



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F.  
Macbr. – GARAPA (LEGUMINOSAE-CAESALPINOIDEAE)**

**MARTA BRUNO LOUREIRO**

Sob a orientação da Professora  
**Claudia Antônia Vieira Rossetto**

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Produção Vegetal.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2005

583.32  
L892c  
T

Loureiro, Marta Bruno, 1970-

Conservação de sementes de *Apuleia leiocarpa*  
(Vogel) J. F. Macbr. - Garapa (Leguminosae-  
Caesalpinoideae) / Marta Bruno Loureiro. - 2005.  
150 f. : il.

Orientador: Claudia Antonia Vieira Rossetto.  
Tese(doutorado) - Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia.  
Inclui bibliografia.

1. Grápia - Semente - Teses. 2. Sementes -  
Armazenamento - Teses. 3. Sementes - Fisiologia -  
Teses. 4. Sementes - Viabilidade - Teses. 5.  
Florestas - Conservação - Teses. I. Rossetto,  
Claudia Antonia Vieira. II. Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia.  
III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**MARTA BRUNO LOUREIRO**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal.

TESE APROVADA EM 29/08/2005

---

Claudia Antônia Vieira Rossetto, Dr.<sup>a</sup> UFRRJ  
(Orientadora)

---

Helena Regina Pinto Lima, Dr.<sup>a</sup> UFRRJ

---

Acácio Geraldo de Carvalho, Dr. UFRRJ

---

Antônio Carlos Silva de Andrade, Dr. Instituto de Pesquisas JBRJ

---

Tânia Sampaio Pereira, Dr.<sup>a</sup> Instituto de Pesquisas JBRJ

**Dedico esta tese minha m e *Maria do Socorro Bruno Loureiro (in memoriam)*, que me ensinou a ser forte e doce ao mesmo tempo, e também que o amor é a mola propulsora de tudo.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pela oportunidade dada para a realização deste doutorado;

Agradeço especialmente ao Professor Antônio Carlos de Souza Abboud pela compreensão e amizade nos momentos delicados que passei;

Agradeço a FAPERJ pela concessão da Bolsa de Doutorado;

Agradeço a Dra. Cláudia A. V. Rossetto, pela orientação e pela confiança depositada em mim;

Agradeço aos companheiros do Laboratório de Análise de Sementes, Eusínia, Evandro, Luís, Tati, Laís, Camila, Patrícia, Edilson, Madelon, Adailton, João Marcelo e Cristiane pela força e ajuda que me deram durante a realização da tese de doutorado;

Agradeço aos funcionários do Instituto de Agronomia, em especial ao Moraes, por me levar para as coletas de sementes na REBIO Tinguá;

Agradeço ao Sr. Walter da Silva, mateiro e amigo, pois sem ele as coletas não seriam possíveis;

Agradeço a Professora Helena Regina Pinto Lima, pela amizade e pela colaboração no estudo da anatomia de sementes;

Agradeço a Professora Silvia Regina Góí, pela amizade e empréstimo do programa de estatística;

Agradeço ao Professor Maurício Balesteiro, à pesquisadora Janaína e a José Carlos Polidoro pelo auxílio nas análises estatísticas;

Agradeço ao Professor Elson Viegas por toda a atenção e amizade partilhada no momento mais difícil da minha vida;

Agradeço aos amigos, Beth, Cláudia, Eli, Fernanda, Gabriel, Humberto, Luís Cláudio, Mônica, Pablo, Angela, Vânia e todos os outros que me ajudaram a amenizar as dificuldades durante a realização da tese;

Agradeço as minhas tias, tios e primos, que me ajudaram a superar as dificuldades e continuar a tese;

Agradeço a minha mãe, Maria do Socorro, meu pai, Nei, minha irmã, Marcia, minhas sobrinhas Júlia e Jordana por tornarem minha vida melhor;

Agradeço a todos que de alguma forma tenham colaborado para a realização desta tese;

Agradeço ao Mestre Jesus, meus guias e mentores espirituais, pelo amparo dado em todos os momentos da minha caminhada.

## RESUMO GERAL

LOUREIRO, Marta Bruno. **Conservação de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. - Garapa (Leguminosae-Caesalpinoideae)**. 2005. 149 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

*Apuleia leiocarpa* é uma espécie florestal, conhecida como grápia e garapa, que apresenta ampla distribuição geográfica no território brasileiro, ocorrendo na mata atlântica, nas formações características da Floresta Estacional Semidecidual. A espécie apresenta importância na indústria madeireira e de curtume, possui indicações de uso medicinal, ornamental e em plantios para recuperação ambiental. No entanto, foi extraída de forma maciça, e suas populações naturais sofreram diminuição significativa. Diante desta situação, os objetivos deste trabalho foram acompanhar a maturação das sementes de *Apuleia leiocarpa* em dois anos de produção (2002 e 2003), avaliar o comportamento das sementes durante o armazenamento e analisar os fatores intrínsecos às sementes que afetam sua qualidade fisiológica, a fim de gerar informações que possam nortear a elaboração de propostas para a conservação da espécie. As coletas foram realizadas na Reserva Biológica do Tinguá, RJ e os ensaios conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que a maturidade fisiológica das sementes de *Apuleia leiocarpa* foi atingida aos 98 DAA no ano de 2002 e não pode ser determinada em 2003. É recomendável que a coleta de sementes seja realizada a partir do momento em que ocorre a mudança de coloração dos frutos de verde-amarelo para marrom, juntamente com aparecimento da maior proporção de sementes com coloração marrom. A escarificação com ácido sulfúrico concentrado por vinte minutos, foi considerado o tratamento mais indicado para a superação da dormência de sementes. Nem o tamanho das sementes, nem a coloração do tegumento influenciaram a porcentagem de germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa*. A embalagem semipermeável sob câmara seca (18°C e U.R. de 50%), foi considerada a condição mais adequada para a conservação de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

**Palavras-chave:** Maturação, armazenamento, dormência.

## GENERAL ABSTRACT

LOUREIRO, Marta Bruno. **Conservation of *Apuleia leiocarpa* seeds (Vogel) J. F. Macbr. - Garapa (Leguminosae-Caesalpinoideae)**. Seropédica, UFRRJ, 2005. 149 p. Thesis (Doctoral in Fitotecny). Agronomy Institute, Fitotecny Department, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

*Apuleia leiocarpa* is a forestall specie commonly known as grapia and garapa. Its trees are widely spread over Brazilian territory occurring more specifically on rain forest formations with seasonal semideciduous characteristics. Garapa seeds are an important source of medicinal substances as well as used for ornamental and environmental recovery purposes. It has been used on both tarming and timber industry and notably its natural populations have deeply decreased its growth due to massive exploitation. In this context, this work aimed to evaluate the development of *A. leiocarpa* seeds during the maturation phase. Researches were conducted for two successive crop years (2002 and 2003) and also analysed seeds performance under specific storage conditions and the physiological quality of seeds. This scientific study results might be used as database information to guide the elaboration of specie's preservation proposals. Research samples were collected at Tinguá Biological Reserve, state of Rio de Janeiro, Brazil and biological analysis and tests were performed at Seeds Analysis Laboratory of Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro at Seropédica city, Brazil. This work results concludes that *A. leiocarpa* seeds physiological maturity was achieved within 98 days after anthesis (98 DAA) in 2002. In 2003 it was not able to objectively determine the seeds maturity cycle. Seeds harvests are recommended as soon as fruits aspect changes from green-yellow to brown colour combined with a higher proportion of brown seeds availability. The most efficient technique to overcome seed dormancy was the use of immersion treatment into concentrated sulphuric acid during 20 minutes. It was not observed any influence of either testa colour or its size on *A. leiocarpa* seed germination process. The use of half-permeably packaging (polyethylene bags) under a nominal temperature of 18°C and 50% relative humidity was considered the most appropriate storage condition to *A. leiocarpa* seeds.

**Key-words:** Seed maturation, seed storage, seed hardness.

## LISTA DE QUADROS

	Pág.
<b>Quadro 1.</b> Resumo da análise de variância para teor de água e massa média seca de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do momento de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.....	38
<b>Quadro 2</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para teor de água de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.....	38
<b>Quadro 3</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para massa média seca de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.....	39
<b>Quadro 4</b> Resumo da análise de variância para avaliação do comprimento e da largura de frutos de <i>Apuleia leiocarpa</i> , coletados nos anos de 2002 e 2003, em dois locais.....	42
<b>Quadro 5</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para comprimento de frutos de <i>Apuleia leiocarpa</i> , coletados nos anos de 2002 e 2003, em dois locais.....	43
<b>Quadro 6</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para largura de frutos de <i>Apuleia leiocarpa</i> , coletados nos anos de 2002 e 2003, em dois locais.....	43
<b>Quadro 7</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de sementes sadias, comprimento, largura e espessura de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função dos momentos de coleta, em dois locais no ano de 2002.....	46
<b>Quadro 8</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de sementes sadias, comprimento, largura e espessura de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função dos momentos de coleta, em dois locais no ano de 2003.....	47
<b>Quadro 9</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para comprimento de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.....	47
<b>Quadro 10</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para largura de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.....	47
<b>Quadro 11</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para espessura de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.....	48
<b>Quadro 12</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para porcentagem de sementes sadias de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.....	52

<b>Quadro 13</b> Resumo da análise de variância para massa média de mil sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do momento de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.....	60
<b>Quadro 14</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para massa média de mil sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.....	61
<b>Quadro 15</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de emissão de raiz primária, de germinação, de sementes (mortas e duras) e de plântulas normais na primeira contagem obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> . em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), no ano de 2002.....	64
<b>Quadro 16</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de emissão de raiz primária, de germinação, de sementes (mortas e duras) e de plântulas normais na primeira contagem obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), no ano de 2003.....	64
<b>Quadro 17</b> Resumo da análise de variância para teor de água das sementes de <i>A. leiocarpa</i> , em função do período de embebição.....	87
<b>Quadro 18</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para teor de água das sementes de <i>A. leiocarpa</i> , em função do período de embebição.....	87
<b>Quadro 19</b> Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação, de plântulas anormais deformadas, de sementes (mortas e duras), de plântulas normais na primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG), obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> submetidas a diferentes procedimentos para quebra de dormência.....	88
<b>Quadro 20</b> Resumo da análise de variância para germinação, plântulas anormais (deformadas, deterioradas), sementes (mortas, dormentes e duras), obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , submetidas a diferentes procedimentos para quebra de dormência.....	92
<b>Quadro 21</b> Resumo da análise de variância plântulas normais na primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas e massa seca, obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> submetidas a diferentes tratamentos de quebra de dormência.....	94
<b>Quadro 22</b> Resumo da análise de variância para germinação, plântulas anormais deterioradas, sementes (mortas, dormentes e duras), obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	95
<b>Quadro 23</b> Resumo da análise de variância para primeira contagem de plântulas normais e índice de velocidade de germinação (IVG), obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	96
<b>Quadro 24</b> Resumo da análise de variância para germinação, plântulas anormais (deformadas, deterioradas), sementes (mortas, dormentes e duras), obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> de diferentes tamanhos, após o procedimento de escarificação.....	98

<b>Quadro 25</b> Resumo da análise de variância para plântulas normais na primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas e massa seca, obtidos de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> de diferentes tamanhos, após procedimentos de escarificação.....	99
<b>Quadro 26</b> Resumo da análise de variância para a embebição de sementes de <i>A. leiocarpa</i> , coletadas nos anos de 2001, 2002 e 2003, após 0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas	101
<b>Quadro 27</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para teor de água das sementes <i>A. leiocarpa</i> , sem escarificação, pertencentes a três lotes (2001, 2002 e 2003), em função dos períodos de embebição	101
<b>Quadro 28</b> Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para teor de água das sementes <i>A. leiocarpa</i> , submetidas a escarificação, pertencentes a três lotes (2001, 2002 e 2003), em função dos períodos de embebição.....	102
<b>Quadro 29</b> Resumo da análise de variância para teor de água e massa média seca de sementes de <i>A. leiocarpa</i> .....	116
<b>Quadro 30</b> Resumo da análise de variância para plântulas normais, plântulas anormais (deformadas e deterioradas) e sementes (mortas e não germinadas) de <i>A. leiocarpa</i> .....	119
<b>Quadro 31</b> Resumo da análise de variância para Índice de Velocidade de Germinação (IVG), primeira contagem de plântulas normais, comprimento e massa média seca de plântulas de <i>A. leiocarpa</i> .....	127
<b>Quadro 32</b> Resumo da análise de variância para emergência, plântulas anormais (deformadas e deterioradas) e sementes mortas obtidas a partir do teste de emergência em areia realizado com sementes de <i>A. leiocarpa</i> .....	135
<b>Quadro 33</b> Resumo da análise de variância para os fungos identificados no teste de sanidade realizado com sementes de <i>A. leiocarpa</i> .....	142

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Dados médios de precipitação pluvial ( $v$ ) e de temperatura máxima ( $\sigma$ ) e mínima ( $\lambda$ ) do ar durante os anos de 2002 (a) e 2003 (b) e, momentos de coleta de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> (C 1, C 2, C 3 e C 4) .....	36
<b>Figura 2</b> Dados médios do teor de água de sementes de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	40
<b>Figura 3</b> Dados médios da massa seca de sementes de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	41
<b>Figura 4</b> Dados médios do comprimento de frutos de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	44
<b>Figura 5</b> Dados médios da largura de frutos de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	45
<b>Figura 6</b> Dados médios do comprimento de sementes de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	49
<b>Figura 7</b> Dados médios da largura de sementes de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	50
<b>Figura 8</b> Dados médios da espessura de sementes de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	51
<b>Figura 9</b> Dados médios da porcentagem de sementes sadias de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b) .....	53
<b>Figura 10</b> Dados médios da porcentagem de frutos de <i>Apuleia leiocarpa</i> , classificados de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2002.....	55
<b>Figura 11</b> Dados médios da porcentagem de frutos de <i>Apuleia leiocarpa</i> , classificados de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2003.....	56
<b>Figura 12</b> Dados médios da porcentagem de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> classificadas de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2002.....	58
<b>Figura 13</b> Dados médios da porcentagem de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , classificadas de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2003.....	59
<b>Figura 15</b> Dados médios da massa média de mil sementes de <i>A. leiocarpa</i> em função do momento de coleta (35, 56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).....	62

<b>Figura 16</b> Semente de <i>Apuleia leiocarpa</i> . a) Aspecto geral do tegumento com resquício de endosperma aos 98 DAA (→) e o cotilédone compacto (*); b) detalhe do tegumento, mostrando células epidérmicas em paliçada, macroesclereídes (*), osteoesclereídes (➤) e parênquima do tegumento (→); c) osteoesclereídes em detalhe, destaque do espessamento parietal (119 DAA); d) camada subepidérmica corada por safrablau, evidenciando osteoesclereídes aos 119 DAA; e) detalhe da cutícula interna (→) situada entre as osteoesclereídes e o cotilédone em sementes coletadas aos 119 DAA (*); f) cotilédone em detalhe (*); g) cotilédone lacunoso em sementes aos 119 DAA (→) (ST). Barras: a=100im; b, c, d, e, f e g=50µm.....	69
<b>Figura 17.</b> Testes histoquímicos em sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> . a) aspecto geral do tegumento, evidenciando as substâncias fenólicas nas camadas de osteoesclereídes (→); detalhe da segunda linha lúcida aos 98 DAA; b) detalhe da primeira linha lúcida observada nas macroesclereídes (→); c) detalhe da parede periclinal interna das macroesclereídes após reação com cloreto férrico (119 DAA); d) detalhe do cotilédone, evidenciando grãos de amido (98 DAA) (→); e) Detalhe do cotilédone, evidenciando gotas de óleo (1xii9 DAA) (→) (ST) Barras: a= 100µm; b, c, d e, e= 50µm.....	70
<b>Figura 18</b> Teor de água das sementes intactas de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do período de embebição.....	88
<b>Figura 19</b> Teor de água de sementes de <i>A. leiocarpa</i> , de três lotes (dez/01, dez/02 e dez/03) sem escarificação (a) e com escarificação (b), em função do período de embebição.....	103
<b>Figura 20</b> Dados médios, em porcentagem de teor de água das sementes de <i>A. leiocarpa</i> aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23% (♦), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■) .....	117
<b>Figura 21</b> Dados médios, da massa média seca de sementes de <i>A. leiocarpa</i> aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento.....	118
<b>Figura 22</b> Dados médios da porcentagem de germinação de sementes de <i>A. leiocarpa</i> aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (♦), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■).....	122
<b>Figura 23</b> Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deformadas aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento, obtidas a partir do teste de germinação de sementes de <i>A. leiocarpa</i> , tratadas (♦) ou não (○) com fungicida.....	123
<b>Figura 24</b> Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deterioradas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de <i>A. leiocarpa</i> aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (♦), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem	

de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)..... 124

**Figura 25** Dados médios em porcentagem de sementes mortas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)..... 125

**Figura 26** Dados médios em porcentagem de sementes mortas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa*, aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento, sem (◆) ou com (○) tratamento químico..... 125

**Figura 27** Dados médios em porcentagem de sementes não germinadas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses. armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) ou com (b) tratamento químico 126

**Figura 28** Dados médios do índice de Velocidade de Germinação (IVG) calculado a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses. armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) ou com (b) tratamento químico 130

**Figura 29** Dados médios em porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 118 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)..... 131

**Figura 30** Dados médios do comprimento de plântulas normais, obtido a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento, sem (◆) ou com (○) tratamento químico..... 132

**Figura 31** Dados médios da massa seca de plântulas normais obtidos a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento..... 132

**Figura 32** Dados médios em porcentagem da emergência de plântulas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob a temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18%

(▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) ou com (b) tratamento químico..... 136

**Figura 33** Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deformadas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) ou com (b) tratamento químico..... 137

**Figura 34** Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deterioradas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) e com (b) tratamento químico..... 138

**Figura 35** Dados médios em porcentagem de sementes mortas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses. armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) e com (b) tratamento químico..... 139

**Figura 36** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Aspergillus spp.* identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento..... 143

**Figura 37** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Fusarium spp.* aos 0, 6, 12 e 18 meses, identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)..... 143

**Figura 38** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Penicillium spp.* identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, 1) armazenadas em embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de

18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■).....	144
<b>Figura 39</b> Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por <i>Cladosporium spp.</i> identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de <i>A. leiocarpa</i> aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento.....	144
<b>Figura 40</b> Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por <i>Ryzophus spp.</i> identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de <i>A. leiocarpa</i> aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento.....	145
<b>Figura 41</b> Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por fungos sem identificação observados no teste de sanidade conduzido com sementes de <i>A. leiocarpa</i> aos 0,6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■).....	145

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Resumo da análise química do solo coletado nos dois locais na REBIO Tinguá.....	35
<b>Tabela 2</b> Dados médios de porcentagem de emissão de raiz primária, germinação e de sementes (mortas e duras) de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003....	65
<b>Tabela 3</b> Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem para sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.....	66
<b>Tabela 4</b> Dados médios de porcentagem de germinação, de plântulas anormais deformadas e de sementes (mortas e duras) de <i>Apuleia leiocarpa</i> , após os procedimentos para quebra de dormência.....	90
<b>Tabela 5</b> Dados médios do índice de velocidade de germinação (IVG) e da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, obtidos de sementes de <i>A. leiocarpa</i> submetidas a procedimentos para quebra de dormência.....	91
<b>Tabela 6</b> Dados médios de porcentagem de germinação, de plântulas anormais (deformadas, deterioradas) e de sementes (mortas, dormentes e duras) de <i>Apuleia leiocarpa</i> , submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência.....	93
<b>Tabela 7</b> Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, do índice de velocidade de germinação (IVG), do comprimento (cm) e da massa seca de plântulas (g), obtidas de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> , submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência.....	94
<b>Tabela 8</b> Dados médios de teor de água (%), de massa média seca (g) e de massa média de mil sementes (g) de <i>Apuleia leiocarpa</i> com coloração marrom claro e marrom escuro.....	95
<b>Tabela 9</b> Dados médios das porcentagens de germinação e de plântulas anormais deterioradas com coloração marrom claro e marrom escuro, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.....	96
<b>Tabela 10</b> Dados médios das porcentagens de sementes mortas, dormentes e duras, com coloração marrom claro e marrom escuro, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.....	96
<b>Tabela 11</b> Dados médios da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), obtidos de sementes de coloração marrom claro e marrom escuro após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.....	97
<b>Tabela 12</b> Dados médios da porcentagem, em peso, de sementes retidas em peneira de crivo circular com 6.35, 5.66, 4.76, 4.00, 3.36, 2.83, 2.38 mm de diâmetro.....	97
<b>Tabela 13</b> Dados médios de porcentagem de germinação de plântulas anormais (deformadas e deterioradas), obtidas de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> de diferentes tamanhos após terem sido submetidas (CE) ou não a escarificação (SE)...	99
<b>Tabela 14</b> Dados médios de porcentagem de sementes (mortas, dormentes e duras), obtidas no teste de germinação conduzido com sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> de diferentes tamanhos após terem sido submetidas (CE) ou não à escarificação (SE)...	99

<b>Tabela 15</b> Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de diferentes tamanhos, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação..	100
<b>Tabela 16</b> Dados médios do comprimento e massa seca de plântulas, obtidas a partir da germinação de sementes de diferentes tamanhos, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.....	100
<b>Tabela 17</b> Dados médios, em porcentagem, de plântulas anormais deterioradas obtidos de sementes de <i>A. leiocarpa</i> , com (CF) ou sem fungicida (SF) em seis condições de conservação. (1), embalagem de papel sob geladeira (2), embalagem de polietileno sob câmara climatizada (3), embalagem de papel sob câmara climatizada (4), embalagem de polietileno sob ambiente de laboratório (5) e embalagem de papel sob ambiente de laboratório (6) .....	124
<b>Tabela 18</b> Dados médios, em porcentagem, de sementes não germinadas obtidos a partir do teste de germinação conduzido com sementes de <i>A. leiocarpa</i> , aos 0, 6, 12 e 18 meses armazenadas em embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (6), sem SF ou com (CF) tratamento químico....	127
<b>Tabela 19</b> Dados médios do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), obtido a partir do teste de germinação conduzido com sementes de <i>A. leiocarpa</i> , aos 0, 6, 12 e 18 meses armazenadas em embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (6). Sem (SF) ou com (CF) tratamento químico.	131
<b>Tabela 20</b> Dados médios, em porcentagem, de plântulas normais , plântulas anormais (deformadas e deterioradas) obtidos no teste de emergência em areia conduzido com sementes de <i>A. leiocarpa</i> , tratadas com (CF) ou sem fungicida (SF) armazenadas em embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (6) .....	140
<b>Tabela 21</b> Dados médios, em porcentagem, de sementes mortas obtidos a partir do teste de emergência em areia realizado com sementes de <i>A. leiocarpa</i> , aos 0, 6, 12 e 18 meses tratadas com (CF) ou sem fungicida (SF), armazenadas em embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (5).....	141

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	21
2. OBJETIVOS GERAIS.....	23
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO I MATURAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
1. INTRODUÇÃO.....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1 Localização e caracterização da área de coleta.....	32
2.2 Seleção, marcação de matrizes e coleta de sementes.....	32
2.3 Recebimento do material.....	32
2.4 Coleta de dados.....	33
2.4.1 Caracterização física dos frutos e sementes.....	33
2.4.2 Avaliação fisiológica.....	33
2.4.2.1 Teste de Germinação.....	33
2.4.2.2 Teste de vigor.....	33
2.4.3 Anatomia de sementes.....	34
2.4.4 Procedimento estatístico.....	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.1 Características edafoclimáticas do local de coleta.....	35
3.1.1 Solo.....	35
3.1.2 Clima.....	35
3.2 Caracterização física dos frutos e sementes.....	37
3.3 Caracterização fisiológica das sementes.....	63
4. CONCLUSÕES.....	71
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
CAPÍTULO II. FATORES EXTRÍNSECOS ÀS SEMENTES DE <i>Apuleia leiocarpa</i> QUE AFETAM A SUA GERMINAÇÃO E O VIGOR.....	76
RESUMO.....	77
ABSTRACT.....	78
1. INTRODUÇÃO.....	79
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	82
2.1 Ensaio realizados com o Lote 1.....	82
2.1.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	82
2.1.2 Avaliação dos procedimentos para quebra de dormência de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	82

2.2 Ensaio realizado com o Lote 2.....	83
2.2.1 Avaliação dos procedimentos para quebra de dormência de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	83
2.2.2 Influência da coloração do tegumento na germinação e no vigor de sementes..	84
2.2.3 Efeito do tamanho de sementes de garapa na germinação e no vigor.....	85
2.3 Ensaio realizado com os lotes 1, 2 e 3.....	86
2.3.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> provenientes de três lotes distintos.....	86
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
3.1 Ensaio realizado com o Lote 1.....	87
3.1.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	87
3.1.2 Avaliação de métodos para quebra de dormência em sementes de <i>Apuleia leiocarpai</i> .....	88
3.2 Ensaio realizado com o Lote 2.....	91
3.2.1 Avaliação dos procedimentos para quebra de dormência de sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	91
3.2.2 Influência da coloração do tegumento na germinação de sementes.....	95
3.2.3 Avaliação do tamanho de sementes de garapa na germinação e no vigor.....	97
3.3 Ensaio realizado com os lotes 1, 2 e 3.....	100
3.3.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> .....	100
4. CONCLUSÕES.....	104
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
CAPÍTULO III. GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES ARMAZENADAS DE <i>Apuleia leiocarpa</i> INFLUENCIADAS PELO TRATAMENTO QUÍMICO.....	108
RESUMO.....	109
ABSTRACT.....	110
1. INTRODUÇÃO.....	111
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	115
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	116
3.1 Avaliação do teor de água e massa média seca das sementes.....	116
3.2 Teste de germinação.....	118
3.3 Testes de vigor.....	127
3.4 Índice de Velocidade de germinação, comprimento e massa média seca de plântulas.....	127
3.5 Emergência em areia.....	133
3.6 Teste de sanidade.....	141
4. CONCLUSÕES.....	146
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	150

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas as florestas tropicais vêm desaparecendo com uma rapidez alarmante e isto se deve direta ou indiretamente ao aumento da ocupação demográfica pelo homem. Esta ocupação causa o aumento do uso das terras e geralmente este uso se traduz em sistemas de manejo florestal e agropecuário que eliminam quase a totalidade da diversidade biológica das florestas (ALMEIDA & SOUZA, 1997).

