, largura e peso) e os parâmetros de germinação.

Os coeficientes de correlação ( $r$ ) variaram de 0,00 a 0,523, demonstrando baixa ou nenhuma correlação entre as variáveis envolvidas. O maior valor de correlação

( $r=0,597$ ), foi encontrado para largura e a porcentagem de plântulas normais originadas do tratamento 1 (sementes não escarificadas), seguida da combinação largura e porcentagem de germinação de sementes não escarificadas ( $r=0,523$ ). A menor correlação foi entre comprimento e porcentagem de sementes não escarificadas germinadas, alcançando coeficiente zero.

Os parâmetros de germinação que demonstraram maior correlação com as variáveis morfométricas, embora não superiores a 60%, foram a porcentagem de germinação de sementes não escarificadas (T1G%) e a porcentagem de plântulas originadas de sementes não escarificadas (T1Pl). Estes parâmetros se mostraram correlacionados com a largura, espessura e peso da semente, mas não com o comprimento. As sementes não escarificadas apresentaram maior correlação com largura espessura e peso, enquanto que as sementes escarificadas apresentaram maior correlação com o peso (Tabela 33). Os baixos valores de correlação entre morfometria e germinação encontrados provavelmente estão sendo encobertos pela grande variação morfométrica e germinativa existente entre matrizes. Entretanto, se forem consideradas somente sementes de uma mesma matriz, certamente haverá uma maior correlação entre tamanho e morfometria, conforme foi observado em ensaios preliminares da dissertação.

A baixa correlação entre as variáveis morfométricas e a germinação já foi encontrada por ERIKSSON (1999) para *Convallaria majalis*, e por NGULUBE *et al.* (1999) para *Uapaca kirkiana*. Por outro lado, muitos trabalhos vem encontrando uma correlação significativa entre morfometria e germinação (AGUIAR & NAKANE, 1983; CANDIDO, 1974; UHLMANN *et al.*, 2003; POZZOBON *et al.*, 2003; GHODDOSI *et al.*, 2003; GONZALEZ, 1993). BARBEDO *et al.* (1988) encontraram correlação positiva entre dormência e tamanho da semente de *Stylobium aterrimum* (mucuna-preta), com maior velocidade de perda de dormência pelas sementes maiores em relação às menores.

**Tabela 33.** Correlação entre as variáveis morfométricas da semente e a porcentagem de germinação (G%), o índice de velocidade de germinação (IVG), o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), mortalidade (M), número de plântulas (Pl) para as sementes não escarificadas (T1) e escarificadas (T2) de *Schizolobium parahyba*

	peso	espessura	largura	comprimento
T1G%	0,405	0,498	0,523	0,000
T2G%	0,388	0,091	0,189	0,289
T1IVG	0,271	0,317	0,355	0,040
T2IVG	0,209	-0,025	-0,001	0,183
T1IVE	0,310	0,293	0,459	0,039
T2IVE	0,308	0,057	0,019	0,420
T1M	0,056	0,446	0,098	-0,099
T2M	-0,313	-0,062	-0,003	-0,400
T1Pl	0,468	0,452	0,597	0,090
T2Pl	0,313	0,062	0,003	0,400

**Tabela 34.** Médias de porcentagem de germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), porcentagem de plântulas (%P), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), porcentagem de sementes mortas (%M), porcentagem de sementes duras (%D) e porcentagem de plântulas anormais (%PA) para sementes não

escarificadas (T1) e escarificadas (T2) de duas procedências do Estado do Rio de Janeiro

	PARATY				MIGUEL PEREIRA			
	T1		T2		T1		T2	
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$
% G	64,25 <sup>a</sup>	15,65	66,75 <sup>a</sup>	11,62	76,25 <sup>b</sup>	12,41	58,75 <sup>c</sup>	17,40
IVG	1,78 <sup>a</sup>	1,64	6,51 <sup>b</sup>	1,07	3,33 <sup>c</sup>	1,20	5,82 <sup>d</sup>	1,80
% P	22,75 <sup>a</sup>	12,17	14,75 <sup>b</sup>	8,84	36,25 <sup>c</sup>	12,31	17,75 <sup>b</sup>	13,48
IVE	0,51 <sup>a</sup>	0,45	0,69 <sup>a</sup>	0,45	0,97 <sup>b</sup>	0,45	0,93 <sup>a</sup>	0,80
% M	47,75 <sup>a</sup>	10,69	85,25 <sup>b</sup>	8,84	53,33 <sup>c</sup>	9,03	85,00 <sup>b</sup>	13,22
% SD	17,30 <sup>a</sup>	10,90	0	-	3,50 <sup>b</sup>	3,80	0	-
% PA	22,75 <sup>a</sup>	12,17	14,75 <sup>a</sup>	8,84	36,25 <sup>b</sup>	12,31	17,75 <sup>a</sup>	13,48

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA a 5 % de probabilidade.

## 5.5 DISCUSSÃO

A análise conjunta dos parâmetros de germinação (Tabela 34) indica que houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis IVG, porcentagem de plântulas e mortalidade para as sementes procedentes de Paraty e Miguel Pereira. Para as variáveis porcentagem de germinação, IVE e porcentagem de plântulas anormais, a diferença entre os tratamentos só foi significativa para as sementes procedentes de Miguel Pereira.

O Índice de Velocidade de Germinação e o percentual de sementes mortas foram as variáveis que melhor expressaram a diferença entre os tratamentos, com significância em 13 e 14 matrizes, respectivamente. Para estas duas variáveis a diferença entre tratamentos foi maior nas sementes procedentes de Paraty ( $F=170.5$ ,  $p<0.01$  para IVG;  $F=57.04$ ,  $p<0.01$  para mortalidade) em relação às de Miguel Pereira ( $F=61.24$ ,  $p<0.01$ ;  $F=33.75$ ,  $p<0.01$ ). Tanto o IVG quanto a mortalidade foram expressivamente maiores nas sementes escarificadas de ambas as regiões.

O maior grau de dormência das sementes de Paraty foi confirmado pelas diferenças observadas entre as sementes não escarificadas das duas regiões. Para todas as variáveis, Paraty apresentou os menores valores, diferindo estatisticamente das de Miguel Pereira. Em relação às sementes escarificadas, o desempenho ora foi inferior para a procedência de Miguel Pereira (para germinação e IVG), ora foi semelhante entre as procedências (para plântulas, IVE, mortalidade).

A variação no comportamento germinativo das sementes variou não só entre tratamentos e locais, mas entre matrizes dentro de cada local. Nas duas regiões foi observada diferença significativa entre as matrizes para todas as variáveis analisadas, com exceção da mortalidade de sementes não escarificadas procedentes de Paraty.

A variação no nível de dormência também já foi encontrada entre e dentro de populações de *Senna multijuga* e de *Plathymenia reticulata* (LOVATO *et al.*, 2004), de *Carex canescens* (SCHUTZ & MILBERG, 1997), de *Bromus tectorum* (MEYER & BECKSTEAD, 1997) e de quatro espécies de erva daninha na Suécia (ANDERSSON & MILBERG, 1998). NGULUBE *et al.* (1997), estudando a germinação de *Uapaka kirkiana* encontraram diferenças significativas na capacidade e velocidade da germinação entre populações.

ANDERSSON & MILBERG (1998) ressaltam que a alta variação do nível de dormência entre e dentro de populações tem importantes conseqüências para a interpretação dos estudos de germinação, especialmente aqueles que consideram apenas uma população.

A dormência pode ser considerada como um mecanismo de fluxo gênico no tempo, uma vez que promove a sobreposição de gerações sucessivas. Também é considerada um fator de grande importância no aumento da diversidade das populações das espécies, promovendo o fluxo gênico entre diferentes gerações (MARTINS, 1987).

A quebra de dormência, através da escarificação foi benéfica em relação ao Índice de Velocidade de Germinação, que foi significativamente superior para as sementes escarificadas. Embora as sementes de ambos os tratamentos tenham começado a germinar ao mesmo tempo, a escarificação uniformizou o tempo de germinação entre as repetições e as matrizes de Paraty, o que não ocorreu com as sementes não escarificadas, que apresentaram alta variabilidade. Este resultado já era esperado, uma vez que a escarificação mecânica acelera o processo natural de embebição da semente e desencadeia os processos metabólicos relacionados à germinação. Semelhante resultado já foi encontrado por CRUZ *et al* (2001), que analisando o efeito da escarificação mecânica de frutos de jatobá (*Hymenaea intermedia*) encontrou diferença significativa entre tratamentos para o tempo médio de germinação, com melhor desempenho para as sementes escarificadas.

Entretanto, para as sementes escarificadas procedentes de Miguel Pereira ocorreu o inverso: as sementes escarificadas apresentaram maior variabilidade entre as matrizes não só em relação ao IVG, mas para todas as outras variáveis. Este resultado foi influenciado pelo número de sementes mortas não germinadas, que atingiu as maiores taxas para as sementes escarificadas desta localidade.

Analisando o número de plântulas formadas e a mortalidade, conclui-se que a escarificação não foi tão benéfica. Os resultados indicaram que este tratamento promoveu a redução do número de plântulas formadas, em relação às sementes não escarificadas, devido a alta mortalidade das sementes.

Um dos fatores mais importantes que influencia o ataque por fungos é a disponibilidade de água no meio. A umidade pode influenciar a distribuição e a propagação destes patógenos, e conseqüentemente o desenvolvimento, a longevidade e a germinação das sementes (AGRIOS, 1997).

Durante o período do experimento (setembro a janeiro de 2005) observaram-se altos valores de precipitação (146 mm mensais), o que pode ter contribuído para a propagação dos fungos. Observações de campo durante o período de estudo também constataram alta mortalidade de sementes de guapuruvu na serrapilheira devido ao apodrecimento e à infestação de fungos. A contaminação por fungos durante a permanência das sementes na serrapilheira é um fator a ser considerado pois afeta o total de plântulas estabelecidas no campo (VASQUEZ-YANES *et al* 1996). Além disso, outros experimentos montados previamente com sementes de guapuruvu procedentes de outros lotes, mesmo colhidos na copa das árvores, também apresentaram fungos promovendo taxas de mortalidade elevadas. Face ao exposto, o fungo parece ser um fator biótico de grande influência na seleção de sementes de guapuruvu, o que provavelmente pode afetar a estrutura de suas populações no seu ambiente natural.

Vários estudos já relataram a importância do impacto dos fungos nos estágios iniciais de desenvolvimento (AUGSPURGER, 1983; PACKER & CLAY, 2000). CRIST & FRIESE (1993) estudando cinco espécies arbustivas na Índia, encontraram 35% de mortalidade devido a infestação de fungos nas sementes. SPLITTSTOESSER &

MOHAMED-YASSEEN (1990) também detectaram infecção fúngica e baixa taxa de germinação em sementes escarificadas de cebola (*Allium cepa*).

As sementes não escarificadas tiveram mortalidade significativamente menor do que as sementes escarificadas, tanto de sementes já germinadas quanto de sementes não germinadas (Tabela 34). O fato de sementes já germinadas também apresentarem alta mortalidade indica que não se trata somente da (ine)eficiência do método de quebra de dormência utilizado. Este resultado parece indicar uma superioridade adaptativa das sementes dormentes. Considerando que a diferença mais evidente entre os tratamentos é o Índice de Velocidade de Germinação, uma das hipóteses seria a de que as sementes não escarificadas apresentaram menor mortalidade em função da maior distribuição da germinação no tempo, aumentando as chances de sobrevivência. Como o fungo foi o principal responsável pela mortalidade das sementes, postula-se que a germinação em um período de menor umidade poderia aumentar as chances de sobrevivência do guapuruvu.

A diferença ambiental mais marcante entre estas duas regiões, além da temperatura e da altitude, é a pluviosidade. Paraty tem pluviosidade média anual de 2158 mm, com chuvas de durante setembro a abril, enquanto Miguel Pereira possui pluviosidade média anual de 1137mm com chuvas de outubro a março. A análise dos dados climáticos dos últimos cinco anos para as duas regiões (Figura 13) revela alta irregularidade da precipitação na região de Paraty (179,85 mm;  $\pm 20,33$ ) em relação à de Miguel Pereira (94,77 mm;  $\pm 6,76$ ). Será que a dormência das sementes não seria uma adaptação ao clima das regiões? BECKSTEAD *et al.* (1996) sugere que populações oriundas de ambientes favoráveis porém imprevisíveis possuem maior grau de dormência do que aquelas localizadas em ambientes com condições extremas e previsíveis.