A Mata Atlântica, representante de um desses ecossistemas, foi alvo de diferentes modos de ocupação humana conforme os ciclos econômicos e aspectos culturais e étnicos (NEVES et al., 1999). Com cerca de 93% da cobertura original destruída e 80 % destes remanescentes localizados em propriedades privadas, seus recursos florestais são ainda alvo do extrativismo predatório, que vai da coleta seletiva de produtos não madeireiros, passando pela exploração de produtos madeireiros, à substituição do uso da terra pela agropecuária (MMA, 1998).

Para impedir o desaparecimento de várias espécies ocorrentes neste ecossistema, previsto para as próximas décadas, faz-se necessário o estabelecimento de programas econômicos e ecológicos, com vista à racionalização de seu uso e, paralelamente, métodos de conservação (*in situ* ou *ex situ*), que garantam sua sobrevivência, distribuição e regeneração para disponibilização destes recursos no futuro. Por outro lado, a insuficiência de informações sobre as técnicas adequadas de conservação voltadas para as espécies nativas constitui-se em fator limitante para a utilização destas espécies em programas de restauração ambiental e recuperação de áreas degradadas.

A escolha de sementes, com qualidade física, fisiológica e genética, constitui a base indispensável para a formação de uma floresta capaz de responder às demandas, cada vez maiores, que têm sido alocadas na direção deste precioso recurso natural, sendo que a tecnologia adotada para a produção e o beneficiamento de sementes é uma das principais referências atreladas a este preceito (IPEF, 2003).

A obtenção de sementes, envolve o conhecimento dos processos fenológicos visando determinar as épocas de produção e de colheita de sementes. evitando-se, que estas permaneçam no campo após a maturidade fisiológica, sendo expostas as variações climáticas e ao ataque de pragas e patógenos (FIGLIOLIA & PIÑA-RODRIGUES, 1995). Além disso, frente a necessidade urgente da recomposição da vegetação nativa ou recuperação de áreas desmatadas, a compreensão da biologia reprodutiva, ou seja, do modo como as espécies se reproduzem na natureza, também é de grande importância, para que esta recomposição possa ser realizada de forma racional (VIEIRA & FERNANDES, 1997).

As pesquisas na área de tecnologia de sementes com espécies florestais nativas têm sido incrementadas nos últimos anos. No entanto, devido a grande diversidade de espécies e de ecossistemas as informações silviculturais a respeito destas espécies, são ainda insuficientes (BORGES et al., 1979; BORGES et al., 1980; CARVALHO et al., 1980; SOUZA & LIMA, 1985; AGUIAR & BARCIELA, 1986; BARRUETO et al., 1986; BARBOSA et al., 1992; BIANCHETTI et al., 1995; MARTINS & SILVA, 1997; NICOLOSO et al., 1997; CORVELLO et al., 1999; LEONHARDT et al., 2001; NICOLOSO et al., 2001; PEREIRA & MANTOVANI, 2001; FORTUNATO & NICOLOSO, 2004), entre outros.

Portanto, são de importância relevante, os estudos que envolvam investigações sobre os fatores que interferem no desempenho das sementes, o momento de coleta, os

procedimentos para armazenamento de sementes e para avaliação da qualidade das sementes a serem utilizadas na produção de mudas de espécies florestais tropicais.

*Apuleia leiocarpa* é uma leguminosa arbórea da sub-família Caesalpinoideae, característica da Floresta Pluvial Atlântica, que apresenta ampla dispersão na América do Sul, ocorrendo desde alguns estados do Nordeste brasileiro até o Rio Grande do Sul, estendendo-se ao leste do Paraguai e a Província Misiones na Argentina.

Esta espécie tem sido valorizada, pois sua madeira possui múltiplos usos, devido as suas propriedades mecânicas e durabilidade natural, sendo utilizada principalmente na construção civil externa e interna, na marcenaria, na cutelaria e como matéria prima para estacas, vigas, postes, tacos, dormentes, caibros e outros (REITZ et al., 1983; CARVALHO, 1992). Além disso, devido a alta concentração de tanino na casca (24 %) também tem sido aproveitada na indústria de curtume (REITZ et al., 1983). RUPPELT et al. (1991) verificaram atividade anti-inflamatória e anti-ofídica em extrato de folhas secas e frescas. MUÑOZ et al. (2000), avaliando atividades fitoterápicas para cura dos sintomas da malária obtiveram resultados favoráveis com a espécie.

Esta leguminosa, conhecida popularmente como garapa, vem sendo extraída de forma maciça, e suas populações naturais estão sofrendo diminuição significativa (NICOLOSO et al., 1997; LELES et al., 1998; NICOLOSO et al., 2000). No entanto, a espécie não tem sido incluída nos programas de restauração e de manejo de espécies florestais tropicais, pois apresenta crescimento lento e dificuldades para germinar devido a dormência tegumentar (CARVALHO, 1992; NICOLOSO et al., 1997; LORENZI, 2000). Soma-se a este fato, a irregularidade na produção de frutos, alternando anos de baixa e alta produtividade (LORENZI, 2000).

A espécie tem sido citada em trabalhos com inventário florístico e fitossociológico, como sendo importante na composição estrutural de florestas, pois apresenta destaque entre as espécies com maiores índices de valor de importância e maiores densidades. Estes resultados indicam sua importância para composição das florestas onde ocorre (MEIRA-NETO et al., 1997; MEIRA-NETO & MARTINS, 2000).

Alguns estudos já foram desenvolvidos com garapa, como os relacionados a quebra de dormência das sementes (REIS et al., 1980; SOUZA et al., 1994; BIANCHETI et al., 1995; NICOLOSO et al., 1997), e a produção e estabelecimento de mudas (LELES et al., 1998; NICOLOSO et al., 1999; NICOLOSO et al., 2000).

No entanto estudos sobre maturação, armazenamento de sementes e fisiologia da germinação ainda não foram realizados. Tais estudos são de importância estratégica, pois permitem gerar informações traçar estratégias para a conservação de sementes da espécie.

## **2 OBJETIVOS GERAIS**

- Acompanhar a maturação das sementes de *Apuleia leiocarpa*;
- Avaliar o comportamento das sementes durante o armazenamento;
- Analisar os fatores intrínsecos às sementes que afetam sua qualidade fisiológica.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.B.; BARCIELA, F.J.P. Maturação de sementes de cabreúva. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 63-71, 1986.
- AMARAL, L.I.V.; PEREIRA, M.F.D.A.; CORTELAZZO, A.L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*, **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.2, n. 3, p. 1-13, 2000.
- BARBOSA, J.M.; AGUIAR, I.B.; SANTOS, S.R.G. Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 665-78, 1992.
- BARRUETO, L.P.; PEREIRA, J.P.; NEVES, M.A. Influência da maturação fisiológica e do período entre a coleta e o início do armazenamento sobre a viabilidade de sementes de seringueira (*Hevea spp.*). **Turrialba**, Costa Rica, v. 36, n. 1, p. 65-75, 1986.
- BIANCHETTI, A.; MARTINS, E.G.; FOWLER, J.A.P.; RAMOS, A.; ALVES, V.F. Tratamentos pré-germinativos para sementes de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Comunicado Técnico. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisas de Florestas**, Colombo, PR, n. 2, 1p., 1995.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, C.G. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. Provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 45-47, 1979.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; TELES, F.F.F. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelha-de-negro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.2, p. 29-32, 1980.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência Tecnologia e produção**. 4 ec. Jaboticabal: FUNEP, 588p., 2000.
- CONSÓRCIO MATA ATLÂNTICA **Reserva da Biosfera Mata Atlântica: Plano de ação**. Universidade Estadual de Campinas, v. 1, 1992.
- CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 23-27, 1999.
- FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA-RODRIGUES, P.C.M.. **Manejo de Sementes de Espécies Florestais**. Instituto Florestal, São Paulo, Série Registros, n. 15, p. 1-56, 1995.
- FORTUNATO, R.P.; NICOLOSO, F.T. Toxidez de alumínio em plântulas de grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.89-95, 2004.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE/INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL. **Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995**. São Paulo, 1998.
- GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A Secagem de Sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.89-95, 2004.
- IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. ESALQ/USP. Piracicaba, Consulta: 25/08/2003. Site:www.ipef.br/tecsementes.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**. Piracicaba, p. 41-42, 1989.
- LELES, P.S. dos S.; CARNEIRO, J.G. de A.; BARROSO, D.G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

- LEONHARDT, C.; TILLMARM, M. A.A; VILLELA, F.A.; MATTEI, V.L. Maturação fisiológica de sementes de tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke – Verbenaceae, no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 100-107, 2001.
- MARTINS, S.V.; SILVA, D.D. Maturação e época de coleta de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 96-99, 1997.
- MEIRA-NETO, J.A.A., MARTINS, F.R. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 151-160, 2000.
- MEIRA-NETO, J.A.A.; SOUZA, A.L.; SILVA, A.F.; PAULA, A. Estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em área diretamente afetada pela usina hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 213-219, 1997.
- MUÑOZ, V; SAUVAIN, M; BOURDY, G; CALLAPA, J; BERGERON, S; ROJAS, I; BRAVO, J A; BALDERRAMA, L; ORTIZ, B; GIMENEZ, A; DEHARO, E. A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach. Part I. Evaluation of the antimalarial activity of plants used by the Chacobo Indians. **Journal of Ethnopharmacology**, Leiden, v. 69, n. 2, p. 127-37, 2000.
- NICOLOSO, F.T.; GARLET, A. ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeito de métodos de escarificação na superação de dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n. 3, p. 419-424, 1997.
- NICOLOSO, F.T.; ZANCHETTI, F.; GARLET, A.; FOGAÇA, M.A. de F. Exigências nutricionais de Grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) em solo podzólico vermelho amarelo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 225-231, 1999.
- NICOLOSO, F.N.; FOGAÇA, M.A.F.; ZANCHETTI, F. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em argissolo vermelho distrófico. 1 Efeito da adubação NPK. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1-8, 2001.
- PEREIRA, T.S. **Ecologia de *Miconia cirmamomifolia* (D.C.) Naudin – jacatirão, na sucessão secundária da Mata Atlântica**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeiras do Rio Grande do Sul, **Sellowia**, Itajaí, n.34/35, p. 1-525, 1983.
- RUPPELT, B M; PEREIRA, E F; GONÇALVES, L C; PEREIRA, N A Pharmacological screening of plants recommended by folk medicine as anti-snake venom--I. Analgesic and anti-inflammatory activities **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 86, suplemento 2, p. 203-205, 1991.
- SOS MATA ATLÂNTICA **Domínios da Mata Atlântica**. Disponível: site SOS Mata Atlântica. URL: <http://www.sosmatatlantica.com.br> (Consultado em 21/02/2005).
- SOUZA, L.A.G. de; VARELA, V.P.; BATALHA, L.F.P. Tratamentos pré-germinativos em sementes florestais da Amazônia: 6 – Muirajuba *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride var. molaris SPR ex Benth. (Leguminosae) **Acta Amazônica**, Manaus, v. 24, n. 1-2, p. 81-89, 1994.
- SOUZA, S.M.; LIMA, P.C.F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, n. 2, p. 93-99, 1985.
- VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Métodos de quebra de dormência de sementes. **Informativo Sementes, Ipef**, Piracicaba, novembro, 1997.

## **CAPÍTULO I**

### **MATURAÇÃO DE SEMENTES DE *Apuleia leiocarpa***

## RESUMO

O objetivo foi estudar a maturação de sementes de *Apuleia leiocarpa*, identificar em que estágio a dormência por impermeabilidade do tegumento se manifesta e que alterações histoquímicas e anatômicas ocorrem nos tecidos da semente durante este processo. As sementes foram coletadas na Reserva Biológica do Tinguá, RJ, em 16 indivíduos previamente selecionados como matrizes. As coletas foram realizadas a partir da antese, no período de agosto a dezembro, nos anos de 2002 e 2003, em intervalos de 21 dias. Em cada coleta foram realizadas a caracterização física e fisiológica dos frutos e das sementes. Por ocasião da avaliação fisiológica, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e vigor, bem como a análise histoquímica. Em 2002 a maturidade fisiológica foi atingida aos 98 DAA apenas em um dos locais e em 2003 a partir dos 119 DAA em ambos os locais, com base nos parâmetros de teor de água, germinação e vigor. O ponto de maturidade fisiológica pode ser caracterizado, quando foi observada na amostra analisada a mudança de coloração dos frutos de verde-amarelo para marrom e o aparecimento da maior proporção de sementes com coloração marrom. O início da dormência por impermeabilidade do tegumento se deu aos 98 DAA no local II e aos 119 DAA no local I nas condições climáticas ocorridas em 2002 e não pode ser detectado em 2003. A presença de macroesclereídes e osteoesclereídes, da segunda linha lúcida e de substâncias fenólicas caracterizam uma barreira mecânica e química que confere às sementes a dormência por impermeabilidade do tegumento.

**Palavras-chave:** Garapa, germinação, anatomia.

## ABSTRACT

Chapter I objective was to study *Apuleia leiocarpa* seed maturation and to identify in which stage the dormancy caused by testa impermeability occurs. Histochemical and anatomical changes over seed tissues were observed as well along maturation process. Seed lots were collected at Tinguá Biological Reserve, state of Rio de Janeiro, Brazil in 16 specific trees which were previously identified and selected as sampling source. The harvests were made in the 2002/2003 crop year between August and December at intervals of 21 days started after anthesis. Each seed lot collected went through physical and physiological analysis on both fruits and seeds. During the physiological evaluation, germination and vigour tests were performed together with histochemical analysis of the seeds. The 2002 crop year study results showed that *A. leiocarpa* seed physiologic maturity was achieved within 98 days after anthesis only in site I. In 2003, it occurred within 119 days after anthesis on both sites, based in water content, germination and vigour tests patterns. The physiological maturity was observed when fruits aspect changes from green-yellow to brown color combined with a higher proportion of brown seeds availability. In the same year (2002), seed dormancy began within 98 days after anthesis in site II and 119 days after anthesis in site I under regular climate conditions. In 2003 dormancy conditions were not able to be determined. The occurrence of macroesclereídes, ostesclereídes, light line and phenolic substances were identified as the mechanical and chemical layer which granted the hardness.

**Key words:** Garapa, germination, anatomy.

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da fertilização, o óvulo fecundado sofre uma série de modificações, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que culminam com a formação da semente madura; este conjunto de transformações compreende a maturação de sementes. O acompanhamento deste processo permite que as sementes sejam colhidas no estágio de máxima qualidade fisiológica, quando já encontram-se desligadas da planta mãe (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

O ponto de maturidade fisiológica pode variar em função da espécie e do ambiente, sendo necessário o estabelecimento de parâmetros que permitam a identificação deste ponto (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993) denominaram estes parâmetros de índices de maturação e os classificaram em massa seca; teor de água; índices visuais, que compreendem as modificações visíveis no aspecto externo dos frutos e das sementes; índice de tamanho, que baseia-se no princípio de que a semente atinge o máximo tamanho na maturidade e densidade aparente, determinada pela relação entre peso e volume dos frutos, usado principalmente para sementes de coníferas. Já AMARAL et al. (2000) denominaram tais características de índices de idade fisiológica. Para CARVALHO & NAKAGAWA (2000), quando analisados em conjunto estes fatores permitem uma estimativa do estágio de maturação das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A massa seca tem sido apontada por alguns autores como um indicador eficiente do estágio de maturidade fisiológica das sementes. CARVALHO et al. (1980) observaram máxima germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens*), quando estas atingiram o máximo conteúdo de matéria seca, identificando assim, o ponto de maturidade fisiológica de sementes da espécie. Também MARTINS & SILVA (1997), estudando a maturação de sementes de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*), constataram que a massa seca foi um dos parâmetros que melhor caracterizou a maturidade fisiológica de sementes das sementes. Em azevém anual, NAKAGAWA et al. (1999) indicaram a correlação negativa da massa seca com o teor de água, como um bom parâmetro para identificar a maturidade fisiológica em sementes desta espécie. SILVEIRA et al. (2002) também indicaram o máximo conteúdo de massa seca como indicador de maturidade para sementes de calêndula (*Calendula officinalis*).

O teor de água das sementes durante a maturação varia de acordo com a espécie e as condições climáticas, sendo reduzido até entrar em equilíbrio higroscópico com o ambiente, quando fica oscilando de acordo com os valores de umidade relativa do ar (PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR 1993). Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000) as sementes apresentam teor de água em torno de 80%, logo após a sua formação, em seguida inicia-se uma fase de lento decréscimo, após esta fase ocorre uma rápida desidratação, sendo que esta fase normalmente coincide com o máximo conteúdo de massa seca.

Estudando a maturação de sementes orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*), BORGES et al (1980) constataram que quando a massa seca manteve-se constante, o teor de água sofreu uma rápida diminuição. Observando esta relação, os autores sugeriram que o teor de água fosse utilizado como parâmetro para o estabelecimento do ponto de coleta das sementes. As sementes de cabreúva (*Miroxylon balsamum*) seguiram este mesmo padrão, atingindo máximo conteúdo de massa seca aos 110 dias após o florescimento, período que coincidiu com o início da aceleração da diminuição dos níveis de teor de água das sementes (AGUIAR & BARCIELA, 1986). Em angico (*Anadenanthera*

*macrocarpa*), o teor de água das sementes também manteve-se elevado (70-60%), até que estas atingissem máximo acúmulo de massa seca, sofrendo logo após esta fase uma rápida desidratação, atingindo o valor de 13,26% (SOUZA & LIMA, 1985). AMARAL et al. (2000) observaram o mesmo padrão de dessecação para sementes de urucum (*Bixa orellana*).

Como índice visual, a mudança de coloração de frutos e sementes tem sido considerada por alguns autores como um parâmetro adequado para a determinação da maturidade fisiológica de sementes (SOUZA & LIMA, 1985; AGUIAR & BARCIELA, 1986; NAKAGAWA, 1999; AMARAL et al., 2000; LEONHARDT et al., 2001 e SILVEIRA et al., 2002.)

Em angico (*Anadenanthera macrocarpa*), a mudança de coloração dos frutos juntamente com a massa verde e o índice de velocidade de germinação, foram considerados por SOUZA & LIMA (1985), como as características que melhor caracterizaram o ponto de maturidade fisiológica de sementes da espécie. AGUIAR & BARCIELA (1986) ressaltaram a mudança de coloração dos frutos e de sementes de cabreúva (*Myroxylon balsamum*) como indicador da maturidade fisiológica de suas sementes. NAKAGAWA et al. (1999) estudando a maturação de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum*), concluíram que a maturidade fisiológica das sementes foi atingida quando predominavam as espigas de coloração amarelo-palha, juntamente com teor de água em torno de 35%. Já em tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense*), a mudança de coloração dos cálices dos frutos para verde-pardacenta e marrom foi considerada como indicativo do ponto ideal para a coleta de sementes (LEONHARDT, 2001). SILVEIRA et al. (2002), acompanhando a maturação de sementes de calêndula (*Calendula officinalis*), concluíram que a coleta de sementes poderia ser realizada com base na mudança de coloração de verde para creme.

Apesar deste parâmetro constituir um dado subjetivo, que pode variar em função do observador, pode ser considerado associado a outras características para a determinação do ponto ideal de coleta de sementes, principalmente para espécies florestais, já que pode ser facilmente identificado no campo (PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR 1993).

Quanto ao tamanho das sementes, alguns autores observaram que estas podem aumentar suas dimensões rapidamente, atingindo o máximo em um período relativamente curto quando comparado à duração total do tempo de maturação. CARVALHO & NAKAGAWA (2000) explicam este rápido crescimento como resultado da multiplicação e desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva, sendo este tamanho máximo mantido até o início do período da rápida desidratação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens*) atingiram seu máximo tamanho 50 dias após o florescimento, enquanto a maturidade fisiológica foi constatada aos 71 dias (CARVALHO et al., 1980). Em cabreúva (*Miroxylon balsamum*), as sementes alcançaram seu tamanho máximo 48 dias antes do ponto de maturidade fisiológica (AGUIAR & BARCIELA, 1986). MOZAMBANI et al. (1993) constataram que as sementes de crotalária (*Crotalaria juncea*) atingiram seu tamanho máximo aos 93 dias após o florescimento e a maturidade fisiológica somente aos 182 dias.

Os fatores genéticos e ecológicos apresentam importância determinante no ponto de maturidade, mas a temperatura e a umidade relativa do ar têm sido relatados como de igual importância neste processo (PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993).

A partir da maturidade fisiológica a qualidade das sementes decresce, dependendo das condições climáticas, principalmente temperatura e umidade relativa do ambiente no qual ficam expostas, até o momento da colheita. Este processo de envelhecimento se deve as mudanças bioquímicas e fisiológicas que passam a ocorrer após o ponto de maturidade (GARCIA et al., 2004).

Além da perda de vigor pelo envelhecimento das sementes no campo, o atraso na coleta pode facilitar a perda da produção pelo ataque de insetos e pelo início do período de dispersão em sementes provenientes de frutos deiscetes (BORGES & BORGES, 1979).

Além do estabelecimento do momento ideal de coleta (AGUIAR & BARCIELA, 1986; BARRUETO et al., 1986; BARBOSA et al., 1992; SILVA & AGUIAR, 1999; PEREIRA & MANTOVANI, 2001), os estudos de maturação fisiológica podem ser utilizados para verificar em que estágio de desenvolvimento das sementes se iniciam alguns tipos de dormência. Em algumas espécies, durante a fase do dessecação, os tecidos do tegumento das sementes tornam-se impermeáveis a água (AMARAL et al., 2000), esta dormência geralmente apresenta-se somente quando é atingida a maturidade fisiológica (PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993), sendo comum em sementes da família Leguminosae (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982).

A dormência por impermeabilidade do tegumento pode ser ecologicamente interpretada como um mecanismo de sobrevivência da espécie, que permite às sementes permanecerem no banco de sementes do solo após o período de dispersão, até que ocorram condições adequadas para a sua germinação e estabelecimento (ACUÑA & GARWOOD, 1987; BASKIN & BASKIN, 2000).

BORGES et al. (1980) estudando a maturação de sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*), observaram o aparecimento da dormência por impermeabilidade do tegumento aos 45 dias após a antese. Em sementes de urucum (*Bixa orellana*), a dormência tegumentar foi constatada a partir dos 90 dias após a antese e aos 105 dias as sementes apresentavam-se totalmente impermeáveis (AMARAL et al., 2000). Também em sementes de *Apuleia leiocarpa*, BIANCHETTI et al. (1995) e NICOLOSO et al. (1997) constataram a presença de dormência tegumentar.

A literatura apresenta grande número de trabalhos sobre maturação que foram desenvolvidos com culturas de ciclo curto, tais como, crotalária (*Crotalaria Juncea*) (MOZAMBANI, 1993), zínia (*Zirnia elegans*) (GUIMARÃES et al., 1998), couve (*Brassica oleracea*) (JALINK et al., 1998), azevém-anual (*Lolium multiflorum*) (NAKAGAWA et al., 1999), calêndula (*Calendula officinalis*) (SILVEIRA et al., 2002), entre outros. No entanto, devido a grande diversidade de espécies arbustivas e arbóreas em nossas florestas, os trabalhos sobre maturação desenvolvidos até o momento atual abrangem um pequeno número destas. Podendo-se atribuir esta constatação a dificuldade para coleta de sementes e ao período necessário para a maturação destas espécies, que geralmente é mais longo quando comparado ao das culturas de ciclo curto (BORGES & BORGES 1979; BORGES et al., 1980; SOUZA & LIMA, 1985; AGUIAR & BARCIELA, 1986; MARTINS & SILVA, 1997; CORVELLO et al., 1999; COSTA et., 2001; LEONHARDT et al., 2001; PEREIRA & MANTOVANI, 2001).

Torna-se então necessário o incremento de estudos nesta área visando gerar informações que auxiliem no manejo e conservação das áreas naturais, como também no uso dos recursos naturais de forma racional e sustentável.

Diante do que foi apresentado, o objetivo deste estudo foi avaliar a maturação de sementes de *Apuleia leiocarpa*, identificar o estágio de maturação em que a dormência por impermeabilidade do tegumento se manifesta e quais as alterações histoquímicas e anatômicas ocorrem nos tecidos da semente durante este processo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e Caracterização da Área de Coleta

Os experimentos foram conduzidos na Reserva Biológica do Tinguá (REBIO Tinguá), ao longo da estrada do Macuco (Local I) e ao longo da estrada do Barrelão/Reunião (Local II). Esta reserva está localizada no estado Rio de Janeiro, abrangendo os municípios de Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Petrópolis, Miguel Pereira e Vassouras.

Esta unidade de conservação foi criada em 23 de maio de 1989, pelo decreto lei no 97.97.780, apresentando uma área de 26.000 ha, situada na Serra do Mar do estado do Rio de Janeiro entre os paralelos 22° 28' e 22° 39' de latitude S e os meridianos 43° 13' e 43° 34' de longitude W Gr. A vegetação é representativa do ecossistema de Mata Atlântica, e apresenta remanescentes ainda intactos desta formação (IBAMA, 2000).

Os solos que ocorrem na região são do tipo cambissolo, latossolo vermelho-amarelo, vermelho-escuro distrófico e podzólico vermelho-amarelo distrófico (IBAMA, 2000).

A análise química do solo para a caracterização da área amostral foi realizada pelo Laboratório de análise de Solos da Embrapa/ Agrobiologia, situado no município de Seropédica, RJ. Para tal foram retiradas aleatoriamente cinco amostras de solo de cada local de coleta na profundidade de 0-20 cm. Foram dosados os teores de  $Al^{-3}$ ,  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  trocáveis, P e K disponíveis e pH do solo de acordo com EMBRAPA (1979).

### 2.2 Seleção, Marcação de Matrizes e Coleta de Sementes

A seleção e marcação de matrizes foi realizada em 16 indivíduos, localizados na REBIO Tinguá, no Local I e no Local II. A escolha destas matrizes foi realizada com base na produção abundante de flores e no estado sanitário das árvores, de acordo com FIGLIOLIA & PINA RODRIGUES (1995).

As coletas foram realizadas a partir da antese, no período de agosto a dezembro dos anos de 2002 e 2003, em intervalos de 21 dias, usando-se tesoura de poda alta e procurando-se retirar a mesma quantidade de frutos de cada árvore matriz. No ano de 2002, foram realizadas nos dias 27/08, 18/09, 09/10, 01/11, 22/11, 13/12 e no ano de 2003, nos dias 26/08, 23/09, 14/10, 04/11, 25/11, 16/12. Todas com base em acompanhamento visual realizado no ano de 2001.

### 2.3 Recebimento do Material

Os frutos, coletados no local I e no local II, denominados de lote I e lote II, respectivamente foram levados para o Laboratório de Análise de Sementes, situado no Instituto de Agronomia da UFRRJ, Seropédica/RJ. Estes foram armazenados em sacos de polietileno de 0,08 mm de espessura, durante o período máximo de 18 horas, em câmara climatizada com temperatura média do ar de  $18 \pm 2^{\circ}C$  e  $50 \pm 5\%$  de umidade relativa do ar, até o início dos testes.

## **2.4 Coleta dos Dados**

### **2.4.1 Caracterização física dos frutos e sementes**

O teor de água das sementes foi realizado pelo método de estufa  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas com base em BRASIL (1992), utilizando-se quatro sub-amostras de 25 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem. A avaliação da massa seca das sementes foi realizada em conjunto com o teor de água, após a secagem em estufa, devido a reduzida quantidade de sementes disponíveis para o teste.

Em seguida, de cada lote, foram retiradas seis amostras, contendo cinco frutos para caracterização física. Os frutos foram classificados por coloração (FV - frutos verdes, FVA - frutos verde-amarelo, FP - frutos marrons) e avaliados quanto ao comprimento e largura, com auxílio de régua graduada. Posteriormente, foram submetidos ao beneficiamento manual para a extração das sementes. Estas foram divididas em seis sub-amostras de cinco sementes, que foram mensuradas quanto ao comprimento, largura e espessura, com auxílio de paquímetro digital, quantificadas quanto a porcentagem de sementes sadias por fruto (sementes livre de danos), classificadas por coloração (VB - verde brilhante, VO - verde opaco, VA - verde amarelo e M - marrom), e submetidas as determinações da massa média de mil sementes (Brasil, 1992).

### **2.4.2 Avaliação fisiológica**

#### **2.4.2.1 Teste de Germinação**

Para cada lote, oito sub-amostras de 25 sementes foram distribuídas em papel germitest umedecido com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. Após a confecção dos rolos de papel, estes foram acondicionados separadamente em sacos de polietileno, reduzindo desta forma, a contaminação e a perda de água. As sementes foram mantidas em estufas tipo B.O.D., ajustadas com fotoperíodo de 8 horas luz, a  $30^\circ\text{C}$ . Os parâmetros avaliados foram porcentagem de plântulas normais (plântulas com todas as estruturas presentes), de plântulas anormais (plântulas com ausência de alguma estrutura e contaminadas por fungos ou bactérias) sementes mortas (sementes que embeberam e apresentavam-se contaminadas por fungos e bactérias) e de sementes duras (sementes intactas, que não sofreram embebição), com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). As análises foram realizadas aos seis e 10 dias após a instalação do experimento.

#### **2.4.2.2 Teste de vigor**

Em conjunto com o teste de germinação, foi realizada a avaliação da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, com base em VIEIRA & CARVALHO (1993).

### **2.4.3 Anatomia de sementes**

Esta avaliação foi realizada no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UFRRJ.

Para o acompanhamento da formação e desenvolvimento dos tecidos, durante o processo de maturação, foram coletadas amostras de frutos de três matrizes selecionadas. Essas coletas foram realizadas semanalmente de agosto a dezembro de 2002. As amostras coletadas foram fixadas em F.A.A. 70° GL (JOHANSEN, 1940) ou álcool 70° GL (JENSEN, 1962), ainda na área de estudo.

Em uma segunda etapa, as sementes foram seccionadas transversalmente (ST) com auxílio do micrótomo de Ranvier, para confecção de lâminas semipermanentes. Os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio, lavados em água destilada e neutralizados em água acética a 1:500, e novamente lavados. Para a coloração, foram utilizados os corantes azul de astra (2%) e safranina (0,5%), diluídos em água (BUKATSCH, 1972). Após este procedimento, as secções foram montadas em glicerina a 50% (STRASSBURGER, 1924) e as lâminas lutadas com esmalte incolor.

Em 2003, foram coletadas amostras de frutos das matrizes selecionadas para a realização dos testes histoquímicos. Estes testes foram conduzidos com sementes frescas seccionadas, manualmente com o auxílio de uma lâmina de barbear e os cortes foram expostos aos reagentes: Foram utilizados Sudan IV, para evidenciar gotas lipídicas e reconhecer as paredes cutinizadas e suberificadas (FOSTER, 1949); solução alcoólica de floroglucina em meio ácido para evidenciar lignina nas paredes celulares (JOHANSEN, 1940; STRASSBURGER, 1924); lugol para evidenciar grãos de amido (LANGERON, 1949) e cloreto férrico (JOHANSEN, 1940) para evidenciar a presença de substâncias fenólicas. As fotomicrografias foram obtidas no microscópio Olympus CH30, em diferentes combinações ópticas.

### **2.4.4 Procedimento estatístico**

O delineamento experimental utilizado foi em parcela subdividida, com quatro repetições, sendo as parcelas representadas por dois locais e as sub-parcelas pelos quatro momentos de coleta.

Inicialmente foi verificada a possibilidade de realização da análise conjunta. Em seguida, foi feita a opção para a realização da análise e interpretação dos resultados por ano de coleta. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância. Para isto, foram realizados os testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e de Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Em seguida, foi realizada a análise de regressão e teste de Tukey a 5 %, para comparação das médias (GOMES, 1966).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características Edafoclimáticas do Local de Coleta.

##### 3.1.1 Solo

As características químicas do solo dos dois locais de coleta, estão apresentadas na Tabela 1. As concentrações verificadas para os nutrientes, mantiveram-se praticamente iguais entre os dois locais de coleta, com exceção das dosagens de fósforo (P) e potássio (K). Os teores de P disponível e K podem ser considerados satisfatórios para o crescimento de *A. leiocarpa*, já que a espécie encontra-se bem representada nos dois locais de coleta, como foi constatado por RODRIGUES (1996) em estudo sobre a composição florística e estrutura fitossociológica da REBIO Tinguá.

Segundo NICOLOSO et al. (2001), esta espécie é muito exigente em fósforo e mediamente exigente em potássio e nitrogênio na fase inicial de crescimento, quando cultivada em Argissolo Vermelho distrófico.

As amostras de solo dos locais I e II apresentaram em média pH variando de 4,0 a 4,1, indicando caráter ácido e uma tendência a álico, justificado pelas concentrações de alumínio, de acordo com SALOMON et al. (2003) e SILVA & CARVALHO (2004). FORTUNATO & NICOLOSO (2004) em estudo sobre a avaliação da toxidez por alumínio em plântulas de *Apuleia leiocarpa* constataram que a espécie apresentou tolerância à alta disponibilidade deste metal, que é um dos principais fatores limitantes à produção vegetal em solos ácidos.

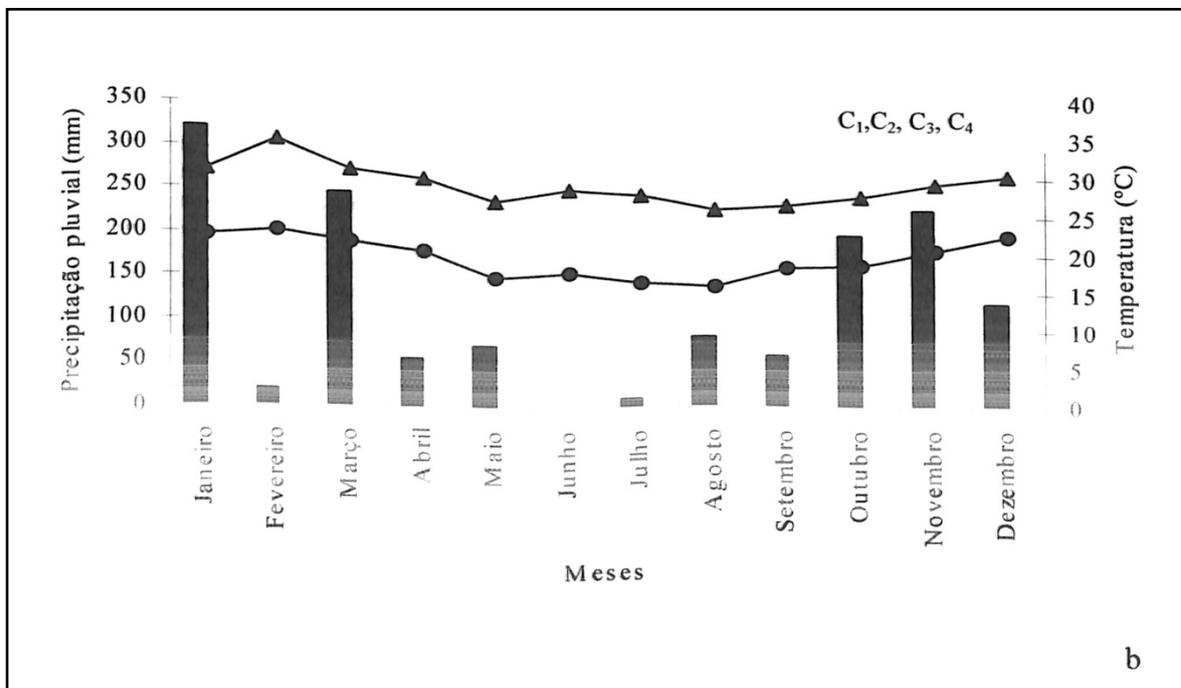
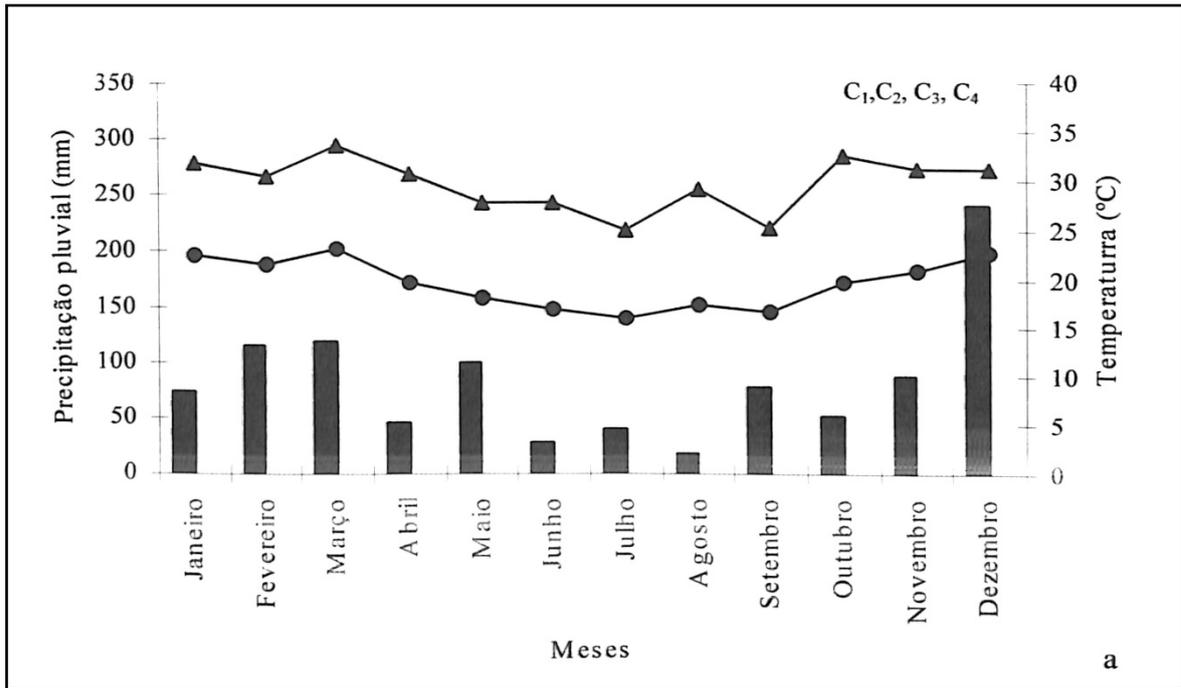
**Tabela 1** Resultados da análise química do solo coletado nos dois locais da REBIO Tinguá

Local de coleta	pH (água)	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
		cmol/dm <sup>3</sup>		mg/dm <sup>3</sup>			
Local I	4,0	1,6	0,9	0,2	0,1	5,2	53,5
Local II	4,1	1,7	1,0	0,3	0,2	4,1	62,7

##### 3.1.2 Clima

Na Figura 1 estão apresentados os dados climáticos referentes ao período de coleta das sementes. Durante este período, a temperatura variou de 19,5 a 29,6°C em média no ano de 2002 e, de 19,6 a 29,3°C, em 2003. Pode-se observar que a variação entre as mínimas e máximas foi pequena entre os dois anos de coleta, seguindo praticamente o mesmo padrão. De acordo com os dados climáticos disponibilizados pelo IBAMA (2000), a média das temperaturas na região varia de 15,7 a 27,7°C, o clima é quente e úmido, com ocorrência de um a dois meses secos ao ano e a precipitação pluvial máxima ocorrendo nos meses de dezembro e março. Segundo a classificação de KÖPPEN (1948), o clima corresponde ao tipo Am. Assim, pode-se constatar que houve elevação na temperatura média nos últimos anos com as mínimas variando para mais em torno de 4°C e as máximas em torno de 2 °C.

Em 2002, o período de maior concentração de precipitação pluvial, seguiu o padrão observado para a região. Já em 2003 o início do aumento nas taxas de precipitação pluvial foi registrado em outubro, ou seja, dois meses antes que o previsto para a região, que seria em dezembro. Desta forma, em 2003 a média da precipitação pluvial foi de 166,9 mm, o dobro da registrada no ano de 2002 (83,4 mm).



**Figura 1.** Dados médios de precipitação pluviométrica ( $v$ ) e de temperatura máxima ( $\sigma$ ) e mínima ( $\lambda$ ) do ar durante os anos de 2002 (a) e 2003 (b) e, momentos de coleta de sementes de *Apuleia leiocarpa* (C 1, C 2, C 3 e C 4) (Fonte: INMET/PESAGRO/RJ)

### 3.2 Caracterização física dos frutos e sementes

Nas Figuras 2 a 14 estão apresentados os dados referentes a caracterização física de frutos e sementes, coletados nos anos de 2002 e 2003.

Os resultados obtidos para teor de água das sementes demonstram que não houve interação significativa entre épocas e locais de coleta para o ano de 2002 (Quadro 1). No entanto, em 2003 foi constatada interação significativa entre época e local de coleta.

Além disso, foi verificada interação significativa entre época e local de coleta para massa média seca de sementes, nos dois anos de coleta avaliados (Quadro 1).

Em 2002, nos dois locais foram registrados os maiores valores para teor de água das sementes colhidas aos 56 DAA, sendo que a partir dos 98 DAA foi registrada queda acentuada destes valores. Pode-se considerar que este período corresponde a fase de rápida desidratação que ocorre durante os estádios finais da maturação de sementes, como descrito por CARVALHO & NAKAGAWA (2000).

Em 2002, o padrão seguido pelas sementes *Apuleia leiocarpa*, foi representado pelo modelo quadrático, com valores de coeficiente de determinação iguais a 94 e 99% respectivamente. Já, em 2003 o único modelo que se adequou aos dados observados foi o linear para o local I, e a raiz quadrada para o local II (Quadro 2).

Nos dois anos e locais de coleta, as sementes de *Apuleia leiocarpa* apresentaram inicialmente teor de água em torno de 80%. No entanto, na fase final do período de maturação (119 DAA), as sementes colhidas em 2002 apresentavam esses valores próximos a 40%, enquanto que em 2003 esses valores permaneceram em torno de 60%, portanto 20% de diferença entre os anos. Pode-se relacionar os resultados observados com as diferenças observadas nas médias de precipitação pluvial entre os anos de coleta (Figura 1). A variação nos valores do teor de água de 40 a 60% é comumente observada em sementes de espécies florestais no momento da maturidade fisiológica (CORVELLO et al., 1999; AMARAL et al., 2000), o que pode sugerir que a maturidade fisiológica das sementes de *Apuleia leiocarpa* foi alcançada aos 98 DAA em 2002 e aos 119 DAA em 2003.

Sementes de cedro (*Cedrela fissilis*) atingiram o ponto de maturidade fisiológica com valores de teor de água entre 50 e 60 %, antes da deiscência dos frutos, ou seja, antes do período de dispersão (CORVELLO et al., 1999). Em amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens*) as sementes atingiram a maturidade fisiológica com teores de água que oscilavam entre 60 e 65 %, aos 78 dias após o florescimento (CARVALHO et al., 1980). As sementes de urucum (*Bixa orellana*) também expressaram a máxima capacidade germinativa e máximo acúmulo de massa seca, traduzidos em ponto de maturidade fisiológica, com teor de água em torno de 60 % (AMARAL et al., 2000).