Em Paraty, onde ocorrem chuvas mais irregulares, a dormência consistiria numa estratégia de fuga da alta umidade, visando a germinação em épocas mais secas, onde haveria menor mortalidade devido a patógenos, principalmente o fungo. Já em Miguel Pereira, onde as chuvas são concentradas, as sementes não necessitariam da dormência, uma vez que a dispersão das sementes ocorre logo após o inverno, uma época mais seca. De acordo com FENNER (1993), a dormência de sementes também deve ser vista como mecanismo que impede a germinação das sementes em condições inadequadas para o seu desenvolvimento. O tegumento impermeável é reconhecido por aumentar a longevidade da semente, protegendo-a das flutuações de temperatura, umidade e da incidência de microrganismos (MOHAMED-YASSEEN *et al.* 1994). Embora a umidade seja benéfica à germinação, muitas vezes a mesma pode promover a alta mortalidade das sementes por fungos, como foi observado experimentalmente e em campo para o guapuruvu. Sendo assim, sementes que germinem em época de muita chuva são mais suscetíveis a morte do que as que germinem em épocas mais secas. A interação destes dois fatores, umidade (abiótico) e patógeno (biótico) pode estar promovendo uma seleção no comportamento germinativo de guapuruvu. KOLB *et al.* (2002) estudando o metabolismo de sementes de guapuruvu sob condições de alagamento, observou baixa resistência devido a destruição de suas membranas, com sobrevivência restrita a oito dias nestas condições.

Considerando que a semente de guapuruvu possui tegumento impermeável a água, a quebra da sua dormência através da água parece ser um fator evolutivo de grande importância. A atividade destes organismos nas sementes também é reconhecida como um minimizador da dormência, através da degradação e conseqüente rompimento do tegumento (FOWLER & BIANCHETTI, 2000).

Até que ponto a umidade promove a quebra de dormência e promove a maior suscetibilidade das sementes a patógenos? Qual a quantidade de umidade suficiente para quebrar a dormência do guapuruvu e não causar a sua morte?

A diferença na dormência das sementes entre as regiões estudadas também pode estar, em parte, relacionada às condições ambientais no período precedente a colheita. Diferentes índices de pluviosidade podem influenciar a dormência e a germinação das sementes, conforme já foi relatado por PHILIPP (1993) para sementes de *Lepidium lasiocarpum*. De fato, Miguel Pereira apresentou maior precipitação no mês de colheita (julho de 2004) do que Paraty (Figura 13), entretanto não houve diferença significativa no teor de umidade das sementes das duas regiões (Tabela 14).

Considerando que a dormência e a germinação das sementes também podem variar entre épocas de coleta (ANDERSON & MILBERG, 1998; BECKSTEAD *et al.* 1996), torna-se fundamental a continuidade do estudo para confirmar os padrões de variação encontrados e desenvolver tecnologias adequadas à coleta, armazenamento e plantio de sementes de guapuruvu.

## 5.6. CONCLUSÃO

- Foi encontrada diferença no nível da dormência entre regiões e entre matrizes dentro de cada local.
- As sementes de Paraty apresentaram maior nível de dormência do que as de Miguel Pereira;
- O Índice de Velocidade de Germinação e a taxa de mortalidade foram os parâmetros que melhor expressaram o nível de dormência das sementes;
- Não houve correlação entre as variáveis morfométricas e germinativas, tampouco entre o teor de umidade das sementes e a germinação.
- Ocorreu alta mortalidade das sementes por fungos, principalmente daquelas submetidas a escarificação, denunciando a eficiência deste método de quebra de dormência.
- O maior nível de dormência nas sementes procedentes de Paraty parece ter relação com o padrão climático desta região, caracterizado pela maior irregularidade pluviométrica em relação à Miguel Pereira.
- É necessária a realização de um maior número de coletas para confirmação do padrão germinativo encontrado.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

- O guapuruvu apresentou um alto nível de polimorfismo (96,88%) e de diversidade gênica ( $h=0.359$ ), indicando que ainda há alto grau de variabilidade genética nas populações;
- A maior parte desta variação está distribuída dentro das populações (89.51%), e somente 10.49% entre as populações, indicando um alto grau de semelhança entre as populações estudadas.
- A ausência de correlação entre distância genética e geográfica ( $r=0.035$ ) indica a ausência de estruturação espacial da espécie.
- Foi encontrado alto fluxo gênico entre as populações (3,18 migrantes por geração).
- A colheita de sementes desta espécie pode ser realizada em uma mesma população, tendo em vista a alta diversidade genética intra-populacional.
- A repetibilidade do tamanho da semente dentro de matrizes alcançou valores superiores a 97% em amostras de 50 sementes para praticamente todas as variáveis analisadas.
- A largura, a espessura e o peso diferiram significativamente entre e dentro das populações estudadas, enquanto o comprimento variou somente dentro das populações.
- A maior variação no tamanho das sementes ocorreu entre matrizes, sendo o comprimento a variável mais discriminatória, respondendo por 60,87% da variação, seguida da largura (26,58%).
- A população da região serrana apresentou tamanho de semente superior a da região litorânea, sendo esta diferença significativa para todas as variáveis morfométricas analisadas, exceto comprimento.
- Não foi possível agrupar as matrizes por origem através da análise de cluster considerando todas as variáveis.
- Foi encontrada diferença no nível da dormência entre regiões e entre matrizes dentro de cada local.
- As sementes de Paraty apresentaram maior nível de dormência do que as de Miguel Pereira;
- O Índice de Velocidade de Germinação e a taxa de mortalidade foram os parâmetros que melhor expressaram o nível de dormência das sementes;
- Não houve correlação entre as variáveis morfométricas e germinativas, tampouco entre o teor de umidade das sementes e a germinação.
- Ocorreu alta mortalidade das sementes por fungos, principalmente daquelas submetidas a escarificação, denunciando a eficiência deste método de quebra de dormência.
- O maior nível de dormência nas sementes procedentes de Paraty parece ter relação com o padrão climático desta região, caracterizado pela maior irregularidade pluviométrica em relação à Miguel Pereira.
- É necessária a realização de um maior número de coletas para confirmação do padrão germinativo encontrado.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.V de, BORTOLOZO, F.R., MORAES, M.L.T.de, SÁ, M.E. de. Determinação de parâmetros genéticos em populações de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através das características fisiológicas da semente. Piracicaba, 2001. **Scientia Forestalis**: n. 60, p. 89-97, dez. 2001.

AGUIAR, I.B. & NAKANE, J.T. Tamanho da semente de *Eucalyptus citriodora* Hook: influência sobre a germinação e o vigor. **Brasil Florestal**, n. 53, 1983, pp. 25-28.

AGUIAR, I.B.; PINA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

AGUIAR SOBRINHO, J. Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake: uma espécie de rápido crescimento. 1996. **Revista Floresta e Ambiente**, n. 3, p. 184-185.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. (fourth ed.), Academic Press, London (1997).

ALEXANDRE, R.S; WAGNER JUNIOR, A.; NEGREIROS, J.R.da S.; PARIZZOTTO, A.; BRUCKNER, C.H. Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.12, p.1239-1245, dez. 2004.

ALLARD, R.W.; BABEL, G.R.; CLEGG, M.T.; KAHLER, A.L. Evidence for coadaptation in *Avena barbata*. 1972. **Proc. Natl. Acad.Sci. USA** 69: 3043-3048.

ALLEN, P.S. & MEYER, S.E. Ecological aspects of seed dormancy loss. **Seed Science Research**, 8: 183-191, 1998.

ALONSO-BLANCO C., BLANKESTIJN-DE VRIES H., HANHART C.J., KOORNNEEF M. Natural allelic variation at seed size loci in relation to other life history traits of *Arabidopsis thaliana*. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**. Vol. 96, pp. 4710–4717, April 1999.

ALVES, R.M. **Caracterização genética de populações de cupuazeiro, *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., por marcadores microsatélites e descritores botânico-agronômicos**. Piracicaba, 2002. 146 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ANDERSON, L., MILBERG, P. Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. **Seed Science Research** (1998): 8. 29-38.

ANTONOVICS, J. The effects of a heterogeneous environment on the genetics of natural populations. 1971. **Amer.Sci.** 59: 593-599.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. East Lansing, AOSA, 1983. 88p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).

- AUGSPURGER C.K. Seed dispersal of the tropical tree *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **J. Ecol.** 71 (1983), pp. 759–771.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul : guia de identificação & interesse ecológico.** Instituto Souza Cruz, [2004]. 326p.
- BAKER, H.G. Seed weight in relation to environmental conditions in California. **Ecology** 53: 997-1010. 1972.
- BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J; MACHADO, J.R. Efeitos do tamanho e do armazenamento na dormência de sementes de mucuna preta. **Científica**, v.16, p.97-104. 1988.
- BARBERI, A., CARNEIRO, M.A.C., MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros no sul de Minas Gerais. **CERNE**, V.4, N.1, p.145-153, 1998
- BARROS FILHO, L. **Fragmentos florestais nativos: estudo da paisagem em domínio Floresta Atlântica, município de Itabira, MG.** Viçosa, MG. 1997. Grau Dissertação (Mestrado).
- BARROS L.M. **Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro.** Piracicaba. 1991. 256 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BASKIN C.C., BASKIN J.M. 1998. **Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.** 666 pp. San Diego: Academic Press.
- BECKSTEAD, J.; MEYER, S.E.; ALLEN, P.S. *Bromus tectorum* seed germination: between-population and between-year variation. **Canadian Journal of Botany**, 74 (1996), 875-882.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds.** New York, Springer-Verlag, 1983. Vol. 1 e 2.
- BEWLEY, D.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York : Plenum, 1994. 445p.
- BIANCHETTI, A. & RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 3, dez/1981, p. 69-76.
- BORGES, E.E.L. & RENA, A.B. **Germinação de sementes – Cap. 3. In: Sementes Florestais Tropicais.** Coordenado por Aguiar, I.B.de; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. Brasília: ABRATES, 1993. pp 83-136.
- BORGES, K.H., VIANA, V.M., PAULO, R.A. Produção de sementes e o manejo da caixeta (*Tabebuia cassinoides*). Piracicaba, 2000. **Scientia Forestalis**: n. 57, p. 111-122. Jun. 2000.

BORTOLETTO, J. & BELINI, U.L. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir de madeira de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Blake.) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. **CERNE**, V.8, N.2, p.001-016, 2002

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). **CERNE**, V.6, N.1, P.009-018, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRUNE, A. **Implantação de populações de espécies florestais**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. 9p. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 01).

CANDIDO, J.F. Efeito do peso das sementes do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze) sobre porcentagem de germinação, energia germinativa e desenvolvimento de mudas. 1974. **Brasil Florestal** (5): 18, pp. 33-39.

CARDOSO, M.A. **Estudo da estrutura e diversidade genética em populações remanescentes de *Caesalpinia echinata* Lam. utilizando marcadores RAPD**. Rio de Janeiro, Instituto de Biologia – Departamento de Genética, UFRJ. Tese (Doutorado). 1997. 99 p.

CARDOSO, S. R. S.; ELOY, N. B.; PROVAN, J.; CARDOSO, M.A. and FERREIRA, P. C. G. Genetic differentiation of *Euterpe edulis* Mart. populations estimated by AFLP analysis. **Molecular Ecology**, Volume 9, Pp 1753, Nov/00.

CARVALHO. P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3ª ed. Campinas. Fundação Cargill, 2000. 424 p.

CHALMERS, K.J.; NEWTON, A.C.; WAUGH, R.; WILSON, J.; POWELL, W. (1994). Evaluation of the extent of genetic variation in mahoganies (Meliaceae) using RAPD markers. **Theoretical and Applied Genetics** 89: 504-508.