Quando analisados juntamente, pode-se constatar que os valores observados para teor de água das sementes de *A. leiocarpa* foram inversamente proporcionais aos de massa média seca (Figuras 2 e 3). Ao contrário do observado para teor de água, os maiores valores para massa média seca foram observados aos 119 DAA nos dois anos e locais de coleta (Figura 3), período que corresponde aos menores valores registrados para teor de água. Sugerindo o ponto de maturidade fisiológica das sementes.

Também NAKAGAWA et al. (1999) estudando a maturação de sementes de *Lolium multiflorum* (azevém-anual), indicaram a correlação negativa da massa seca com o teor de água, como um bom parâmetro para identificar a maturidade fisiológica das sementes. Além disso, MARTINS & SILVA (1997) verificaram o mesmo decréscimo no teor de água das sementes de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-Bahia). Estes autores observaram o aumento da massa seca e relacionaram este fato com o grau de maturidade das sementes, considerando estes os parâmetros que melhor caracterizaram a sua maturidade fisiológica. SOUZA & LIMA (1985), estudando a maturação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa*,

conhecida popularmente como angico, constataram padrão semelhante para as sementes da espécie.

No entanto, este não é o padrão seguido por todas as espécies, pois em algumas sementes a massa seca pode sofrer um pequeno decréscimo no final do processo de maturação, como consequência de perdas pela respiração da semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A massa média seca de sementes de *A. leiocarpa* atingiu os maiores valores aos 119 DAA, nos dois locais e anos de coleta. No entanto, os valores registrados em 2002 foram maiores que os registrados em 2003, pois no último ano de coleta foram registrados maiores valores para teor de água das sementes.

AGUIAR & BARCIELA (1986), estudando a maturação de sementes de *Myrolylon balsamum* (cabreúva), obtiveram resultados diferentes dos observados em *A. leiocarpa*, estes autores verificaram aumento crescente do conteúdo de massa seca de sementes até os 131 DAA, seguido de um decréscimo aos 141 DAA, e consideraram que este não se mostrou um parâmetro adequado para a caracterização da maturidade fisiológica das sementes, já que esta foi atingida aos 155 DAA.

**Quadro 1** Resumo da análise de variância para teor de água e massa média seca de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função do momento de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		2002		2003	
		Teor de água (%)	Massa média Seca (g) (%)	Teor de água (%)	Massa média Seca (g)
Local	1	14,238 ns	0,0165 **	15,831 ns	0,317 **
Época	3	634,269 **	2,958 **	818,331 **	1,720 **
Local x Época	2	3,053 ns	0,049 *	41,152 *	0,0772 *
Erro	3	7,687	0,008	27,355	0,004
C.V. (%)		4,053	12,178	6,79	15,546

\*\* significativo a 1%; \* significativo a 5%; ns – não significativo

**Quadro 2** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para teor de água de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.

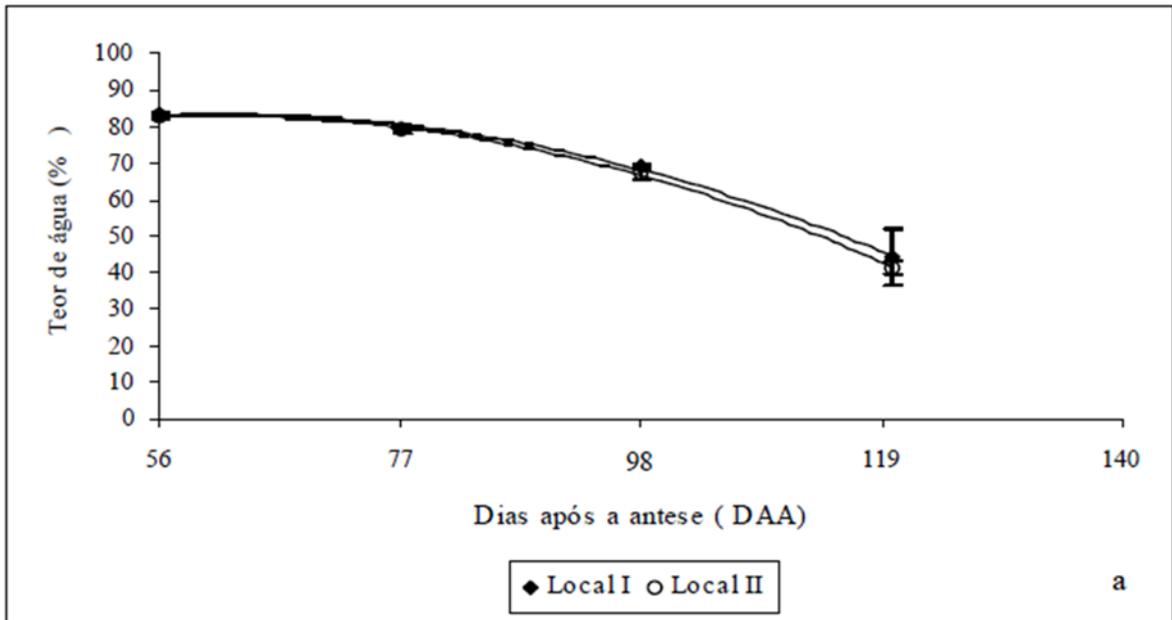
Fontes de Variação	2002					
	Local I			Local II		
	Modelo	GL	QM	Modelo	QM	
Devido a regressão independente	Quadrático ***	2	1842,280***	Quadrático ***	2104,527***	
		13	15,242		2,168	
2003						
	Linear ***	1	510,992***	-	-	
		14	9,540	-	-	
Devido a regressão independente	R quadrada	2	-	R quadrada ***	0,190***	
		13	-		0,003	

\*\*\* significativo à 0,001 %, \*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

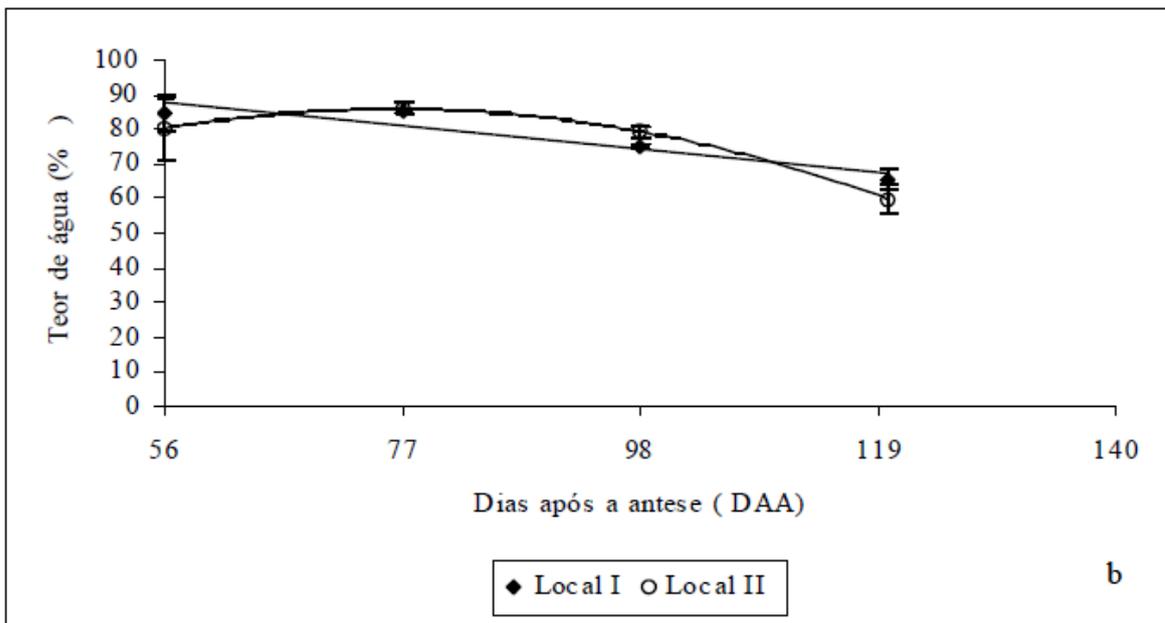
**Quadro 3** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para massa média seca de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.

		2002			
Fontes de Variação	Local I		Local II		
	Modelo	GL	QM	Modelo	QM
Devido a regressão	Quadrático***	2	2,521***	Quadrático***	1,894***
Independente		13	0,006		0,020
		2003			
Devido a regressão	Quadrático***	2	1,786***	Quadrático***	0,863***
Independente		13	0,009		0,004

\*\*\* significativo à 0,001 %, \*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

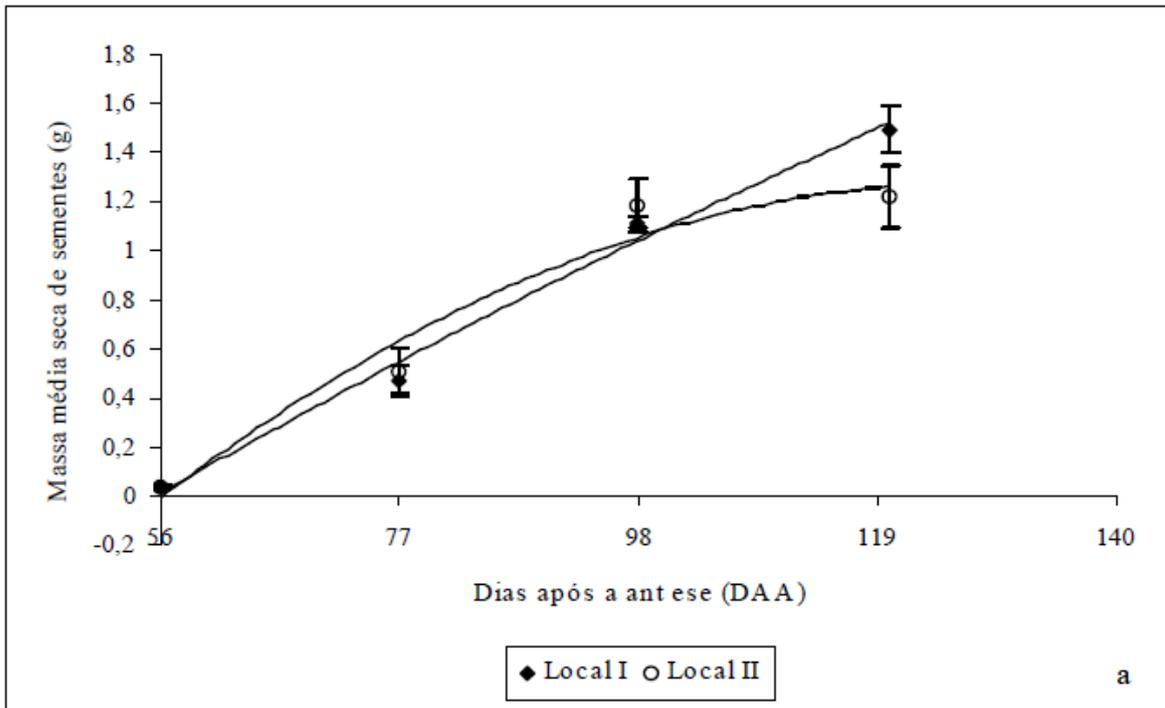


$\blacklozenge y = 74,629^{***} + 13,543x^{***} - 5,255x^2^{***} R^2 = 0,94^{***}$ 
 $\quad$ 
 $\square y = 74,401^{***} + 13,813x^{***} - 5,492x^2^{***} R^2 = 0,99^{***}$

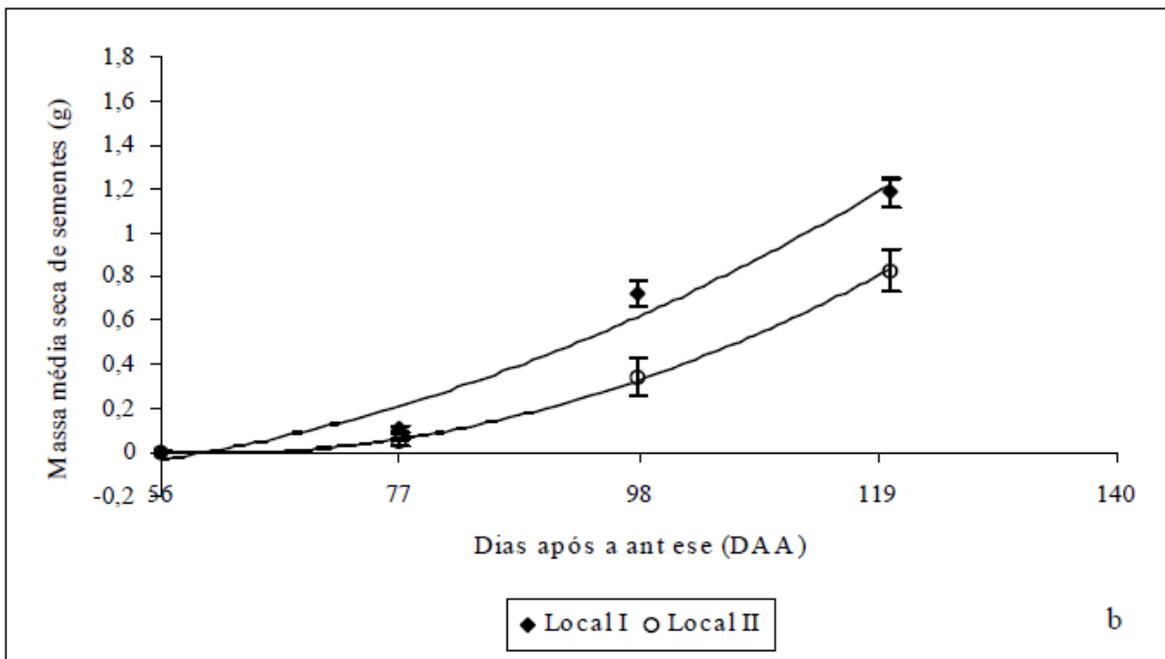


$\blacklozenge y = 94,530^{***} + 6,721x^{***} R^2 = 0,78^{**}$ 
 $\quad$ 
 $\square y = 26,681^{***} + 169,467x^{***} - 662,958x^2^{***} R^2 = 0,82^{**}$

**Figura 2** Dados médios do teor de água de sementes de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).



◆  $y = -1,605^{***} + 0,031x^{***} - 0,00005x^2^{***}$   $R^2 = 0,99^{***}$       ○  $y = -2,805^{***} + 0,064x^{***} - 0,0003x^2^{***}$   $R^2 = 0,96^{***}$



◆  $y = 1,387^{***} - 2,713x^{***} + 1,315x^2^{***}$   $R^2 = 0,99^{***}$       ○  $y = 0,850^{***} - 0,028x^{***} + 0,0002x^2^{***}$   $R^2 = 0,99^{***}$

**Figura 3** Dados médios da massa seca de sementes de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).

Pode-se constatar, que houve interação significativa entre o local e a época de coleta, quando foram analisados comprimento e a largura de frutos nos dois anos de coleta (Quadro 4). No entanto, não houve um modelo estatístico ajustável para representar a variação do comprimento de frutos colhidos no ano de 2002, no local II, bem como para os frutos colhidos em ambos os locais em 2003 (Quadro 5). Quanto a largura de frutos, o modelo quadrático foi o mais adequado para representar a variação deste parâmetro mensurado nos frutos coletados nos dois locais no ano de 2002 e para os coletados no local II, em 2003 (Quadro 6).

Em 2002, no local I, o comprimento de frutos diminuiu a partir dos 98 dias após a antese (DAA) (Figura 5a). Já no local II, os maiores valores para comprimento foram observados aos 77 DAA, decrescendo a partir dos 98 DAA e tornando a elevar-se a partir dos 119 DAA, portanto, não pode ser ajustado um modelo estatístico que descrevesse o padrão observado (Figura 5b).

No ano de 2003, os frutos de *A. leiocarpa* apresentaram um gradual aumento de comprimento até os 98 DAA, e discreta redução destes valores aos 119 DAA (Figura 5b). Para a largura de frutos, em 2002, foram observados valores crescentes até os 98 DAA, no local I e decréscimo destes valores a partir deste período. Já no local II, estes valores decresceram a partir dos 77 DAA até o final do período de coleta (Figura 6a). Em 2003, foram constatadas pequenas variações no local I durante o período de coleta, não sendo possível ajustar uma equação que descrevesse o padrão observado. No local II, os valores para largura de frutos apresentaram pequeno aumento até os 98 DAA, sendo descrito por uma equação polinomial quadrática.

Também, AGUIAR & BARCIELA (1986), verificaram aumento acentuado nas dimensões dos frutos de *Myroxylon balsamum* (cabreúva) até os 76 dias após o florescimento (DAF), com posterior redução no tamanho dos frutos (105 DAF), seguida de outro aumento (118 DAF) e novamente uma redução até o final do período de maturação que se deu aos 141 dias após o florescimento.

**Quadro 4** Resumo da análise de variância para avaliação do comprimento e da largura de frutos de *Apuleia leiocarpa*, coletados nos anos de 2002 e 2003, em dois locais.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		2002		2003	
		Comprimento	Largura	Comprimento	Largura
		(cm)			
Local (L)	1	0,001 ns	0,165 *	0,001 ns	0,165 *
Época (E)	3	2,118 *	0,045 *	2,118 *	0,045 *
Local x Época (L x E)	3	1,788 *	0,062 *	1,788 *	0,062 *
Erro	20	0,261	0,935	0,993	0,006
C.V. (%)		9,354	5,231	9,354	5,231

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

**Quadro 5** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para comprimento de frutos de *Apuleia leiocarpa*, coletados nos anos de 2002 e 2003, em dois locais.

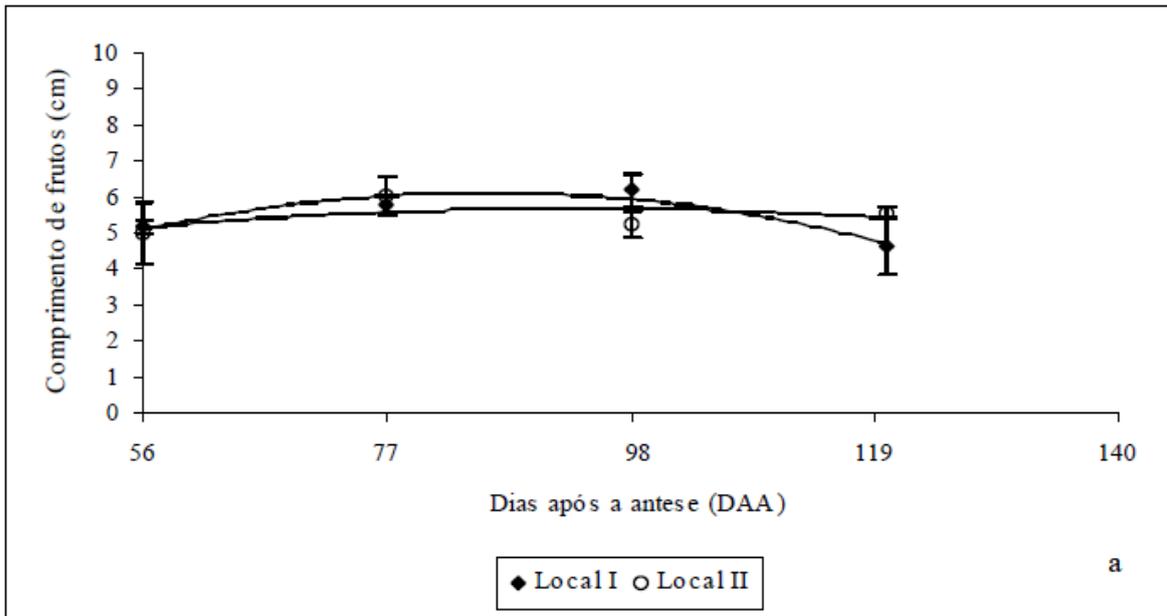
2002						
Fontes de variação devido à regressão independente	Local I			Local II		
	Modelo	GL	QM	Modelo	GL	QM
Quadrático***		2	3,658 **	Quadrático***	2	0,493 ns
		21	0,266		21	0,406
2003						
Devido à regressão independente	Quadrático	2	0,506 ns	Quadrático***	2	0,209 ns
		21	0,151		21	0,095

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo

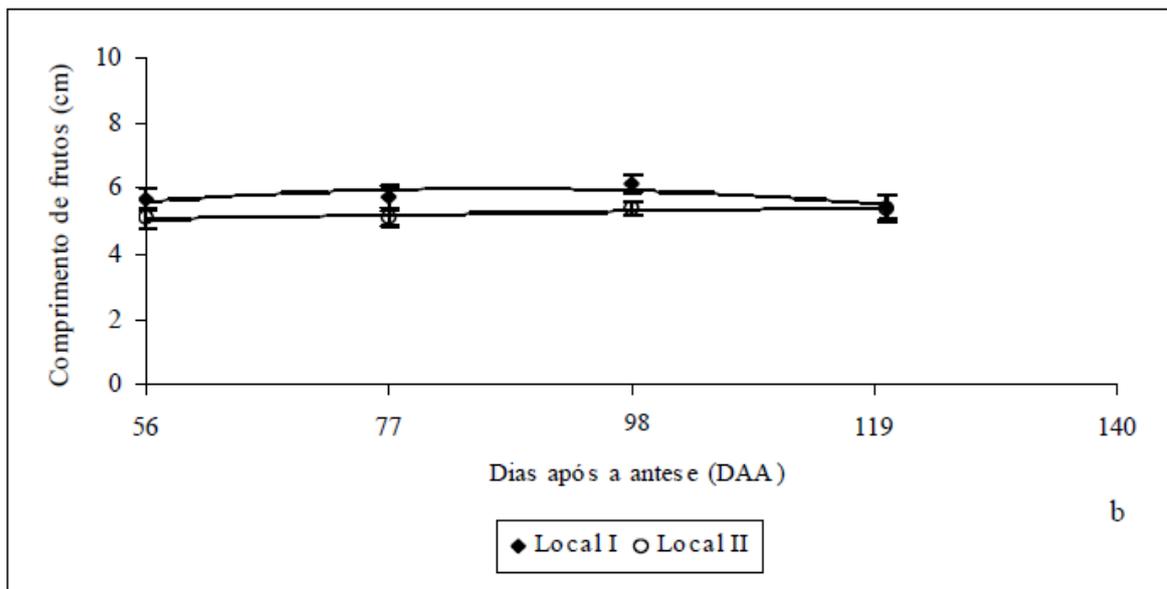
**Quadro 6** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para largura de frutos de *Apuleia leiocarpa*, coletados nos anos de 2002 e 2003, em dois locais.

2002						
Fontes de variação	Local I			Local II		
	Modelo	GL	QM	Modelo	GL	QM
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	0,110*	Quadrático***	2	0,050*
		21	0,197		21	0,006
2003						
Devido à regressão independente	Quadrático	-	-	Quadrático***	2	0,167***
		-	-		21	0,009

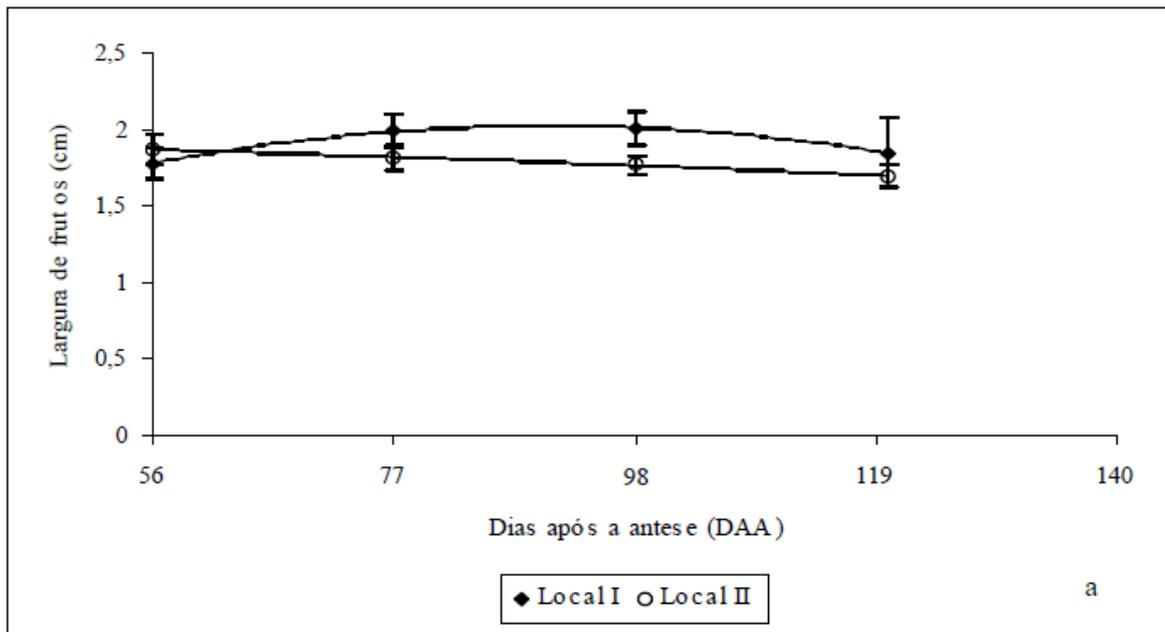
\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



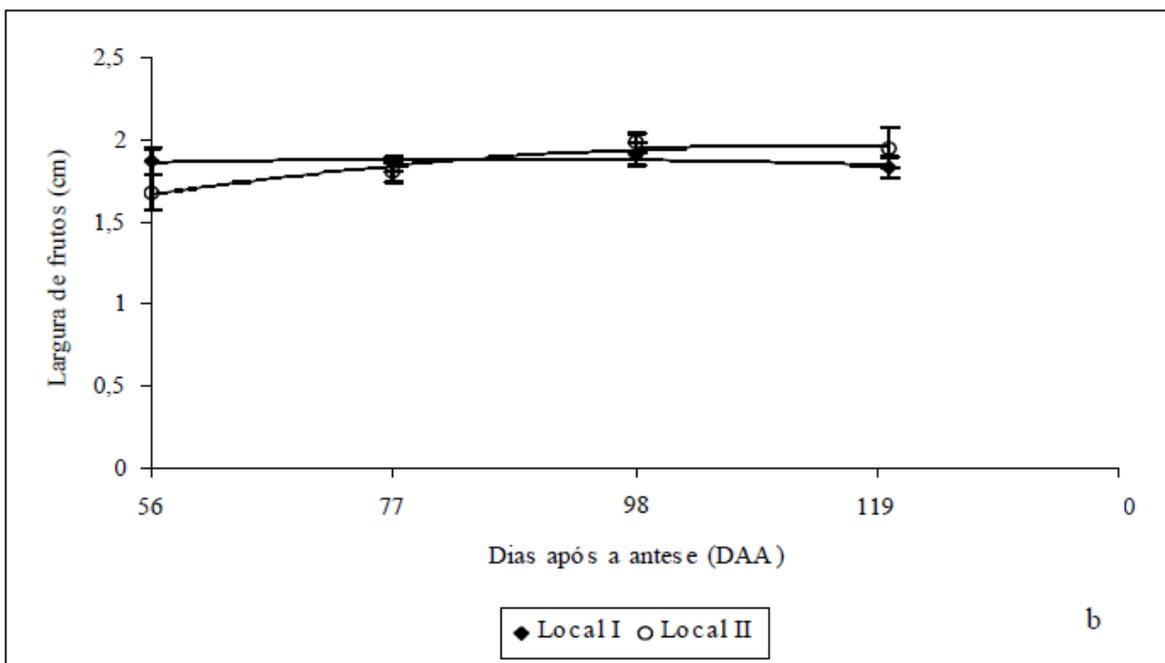
♦  $y = 3,061^{***} + 2,567x^{***} - 3,667x^{2***}$   $R^2 = 0,89^{***}$



**Figura 4** Dados médios do comprimento de frutos de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).



♦  $y = 1,388^{***} + 48,473x^{***} - 0,092x^{2***}$   $R^2 = 0,99^{***}$       $y = 1,900^{***} - 0,240x^{***} - 0,066x^{2***}$   $R^2 = 0,99^{***}$



♦  $y = 1,407^{***} + 29,550x^{***} - 3,917x^{2***}$   $R^2 = 0,93^{***}$

**Figura 5** Dados médios da largura de frutos de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).

Quanto ao comprimento, largura e espessura de sementes houve interação entre o local e a época de colheita, no ano de 2002. Já em 2003 esta interação só foi observada para espessura de sementes (Quadros 7 e 8).

Em 2002, nos dois locais de coleta as dimensões do tamanho das sementes (comprimento, largura e espessura) apresentaram valores crescentes até os 98 DAA e sofreram decréscimo após este período (Figuras 6, 7 e 8a). Esta tendência observada concorda com as afirmações de CARVALHO & NAKAGAWA (2000), de que esta redução no tamanho das sementes corresponde ao período de rápida e intensa desidratação (Figura 2a).

MARTINS & SILVA (1997) observaram o mesmo padrão para sementes de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-Bahia). Os autores relacionaram esta variação nas dimensões das sementes com o teor de água das mesmas. CARVALHO & AGUIAR (1980) também verificaram aumento, seguido de decréscimo nas dimensões das sementes de *Pterogyne nitens* (amendoim-do-campo).

Já no ano de 2003 em ambos os locais de coleta, as mesmas dimensões de tamanho das sementes alcançaram os maiores valores aos 119 DAA (Figuras 6, 7 e 8b), período que coincide com o maior acúmulo de massa seca nas sementes (Figura 3 b). A variação numérica observada entre os anos de 2002 e 2003 nas dimensões das sementes de *Apuleia leiocarpa*, pode ser justificada pelo aumento da precipitação pluvial, ocorrida nos meses de outubro e novembro no ano de 2003 (Figura 1b), período que coincide com a época de maturação de sementes da espécie.

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000), o rápido crescimento das sementes é resultado da multiplicação e desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva e o seu ligeiro decréscimo ao final do processo de maturação, corresponde ao período de rápida e intensa desidratação. No entanto, algumas sementes não seguem este padrão. MOZAMBANI et al. (1993) estudando a maturação fisiológica de sementes de *Crotalaria juncea* (crotalária), observaram decréscimo seguido de aumento nas dimensões das sementes durante o período de maturação.

**Quadro 7** Resumo da análise de variância para porcentagem de sementes sadias, comprimento, largura e espessura de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função dos momentos de coleta, em dois locais no ano de 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		Sadias (%)	Comprimento	Largura (mm)	Espessura
Local (L)	1	0,019 ns	0,162 ns	1,182 ns	0,00003 ns
Época (E)	3	0,340 *	85,116 **	47,499 **	8,456 **
Local x Época (LxE)	3	0,176 ns	3,172 *	3,043 *	1,098 *
Erro	20	0,791	1,181	0,451	0,109
C.V. (%)		24,915	13,186	13,388	16,304

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

**Quadro 8** Resumo da análise de variância para porcentagem de sementes sadias, comprimento, largura e espessura de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função dos momentos de coleta, em dois locais no ano de 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		Sadias (%)	Comprimento	Largura (mm)	Espessura
Local (L)	1	0,279 *	2,073 ns	1,148 ns	1,184 *
Época (E)	3	0,461 *	128,478 **	81,722 **	8,282 **
Local x Época (LxE)	3	0,598 ns	1,117 ns	0,664 ns	0,403 *
Erro	20	0,791	1,181	0,451	0,109
C.V. (%)		17,908	23,172	15,757	17,39

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

**Quadro 9** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para comprimento de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.

2002							
Fontes de variação	Local I			Fontes de variação	Local II		
	Modelo	GL	QM		Modelo	GL	QM
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	63,635***	Devido à regressão independente	Quadrático***	2	67,941***
		21	1,842			21	0,248

---

2003							
Devido à regressão independente	R. quadrada ns	2	99,931***	Devido à regressão independente	R. quadrada***	2	84,305***
		21	1,518			21	3,864

\*\*\* significativo a 0,001 %; \*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

**Quadro 10** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para largura de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.

2002							
Fontes de variação	Local I			Fontes de variação	Local II		
	Modelo	GL	QM		Modelo	GL	QM
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	33,205***	Devido à regressão independente	Quadrático***	2	41,687***
		21	0,720			21	0,209

---

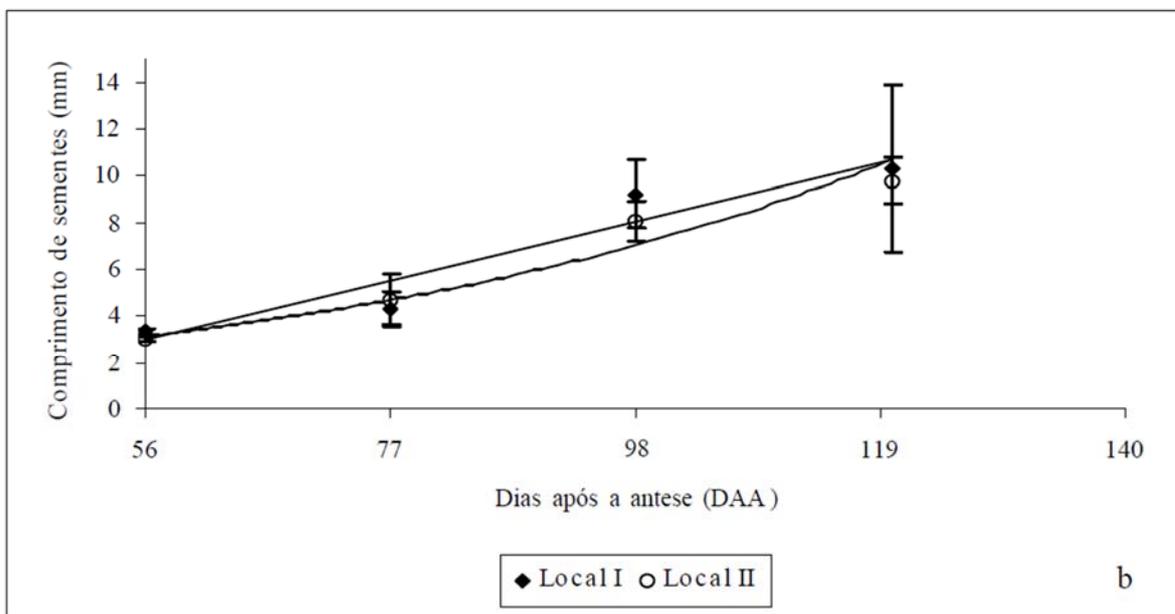
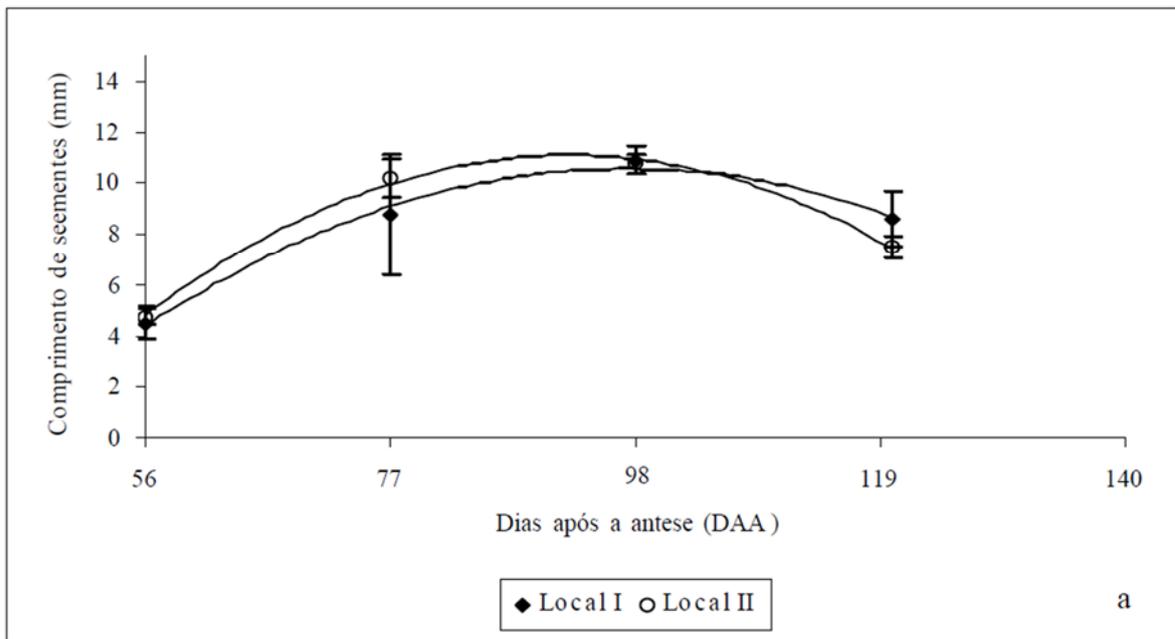
2003							
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	66,737***	Devido à regressão independente	R. quadrada***	2	49,820***
		21	0,926			21	0,837

\*\*\* significativo a 0,001 %; \*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

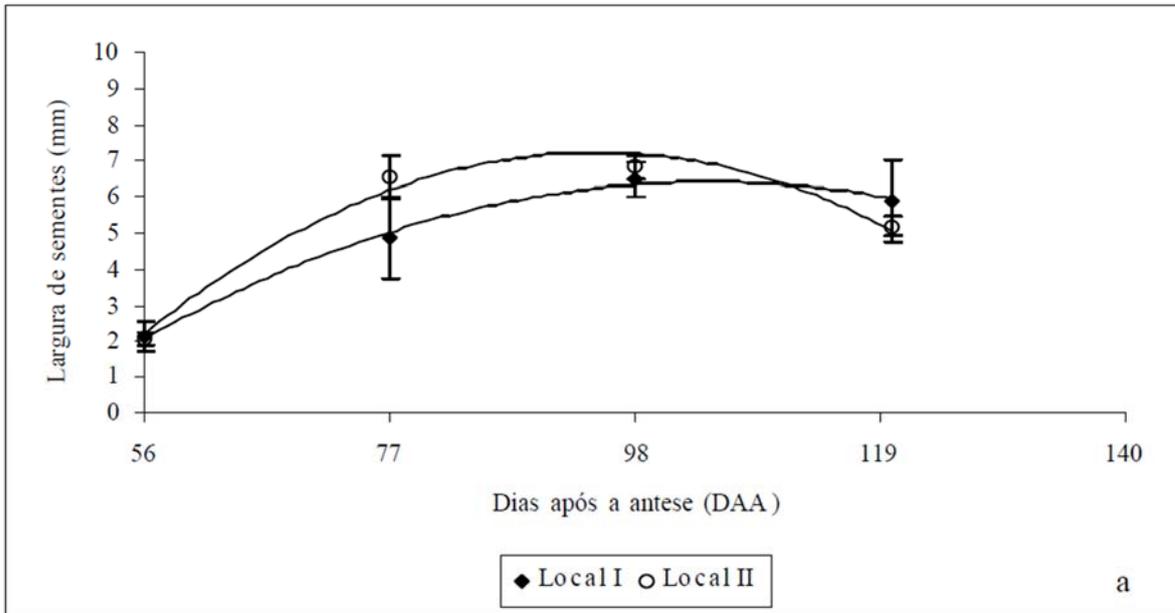
**Quadro 11** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para espessura de sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.

2002							
Fontes de variação	Local I			Fontes de variação	Local II		
	Modelo	GL	QM		Modelo	GL	QM
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	6,068***	Devido à regressão independente	Quadrático***	2	8,160***
		21	0,183			21	0,044
-----							
2003							
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	8,520***	Devido à regressão independente	R. quadrada***	2	3,807***
		21	0,113			21	0,207

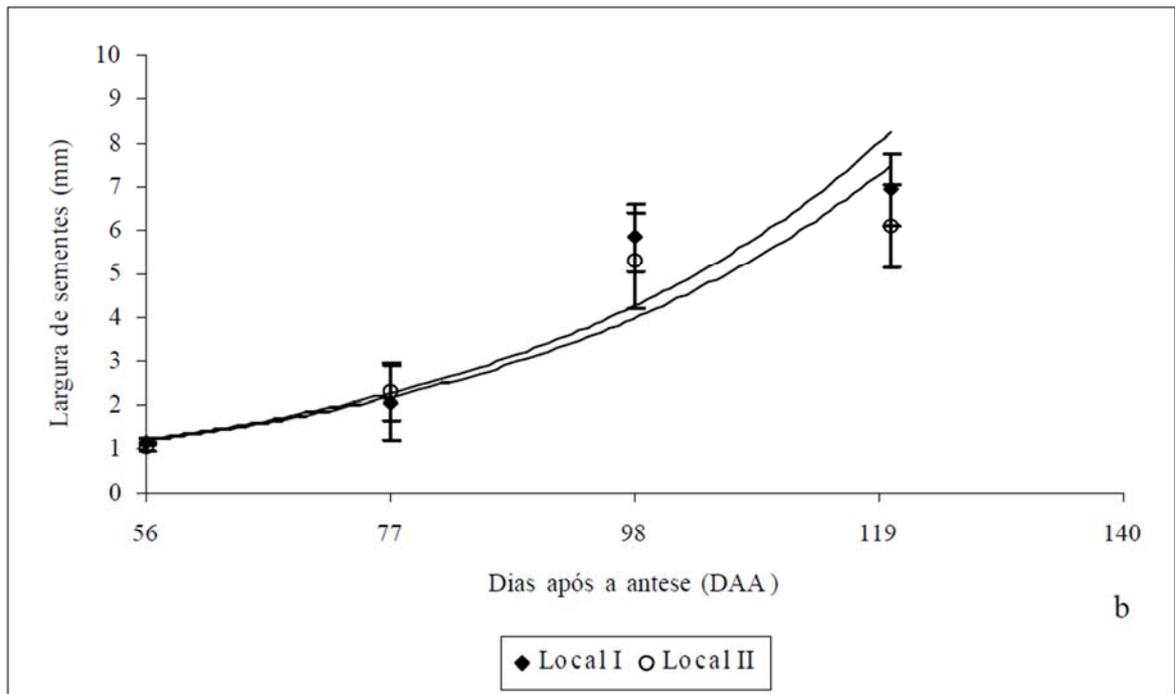
\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



**Figura 6** Dados médios do comprimento de sementes de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b)

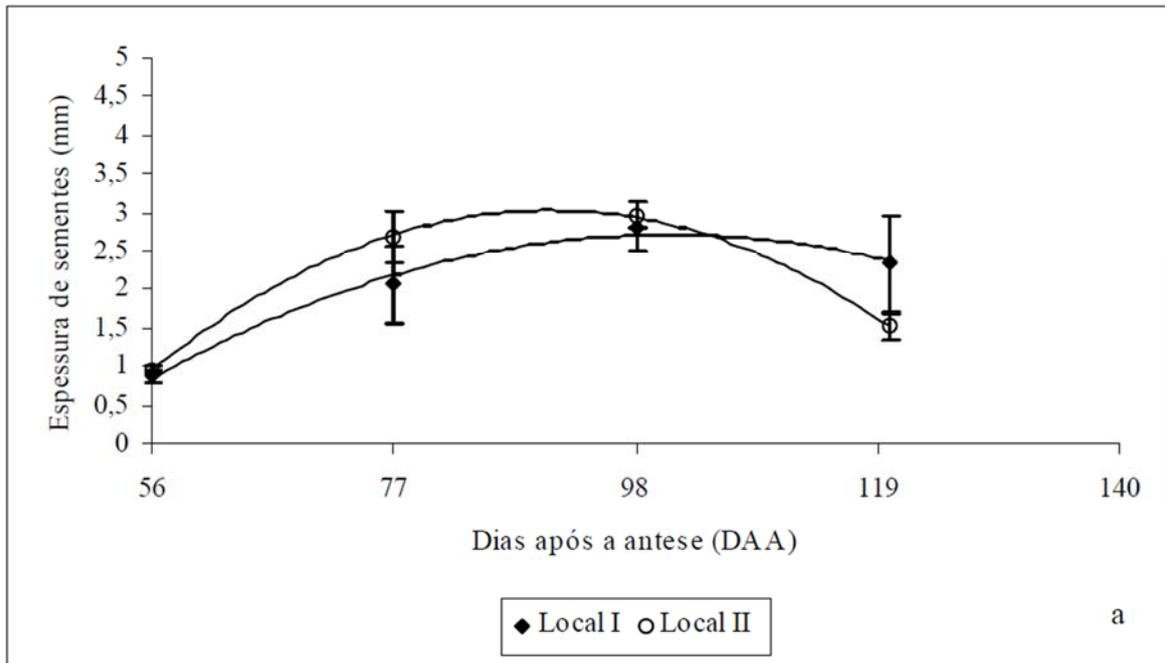


$$\diamond y = 13,719^{***} + 21,705 x^{***} - 5,909x^2 R^2 = 0,99^{***} \quad \circ y = 26,815^{***} + 41,847x^{***} + 12,925x^2 R^2 = 0,97^{***}$$

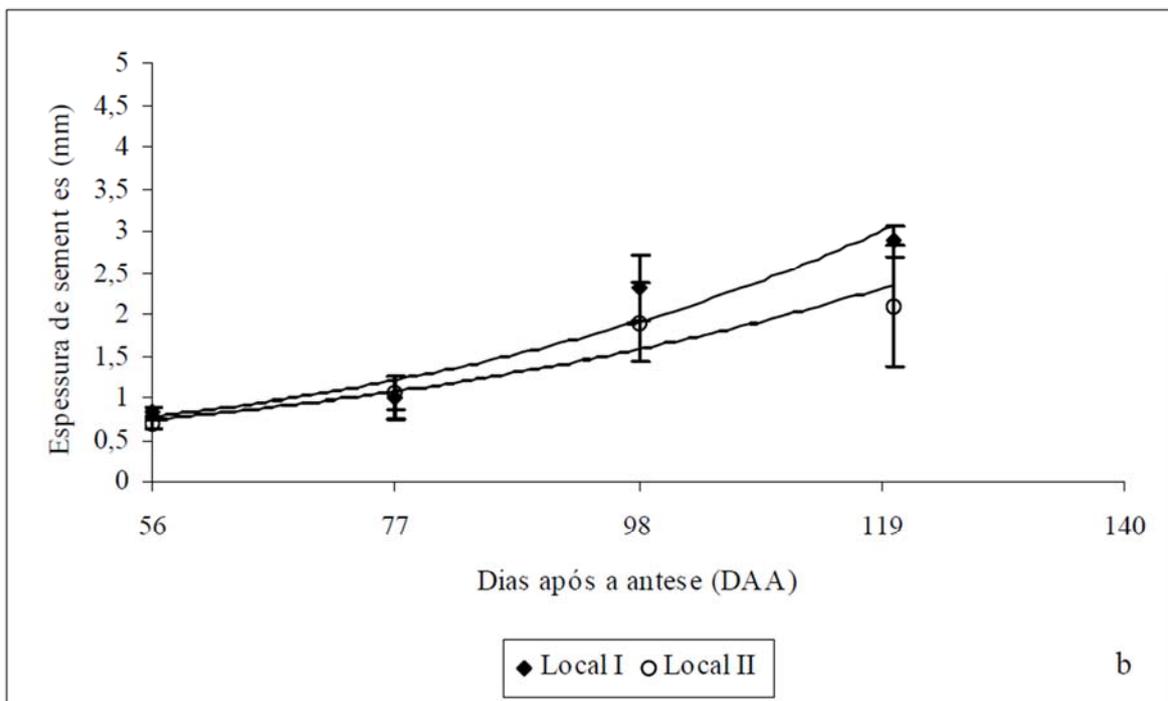


$$\diamond y = 1,028^{***} + 1,861 x^{***} + 4,941x^2 R^2 = 0,93^{***} \quad \circ y = 1,459^{***} + 2,418x^{***} - 1,197x^2 R^2 = 0,95^{***}$$

**Figura 7** Dados médios da largura de sementes de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).



◆  $y = 1,346^{***} + 2,600 x^{***} - 41,700x^2^{***}$   $R^2 = 0,98^{***}$       ○  $y = 2,434^{***} + 4,172x^{***} - 79,550x^2$   $R^2 = 0,99^{***}$



◆  $y = 2,290^{***} + 3,412 x^{***} + 1,881x^2^{***}$   $R^2 = 0,93^{***}$       ○  $y = 17,072^{***} + 49,270x^{***} + 33,929x^2$   $R^2 = 0,95^{***}$

**Figura 8** Dados médios da espessura de sementes de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b)

Quando analisado a porcentagem de sementes sadias por fruto, pode-se constatar que não houve interação entre época e local nos dois anos de coleta (Quadros 7 e 8). A porcentagem de sementes sadias foi maior aos 56 DAA, independente do local de coleta em ambos os anos (Figura 9). Em 2002, no local I não foi possível ajustar um modelo para as variações observadas. Já em 2003 o modelo quadrático foi o que melhor se adequou para as sementes coletadas no local I e, o linear para as sementes coletadas no local II (Quadro 12).