CHALMERS, K.J.; WAUGH, R.; SPRENT, J.I.; SIMONS, A.J.; POWELL, W. Detection of genetic variation between and within populations of *Gliricidia sepium* and *G. maculata* using RAPD markers. 1992. **Heredity**, 69, 465-472.

CHASE, M.R.; MOLLER, C.; KESSEL, R.; BAWA, K.S. Long distance gene flow in a fragmented tropical tree population. 1996. **Nature** 383: 398-399.

CHRISTIE, D. & ARMETO, J. 2003. Regeneration microsites and tree species coexistence in temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. **Journal of Ecology** 2003 91, 776-784

CIDE (FUNDAÇÃO CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO). **Índice de qualidade dos municípios – verde** (IQM-verde). Rio de Janeiro: CIDE, 2000. 80 p.

CORRÊA, RONAN XAVIER; ABDELNOOR, R.V., FALEIRO, F.G.; CRUZ, C. D.; MOREIRA, M.A., BARROS, E.G. Genetic distances in soybean based on RAPD markers. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p.15 a 23. 1999.

CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1985. 226p.

CRIST, T.O. & FRIESE C.F. The impact of fungi on soil seeds: implications for plants and granivores in a semiarid shrub-steppe. **Ecology** **74** (1993), pp. 2231–2239.

CRUZ, E.D. & CARVALHO, J.E.U.de. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa* MART. & EICHLER - Sapotaceae). **Acta Amazonica** 33(3): 389-398. 2003B.

CRUZ, E.D. & CARVALHO, J.E.U.de. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Couratari stellata* A. C. Smith (LECYTHIDACEAE). **Acta Amazonica** 33(3): 381-388. 2003.

CRUZ, E.D.; MARTINS F. de O.; CARVALHO J.E.U.de. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revta brasil. Bot.**, São Paulo, V.24, n.2, p.161-165, jun. 2001

CURY R. **Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na agricultura autóctone do sul do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1993. 103 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DAHER R.F. **Diversidade morfológica e isoenzimática de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)** Viçosa, 1993. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

DALLING, J.W. & HUBBELL, S.P. (2002) Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. **Journal of Ecology**, 90, 557–568.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira** / Warren Dean; tradução Cid Knipel Moreira; revisão técnica José Augusto Drummond. – São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484 p.

DEGEN, B.; ROUBIK, D.W. Effects of Animal Pollination on pollen dispersal, selfing, and effective population size of tropical trees: a simulation study. **Biotropica**, vol 36, 2, 165-179, 2004.

DOYLE, J.J., DOYLE, J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v. 12, n. 1, p. 13-15, 1990.

DUARTE, A. P. Contribuição ao conhecimento da germinação de algumas essências florestais. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.30, n.45, p. 439-446, 1978.

DUNGEY NO, NJ PINFIELD 1980 The effect of temperature on the supply of oxygen to embryos of intact *Acer pseudoplatanus* L. seeds. **J Exp Bot** 31: 983-992

EGUIARTE L.E., PEREZ-NASSER L., PINERO D. Genetic structure, outcrossing rate and heterosis in *Astrocaryum mexicanum* (tropical palm): implications for evolution and conservation. **Heredity**, v. 69, p. 217-228, 1992.

EIRA, M.T.S. & CALDAS, L.S. Seed dormancy and germination as concurrent processes. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, 12 : 85-104, 2000.

EL-KASSABY, Y.A. & EDWARDS, D.G.W. Genetic control of germination and the effects of accelerated aging in mountain hemlock seeds and its relevance to gene conservation. **Forest Ecology and Management** 112 (1998) 203-211.

ELLSTRAND N.C. & ELAM D.R. Population genetic consequences of small population size: Implications for Plant Conservation. **Annu.Rev.Ecol.Syst.** 1993. p.217-242.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 4a aproximação**. Rio de Janeiro , 1997. 169p.

ENGEL, V.L. & PARROTA, J.A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. 2001. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Volume 152, Issues 1-3, October/2001, pages 169-181.

ERIKSSON, O. Seed size variation and its effect on germination and seedling performance in the clonal herb *Convallaria majalis*. **Acta Oecologica** 20 (1), 1999, p. 61-66.

ESTOPA, R.A. **Diversidade genética em populações naturais de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC) Mac Leish)**. Lavras, MG. Monografia. Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras. 2003. 42 p.

EXCOFFIER L., SMOUSE P., QUATTRO J. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. 1992. **Genetics**, 131, 479-491.

EVAN, A.S. & CABIN, R.J. Can dormancy affect the evolution of post-germination traits? The case of *Lesquerella fendleri*. **Ecology** 76 (1995), 344-356.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa, Impr. Univ. 279p. 1987.

FAWCETT, R.S. & SLIFE, E.W. Effects of field applications of nitrate on weed seed germination and dormancy. **Weed Science** 26, 594-596. 1978.

FENNER, M. The effects of the parent environment on seed germinability. **Seed Science Research** 1, 75-84. 1991.

FENNER, M.. **Seed ecology**. Chapman & Hall, London. 1993

FERRAZ, I.D.; LEAL FILHO, N.; IMAKAWA, A.M.; VARELA, V. P., PINA-RODRIGUES, F..M. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras de terra-firme da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, vol. 34, 4: 2004.

FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado** / organizado por Alfredo Gui Ferreira e Fabian Borghetti. – Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, M.E. & GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3ª ed. Brasília: EMBRAPA, CENARGEN, 1998. pp 220. (EMBRAPA, CENARGEN, Doc. 20).

FOSTER, S.A. & JANSON, C.H. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. **Ecology**, 66(3), 1985, pp.773-780.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

FRANKEL, O.H. & SOULÉ, M.E. 1981. **Conservation and Evolution**. Cambridge University Press. Cambridge, 327 p.

FROST, R.A. & CAVER, P.B. The ecology of pigweeds (*Amaranthus*) in Ontario. I. Interspecific and intraspecific variation in seed germination among local collections of *A. powellii* and *A. retroflexus*. **Canadian Journal of Botany** 53 (1975), 1276-1284.

FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética. 1992. 631 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI, FILHO, E.; PARRA, J;R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S. B. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Ed. Agronomica ceres, 1978.p. 442-452.

GANDARA,F.B. **Diversidade genética, taxa de cruzamento e estrutura espacial dos genótipos em uma população de Cedrela fissilis Vell. (Meliaceae)**. Piracicaba, 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GARWOOD, N.C. Seasonal rhythm of seed germination in a semi-deciduous tropical forest. **The ecology of a tropical forest**. Pages 173-185 in E.G. Leigh, Jr. A.S. Rand and D.M. Windsor editors. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA. 1983.

GERITZ, S.A, MEIJDEN SE. van der, METZ J.A.J. **Evolutionary Dynamics of Seed Size and Seedling Competitive Ability**. 1997. IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis). Laxenburg, Austria Interim Report IR-97-71. 33 p.

GHODDOZI, S.M.; POZZOBON, M.; UHLMANN, A. Influência do tamanho da semente na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Copaifera trapezifolia* Hayne (caesalpinhiaceae). In **Anais VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, Fortaleza, 2003. Pp. 247-248.

GONZALEZ, E.J. Effect of seed size on germination and seedling vigor of *Virola koschnyi* Warb. **Forest Ecology and Management**, volume 57, issues 1-4, March 1993, pages 275-281.

GOVINDAJARU R.D. Variation in gene flow levels among predominantly self-pollinated plants. **Journal of Evolutionary Biology**, v.2, p.173-181, 1989.

GREEN, P.T. & JUNIPER, P.A. Seed–seedling allometry in tropical rain forest trees: seed mass-related patterns of resource allocation and the ‘reserve effect’. **Journal of Ecology** 2004 92 , 397–408

GU, X.Y.; KIANIAN, S.F.; FOLEY, M.E. Multiple loci and epistases control genetic variation for seed dormancy in weedy rice (*Oryza sativa*). **Genetic** 166: 1503-1516 (2004).

GUERRERO-CAMPO, J. & FITTER, A. Relationship between root characteristics and seed size in two contrasting floras. 2001. **Acta Oecologica** 22: 77-85

GUO, Q. Plant abundance: the measurement and relationship with seed size. **OIKOS** 101: 2 (2003).

GUSSON, E. **Uso e diversidade genética em populações naturais de biriba (Eschwilera ovata (Cambess.) Miers): subsídios ao manejo e conservação da espécie**. Piracicaba, 2003. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 91 p.

GUTTERMAN, Y. Maternal effects on seeds during development. 1992. Pp. 27-59. In: Fenner, M. (Ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, UK, CAB INTERNATIONAL.

HAMRICK, J.L. 1983. The distribution of genetic variation within and among natural forest population. In: C.M.Schonewald-Cox, S.M.Chambers, B.MacBryde e W.L. Thomas (eds.) **Genetics and Conservation**. The Benjamin/Cummings Publishing Company. 335-348p.

HAMRICK, J. L. AND M. D. LOVELESS.. The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of plant populations. 1986. pp. 211-223 In A.

Estrada and T. H. Fleming eds. **Frugivores and Seed Dispersal**, Junk Publ., The Hague, Netherlands.

HAMRICK J.L. & MURAWSKI, D.A. The breeding structure of tropical tree populations. **Plant Species Biology**, v.5, p.157-165, 1990.

HARAGO, Y. & PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Semeando o Verde**. Tokyo, Japan Brazil Network, 26 p, 1999.

HEYDECKER, W. (Ed.) **Seed Ecology**. University Park & London, Pennsylvania State. University Press, 1973. 578 pp.

HILHORSWT, H.W.M.; BEWLEY, J.D.; CASTRO, R.D.; SILVA, E.A.A.; THEREZINHA, M.; BRANDÃO JR., D.; GUIMARÃES, R.M.; MACHADO, J.C.; ROSA, S.D.V.F & BRADFORD, K.J. **Curso Avançado em Fisiologia e Tecnologia de Sementes**. Lavras: UFLA, 2001. p.74.

HILHORST, H.W.M. The regulation of secondary dormancy. The membrane hypothesis revisited. **Seed Science Research**, 8: 77-90, 1998.

HUFF D.R., PEAKALL R., SMOUSE P.E. RAPD variation within and among natural populations of outcrossing buffalograss (*Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm). 1993. **Theoretical Applied Genetics**, 86, 927-934.

HUMARA J.M.; CASARES, A.; MAJADA, J. pp. 1-11 Effect of seed size and growing media water availability on early seedling growth in *Eucalyptus globulus*. **Forest Ecology and Management**. Volume: 167, Issue: 1-3 , August 15, 2002

HWANG, S.Y.; LIN, H.W.; KUO, Y.S.; LIN T.P. RAPD variation in relation to population differentiation of *Chamaecyparis formosensis* and *Chamaecyparis taiwanensis*. **Bot. Bull. Acad. Sin.** (2001) 42: 173-179.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Diretoria de Geociências. **Mapa Brasil Climats Escala 1:5.000.000**. IBGE, 1978 com adaptações, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de Dados Meteorológicos – RJ/SP**. Seção de Observação e Meteorologia Aplicada. 6º Distrito de Meteorologia – INMET. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005.

JANZEN, D.H., 1971. Seed predation by animals. **Ann. Rev. Ecol.Syst.**, 2: 465-492.

\_\_\_\_\_ & DIAS I.S. Aplicação da genética em espécies florestais nativas. 1982. **Anais Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. Campos do Jordão (SP): 782-791

\_\_\_\_\_ & GANDARA, F.B. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 65-70, dez, 1998.

\_\_\_\_\_ & PATIÑO-VALERA, 1985. Conservacion y manejo de recursos geneticos forestales: factores que influyen em la estructura y diversidade de los

ecossistemas forestales. Trabalho convidado apresentado ao **IX Congresso Mundial**, México, Julho, 1985.

\_\_\_\_\_, SEBBENN A.M., RIBAS L.A., GANDARA F.B., CASTELLE M., PERECIM M.B., VENCOVSKY R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, n.64, p.93-107, dez. 2003.