O decréscimo na porcentagem de sementes sadias pode ser explicado pelos danos causados por insetos às sementes no decorrer da maturação.

SANTOS et al. (1989) estudando danos causados por insetos em sementes de *Apuleia leiocarpa*, caracterizaram os danos causados por insetos da família Bruchidae, como um orifício arredondado, e a completa destruição da semente quando o inseto pertence a família Cerambycidae. Segundo os autores, em ambas as famílias os danos resultaram em perda de massa seca e em redução da germinação das sementes. Para SANTOS et al. (1994), quando os danos às sementes são provocados por bruquídeos, geralmente acontecem ainda no campo, durante o processo de maturação, dificultando as medidas de controle e aumentando as perdas durante este período.

De acordo com SANTOS et al. (1992), as larvas de insetos causadores de danos as sementes, eclodem, penetram na semente, desenvolvem-se juntamente com ela e, próximo ou no momento de maturidade fisiológica, o adulto emerge, sendo esta a ocasião em que se observa o dano.

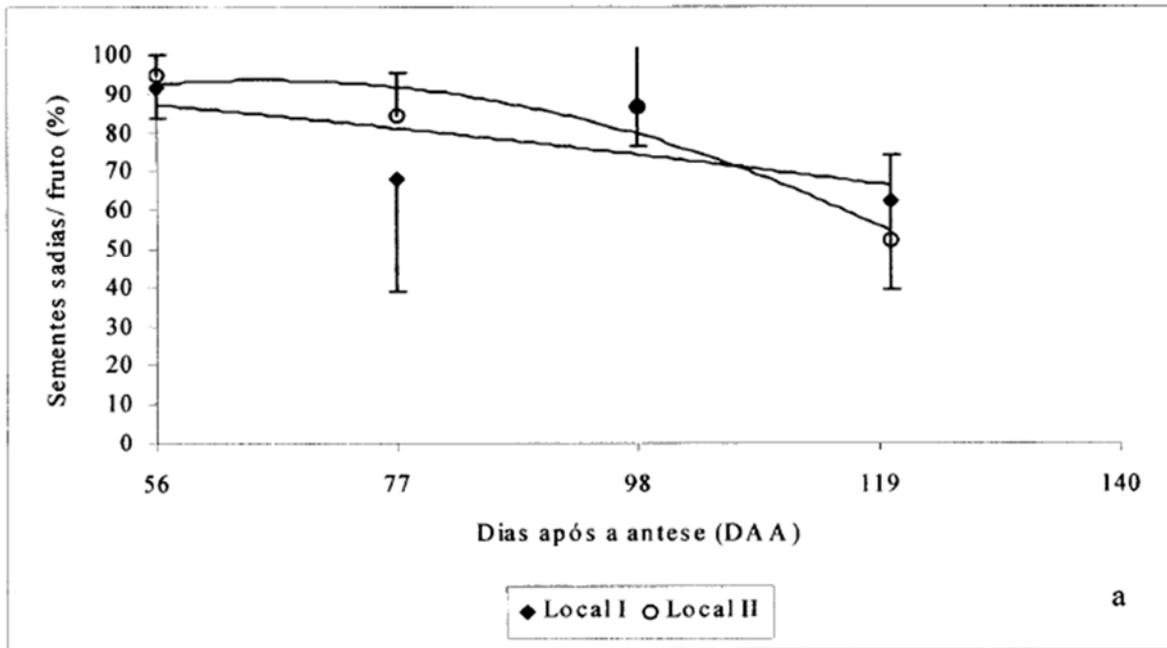
LOUREIRO et al. (2004) avaliando a qualidade de sementes de *Apuleia leiocarpa* coletadas na Reserva Biológica do Tinguá, puderam constatar que 32% das sementes recém coletadas apresentaram danos causados por insetos, sendo estes pertencentes as famílias Bruchidae (*Acanthoscelides ambopygus* e *A. bilobatus*) e Cerambycidae (*Lophopoeum timbouvae*) sendo que, as sementes danificadas não germinaram.

Alguns gêneros de insetos da família Bruchidae foram observados infestando sementes de Leguminosas florestais, tais como *Acanthoscelides* em sementes de *Serma multijuga* (RIBEIRO COSTA & REYNAUD, 1986) e de *Albizzia lebbeck* (OLIVEIRA et al. 1997), *Amblycerus* em sementes de *Sclerolobium sp.* (SANTOS et al., 1997), *Merobruchus* em frutos e sementes de *Albizzia lebbeck* (FIGUEIRA & CARVALHO, 2003), *Pygiopachimerus* em frutos e sementes de *Cassia javanica* (CARVALHO & FIGUEIRA, 1999) e em frutos de *Cassia fistula* (FERRAZ & CARVALHO, 2001).

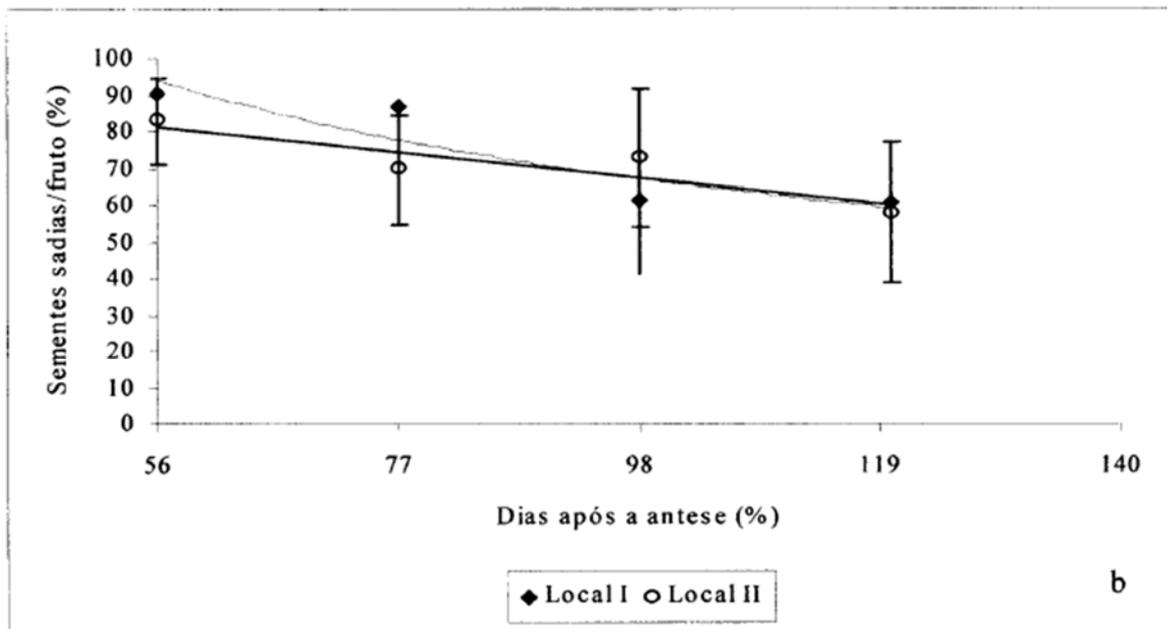
**Quadro 12** Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para porcentagem de sementes sadias de *Apuleia leiocarpa*, em função dos momentos de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.

		2002					
Fontes de variação		Local I			Local II		
		Modelo	GL	QM	Modelo	GL	QM
Devido à regressão independente	Quadrático***	2		712,778 ns	Quadrático***	2	211,296**
		21		477,795		21	337,460
		-----					
		2003					
Devido à regressão independente	Quadrático***	2		2813,611**	Linear***	2	1540,833*
		21		48,770		21	269,335

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



$$\diamond y = 107,778^{***} - 15,722x^{***} + 83,333x^{2***} \quad R^2 = 0,89^{***}$$



$$\diamond y = 81,250^{***} + 17,250x^{***} - 5,972x^{2***} \quad R^2 = 0,85^{**}$$

$$\circ y = 88,611^{***} - 7,166x^{***} \quad R^2 = 0,81^{**}$$

**Figura 9** Dados médios da porcentagem de sementes sadias de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (1 e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).

Para a avaliação da coloração de frutos e sementes não foi realizada a análise estatística, pois os mesmos foram separados por classes de cores ao longo da maturação. Assim, no ano de 2002 no local I pode-se constatar a presença de frutos verdes aos 56, 77 e 98 DAA nos dois locais de coleta. Os frutos de coloração verde-amarelo foram observados em porcentagens crescentes dos 56 até os 119 DAA nos dois locais de coleta, já a presença de frutos marrons foi registrada a partir dos 77 DAA até o final do período de coleta (Figuras 10a e 10b).

Em 2003 nos dois locais, foi registrado 100% de frutos de coloração verde aos 56 DAA, sendo que estes valores decresceram durante a maturação. Os frutos de coloração verde-amarelo foram registrados a partir dos 77 DAA, nos dois locais de coleta e a presença de frutos marrons só foi verificada a partir dos 98 DAA, apresentando as maiores porcentagens aos 119 DAA (Figuras 11a e 11b).

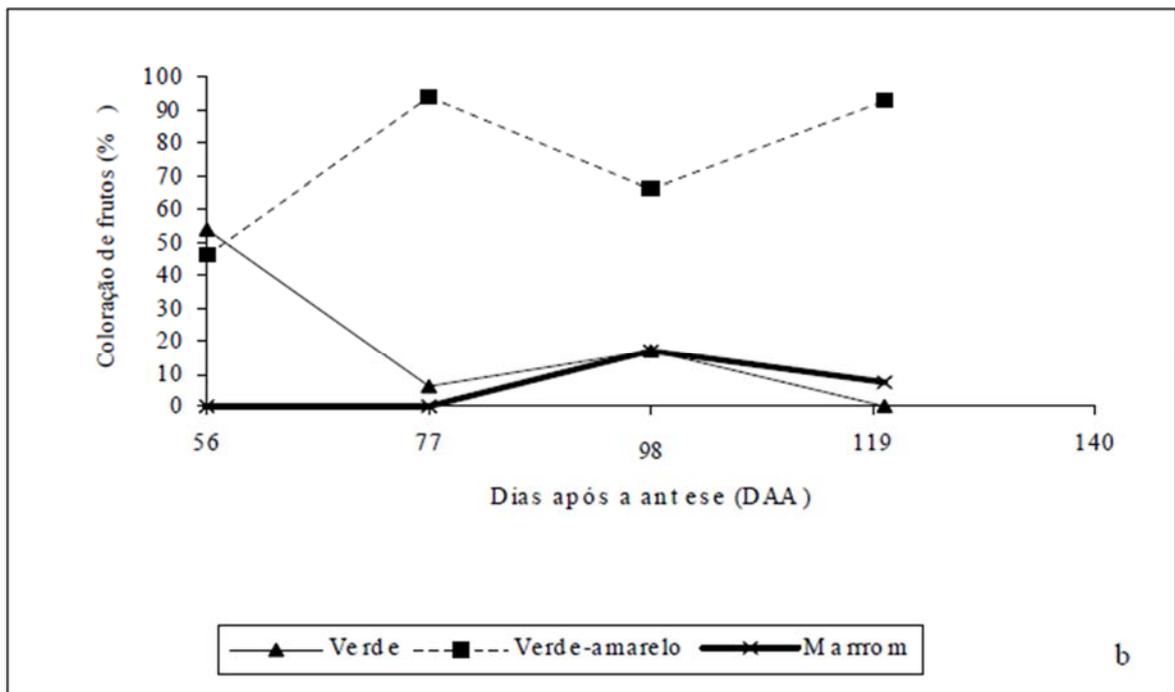
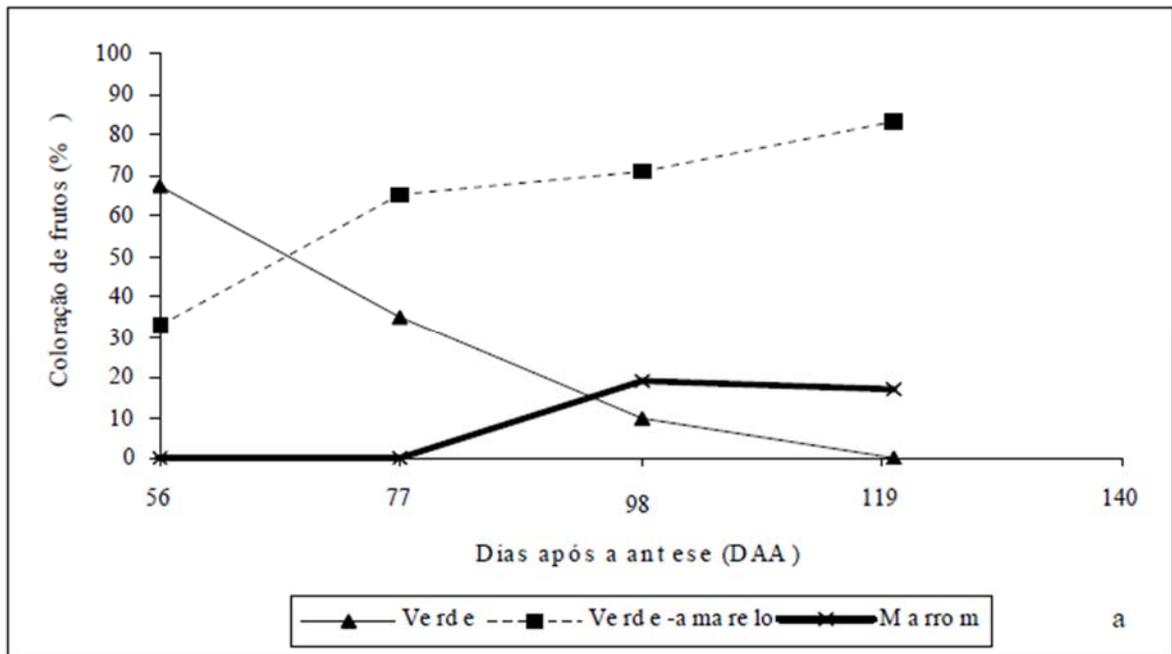
A diferença observada entre os anos de produção pode estar indicando um possível atraso para o final maturação em 2003, sendo que neste ano, em ambos os locais, a presença de frutos de coloração marrom, característica de frutos secos e possivelmente maduros, foi verificada somente aos 119 DAA. Este resultado pode também ser explicado pelos maiores índices de precipitação pluvial registrados neste período (Figura 1b). No entanto, em ambos os anos e locais, pode-se perceber um declínio na porcentagem de frutos de coloração verde até os 98 DAA, confirmando que os frutos desta coloração são característicos dos estádios iniciais do processo de maturação.

A coloração verde-amarelo pode ser considerada característica das fases intermediária e final da maturação de frutos e sementes de *Apuleia leiocarpa*. Em 2002, nos locais I e II, frutos desta coloração foram observados em todas as épocas de coleta, sendo os valores crescentes ao longo da maturação (Figuras 10a e 10b). Já no ano de 2003, a presença de frutos desta coloração foi constatada dos 56 aos 119 DAA no local I e a partir dos 77 DAA no local II, sendo observado aumento na porcentagem aos 119 DAA no local I e decréscimo no local II. Estes resultados, sugerem que em 2003, no local II a mudança de coloração de frutos foi mais rápida que no local I.

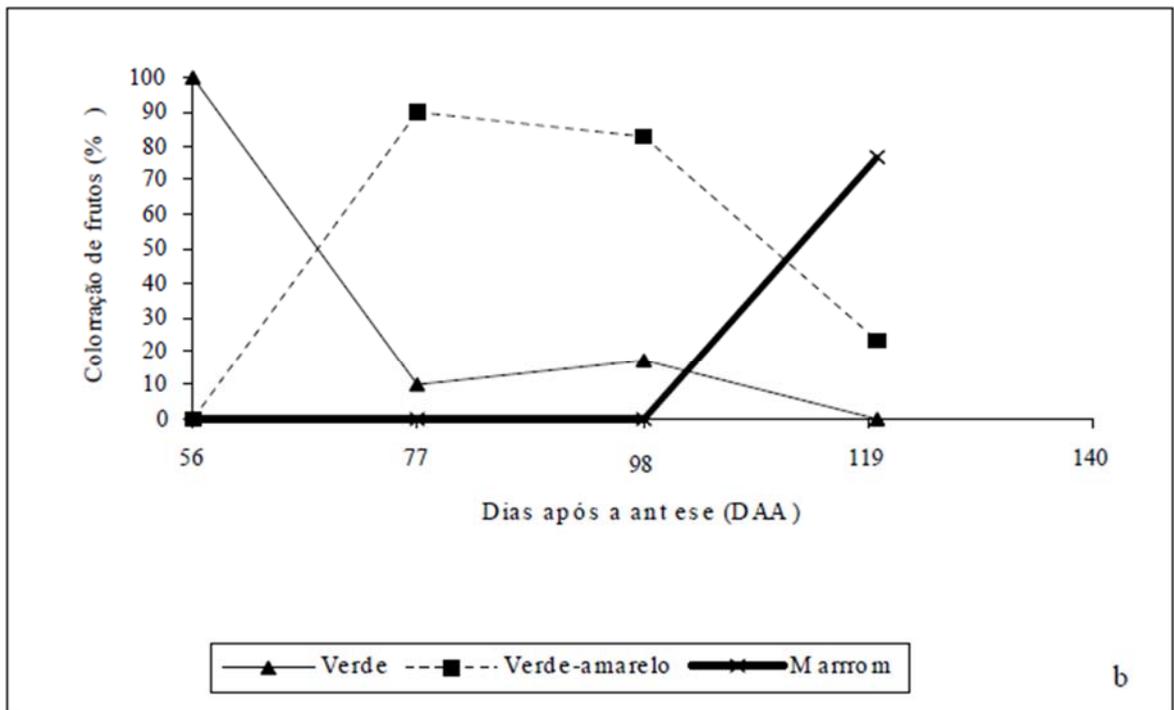
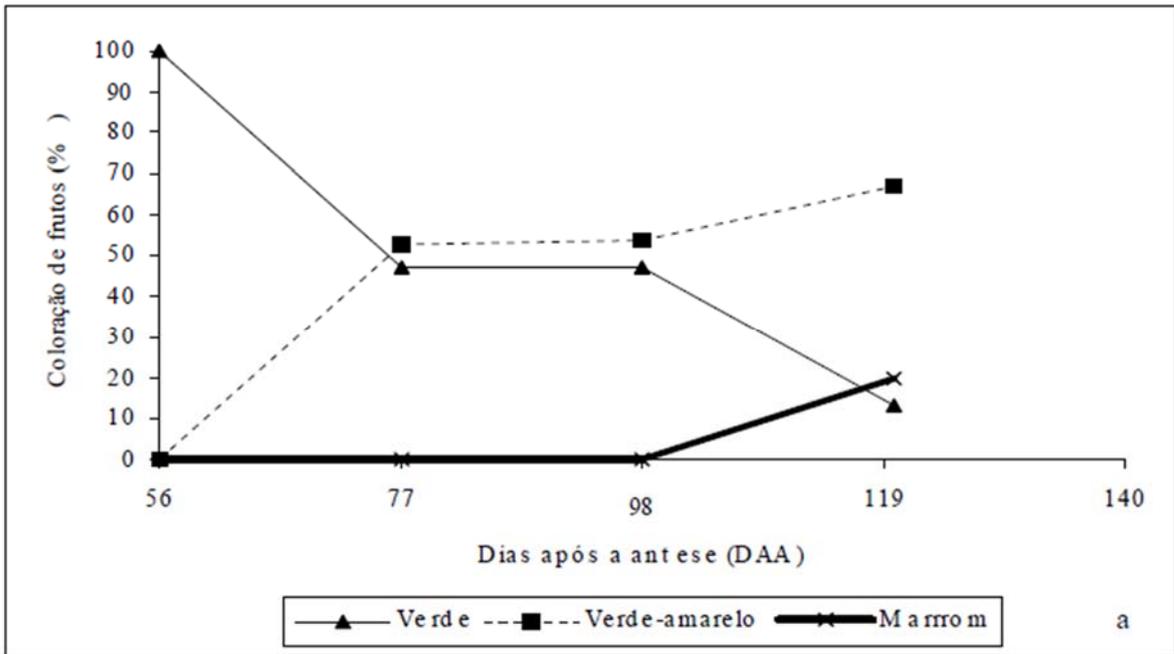
Quando foram analisados os frutos de coloração marrom, pode-se constatar que em ambos os anos de coleta, estes foram observados aos 98 e 119 DAA no local I e somente aos 119 DAA no local II. Estes frutos, apresentavam-se mais resistentes ao corte que os de coloração verde, provavelmente por possuírem menor quantidade de água que os outros. Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000), esta característica é adquirida devido ao processo de rápida desidratação que ocorre nos estádios finais da maturação.