KAMAU, E. The population genetic structure of *Schizolobium parahyba* (Leguminosae). 2000. Dissertação de Mestrado. The Natural History Museum / Department of Botany. **Site:www.nhm.ac.uk/botany/cuttings/issue5/students**.

KARP A., SEBERG O., BUIATTI M. Molecular techniques in the assessment of botanical diversity. **Annual of Botany**, v. 78, n.2, p.143-149, 1996.

KOBAYASHI, Y. & YAMAMURA, N. Evolution of Seed Dormancy Due to Sib Competition: Effect of Dispersal and Inbreeding. **J. Theor. Biol.** (2000) 202, 11-24.

KOLB, R.M, RAWYLER A., BRAENDLE, R. Parameters affecting the early seedling development of four neotropical trees under oxygendeprivation stress. **Ann Bot (Lond)** 2002 May 89:551-8

KONUMA, A.; TSUMURA Y.; LEE C.T.; LEE S.L.; OKUDA T. Estimation of gene flow in the tropical-rainforest tree *Neobalanocarpus heimii* (Dipterocarpaceae), inferred from paternity analysis. **Molecular Ecology**, November 2000, vol. 9, no. 11, pp. 1843-1852

KUHLMANN, M. & KUHN, E. **A flora do distrito de Ibiti**. São Paulo: Instituto de botânica, 1947. 221p.

KUNDU S.K. Comparative analysis of seed morphometric and allozyme data among four populations of neem (*Azadirachta indica*). **Genetic Resources and Crop Evolution**, 46 (6): 569-577, December 1999.

JURADO, E., WESTOBY, M. & NELSON, D. (1991). Diaspore weight, dispersal, growth from and perenniality of Central Australian plants. **Journal of Ecology**, 80: 417-416.

LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Série Biologia, Monografia, n.24. OEA. 1983, p.174.

LEISHMAN, M.R. & MURRAY, B.R. The relationship between seed size and abundance in plant communities: model predictions and observed patterns. **OIKOS** 94: 151-161. Copenhagen 2001.

LEISHMAN, M.R. & WESTOBY, M. The Role of Seed Size in Seedling Establishment in Dry Soil Conditions -- Experimental Evidence from Semi-Arid Species. **Journal of Ecology**, Vol. 82, No. 2 (Jun., 1994) , pp. 249-258.

LEISHMAN, M.R., WRIGHT, I.J., MOLES, A.T. & WESTOBY, M. (2000) The evolutionary ecology of seed size. *Seeds: Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2nd edn (ed.M. Fenner), pp. 31–57. CAB International, Wallingford.

LEITÃO FILHO, H.F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais. *Journal of Tropical Ecology* 1995 (15): 15-19.

LEITE, J.A.C. **Divergência genética, morfométrica e potencial germinativo de *Syagrus romanzoffiana***. Lavras, Universidade Federal Lavras, 2001. 86 p. (Tese de Mestrado)

LEMES, M.R.; GRIBEL, R.; PROCTOR, J.; GRATTAPAGLIA, D. Population genetic structure of mahogany (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) across the Brazilian Amazon, based on variation at microsatellite loci: implications for conservation. *Molecular Ecology* (2003) 12, 2875-2883.

LEPSCH-CUNHA, N. **Estrutura genética e fenologia de espécies raras de *Couratari* spp. (Icythidaceae) na Amazônia Central**. Piracicaba, 1996. 147 p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.

LEVIN, D.A.; KERSTER, H.W. Gene flow in seed plants. *Evolutionary Biology*, v.7, p.139-220, 1974.

LEWINSOHN, T.M. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual de conhecimento** / Thomas Michael Lewinsohn, Paulo Inácio Prado. – São Paulo: Contexto, 2002. 176 p.

LI, Q.; XU, Z.; HE, T. Ex situ genetic conservation of endangered *Vatica guangxiensis* (Dipterocarpaceae) in China. *Biological Conservation* 106 (2002) 151-156.

LIMA, J.P.C. *Schizolobium parahyba*: uma análise de desenvolvimento em três ambientes na fase de viveiro. *Revista Floresta e Ambiente*, vol. 5, n. 1, 1998, p. 118-123. UFRRJ.

LOPEZ-MATA, L. Genealogical differentiation in provenances of *Brosimum alicastrum* – a tree of moist tropical forests. *Forest Ecology and Management*, vol. 21, issues 3-4, november 1987, pages 197-208.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**; 1992. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 352 p.

LOVATO M.B.; LACERDA D.R.; FILHO J.P.L.; GOULART M.F.; RIBEIRO R.A. Seed-dormancy variation in natural populations of two tropical leguminous tree species: *Senna multijuga* (*Caesalpinoideae*) and *Plathymenia reticulata* (*Mimosoideae*). *Seed Science Research*, May 2004, vol. 14, no. 2, pp. 127-135(9)

LOVELESS, M.D. & HAMRICK, J.L. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. *Ann.Rev.Ecol.Syst.* 1984. 65-95.

- LUNDBERG, S.; NILSSON, P.; FAGERSTRÖM, T. Seed dormancy and frequency dependent selection due to sib competition: the effect of age specific gene expression. **J. Theor.Biol.** (1996) 183, 9-17.
- LUSK, C.H. & KELLY, C.K. Interspecific variation in seed size and safe sites in a temperate rain forest. **New Phytologist** (2003) 158 : 535–541.
- LYNCH, M.; MILLIGAN, B.G. Analysis of population genetic structure with RAPD markers. **Molecular Ecology**, n.3, p.91-99, 1994.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, pp 176-177.1962.
- MAINIERI, C. & CHIMELO, J.P. 1989. **Ficha de Característica das Madeiras Brasileiras**. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 420 p.
- MAIXNER, A. E.& FERREIRA, L.A.B. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas nativas no Estado do Rio Grande do Sul. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n.28, p. 2-31,1978
- MALAVASI, U.C. & MALAVASI, M.M. Aclimação fotossintética e crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* e de *Hymenaea stilbocarpa* submetidas a variação do regime luminoso. **Revista Cerne**. Lavras, MG. 1996. Vol. 2, n.2. Notas Técnicas
- MALAVASI, U.C. & MALAVASI, M.M. de. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, 2001. Vol. 8, n. 1, p. 211-5.
- MARCHELLI, P. & GALLO, L.A. Annual and geographic variation in seed traits of Argentinean populations of southern beech *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et Mil. **Forest Ecology and Management** 121 (1999) 239±250.
- MARCON, G. **Estrutura genética de populações de *Stylosanthes humilis* H.B.K. (Leguminosae) de três regiões ecogeográficas do Estado de Pernambuco**. Piracicaba, SP. 1988. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. 179 p.
- MARSHALL, D.R. & BROWN, A.D.H. 1983. **Theory of forage plant collection**. In J.G. McIvor & R.A. Bray (eds.) Genetic resources of forage plants. CSIRO. Vega Press, Blackburn, pp. 135-148.
- MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M.D.; NAKAGAWA, J. Efeito da forma e do tamanho da semente na produtividade do milho cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, n.1, p. 40-47, 2001.
- MARTINS, P.S. Preservação e genética evolutiva. 1988. In: **Encontro sobre Recursos Genéticos, 1º, Anais**. Jaboticabal, FCAV, 1988. 208 p.
- MARTIUS, K.F.P. von. **Flora brasiliensis: enumeratio plantarum in Brasília hactenus detectarum**. Monachii et lipsiae: apud R. Oldenbourg, 1840, volume 15.

- MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1975. 192 p.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York : The McMillan Company, 1989. 270p.
- MAZER, S. J. Ecological, taxonomic, and life history correlates of seed mass among Indiana Dune angiosperms. **Ecological Monographs** 59: 153-175. 1989.
- MCCUNE, B. & GRACE, J.B. **Analysis of Ecological Communities**. Oregon, MjM Software Design, 2002.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. **Multivariate analysis of ecological data**. Version 4.01. MjM Software, Gleneden Beach, OR., 1997.
- MEIADO, M.V. & SIMABUKURO, E.A. Estudo comparativo de frutos e sementes de duas populações de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong ocorrentes em zona de caatinga e brejo de altitude no estado de Pernambuco. In: **Anais VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, Fortaleza, 2003, pp. 336-337.
- MELO-JUNIOR, A.F.de. **Variabilidade genética em populações naturais de pequi (Caryocar brasiliensis Camb.) caracterizados por meio de isoenzimas**. Lavras, MG. 2003. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. 69 p.
- MESQUITA, I.A.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos. Efeito materno na determinação do tamanho da semente do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) 1990. **Ciênc. Prát .Lavras**, 14 (3): 283-290, set./dez. 1990.
- MOHAMED-YASSEEN, Y., BARRINGER, S.A., SPLITTSTOESSER, W.E. & COSTANZA, S. 1994. The role of seed coats in seed viability. **Botanical Review** 60:426-439.
- MORAES, M.T. de. **Variabilidade genética por isoenzimas e caracteres quantitativos em duas populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão - Anacardiaceae (syn: *Astronium urundeuva* (fr. Allemão) Engler)** Imprensa Piracicaba, 1992. 139p. Tese (Doutorado)
- MORELATTO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas - Campinas, SP.
- MORI, E.S. **Estrutura genética de populações naturais de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.** 2000. 145 p. Tese (Livre-Docência em Melhoramento Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista. Botucatu.
- MOSSI A.J., CANSIANA R.L., LEONTIEV-ORLOVA O., CECHETA M.L., CARVALHO A.Z., PINTO M.F., ZANATTA R.S., ECHEVERRIGARAYB S. Variabilidade genética intra e inter populacional em *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss,

utilizando marcadores RAPD. In **ANAIS VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, FORTALEZA, 2003, 4p.

MULLIS, K & FALLONA, F. Specific synthesis of DNA *in vitro* via a polymerase catalysed chain reaction. **Methods Enzymology**, v. 55, p. 335-350, 1987.

MURRAY, B.R. & LEISHMAN, M.R. On the relationship between seed mass and species abundance in plant communities. 2003. **OIKOS** 101: 3, pp. 643-645.

NASTRI, V. D.F.; CATHARINO, E. L. M; ROSSI, L.; BARBOSA, L.M.; BENDINELLI, C. ; ASPERTI, L.M.; DORTA, R. de O.; COSTA, M.P. da. Estudos fitossociológicos em uma área do Instituto de botânica de São Paulo utilizados em programa de educação ambiental. **Revista do Instituto florestal**, São Paulo, v.4, pt.1, p. 219-225, 1992

NATHAN, R.; SAFRIEL, U.N.; NOY-MEIR, I. Samara's aerodynamic properties in *Pinus halepensis* Mill., a colonizing tree species, remain constant despite considerable variation in morphology. **Preservation of Our World in the Wake of Change**, Vol. VI A/B ISEEQS Pub. Jerusalem, Israel, 1996. Editor: Y. Steinberger

NEI M.. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proc Natl Acad Sci.** 70 (1973): 3321-3323.

\_\_\_\_\_. Estimation of average heterozygosity and genetic distances from a small number of individuals. 1978. **Genetics**, 89, 583-590.

\_\_\_\_\_. **Molecular Evolutionary Genetics**. 1987. Columbia University Press, New York.

\_\_\_\_\_ & LI, W.H. Mathematical model for studying genetic variations in terms of restriction endonucleases. **Proceedings of the National Academy of Science**. Washington. 76: 5269-5273. 1979.

NETO J.T.de F., CARVALHO J.U.de, MULLER C.H. Estimativas de correlação e repetibilidade para caracteres do fruto de bacurizeiro. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n.2, p. 302-307, mar/abr, 2004

NEVES, M.do P.H. **Estudo da interação germoplasma x escarificação, estimativas de herdabilidade e correlações em caracteres da germinação de sementes de Stylosanthes**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. 1987. 114 p.

NGULUBE M.R., HALL, J.B., MAGHEMBE, J.A. Fruit, seed and seedling variation in *Uapaca kirkiana* from natural populations in Malawi. **Forest Ecology and Management** 98 (1997) 209-219.

NIENSTADT, H. & OLSON J.S Effects of photoperiod and source on seedling growth of Eastern Hemlock. **Forest Science** 7: 81-96. 1961.

NIKOLAEVA, M.G. **Factors controlling the seed dormancy pattern.** In: KHAN, A.A. (Ed.) **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination.** Amsterdam/New York, North-Holland, 1977. pp. 51-74.

PACKER, A. & CLAY, K. Soil pathogens and spatial patterns of seedling mortality in a temperate tree. **Nature** 404 (2000), pp. 278–281.

PÁDUA, G.P. Vigor de sementes e seus possíveis efeitos sobre a emergência em campo e a produtividade. **Informativo ABRATES**, v.8, n.1/2/3, p.46-9, dez.1988.

PAIVA, J.R. **Variabilidade enzimática em populações naturais de seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. ADR. DE JUSS.) MUELL. ARG.)** Imprensa Piracicaba, 1992. 145p. Tese (Doutorado).

PATERSON J.G., GOODCHILD, N.A., BOYD, W.J.R. Effect of storage temperature, storage duration and germination temperature on the dormancy of seed of *Avena fatua* L. and *Avena barbata* Pott. Ex Link. **Australian Journal of Agriculture** 27 (1976), 373-379.

PERECIN, M.B. **Diversidade genética em populações naturais de espécies de espinheira-santa, *Maytenus aquifolia* Mart. E *M. ilicifolia* Mart. Ex. REISS. (Celastraceae).** Piracicaba, 2000. 134 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

PEREZ, S.C.J.G. de A. **Envoltórios** (Cap. 7) In: Germinação do Básico ao Aplicado/organizado por Alfredo Gui Ferreira e Fabian Borghetti. – Porto Alegre: Artmed, 2004. Pp 125-134.

PETERS, N.C.B. The dormancy of wild oat seed (*Avena fatua* L.) from plants grown under various temperature and soil moisture conditions. **Weed Research** (1982) 22, 205-212.

PHILIPPI, T. Bet-hedging germination of desert annuals: variation among populations and maternal effects in *Lepidium lasiocarpum*. **American Naturalist** 142 (1993), 488-507.

PINA-RODRIGUES, F.C.M; NOGUEIRA, E. S.; PEIXOTO, M.C. Capítulo IV: Estado da arte da tecnologia de sementes de espécies florestais na Mata Atlântica. In: **Anais I Workshop de Parâmetros Técnicos da Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais.** Linhares, ES. 2006.

\_\_\_\_\_; COSTA, L.G.S. & REIS, A.. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. 1990. In : **VI Congresso Florestal Brasileiro. Sociedade Brasileira de Silvicultura.** Campos do Jordão, São Paulo. p.676-684.

\_\_\_\_\_. **Guia Prático de Colheita de Sementes Florestais,** Rio de Janeiro, IDACO, Série Mata Atlântica, 2000. 40p.

PINTO, S.I.C.; SOUZA, A.M.; CARVALHO, D. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorffii* Desf. em dois fragmentos de mata ciliar. **Scientia Florestalis**, n.65, p. 40-48, jun. 2004.

POLLOCK, B.M.; ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed Biology**. New York, Academic Press, 1972, p.314-387. v.1.

POZZOBON, M.; GHODDOSSI, S.M.; UHLMANN, A. Estratégias de alocação de recursos na formação de frutos e sementes e seus efeitos na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Cabralea canjerana* (vellozo) martius (meliaceae). In: **Anais VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, Fortaleza, 2003. pp. 345-347.

RABINOWITZ, D. Abundance and diaspore weight in rare and common prairie grasses. **Oecologia** 37: 213-219. 1978.

RAS, **Regra para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília. 1992. 364 p.

REES, M. Community structure in sand dune annuals: is seed weight a key quantity? **J. Ecol.** 83: 857-886. 1995.

REIS, M.S.; FRANCHINI, R.G.; REIS, A.; FANTINI, A.C. Variação no período germinativo em sementes de *Euterpe edulis* Martius procedentes da região de Morretes - PR. In: **Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, 2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.1252-1255.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 3ª edição. University of Pennsylvania. Guanabara Koogan. 1996. 470 p.

RODRIGUES, J.E.R. A colheita de sementes em Unidades de Conservação. Instituto Florestal: **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n.25, p. 31-34, ago 2003.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **Botanical Review** 44:365-396. 1978.

ROSSETO M, WEAVER PK, DIXON KW. Use of RAPD analysis in devising conservation strategies for the rare and endangered *Grevillea scapigera* (Proteaceae). **Molecular Ecology**, 4, 321-329. 1995.

ROUBIK, D. W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press, New York, New York.

———. 1999. The foraging and potential outcrossing pollination ranges of African honey bees (Apiformes: Apidae; Apini) in Congo forest. **J. Kans. Entomol. Soc.** 72: 394-401.

SALAZAR, R.F. Genetic variation in seeds and seedlings of ten provenances of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. **Forest Ecology and Management**, v. 16, p. 1-4. 1986

- SALISBURY, S.E. Seed size and mass in relation to environment. Proceedings of the Royal Society of London **B. Biological Sciences** 186: 83-88. 1974.
- SCHNEIDER, S., EXCOFFIER L., KUEFFER J-M, ROESSLI D. **ARLEQUIN, Version 1.1: A software for population genetic data analysis.** (1997) Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland.
- SCHÜTZ, W. & MILBERG, P. Seed dormancy in *Carex canescens*: regional differences and ecological consequences. **Oikos** 78, 420-428. 1997.
- SEBBENN, A.M. **Estrutura genética de populações de jequitibá-rosa [*Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze] por caracteres quantitativos e isoenzimas.** Imprensa Piracicaba, 2001. 210 p. Tese (Doutorado).
- SEOANE, C.E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M. Efeitos da fragmentação florestal na estrutura genética de populações de *Esenbeckia leiocarpa* Eng. (Guarantã). **Scientia Forestalis**, n.57, p. 123-139, jun. 2000.
- SILVA, R.M. **Estudo do sistema reprodutivo e divergência genética de cupuazeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.** Piracicaba, 1996. 151 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SINGH V.P., SWAMINATHAN M.S., MEHRA R.B., SIDDIQ E.A. Divergence among dwarfs of cultivated rice. **The Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, v.39, n.2, p.315-322, 1979.
- SOUZA, P.A.de, VENTURIN, N., MACEDO, R.L.G.de, ALVARENGA, M.I.N., SILVA, V.F. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. **Revista Cerne**, Lavras, MG. 2001. V. 7, N.2, P. 43-52.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica – período 1995-2000. Relatório Parcial – Estado do Rio de Janeiro.** Fundação SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo, 2001.
- SPLITTSTOESSER, W.E. & MOHAMED-YASSEEN, Y. The role of the onion (*Allium cepa* L.) seed coat in aging and ultrastructural changes in root tips of low-vigor seedlings. 1990. **Proc. Pl. Growth Regulator Soc.** 17: 10-15.
- STRAND, E. Studies on seed dormancy in small grain species. II. Wheat. **Norwegian Journal of Agricultural Sciences** 3 (1989), 101-115.
- TOLEDO, F.F. & MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977. 224 p.
- TRINDADE, M.G. **Estrutura genética de populações naturais de cagaiteira (*Eguenia dysenterica* DC) do nordeste de Goiás.** Goiânia, 2001. 99 p. Dissertação (M.S.). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás.

- UHLMANN, A.; POZZOBON, M.; GHODDOSSI, S.M. Estratégias de alocação de recursos na formação de sementes e seus efeitos na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Talauma ovata* saint-hilaire (magnoliaceae). In: **Anais VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, Fortaleza, 2003. pp. 390-392.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plantas**. 1969. Spreinger-Verlag, New York, New York, USA.
- VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed germination of a tropical rain forest pionner tree (*Heliocarpus donnell smithii*) in response to diurnal fluctuations of temperature. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.56, p.295-298, 1982.
- VÁSQUEZ YANES, C.; OROZOCO SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical. **Ciência**, Santo Domingo, v.35, p.191-201, 1984.
- VASQUEZ-YANES, C.; ROJAS A.M.; SÁNCHEZ C.M.E.; OROZCO SEGOVIA A. 1996. Comparison of light-regulated seed germination in *Ficus* spp. and *Cecropia obtusifolia*: ecological implications. **Tree Physiology** 16:871-875.
- VENCOVSKY R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas. 1987. **Revista IPEF** n.35: 79-84.
- VIANA, V.M. TABANEZ, A.J. Biology and conservation of forest fragments in Brazilian Atlantic Moist Forest. In: Chelhas, J. Greenberg, R. (Ed.). **Forest patches in Tropical Landscapes**. Washington, D.C.: Island Press, 1996. P.151-167.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. **Testes de vigor e suas possibilidades de uso**. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.
- VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 203p.
- VILA, W.M. & FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros em essências florestais. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.7, p. 99-102, 1970.
- VILLAGOMEZ, A.Y.; VILLASENOR, R.R.; SALINAS, M.J.R. **Lineamento para el funcionamiento de um laboratorio de semillas**. México: INIA, 1979, 128p.
- VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKY, T.T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v.2, p.220-282.
- WAREING, P.F. Germination and dormancy. I: WILKINS, M.F. (Ed.) **The physiology of plant growth and development**. New York, McGraw-Hill, 1969. pp. 605-644.
- WATSON, C.E. Jr & WATSON, V.H. Nitrogen and date of defoliation effects on seed yield and seed quality of tall fescue. **Agronomy Journal** 74 (1982), 891-893.
- WEIR, B.S. **Genetic data analysis: methods for discrete population genetic data**. Sunderland, Sinawer Associates, Inc. Publishers, 1990. 377 p.

WEEDEN, N.F.; WENDEL, J.F. Genetic of plant isozymes. In: SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S. (eds.). **Isozymes in plant biology**. London: Chapman and Hall, 1990. p. 46-72.

WELSH, J. & MCCLELLAND, M. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary *primers*. **Nucleic Acids Research**, 18, 1990, 7213-7218.

WILLIAMS, J.G.K., KUBELIK, A.R., LIVAK, K.J., RAFALSKI, J.A. AND TINGEY, S.V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary *primers* are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Res.** 18: 6531-6535.

WHITNEY K.D., LISTER C.E. Fruit colour polymorphism in *Acácia ligulata*: seed and seedling performance, clinal patterns, and chemical variation. **Evolutionary Ecology**, 2004, vol 18, iss. 2, pp. 165-186 (22). Kluwer Academic Publishers.

WHIGHT, S. The genetical structure of populations. **Annals of Eugenics**, v. 15., p. 395-420, 1951.m

YEH F.C., YANG R.C., BOYLE T. (1997) **POPGENE, Version 1.21: Software Microsoft Window-based freeware for population genetic anaylsis**. University of Alberta, Canada.

YOUNG A., BOYLE T., BROWN T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **TREE** vol. 11, no 10, October 1996, pp 413-418.

ZIMBACK, L.; MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; VEIGA, R.F.A.; MELLO JUNIOR, J.R.S. Estrutura genética de populações de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) por marcadores RAPD. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 114-119, jun. 2004.

ZUCCHI, M.I. **Análise da estrutura genética de *Eugenia dysenterica* DC utilizando marcadores RPAD e SSR**. Piracicaba, 2002. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 130 p.