SOUZA & LIMA (1985), estudando a maturação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa*, consideraram a mudança de coloração dos frutos de verde-avermelhado para verde-amarronzado, o melhor período para a coleta, já que após este estágio se iniciou o período de dispersão das sementes. CORVELLO et al (1999), estudando a maturação de sementes de *Cedrela fissilis*, constataram que as sementes da espécie deveriam ser colhidas 32 semanas após a antese, quando os frutos apresentavam coloração marrom-escuro e antes da sua deiscência, a fim de evitar a perda de sementes.

Em *Apuleia leiocarpa*, a mudança de coloração dos frutos, pode ser utilizada juntamente com o teor de água das sementes, para a definição do período no qual a coleta de sementes deve ser iniciada.



**Figura 10** Dados médios da porcentagem de frutos de *Apuleia leiocarpa*, classificados de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2002.



**Figura 11** Dados médios da porcentagem de frutos de *Apuleia leiocarpa*, classificados de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2003.

Quando analisado a coloração de sementes de *Apuleia leiocarpa*, pode-se constatar que o verde-brilhante foi a cor predominante nos estádios iniciais de maturação, sendo observada aos 56 e 77 DAA, nos dois anos e locais de coleta (Figuras 12 e 13).

O aspecto brilhante observado nas sementes neste período da maturação pode ser atribuído a elevada quantidade de água verificado nas sementes de *A. leiocarpa*, neste estágio de desenvolvimento (Figura 2).

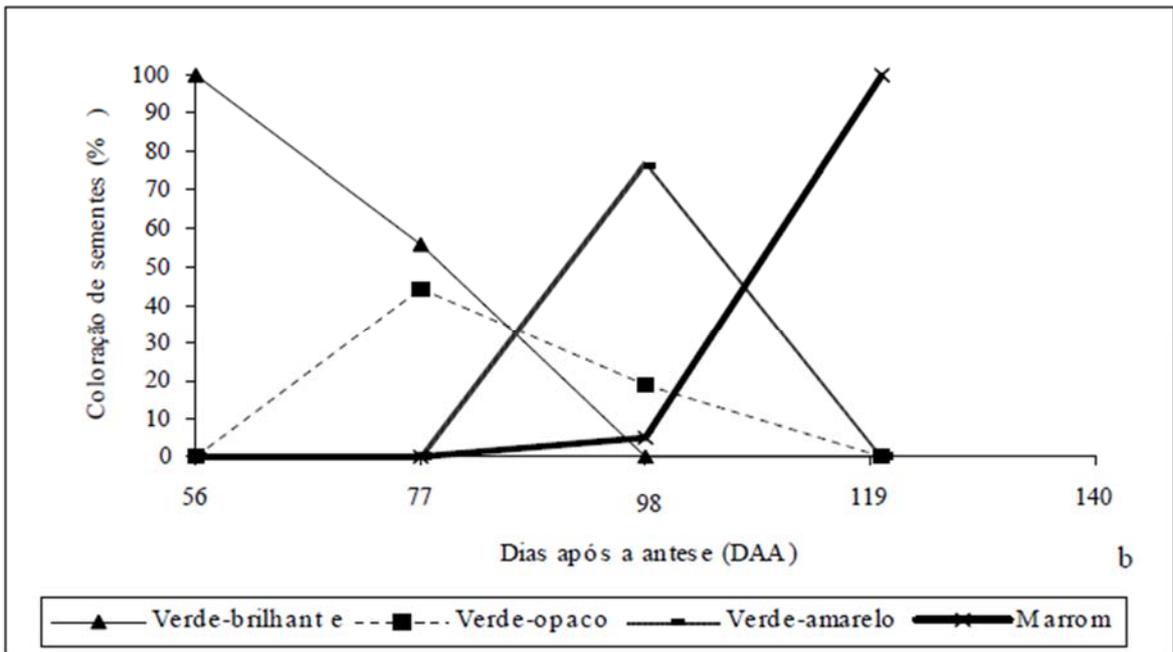
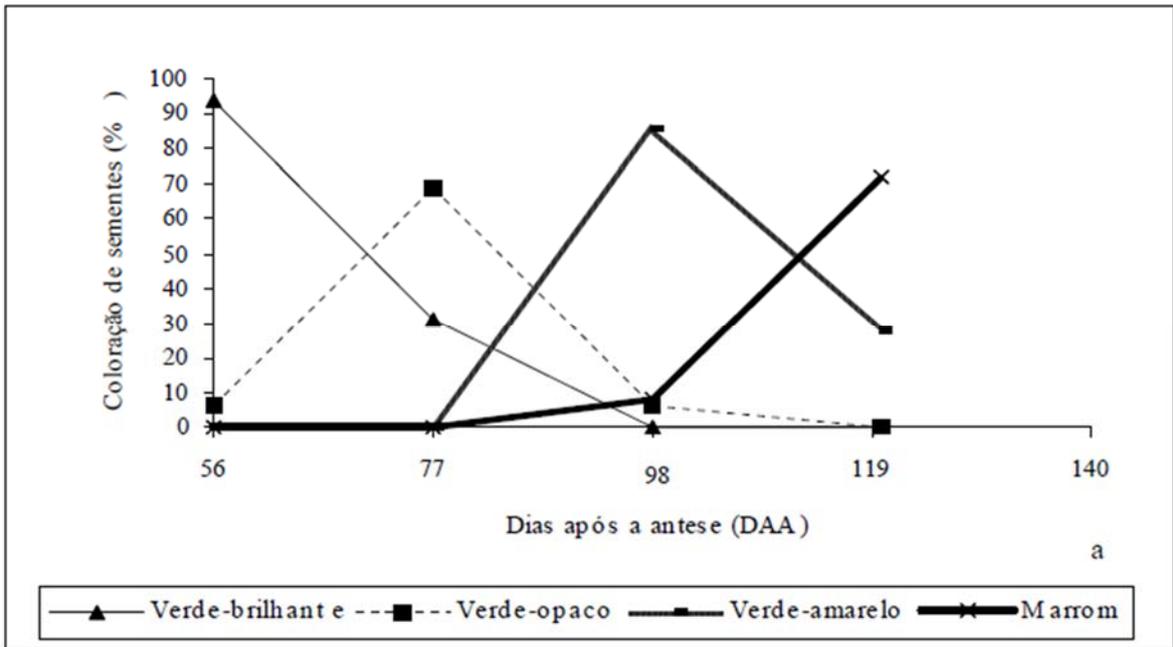
A partir dos 56 DAA, nos dois anos e locais de coleta, foi observada a redução da porcentagem de sementes de coloração verde-brilhante e o aumento da porcentagem de sementes de coloração verde-opaco. Aos 98 DAA em 2002, as sementes já mudavam de coloração para verde-amarelo e em 2003, neste mesmo período, ainda foram registradas porcentagens elevadas de sementes de coloração verde-opaco, sendo esta a coloração de sementes predominante nos dois locais (Figura 13).

A mudança de coloração de verde-brilhante para verde-opaco, pode ser associada ao maior acúmulo de massa seca nas sementes, que inicialmente, ou seja, aos 56 DAA apresentava valores inferiores a 0,04 g, como pode ser constatado na Figura 3. Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000) inicialmente o acúmulo de massa seca nas sementes se faz de maneira lenta, pois, logo após a fecundação do óvulo, a divisão das células é mais lenta que o desenvolvimento destas. Logo em seguida, o acúmulo de proteínas, lipídeos e carboidratos é mais intenso, refletindo-se na mudança de coloração das sementes (PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993).

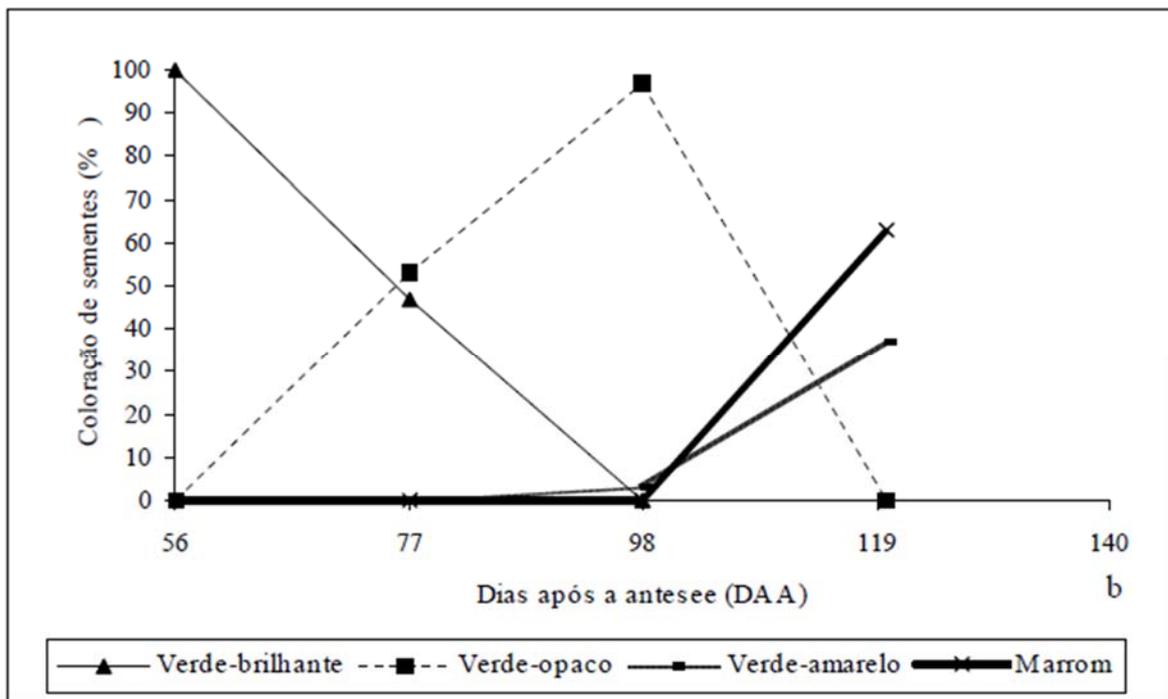
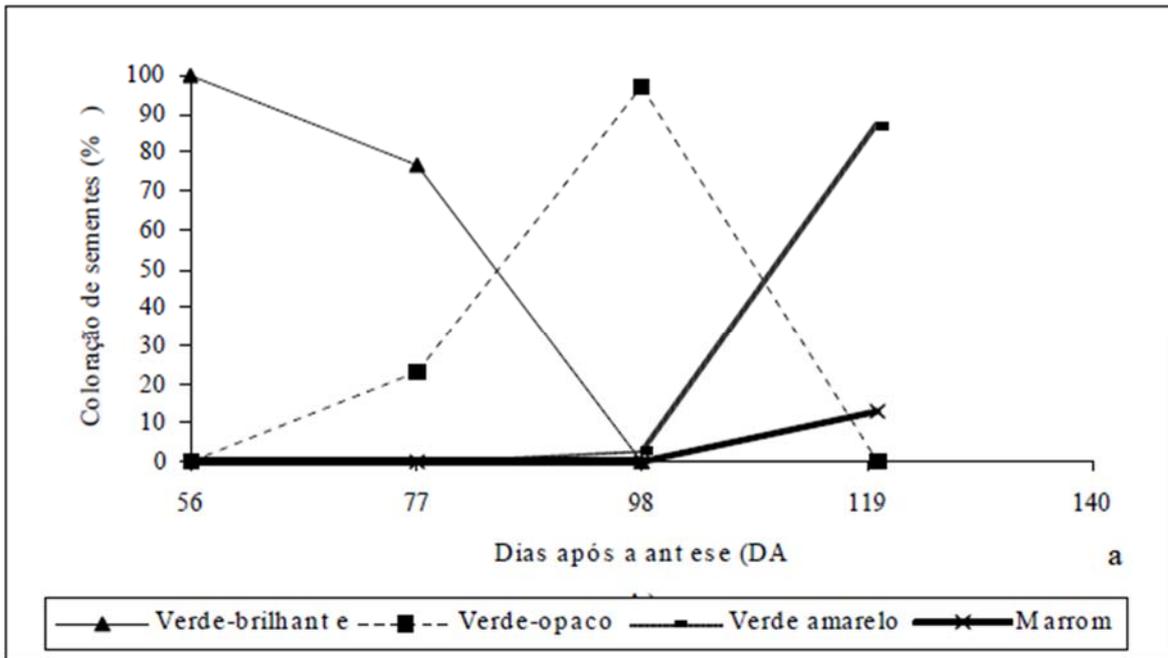
SILVA et al. (2002) estudando a maturação de sementes de *Calendula officinalis*, observaram a mudança de coloração das sementes de verde no início do processo, passando por creme e marrom no final do período de maturação.

O início do aparecimento de sementes de coloração verde-amarelo foi registrado a partir dos 98 DAA, nos dois anos e locais de coleta como pode ser constatado nas Figuras 10 e 11. Portanto, as sementes de coloração verde-amarelo, assim como as marrons podem ser consideradas maduras, se apresentarem redução nos valores do teor de água, ficando em torno de 40 %.

Para cabreúva (*Myroxylon balsamum*), espécie florestal da família Leguminosae, a coloração amarela dos frutos/sementes juntamente com o teor de água de 43%, foram considerados os parâmetros indicativos da maturidade fisiológica, que ocorreu aos 118 dias após o florescimento.



**Figura 12** Dados médios da porcentagem de sementes de *Apuleia leiocarpa* classificadas de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2002.



**Figura 13** Dados médios da porcentagem de sementes de *Apuleia leiocarpa*, classificadas de acordo com a coloração, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), nos locais I (a) e II (b) no ano de 2003.

No Quadro 13 estão apresentados os resultados da análise de variância para a massa média de mil sementes, pode-se constatar que houve interação significativa entre local e época, para os dois anos de coleta. Sendo que o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou para o padrão observado em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Quadro 14).

Em 2002, para o local I, os valores desta variável foram crescentes até os 98 DAA, e posteriormente houve um pequeno declínio nos valores até os 119 DAA (Figura 14 a), podendo este decréscimo ser explicado pela redução do teor de água neste período (Figura 2 a).

Já em 2003, em ambos os locais de coleta a massa média de mil sementes manteve-se em crescente aumento até os 119 DAA (Figuras 14 b), sendo representada pelo modelo linear, o que indica que as sementes ainda mantinham-se ligadas a planta-mãe neste período, recebendo desta material de reserva para o seu crescimento. Esta tendência no aumento do tempo para a maturação de sementes, pode ser explicada pelos maiores índices de precipitação pluvial registrados neste ano (Figura 1 b), que refletiram em maiores valores para teor de água de sementes neste período (Figura 2 b).

Portanto, levando-se em consideração a massa média de mil sementes, pode-se afirmar que as sementes de *Apuleia leiocarpa* estavam fisiologicamente maduras a partir dos 98 DAA em 2002 e aos 119 DAA em 2003 (Figura 14), devendo a coleta ser iniciada neste período e não exceder muitos dias após o ponto de maturidade fisiológica, pois a partir daí, as sementes começam a envelhecer no campo, aumentando as chances de ocorrência de danos causados por insetos predadores de sementes, contaminação por fungos patogênicos, afetando diretamente o vigor e a viabilidade.

NAKAGAWA et al. (1999) estudando a maturação de sementes de *Lolium multiflorum*, também observaram aumento linear nos valores da massa média de mil sementes até a penúltima coleta e um decréscimo logo a seguir, os autores verificaram que esta também foi a tendência seguida pela massa seca. No entanto, para sementes de *Apuleia leiocarpa* a massa média de mil sementes não refletiu os resultados observados para massa seca, pois nos dois anos e locais de coleta, este parâmetro apresentou variação nos valores sendo representado por modelos quadráticos (Figura 3).

**Quadro 13** Resumo da análise de variância para massa média de mil sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função do momento de coleta, em dois locais, nos anos de 2002 e 2003.

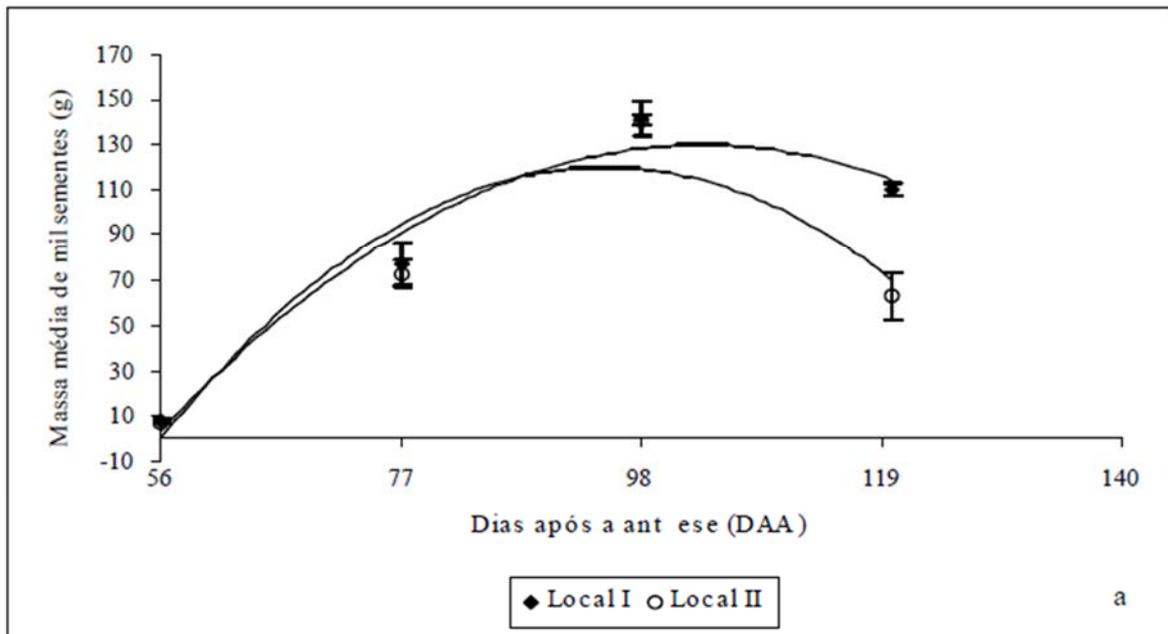
Fontes de variação	GL	Quadrado médio	
		2002	2003
Local (L)	1	0,00012 **	0,001 **
Época (E)	3	0,00784 **	0,014 **
Local x Época (LxE)	3	0,00006 **	0,282 *
Erro		0,000003	0,000004
C.V. (%)		1,341	1,78

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

**Quadro 14** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para massa média de mil sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função do momento de de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.

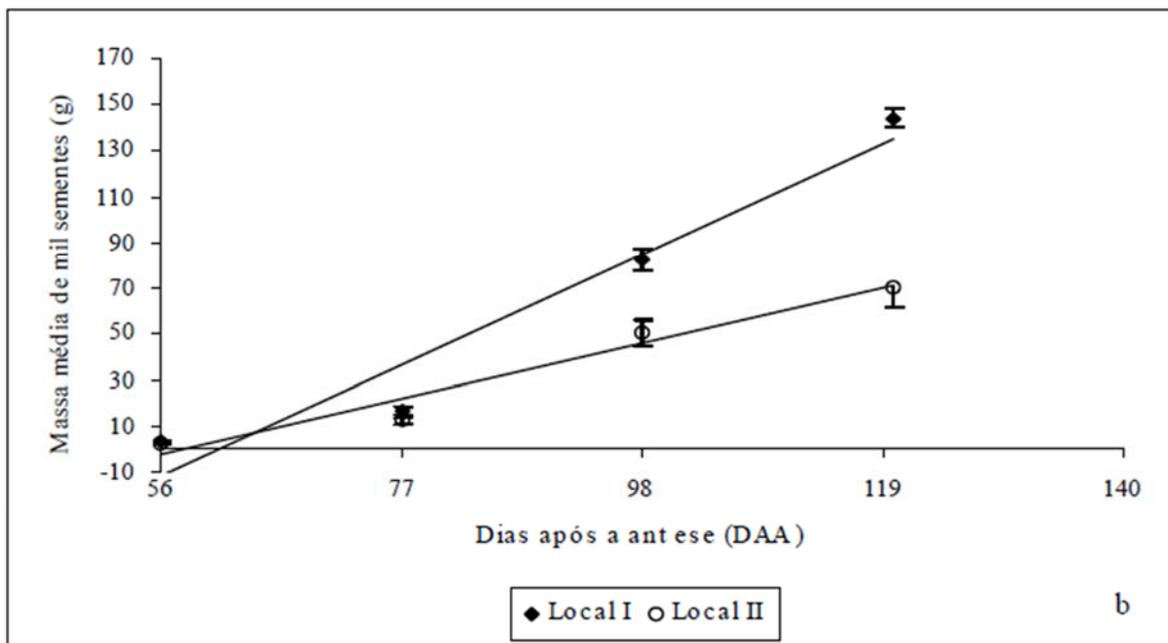
2002					
Fontes de variação	Local I			Local II	
	Modelo	GL	QM	Modelo	QM
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	37690,33***	Quadrático***	31574,210***
		29	162,210		379,361
-----					
2003					
Devido à regressão independente	Quadrático***	2	50084,300**	Quadrático ***	11889,370***
		29	56,466		61,235

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



$$y = -134,443x^{***} + 163,047x^{***} - 25,188x^{2****} R^2 = 0,95^{****}$$

$$y = -166,908x^{***} + 202,783x^{***} - 35,868x^{2****} R^2 = 0,97^{****}$$



$$y = -140,090x^{****} + 2,295x^{***} R^2 = 0,94^{****}$$

$$y = -66,208x^{***} - 1,140x^{***} R^2 = 0,95^{****}$$

**Figura 15** Dados médios da massa média de mil sementes de *A. leiocarpa* em função do momento de coleta (35, 56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (I e II), nos anos de 2002 (a) e 2003 (b).

### 3.3 Caracterização Fisiológica das Sementes

Quando analisados os resultados referentes ao teste de germinação, foi verificado que houve diferença quanto ao comportamento das sementes de *Apuleia leiocarpa* entre os dois anos e locais de coleta (Quadros 15 e 16). Aos 56 DAA, não foi realizado o teste de germinação para as sementes coletadas, pois estas apresentaram-se com tamanho muito reduzido (2 mm), inviabilizando assim, a instalação deste teste.

Pode-se constatar que no ano de 2002 não houve interação significativa entre época e local de coleta para todos os parâmetros avaliados no teste de germinação (Quadro 15). Já em 2003, houve interação entre todos os parâmetros, com exceção da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem (Quadro 16).

Quanto a porcentagem de emissão de raiz primária, os maiores valores foram observados aos 98 DAA em ambos os locais de coleta. Em 2002, independente dos locais de coleta, as sementes de *Apuleia leiocarpa* apresentaram o maior valor de porcentagem de germinação aos 98 DAA. No entanto, o valor registrado nesta época de avaliação não diferiu estatisticamente do observado aos 119 DAA (Tabela 2). Este resultado pode estar indicando o início do desenvolvimento da dormência por impermeabilidade do tegumento após os 98 DAA.

Já em 2003, os maiores valores para emissão de raiz primária e germinação foram verificados aos 119 DAA tanto no local I, quanto no local II (Tabela 2). Relacionando-se estes resultados com os observados para massa média seca de sementes, pode-se verificar que os valores foram máximos na mesma época de coleta (119 DAA), sugerindo a maturidade fisiológica das sementes. Pela Tabela 2 pode-se também verificar que não houve germinação das sementes submetidas ao teste até os 98 DAA, indicando uma possível imaturidade fisiológica das sementes, neste período.