## **8. ANEXOS**

**ANEXO 1 – Localização e avaliação das 77 matrizes analisadas geneticamente pela técnica de RAPD.**

<b>Matriz</b>	<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Endereço</b>	<b>Altura</b>	<b>CAP</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Fitossanidade</b>
1	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana Propriedade Banco Boa Vista	1	-	578290	7446400	saudável
2	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana Propriedade Banco Boa Vista	6	-	578300	7446469	furo no tronco , porém aparentemente sadia
3	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana Propriedade Banco Boa Vista	1	-	578330	7446457	saudável
4	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana Propriedade Banco Boa Vista	12	73	578330	7446457	ataque no tronco que se apresenta rugoso
5	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana Propriedade Banco Boa Vista	1	-	578323	7446416	saudável
6	27/2/2004	Ilha Grande	freguesia de Santana Trilha da Freguesia para Japaris	3	-	578615	7446221	tronco enrugado
7	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana. Trilha da Freguesia para Japaris	6	-	578744	7446266	tronco enrugado
8	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana. Trilha da Freguesia para Japaris	9	-	578744	7446266	saudável
9	27/2/2004	Ilha Grande	Freguesia de Santana. Trilha da Freguesia para Japaris	2	12	578810	7446294	saudável
10	27/2/2004	Ilha Grande	Trilha Japeris - Saco do Céu	5	-	580525	7445345	marcas de ataque no tronco. Feridas, tronco morto
11	27/2/2004	Ilha Grande	Trilha Japeris - Saco do Céu	3	12	580534	7445330	Marcas no tronco. Escoriações
12	27/2/2004	Ilha Grande	Trilha Japeris - Saco do Céu	3	-	580350	7445124	aspecto ruim. Folhas ressecadas. Sem sinais no tronco.
13	28/2/2004	Paraty	Paraty - trevo	18	-	527496	7431670	saudável
14	28/2/2004	Paraty	Paraty - trevo	20	100	527496	7431670	saudável
15	28/2/2004	Paraty	Paraty - trevo	22	110	527437	7431524	saudável
16	28/2/2004	Paraty	Paraty - Praça Portão de Ferro. Matriz 3 já avaliada	20	100	527504	7431851	saudável
17	28/2/2004	Paraty	Paraty - Praça Portão de Ferro	23	130	527504	7431851	saudável
18	28/2/2004	Paraty	Paraty - Praça Portão de Ferro. Matriz 4 já avaliada	13	90	231318.2	444350.3	saudável
19	28/2/2004	Paraty	Paraty - matriz do Forte. 1a da trilha. Já avaliada	18	145	231248	444245.1	saudável
20	29/2/2004	Paraty	Matriz do Forte, 2a da trilha.	22	178	231248	444245.1	saudável

<b>Matriz</b>	<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Endereço</b>	<b>Altura</b>	<b>CAP</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Fitossanidade</b>
21	29/2/2004	Paraty	Matriz do Forte, 3a da trilha.	20	160	231243.1	444240.2	saudável
22	29/2/2004	Paraty	Estrada do Pontal (estrada que acompanha o canal)	19	140	527824	7432183	saudável
23	29/2/2004	Paraty	Estrada do Pontal (estrada que acompanha o canal)	20	150	527824	7432183	saudável
24	29/2/2004	Paraty	Estrada do Pontal (estrada que acompanha o canal)	19	160	527824	7432183	saudável
25	29/2/2004	Paraty	Margem do rio Perequeaçu. Matriz no 5 já avaliada e já coletado	25	210	527079	7432129	saudável
26	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu.	23	122	527079	7432129	saudável
27	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	30	202	527101	7432171	saudável
28	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	23	96	527084	7432169	saudável
29	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	15	63	527124	7432205	saudável
30	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	19	123	527124	7432205	saudável
31	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	17	98	527029	7432225	saudável
33	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	30	165	527054	7432278	saudável
34	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	26	103	527054	7432278	saudável
32	29/2/2004	Paraty	margem do rio Perequeaçu	26	103	527054	7432278	saudável
35	29/2/2004	Paraty	Sítio do Sr. Arlindo. Matriz no 11 já avaliada, perto da porteria	25	193	231220.3	444410.1	saudável
36	29/2/2004	Paraty	sítio do Sr. Arlindo. Matriz não coletada situada próximo do rio.	23	170	231213	444412.3	saudável
37	29/2/2004	Paraty	Várzea do Corumbé. Matriz no 8 já avaliada e coletada.	18	133	231058.1	444333.2	saudável
38	29/2/2004	Paraty	várzea do Corumbé. Matriz não avaliada e não coletada	18	65	231058.1	444333.2	saudável
39	29/2/2004	Paraty	Várzea do Corumbé.	12	150	231058.1	444333.2	saudável
40	29/2/2004	Itaguaí	Hotel Charles. Estrada Rio Santos, Km 21 - Coroa Grande	27	150	617255	7467634	saudável
41	29/2/2004	Itaguaí	Hotel Charles. Estrada Rio Santos, Km 21 - Coroa Grande	30	210	617255	7467634	saudável
42	29/2/2004	Itaguaí	Hotel Charles. Estrada Rio Santos, Km 21 - Coroa Grande	18	138	617230	7467548	saudável
43	29/2/2004	Itaguaí	Hotel Charles. Estrada Rio Santos, Km 21 - Coroa Grande	28	193	617474	7467650	com cupim

Matriz	Data	Local	Endereço	Altura	CAP	X	Y	Fitossanidade
44	29/2/2004	Itaguaí	Rua São Vicente, 35 - Quadra 10. Propriedade do Sr. Valmir	14	76	618234	7468044	com cupim
45	29/2/2004	Itaguaí	Rua São Vicente, 35 - Quadra 10. Propriedade do Sr. Valmir	26	240	618276	7468087	saudável
46	29/2/2004	Itaguaí	Rua São Vicente, 35 - Quadra 10. Propriedade do Sr. Valmir	30	200	618276	7468087	saudável
47	29/2/2004	Itaguaí	Terreno aparentemente baldio	12	60	618246	7467755	saudável
48	29/2/2004	Itaguaí	Terreno aparentemente baldio	8	50	618246	7467755	saudável
49	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Matriz situada logo após a porteira oficial da casa.	28	100	667080	7511222	saudável
50	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Matriz muito alta situada numa encosta repleta de bambuzinho, com rio passando embaixo.	28	244	não pegou		saudável
51	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Matriz situada numa encosta repleta de bambuzinho, com rio passando embaixo.	20	180	666986	7511258	saudável
52	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Matriz às margens da Cachoeira (nos fundos da casa)	23	150	666904	7511210	Com cupim e com feridas no tronco
53	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Matriz próxima a represa, ao lado do bambuzal (outro).	34	260	667020	7510820	saudável
54	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Matriz próxima ao rio que desagua na represa.	12	150	667058	7510758	saudável
55	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Às margens do rio que desagua na represa, atrás de um forno de carvão abandonado.	30	260	667016	7510671	saudável
56	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Após o no 55, cruza um córrego subindo, vira a direita.	30	230	666978	7510536	saudável
57	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Subindo após o no 56, a 35 m de distância.	15	110	666956	7510515	saudável
58	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Descendo em direção a casa, em frente a carpintaria.	34	220	667036	7511055	saudável
59	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira. Ao lado da carpintaria, antes de atravessar a ponte, vindo da casa.	14	160	667035	7511134	saudável

Matriz	Data	Local	Endereço	Altura	CAP	X	Y	Fitossanidade
60	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira, em frente ao estábulo, atrás da casa.	14	140	667085	7511146	tronco com feridas
61	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira, matriz fora da sede, ao lado da última ponte antes de chegar na porteira principal da Fazenda.	14	100	667061	7511561	saudável
62	1/3/2004	Miguel Pereira	Fazenda Igapira, logo após o portão azul.	20	190	666757	7511748	saudável
63	2/3/2004	Rio de Janeiro	Guaratiba. Estrada da Cachamorra, 1207.	15	210	647000	7461219	saudável
64	2/3/2004	Rio de Janeiro	Guaratiba. Estrada da Cachamorra, 471.	15	180	647026	7461232	saudável
65	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande. Via Godofredo Moretti, 400.	28	240	647665	7460961	saudável
66	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande. Rua Serviente D.	30	260	647799	7461041	saudável
67	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande. Rua Serviente D.	12	90	647779	7461061	saudável
68	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande. Rua Serviente B.	11	70	647894	7461064	saudável
69	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande. Rua Serviente B.	18	110	647707	7461235	saudável
70	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande. Estrada da Cachamorra, 4158. Matriz linda!	30	250	647469	7461399	saudável
71	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande. Estrada do Mato Alto, 3434	22	200	645433	7460239	saudável
72	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande, Estrada do Mato Alto, 3434, a 8 m de distância do no 71	22	160	645433	7460239	saudável
73	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande, Estrada do Mato Alto, 3434,	22	100	645433	7460239	saudável
74	2/3/2004	Rio de Janeiro	Campo Grande, Estrada do Mato Alto, 3434, a 5 m de distância do no 73	23	150	645433	7460239	saudável
75	2/3/2004	Rio de Janeiro	Guaratiba, Grota Funda. Acima do bar Ponto Legal. Matriz 20.	25	180	650640	7454296	saudável
76	2/3/2004	Rio de Janeiro	Guaratiba, Grota Funda. Acima do bar Ponto Legal.	15	220	650611	7454325	saudável

<b>Matriz</b>	<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Endereço</b>	<b>Altura</b>	<b>CAP</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Fitossanidade</b>
77	2/3/2004	Janeiro Rio de Janeiro	guaratiba, Grota Funda. Acima do bar Ponto Legal.	14	230	650640	7454296	saudável

**ANEXO 2 –Quantificação do DNA extraído para as 77 matrizes de guapuruvu**

<b>Acesso</b>	<b>Matriz</b>	<b>A(260)</b>	<b>A(280)</b>	<b>A(260)/A(280) conc.</b>	<b>Inicial (ng/uL)</b>	<b>Vol. De água</b>	<b>Vol. De DNA</b>
1	água	0,0178	0,0065	2,7385	89	266,3	33,7
2	1	0,1213	0,0626	1,9377	606,5	295,1	4,9
3	2	0,1362	0,0710	1,9183	681	295,6	4,4
4	3	0,1886	0,0986	1,9128	943	296,8	3,2
5	4	0,1413	0,0803	1,7597	706,5	295,8	4,2
6	5	0,1565	0,0974	1,6068	782,5	296,2	3,8
7	6	0,1683	0,1027	1,6388	841,5	296,4	3,6
8	7	0,1011	0,0508	1,9902	505,5	294,1	5,9
9	8	0,0941	0,0538	1,7491	470,5	293,6	6,4
10	9	0,0639	0,0362	1,7652	319,5	290,6	9,4
11	10	0,1999	0,1050	1,9038	999,5	297,0	3,0
12	11	0,0599	0,0333	1,7988	299,5	290,0	10,0
13	12	0,3661	0,1896	1,9309	1830,5	298,4	1,6
14	13	0,0698	0,0401	1,7406	349	291,4	8,6
15	14	0,075	0,0450	1,6667	375	292,0	8,0
16	15	0,1101	0,0610	1,8049	550,5	294,6	5,4
17	16	0,101	0,0542	1,8635	505,0	294,1	5,9
18	17	0,2071	0,1163	1,7807	1035,5	297,1	2,9
19	18	0,1085	0,0584	1,8579	542,5	294,5	5,5
20	19	0,0878	0,0479	1,8330	439,0	293,2	6,8
21	20	0,0781	0,0463	1,6868	390,5	292,3	7,7
22	21	0,0966	0,0609	1,5862	483,0	293,8	6,2
23	22	0,2218	0,1206	1,8391	1109,0	297,3	2,7
24	23	0,1538	0,0812	1,8941	769,0	296,1	3,9
25	24	0,1433	0,0760	1,8855	716,5	295,8	4,2
26	25	0,1426	0,0779	1,8306	713,0	295,8	4,2
27	26	0,2866	0,1608	1,7823	1433,0	297,9	2,1
28	27	0,1415	0,0778	1,8188	707,5	295,8	4,2
29	28	0,2496	0,1358	1,8380	1248,0	297,6	2,4
30	29	0,255	0,1383	1,8438	1275,0	297,6	2,4
31	30	0,2452	0,1294	1,8949	1226,0	297,6	2,4
32	31	0,2877	0,1563	1,8407	1438,5	297,9	2,1
33	32	0,3955	0,2020	1,9579	1977,5	298,5	1,5
34	33	0,2304	0,1216	1,8947	1152,0	297,4	2,6
35	34	0,0583	0,0354	1,6469	291,5	289,7	10,3
36	35	0,055	0,0287	1,9164	275,0	289,1	10,9
37	36	0,0221	0,0180	1,2278	110,5	272,9	27,1
38	37	0,1925	0,1037	1,8563	962,5	296,9	3,1
39	38	0,073	0,0343	2,1283	365,0	291,8	8,2
40	39	0,1123	0,0643	1,7465	561,5	294,7	5,3
41	40	0,0725	0,0434	1,6705	362,5	291,7	8,3
42	41	0,2513	0,1332	1,8866	1256,5	297,6	2,4
43	42	0,1198	0,0701	1,7090	599,0	295,0	5,0
44	43	0,2364	0,1280	1,8469	1182,0	297,5	2,5
45	44	0,0664	0,0407	1,6314	332,0	291,0	9,0
46	45	0,0759	0,0456	1,6645	379,5	292,1	7,9
47	46	0,1237	0,0570	2,1702	618,5	295,1	4,9
48	47	0,0953	0,0538	1,7714	476,5	293,7	6,3

<b>Acesso</b>	<b>Matriz</b>	<b>A(260)</b>	<b>A(280)</b>	<b>A(260)/A(280) conc. Inicial (ng/uL)</b>	<b>Vol. De água</b>	<b>Vol. De DNA</b>
49	48	0,1257	0,0684	1,8377	628,5	295,2
50	49	0,0626	0,0351	1,7835	313,0	290,4
51	50	0,0935	0,0530	1,7642	467,5	293,6
52	51	0,0524	0,0283	1,8516	262,0	288,5
53	52	0,053	0,0243	2,1811	265,0	288,7
54	53	0,0685	0,0376	1,8218	342,5	291,2
55	54	0,2093	0,1095	1,9114	1046,5	297,1
56	55	0,0836	0,0459	1,8214	418,0	292,8
57	56	0,0946	0,0517	1,8298	473,0	293,7
58	57	0,0819	0,0457	1,7921	409,5	292,7
59	58	0,0588	0,0329	1,7872	294,0	289,8
60	59	0,0683	0,0354	1,9294	341,5	291,2
61	60	0,0748	0,0477	1,5681	374,0	292,0
62	61	0,2342	0,1826	1,2826	1171,0	297,4
63	62	0,0758	0,0419	1,8091	379,0	292,1
64	63	0,2603	0,1432	1,8177	1301,5	297,7
65	64	0,0845	0,0478	1,7678	422,5	292,9
66	65	0,0895	0,0583	1,5352	447,5	293,3
67	66	0,087	0,0520	1,6731	435,0	293,1
68	67	0,099	0,0570	1,7368	495,0	293,9
69	68	0,1122	0,0623	1,8010	561,0	294,7
70	69	0,0609	0,0334	1,8234	304,5	290,1
71	70	0,1391	0,0645	2,1566	695,5	295,7
72	71	0,1525	0,0889	1,7154	762,5	296,1
73	72	0,0697	0,0385	1,8104	348,5	291,4
74	73	0,1262	0,0705	1,7901	631,0	295,2
75	74	0,0887	0,0482	1,8402	443,5	293,2
76	75	0,1431	0,0765	1,8706	715,5	295,8
77	76	0,0781	0,0430	1,8163	390,5	292,3
78	77	0,0624	0,0352	1,7727	312,0	290,4

**ANEXO 3 – Número de genótipos das populações de *S.parahyba* para ausência (0) e presença de banda (1) e o teste de Chi-quadrado**

Marcadores	I.Grande		Paraty		Itaguaí		M.Pereira		RJ		X <sup>2</sup>
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
I11a	4	7	12	14	6	3	3	10	10	4	6,50ns
I11b	4	7	11	15	3	6	3	10	8	6	3,16ns
I11c	0	12	13	13	0	9	11	2	0	14	35,35**
I11d	3	8	12	14	0	9	0	14	3	10	14,32**
AX15a	6	6	7	18	5	3	6	7	8	4	5,37ns
AX15b	9	2	12	12	8	0	7	6	11	1	12,92**
AX15c	9	2	20	4	8	0	9	4	11	1	2,43ns
AX15d	6	5	20	5	6	3	12	1	11	1	5,98ns
AX15e	9	2	15	10	6	2	6	7	7	5	3,36ns
AX15f	0	12	5	21	0	9	0	14	5	9	12,73*
AX15g	0	12	0	27	0	9	3	10	0	15	17,69**
AX15h	7	4	20	5	9	0	11	2	13	0	8,06ns
AW18a	4	6	7	19	0	7	4	7	0	7	7,79ns
AW18b	3	7	13	13	3	3	5	7	3	8	2,78ns
AW18c	3	7	12	14	3	3	7	5	3	8	3,02ns
AW18d	6	4	13	13	2	4	3	9	2	4	3,28ns
AW18e	0	11	14	12	0	7	0	13	2	2	22,88**
AW18f	9	1	23	3	5	1	9	3	3	2	3,80ns
AW18g	0	11	0	27	0	7	0	13	3	7	18,37**
AW18h	3	7	18	8	2	4	10	2	0	4	14,94**
P14a	6	6	9	13	4	4	6	7	7	7	0,43ns
P14b	0	12	0	26	3	6	3	10	0	15	17,34**
P14c	7	4	9	3	6	1	13	0	11	1	7,34ns
P14d	3	8	4	19	3	6	0	14	0	3	9,07ns
P14e	4	7	8	7	2	5	5	7	5	7	1,44ns
P14f	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0,00ns
Q04a	4	7	15	9	7	1	8	5	9	4	4,27ns
Q04b	10	1	20	4	9	0	11	2	10	3	3,27ns
Q04c	6	6	19	6	7	1	14	0	12	1	11,63*
Q04d	10	1	19	6	5	3	6	7	6	7	8,86ns
Q04e	6	5	10	15	0	9	3	10	5	8	8,25ns
Q04f	3	8	8	17	6	3	6	7	3	10	4,90ns

n.s: não significativo      \*: significativo a 5% de probabilidade

\*\*::significativo a 1% de probabilidade

**ANEXO 4 -Valores de diversidade média por loco de *S. parahyba*, obtido através de marcadores RAPD**

Loco	n	na*	ne*	h*	I*
I11a	77	2.0000	1.9989	0.4997	0.6929
I11b	77	2.0000	1.9432	0.4854	0.6785
I11c	76	2.0000	1.7897	0.4412	0.6332
I11d	76	2.0000	1.6313	0.3870	0.5754
AX15a	74	2.0000	1.9763	0.4940	0.6871
AX15b	73	2.0000	1.7602	0.4319	0.6234
AX15c	73	2.0000	1.4286	0.3000	0.4771
AX15d	74	2.0000	1.5237	0.3437	0.5275
AX15e	74	2.0000	1.9136	0.4774	0.6704
AX15f	77	2.0000	1.3137	0.2388	0.4024
AX15g	77	2.0000	1.1019	0.0925	0.1944
AX15h	74	2.0000	1.3740	0.2722	0.4438
AW18a	64	2.0000	1.6373	0.3892	0.5779
AW18b	70	2.0000	1.9495	0.4871	0.6801
AW18c	70	2.0000	1.9669	0.4916	0.6847
AW18d	65	2.0000	1.9805	0.4951	0.6882
AW18e	62	2.0000	1.6490	0.3936	0.5826
AW18f	64	2.0000	1.4339	0.3026	0.4801
AW18g	69	2.0000	1.1007	0.0915	0.1928
AW18h	62	2.0000	1.9585	0.4894	0.6825
P14a	73	2.0000	1.9911	0.4978	0.6909
P14b	76	2.0000	1.1929	0.1617	0.2995
P14c	59	2.0000	1.3844	0.2777	0.4504
P14d	72	2.0000	1.3621	0.2658	0.4360
P14e	62	2.0000	1.9651	0.4911	0.6842
P14f	73	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Q04a	74	2.0000	1.8806	0.4682	0.6610
Q04b	74	2.0000	1.3813	0.2760	0.4485
Q04c	75	2.0000	1.4905	0.3291	0.5108
Q04d	75	2.0000	1.8497	0.4594	0.6519
Q04e	75	2.0000	1.8324	0.4543	0.6467
Q04f	75	2.0000	1.8915	0.4713	0.6642
Mean	72	1.9688	1.6454	0.3674	0.5412
St. Dev		0.1768	0.3109	0.1383	0.1737

\* na = Número de alelos observados

\* ne = Número efetivo de alelos [Kimura and Crow (1964)]

\* h = Diversidade genética (Nei's (1973))

\* I = Shannon's Information index [Lewontin (1972)]

**ANEXO 5 - Parâmetros genéticos populacionais médios por loco das populações de *Schizolobium parahyba* do Estado do Rio de Janeiro**

Locus	Sample Size	Ht	Hs	Gst	Nm*
I11a	77	0.5000	0.4501	0.0998	4.5114
I11b	77	0.4813	0.4595	0.0453	10.5490
I11c	76	0.3869	0.1635	0.5773	0.3661
I11d	76	0.3265	0.2601	0.2032	1.9601
AX15a	74	0.4997	0.4715	0.0565	8.3473
AX15b	73	0.3841	0.3105	0.1917	2.1080
AX15c	73	0.2839	0.2715	0.0438	10.9054
AX15d	74	0.3582	0.3247	0.0934	4.8512
AX15e	74	0.4697	0.4432	0.0564	8.3590
AX15f	77	0.1982	0.1549	0.2184	1.7896
AX15g	77	0.1012	0.0783	0.2259	1.7135
AX15h	74	0.2479	0.2115	0.1468	2.9049
AW18a	64	0.3447	0.2737	0.2060	1.9269
AW18b	70	0.4820	0.4612	0.0432	11.0801
AW18c	70	0.4902	0.4644	0.0528	8.9757
AW18d	65	0.4899	0.4640	0.0530	8.9338
AW18e	62	0.3305	0.1992	0.3972	0.7588
AW18f	64	0.3383	0.3106	0.0820	5.5968
AW18g	69	0.1133	0.0842	0.2567	1.4479
AW18h	62	0.4931	0.3191	0.3527	0.9175
P14a	73	0.4986	0.4963	0.0047	106.0752
P14b	76	0.2114	0.1672	0.2089	1.8934
P14c	59	0.2782	0.2456	0.1172	3.7652
P14d	72	0.2759	0.2360	0.1444	2.9616
P14e	62	0.4875	0.4774	0.0209	23.4783
P14f	73	0.0000	0.0000	****	****
Q04a	74	0.4649	0.4286	0.0782	5.8918
Q04b	74	0.2492	0.2332	0.0643	7.2794
Q04c	75	0.3195	0.2601	0.1860	2.1883
Q04d	75	0.4662	0.4065	0.1282	3.4007
Q04e	75	0.4373	0.3653	0.1646	2.5379
Q04f	75	0.4820	0.4385	0.0901	5.0478
Mean	72	0.3591	0.3103	0.1358	3.1828
St. Dev		0.0183	0.0185		

\* Nm = estimate of gene flow from Gst or Gcs. E.g., Nm = 0.5(1 - Gst)/Gst;

See McDermott and McDonald, Ann. Rev. Phytopathol. 31:353-373 (1993).

## ANEXO 6 – Avaliação das matrizes utilizadas para colheita de sementes

Número da matriz	Data da avaliação	Endereço	Latitude	Longitude	Altura do dossel	DAP	Estado reprodutivo	Deciduidade	Sanidade	análise genética	Número de sementes coletadas
1	18/8/2004	Paraty, Praça Portão de Ferro (corresponde a matriz 17 da análise genética)	527504	7431851	23	130	fruto dispersando	semidecídua	saudável	sim. Matriz 17	135
2	18/8/2004	Paraty, Estrada do Canal, em frente à placa aluga-se cavalos, do lado direito de quem vem do Forte e vai para a BR	527789	7432232	22	120	fruto dispersando	decídua	saudável	não	173
3	19/8/2004	Paraty, Estrada do Canal, em frente à placa aluga-se cavalos, do lado direito de quem vem do Forte e vai para a BR, (dista 25 m da anterior)	527789	7432232	22	120	fruto dispersando	decídua	saudável	não	123
4	19/8/2004	Paraty, propriedade do Sr. Arlindo a aproximadamente 1,5 Km de Paraty. Matriz 36 da análise genética.	231220.3	444410.1	25	193	fruto dispersando	decídua	saudável	sim. Matriz 36.	261
5	19/8/2004	Paraty, Forte. Atrás da sede do Forte, na encosta com bambu.	231243.1	444240.2			fruto dispersando	semidecídua	saudável	não	84
6	19/8/2004	Paraty, Forte. É a terceira de quem desce, após a porteira. (matriz 21 da análise genética)	231243.1	444240.2	20	160	fruto dispersando	semidecídua	saudável	sim. Matriz 21.	91
7	19/8/2004	Paraty. Estrada do Canal, num terreno baldio.	527211	7431948	25	190	fruto dispersando	decídua	saudável	não	122
8	19/8/2004	Paraty. Terreno baldio, em frente a sede do IBAMA	528042	743260	40	170	fruto dispersando	decídua	saudável	não	122
9	19/8/2004	Paraty. Matriz dentro da sede do IBAMA	527279	7432294	25	190	fruto dispersando	semidecídua	Muita broca	não	92
10	19/8/2004	Paraty. BR 101 antes da Várzea do Corumbé, numa vila escondida a esquerda de quem vai para Paraty	527212	7432299	38	190	fruto dispersando	decídua	saudável	não	82

Número da matriz	Data da avaliação	Endereço	Latitude	Longitude	Altura do dossel	DAP	Estado reprodutivo	Deciduidade	Sanidade	análise genética	Número de sementes coletadas
11	25/6/2004	Fazenda Igapira, ao lado da casa sede, encosta cheia de bambuzinho. Corresponde a matriz 51 da análise genética.	666986	7511258	28	202	fruto dispersando	semidecídua	saudável	sim. Matriz 51	101
12	25/6/2004	Miguel Pereira, Fazenda Igapira, Caminho do Caxiné. Após o rio, na "Grotta" (entre a casa e a represa).	205695	7786019	35	350	fruto maduro	semidecídua	saudável	não	260
13	26/6/2004	Miguel Pereira, Fazenda Igapira. Caminho do Cágado (1a)	667232	7511873	18	187	fruto maduro	perene	saudável	não	350
14	26/6/2004	Miguel Pereira, Fazenda Igapira. Caminho do Cágado (2a)	667164	7511716	20	140	fruto dispersando	decídua	sinais de pragas	não	84
15	26/6/2004	Miguel Pereira, Fazenda Igapira. Caminho do Cágado (3a)	667164	7511716	18	90	fruto dispersando	decídua	saudável	não	133
16	26/6/2004	Miguel Pereira, Fazenda Igapira. Caminho do Poção, a direita do bambuzal (bambu-mirim)	667028	7511302	35	280	fruto dispersando	semidecídua	sinais de pragas	não	146
17	27/6/2004	Miguel Pereira, Fazenda Igapira, Lagoa Seca, no limite entre o pasto e a floresta	667615	7511030	25	170	fruto dispersando	decídua	sinais de pragas	não	140
18	27/6/2004	Fazenda Igapira, Lagoa Seca, no limite entre o pasto e a floresta	667615	7511030	27	200	fruto dispersando	decídua	sinais de pragas	não	266
19	27/6/2004	Miguel Pereira, estrada para a Fazenda Igapira, antes do varandão (para quem vai para Igapira)	658476	7512021	15	167	fruto dispersando	semidecídua	sinais de fungos	não	247
20	27/6/2004	Miguel Pereira, estrada para a Fazenda Igapira, antes do varandão (para quem vai para Igapira)	658476	7512021	15	105	fruto dispersando	decídua	saudável	não	175

## ANEXO 7 – Avaliação do ambiente das matrizes utilizadas para colheita de sementes

Matriz	Descrição da área	Localização no fragmento	Luz	Classe sucessional	Posição do relevo	Ambiente	Profundidade do solo	Frequência	Densidade
1	área urbana, área de gramado	fora dos limites do fragmento	clareira	inicial	planície	não ciliar; solo úmido	profundo		abundante(+ 10 indiv./ha)
2	área com floresta, a beira da pista de asfalto	borda de acesso ao interior do fragmento	borda de floresta	médio	planície	ciliar	úmido		abundante(+ 10 indiv./ha)
3	área com floresta, a beira da pista de asfalto	borda de acesso ao interior do fragmento	borda de floresta	médio	planície	ciliar úmido (deve ficar encharcado pois é área de drenagem no fundo do vale)	úmido		abundante(+ 10 indiv./ha)
4	área de pastagem. Baixada. Próximo a matriz existe uma mata repleta de caixeta	fora dos limites do fragmento	clareira	inicial	fundo de vale		profundo		rara (2 indiv./ha)
5	em meio a bambus, tarumã, ipê-cinco-folhas	interior do fragmento (+ 50 m da borda)	clareira	médio	encosta	interflúvio; solo não encharcado	profundo		intermediária (3-10 indiv/ha)
6	tarumã, ipê-cinco-folhas	interior do fragmento (+ 50 m da borda)	clareira	médio	encosta	interflúvio; solo não encharcado	profundo		intermediária (3-10 indiv/ha)
7		borda de acesso ao interior do fragmento	clareira interior	inicial	planície	não ciliar; bem drenado	profundo		intermediária (3-10 indiv/ha)
8		borda de acesso ao interior do fragmento	da floresta	médio	planície	não ciliar; bem drenado	profundo		intermediária (3-10 indiv/ha)
9	área aberta com mato e algumas espécies como cacau, palmito plantadas recentemente pelo pessoal do IBAMA	borda de acesso ao interior do fragmento	borda de clareira	inicial	planície	não ciliar	profundo		intermediária (3-10 indiv/ha)
10	bananal e outras árvores com altura média de 20 m	borda de acesso ao interior do fragmento	borda de floresta	médio	bem drenado	não ciliar	encosta		
11	predomínio de bambuzinho	interior da floresta	interior	médio	encosta	ciliar; solo úmido	profundo		intermediária (3-10 indiv/ha)

Matriz	Descrição da área	Localização no fragmento	Luz	Classe sucessional	Posição do relevo	Ambiente	Profundidade do solo	Frequência	Densidade
12	canela, myrtaceas, sub-bosque denso	interior do fragmento (+ 50 m da borda)	interior	Avançado	fundo de vale	ciliar; solo encharcado	profundo		sem informações
13	área de topo de morro, próximo a pastagem	borda de acesso ao interior do fragmento	borda de clareira	médio	topo de morro	não ciliar; solo bem drenado	profundo		abundante(+ 10 indiv./ha)
14	a 5 m da matriz 27; a 50 m da matriz 25	borda de acesso ao interior do fragmento	borda de clareira	médio	topo de morro	não ciliar; solo bem drenado	profundo		abundante(+ 10 indiv./ha)
15	a 5 m da matriz 26	borda de acesso ao interior do fragmento	borda de clareira interior (do bambuzi)	médio	topo de morro	não ciliar; solo bem drenado	profundo		abundante(+ 10 indiv./ha)
16	só bambuzinho	borda de acesso ao interior do fragmento	bambuzi (do bambuzi)	médio	planície	ciliar; solo bem drenado	profundo	16 indivíduos num raio de 100 m	abundante(+ 10 indiv./ha)
17	entre a floresta e o pasto	borda de fragmento (0-50 m)	borda de floresta	inicial	topo de morro	não ciliar; solo bem drenado	profundo		abundante(+ 10 indiv./ha)
18	entre a floresta e o pasto	borda de fragmento (0-50 m)	borda de floresta	inicial	topo de morro	não ciliar; solo bem drenado	profundo		abundante(+ 10 indiv./ha)
19	no meio da estrada, pasto	fora dos limites do fragmento	clareira	inicial	planície	ciliar; solo bem drenado	profundo		intermediária (3-10 indiv./ha)
20	no meio da estrada, pasto	fora dos limites do fragmento	clareira	inicial	planície	ciliar; solo bem drenado	profundo		intermediária (3-10 indiv./ha)

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE.....	2
CAPÍTULO I.....	5
ESTRUTURA GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE GUAPURUVU ( <i>SCHIZOLOBIUM PARAHYBA</i> (VELL.) BLAKE)	5
3.1 INTRODUÇÃO.....	8
3.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.2.1. Variabilidade genética.....	9
3.2.2. Colheita de sementes.....	10
3.2.3. Estudos de caso.....	11
3.2.4. Marcadores moleculares.....	12
3.2.5. Marcadores RAPD.....	12
3.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.3.1 Áreas de estudo.....	14
3.3.2 Metodologia.....	17
3.4. RESULTADOS.....	19
3.5. DISCUSSÃO.....	29
3.6. CONCLUSÃO.....	30
CAPÍTULO II.....	31
VARIABILIDADE MORFOMÉTRICA DE SEMENTES ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES DE GUAPURUVU ( <i>SCHIZOLOBIUM PARAHYBA</i> (VELL.) BLAKE).....	31
4.1 INTRODUÇÃO.....	34
4.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	35
4.3. METODOLOGIA.....	37
4.3.1 Áreas de estudo.....	37
4.3.2 Colheita de sementes.....	38
4.3.3 Definição do número amostral.....	38
4.3.4 Análises morfométricas.....	39
4.3.5 Determinação do teor de umidade.....	39
4.3.6. Porte da matriz x ambiente x morfometria.....	40
4.3.7. Distância morfométrica x distância genética.....	40
4.3.8 Análise dos dados.....	40
4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.4.1. Repetibilidade das variáveis estudadas.....	41
4.4.2. Caracterização morfométrica das sementes.....	42
4.4.3 Grau de umidade das sementes.....	45
4.4.4. Influência do porte da matriz e do ambiente nas características morfométricas da semente.....	46
4.4.5. Análises de agrupamento.....	49
4.4.6. Distância morfométrica x distância genética.....	52
4.5. CONCLUSÃO.....	55
CAPÍTULO III.....	56
ESTUDO DA GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA DE SEMENTES ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES DE GUAPURUVU ( <i>SCHIZOLOBIUM PARAHYBA</i> (VELL.) BLAKE).....	56
5.1. INTRODUÇÃO.....	59
5.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	59
5.3. METODOLOGIA.....	63
5.3.1 Avaliação das características de germinação e dormência.....	64
5.3.2 Análise dos dados.....	66
5.3.3 Germinação x morfometria.....	67
5.3.4 Germinação x teor de umidade das sementes.....	67
5.4. RESULTADOS.....	67

5.4.1. Dormência e emergência.....	67
5.4.2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG).....	70
5.4.3. Plântulas normais e anormais.....	74
5.4.4. Índice de Velocidade de Emergência.....	78
5.4.5. Mortalidade .....	82
5.4.6. Grau de umidade x germinação.....	85
5.4.7 Morfometria x germinação.....	85
5.5 DISCUSSÃO.....	87
5.6. CONCLUSÃO.....	90
6. CONCLUSÕES GERAIS .....	91
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
8. ANEXOS.....	110
ANEXO 1 – LOCALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS 77 MATRIZES ANALISADAS GENETICAMENTE PELA TÉCNICA DE RAPD.....	111
ANEXO 2 –QUANTIFICAÇÃO DO DNA EXTRAÍDO PARA AS 77 MATRIZES DE GUAPURUVU.....	116
ANEXO 3 – NÚMERO DE GENÓTIPOS DAS POPULAÇÕES DE <i>S.PARAHYBA</i> PARA AUSÊNCIA (0) E PRESENÇA DE BANDA (1) E O TESTE DE CHI-QUADRADO .....	118
ANEXO 4 -VALORES DE DIVERSIDADE MÉDIA POR LOCO DE <i>S. PARAHYBA</i> , OBTIDO ATRAVÉS DE MARCADORES RAPD .....	119
ANEXO 5 - PARÂMETROS GENÉTICOS POPULACIONAIS MÉDIOS POR LOCO DAS POPULAÇÕES DE <i>SCHIZOLOBIUM PARAHYBA</i> DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO .....	120
ANEXO 6 – AVALIAÇÃO DAS MATRIZES UTILIZADAS PARA COLHEITA DE SEMENTES .....	121
ANEXO 7 – AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DAS MATRIZES UTILIZADAS PARA COLHEITA DE SEMENTES....	123