Em *Anadenanthera macrocarpa* (angico), a máxima porcentagem de germinação foi observada aos 220 dias após a frutificação, coincidindo com os maiores valores para massa seca e os menores para teor de água (SOUZA & LIMA, 1985). Estudando a maturação fisiológica de sementes de *Miroxylon balsamum* (Cabreúva), AGUIAR & BARCIELA (1986) verificaram que as sementes só germinaram a partir das coletas realizadas aos 84 DAA. MARTINS & SILVA (1997) só constataram germinação nas sementes de *Dalbergia nigra* (Jacarandá da Bahia) a partir dos 288 dias após a floração. Esses autores também relacionaram a ausência de germinação nos estádios iniciais da maturação à uma provável imaturidade fisiológica das sementes

Independente do local de coleta, a porcentagem de sementes mortas diminuiu a partir dos 77 DAA no ano de 2002. Em 2003, foi menor aos 119 DAA nos dois locais de coleta, período em que as sementes já apresentavam valores máximos de germinação, em relação as épocas anteriores (Tabela 2)

Em 2002, foi registrado o aparecimento de sementes duras a partir dos 98 DAA independente do local de coleta. Em 2003, as sementes duras foram registradas somente aos 119 DAA no local II e aos 98 e 119 DAA no local I, (Tabela 2), sendo que, neste período as sementes já apresentavam algumas características de dormência por impermeabilidade do tegumento, como o endurecimento da testa.

BORGES et al. (1980) observaram o aparecimento de dormência tegumentar em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-negro), com a conseqüente redução na velocidade de embebição das sementes, causando a queda na porcentagem de germinação a partir dos 45 dias após o início da frutificação.

A impermeabilidade do tegumento também foi constatada em sementes de *Bixa orellana* (urucum). Estas sementes só iniciaram a germinação a partir do estádio no qual foi atingido o máximo valor de massa seca, o que ocorreu aos 60 DAA e mantiveram os valores

constantes até os 75 DAA. A partir deste período, foram observados valores decrescentes para porcentagem de germinação e início da dormência por impermeabilidade do tegumento (AMARAL et al., 2000).

**Quadro 15** Resumo da análise de variância para porcentagem de emissão de raiz primária, de germinação, de sementes (mortas e duras) e de plântulas normais na primeira contagem obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa*. em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), no ano de 2002.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		Emissão de raiz	Germinação	Sementes		Primeira Contagem
				Mortas	Duras	
Local (L)	1	0,819 ns	0,841 ns	0,083 ns	1,197 ns	1,708 *
Época (E)	2	158,315 **	142,739 **	171,914 **	56,175 **	17,259 **
L x E	2	1,777 ns	0,78787 ns	2,154 ns	1,197 ns	0,533 ns
Erro	21	0,747	1,028	0,937	0,557	1,004
C.V. (%)		17,164	23,188	15,77	41,641	64,394

**Quadro 16** Resumo da análise de variância para porcentagem de emissão de raiz primária, de germinação, de sementes (mortas e duras) e de plântulas normais na primeira contagem obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa* em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), no ano de 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		Emissão de raiz	Germinação	Sementes		Primeira Contagem
				Mortas	Duras	
Local (L)	1	35,915 **	23,276 **	62,281 **	6,392 *	0,008 ns
Época (E)	2	54,569 **	26,732 **	79,317 **	3,796 *	0,138 ns
L x E	2	17,066 *	18,968 **	49,369 **	3,796 *	0,398 ns
Erro	20	2,037	0,315	0,280	0,458	0,148
C.V. (%)		60,762	36,916	6,179	63,166	47,414

**Tabela 2** Dados médios de porcentagem de emissão de raiz primária, germinação e de sementes (mortas e duras) de *Apuleia leiocarpa*, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.

2002												
DAA	Emissão de raiz			Germinação			Sementes					
							Mortas			Duras		
	LI	LII	Média	LI	LII	Média	(%)					
56*	-	-	-	-	-	-	99,0	-	97,0 a	-	-	-
77	2,0	5,0	4,0 c	1,0	1,0	1,0 b	23,0	95,0	23,0 b	0,0	0,0	0,0 c
98	56,0	64,0	60,0 a	39,0	49,0	44,0 a	16,0	23,0	18,0 b	0,0	14,0	7,0 b
119	56,0	37,0	46,0 b	36,0	31,0	34,0 a		19,0		30,0	45,0	38,0 a
Média	38,0 A	35,0 A		25,0 A	27,0 A		46,0 A	46,0 A		10,0 B	20,0 A	
C.V. (%)	17,16			23,19			15,77			41,64		
2003												
DAA	Emissão de raiz			Germinação			Sementes					
							Mortas			Duras		
	LI	LII	Média	LI	LII	Média	(%)					

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para local e maiúscula na linha para poca de coleta, não diferem entre si, pelo teste Tukey à 5 %.

- Não foi realizado o teste de germinação.

Em relação ao vigor das sementes, avaliado através do teste de primeira contagem de plântulas normais, pode-se verificar que não houve interação significativa entre local e época de coleta tanto em 2002 quanto em 2003 (Quadros 15 e 16). Independente do local de coleta, foi constatado maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem obtidas de sementes coletadas aos 119 DAA no ano de 2002 e de sementes coletadas aos 98 DAA, em 2003 (Tabela 3).

Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000) o vigor da semente durante a maturação acompanha o acúmulo de massa seca, assim uma semente atinge seu máximo vigor quando apresenta maior massa seca, sendo que a partir da maturidade fisiológica, o comportamento desta variável ocorre de maneira semelhante ao da germinação.

Em *Apuleia leiocarpa*, quando comparados os dados de primeira contagem com os de massa média seca, foi constatada a mesma tendência no ano de 2002. Já em 2003, a maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem foi observada em sementes colhidas aos 98 DAA, ou seja, 21 dias antes das sementes atingirem os valores máximos para massa média seca (Figura 3) e para germinação que foi maior aos 119 DAA. Assim, em *Apuleia leiocarpa* o teste de primeira contagem de plântulas normais não seguiu o mesmo padrão do teste de germinação, além disso, devido aos baixos valores obtidos para a primeira contagem de plântulas normais, este parâmetro não deveria ser considerado um bom indicativo do ponto de maturidade fisiológica de sementes.

No entanto, em sementes de *Calendula officinallis* a primeira contagem de plântulas normais, seguiu a mesma tendência da porcentagem de germinação, sendo que o maior vigor foi constatado em sementes colhidas aos 36 DAA, enquanto a maturidade fisiológica foi atingida no período de 28 a 32 DAA (SILVEIRA et al., 2002).

Guimarães et al. (1998) também verificaram comportamento semelhante em sementes de *Zinia (Zinia elegans)*, ou seja, o teste de primeira contagem de plântulas normais seguiu a mesma tendência observada para a germinação, atingindo os valores máximos aos 50 DAA. No entanto, os valores para este teste de vigor foram muito inferiores aos do teste de germinação.

**Tabela 3** Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem para sementes de *Apuleia leiocarpa*, em função do momento de coleta (56, 77, 98 e 119 DAA), em dois locais (LI e LII), nos anos de 2002 e 2003.

DAA	Primeira Contagem		
	2002		Média
	L I	L II	
56*	-	-	-
77	0,0	0,0	0,0 c
98	1,0	3,0	2,0 b
119	9,0	9,0	9,0 a
Média	3,0 A	4,0 A	
C.V. (%)	64,39		
	2003		
56*	-	-	-
77	0,0	0,0	0,0 b
98	1,0	1,0	1,0 a
119	0,0	0,0	0,0 b
Média	0,0 A	0,0 A	
C.V. (%)	47,41		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para local e maiúscula na linha para época de coleta, não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5%

\* Não foi realizado o teste de primeira contagem

Na análise histológica das sementes de *Apuleia leiocarpa* aos 98 DAA, pode-se constatar que estas apresentaram uma epiderme com características para funcionar como principal tecido mecânico (Figura 16b), podendo ser classificadas como sementes do tipo exotestal segundo BELTRATI & PAOLI (2003).

Pela Figura 16b também pode-se observar que a camada mais externa do tegumento das sementes de *A. leiocarpa* é representada por uma epiderme unisseriada, em forma de paliçada rígida, constituída de macroesclerídes também chamadas células de Malpighi.

De acordo com ESAU (2000), sementes de espécies da família Leguminosae apresentam dois tegumentos, um interno que desaparece durante a ontogênese e um externo que se diferencia em diversas camadas (Figura 16a). Em certos gêneros de leguminosas, a testa é impermeável a água e ao oxigênio quando se apresenta livre de danos (WERKER, 1980; ESAU, 2000). Desta forma, de acordo com CORNER (1951) e GROOTJEN & BOUMAN (1988) a epiderme em paliçada também é considerada uma barreira mecânica.

Nas células de Malpighi presentes no tegumento das sementes, foi observada uma região clara com alto grau de reforço, identificada como linha lúcida (Figura 17b).

FAHN (1985) e GROOTJEN & BOUMAN (1988) puderam observar que na região da linha lúcida, a parede apresenta modificação na orientação das microfibrilas que passam de longitudinal para transversal. Em aspecto tridimensional a formação responsável pelo efeito de linha pode ser visualizada como uma bainha acompanhando o formato da semente.

Em estudos que incluíram a entrada de corantes em sementes, conduzidos a fim de verificar as possíveis barreiras mecânicas existentes ESAU (2000) pode verificar que a linha lúcida representou uma barreira a passagem destes corantes, segundo EAMES & MACDANIELS (1947) em algumas espécies essa linha resulta da deposição de glóbulos de cera nas células. Outra importante característica observada em sementes de *Apuleia leiocarpa*, foi a formação de uma segunda linha lúcida contínua (Figura 17 a). GROOTJEN & BOUMAN (1988) também constataram uma segunda linha lúcida em sementes de *Carma glauca*, estando esta linha localizada na parte basal das macroesclerídes.

A presença desta segunda linha lúcida nas sementes de *Apuleia leiocarpa*, reforça ainda mais a barreira mecânica a entrada de água e gases, que caracteriza a dormência por impermeabilidade do tegumento identificada nas sementes da espécie, por BIANCHETTI et al. (1995) e NICOLOSO et al. (1997).

Em sementes de *Apuleia leiocarpa* coletadas em 2002 aos 119 DAA, foram observados de dois a quatro estratos celulares de osteoesclerídes, com paredes espessas, contendo substâncias fenólicas (Figuras 16c, 16d e 17a), sendo que, esta característica também pode ser considerada um dos fatores responsáveis pela impermeabilidade do tegumento, que caracteriza sementes maduras desta espécie.

Quando foi realizada a análise das sementes coletadas aos 98 DAA, foram verificados dois estratos celulares formando o parênquima do tegumento. Este parênquima apresentou formato tabular logo após a camada subepidérmica, em seguida, três a cinco estratos de células comprimidas, com formato irregular, adjacentes a esses estratos, foram observadas células isodiamétricas de dimensões maiores. (Figuras 16a e b). Já nas sementes coletadas aos 119 DAA, esta estratificação não foi mais observada (Figuras 17 d).

ESAU (2000) citou a presença de camadas subepidérmicas constituídas por células chamadas colunares, ou ainda em pilar, ampulheta ou osteoesclerídes, dependendo da distribuição dos espessamentos da parede e do formato das células. FAHN (1985) estudando sementes de espécies da família Leguminosae, verificou que essas células em forma de funil ou de osso (osteoesclerídes) com paredes muito espessas, podem conter ou não pigmentos.

Em estudo sobre a estrutura e o desenvolvimento da semente de tomate (*Lycopersicon esculentum*), SOUÈGES (1907) observou que o parênquima intermediário se desintegrou gradualmente, restando apenas as paredes celulares.

Em sementes coletadas aos 119 DAA foi observada a presença de uma cutícula interna entre as osteoesclereídes e os cotilédones (Figura 16e), esta cutícula tornou-se mais evidente na presença do Sudan IV, demonstrando maior suberificação das paredes. No entanto, a camada interna a essa cutícula não pode ser designada como nucelo, pois faz-se necessário um estudo ontogenético para investigar e precisar o que de fato ocorre em sementes de *Apuleia leiocarpa*.

Em algumas famílias botânicas, entre elas, Leguminosae, ocorre a extinção do tegumento interno e do nucelo (FAHN, 1985). As camadas cuticulares vêm sendo consideradas por alguns autores como uma barreira química, extremamente impermeável, que retarda a germinação das sementes, não apenas de Leguminosae, mas também de outras angiospermas. (WHITE, 1908; REES, 1911; MARTINS & OLIVEIRA, 2001). De acordo com ESAU (2000), duas a três camadas cuticulares, as dos tegumentos e a do nucelo, poderiam ocorrer após o desenvolvimento de um ou mais tegumentos.

Em sementes de *Apuleia leiocarpa* coletadas aos 77 DAA os cotilédones apresentaram aspecto compacto. Aos 98 DAA, foram observadas, nas células do tecido cotiledonar substâncias de reserva como grãos de amido (Figura 17 d), ainda nas sementes coletadas neste estágio de maturação foram detectados resquícios do tecido endospermático (Figura 16a), podendo estas serem classificadas como exalbuminosas segundo ESAU (2000).

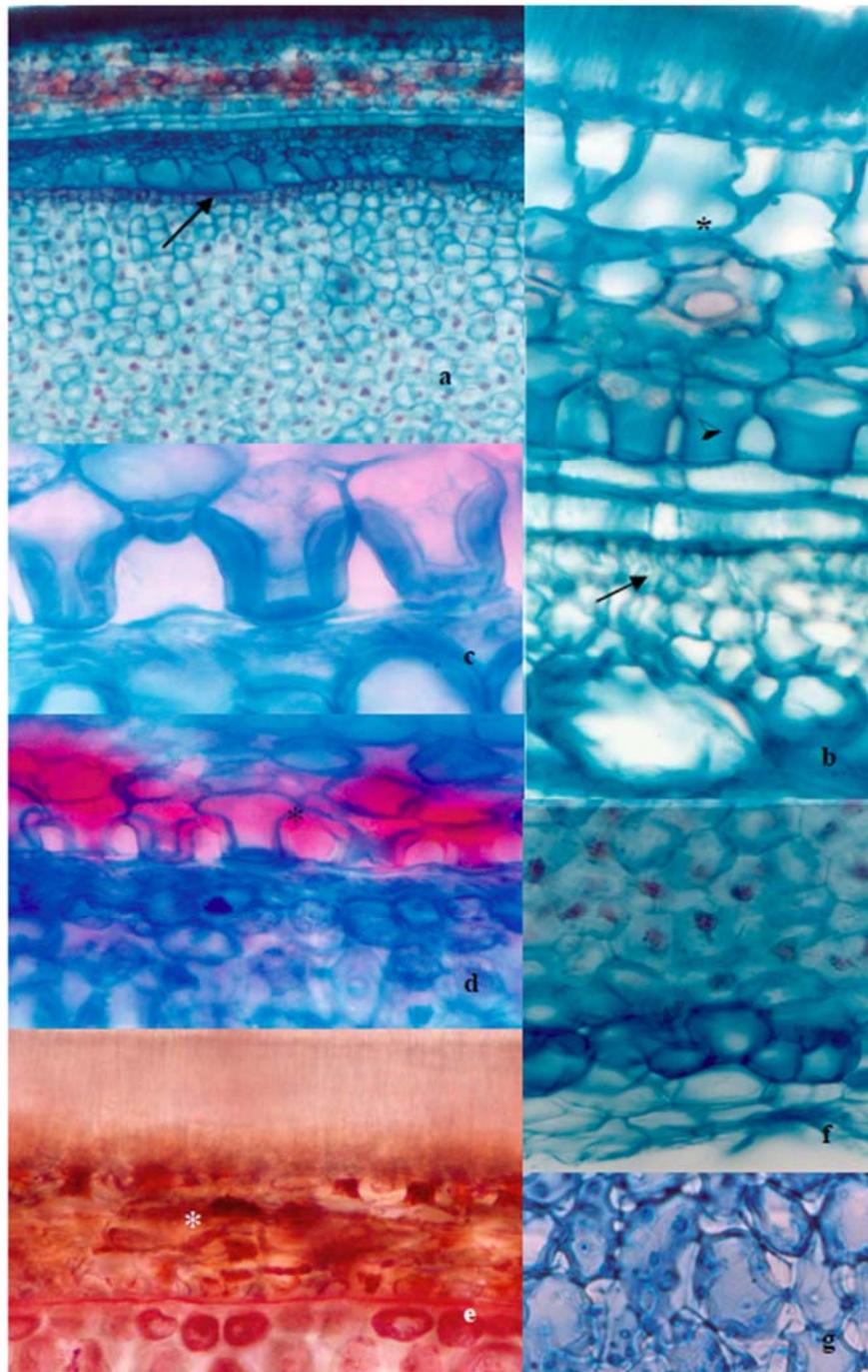
De acordo com BRYANT (1989) o endosperma pode ser considerado o elemento responsável pela transferência do material nutritivo dos tecidos do óvulo para o embrião, nos estádios iniciais do desenvolvimento das sementes, nos estádios subseqüentes, ocorre a destruição parcial ou total do endosperma, a medida em que o embrião se desenvolve no saco embrionário, sendo que, o espaço deixado pelo endosperma em degeneração é preenchido pelos cotilédones em expansão.

Em sementes coletadas aos 119 DAA pode-se verificar que o tecido cotiledonar tornou-se lacunoso (Figuras 16 f e g), sendo que neste estágio da maturação foram observadas gotas de óleo (Figuras 17 e) no interior das células. BRYANT (1989) ressalta que em sementes de Leguminosae os cotilédones representam os principais órgãos de reserva.

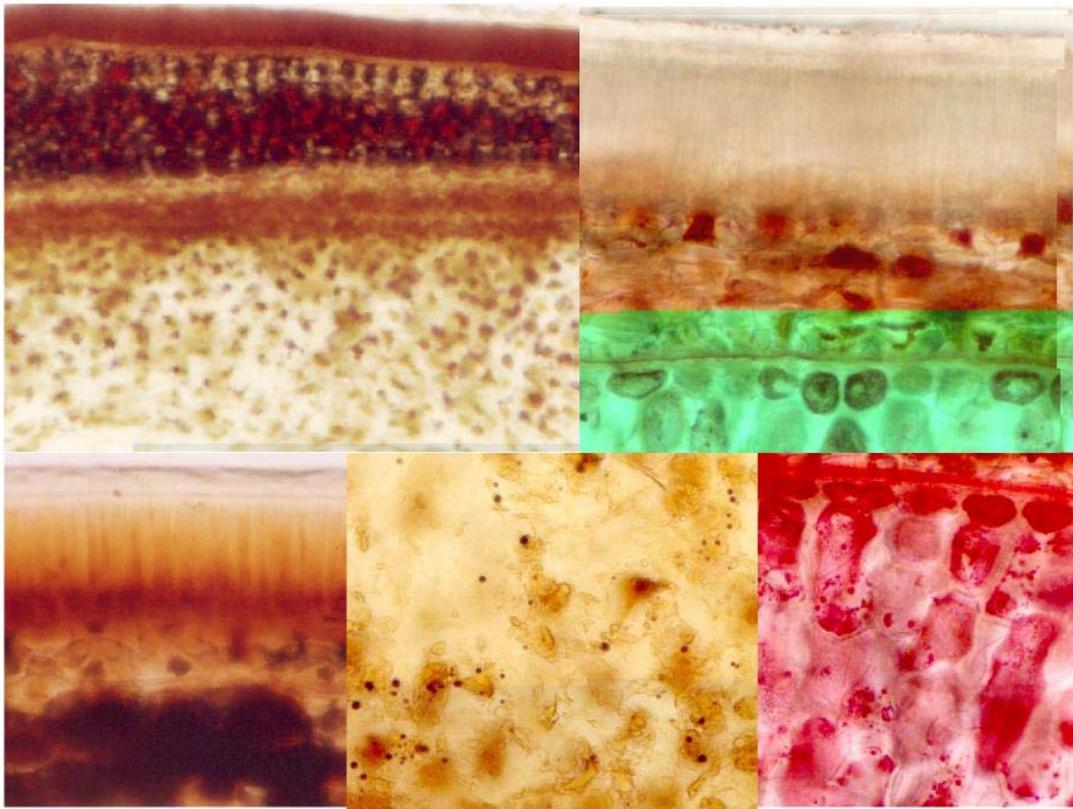
Quando analisados os aspectos histoquímicos das sementes de *A. leiocarpa*, pode-se verificar um depósito de substâncias fenólicas na parede periclinal interna e no interior das células aos 119 DAA (Figura 16c). Foram também encontradas substâncias fenólicas na exotesta e na camada subepidérmica (Figuras 16c e 16d), podendo esta característica química estar contribuindo com a barreira física observada nas células do tegumento para que ocorra a dormência por impermeabilidade do tegumento, característica desta espécie.

De acordo com EAMES (1947); FAHN, (1985); ESAU, (2000) e BELTRATI & PAOLI (2003) as paredes das macroesclereídes têm espessamento desigual, podendo ser ou não lignificadas. FERNANDEZ et al. (2000) não constataram a presença de compostos fenólicos em sementes maduras de *Arachis hypogea* (Leguminosae) e puderam observar a presença de um tecido lignificado no tegumento destas sementes.

As substâncias fenólicas e as quinonas ocorrentes na testa das sementes de algumas espécies foram consideradas uma barreira química, pois formam uma capa contínua de células (WERKER et al., 1973; WERKER & FAHN, 1975; WERKER et al, 1979; MARTINS & OLIVEIRA, 2001).



**Figura 16** Semente de *Apuleia leiocarpa*. a) Aspecto geral do tegumento com resquício de endosperma (→) e o cotilédone compacto (\*); b) detalhe do tegumento, mostrando células epidérmicas em paliçada, macrosclereídes (\*), osteosclereídes (➤) e parênquima do tegumento (→); c) osteosclereídes em detalhe, destaque do espessamento parietal (119 DAA); d) camada subepidérmica corada por safrablau, evidenciando osteosclereídes aos 119 DAA; e) detalhe da cutícula interna (→) situada entre as osteosclereídes e o cotilédone em sementes coletadas aos 119 DAA (\*); f) cotilédone em detalhe (\*); g) cotilédone lacunoso em sementes aos 119 DAA (→) (ST). Barras: a=100im; b, c, d, e, f e g=50µm.



**Figura 17.** Testes histoquímicos em sementes de *Apuleia leiocarpa*. a) aspecto geral do tegumento, evidenciando as substâncias fenólicas nas camadas de osteosclereídes (→); detalhe da segunda linha lúcida aos 98 DAA; b) detalhe da primeira linha lúcida observada nas macroesclereídes (→); c) detalhe da parede periclinal interna das macroesclereídes após reação com cloreto férrico (119 DAA); d) detalhe do cotilédone, evidenciando grãos de amido (98 DAA) (→); e) Detalhe do cotilédone, evidenciando gotas de óleo (1xii9 DAA) (→) (ST) Barras: a= 100 $\mu$ m; b, c, d e, e= 50 $\mu$ m.

## 4 CONCLUSÕES

- A maturidade fisiológica das sementes de *Apuleia leiocarpa* variou conforme o ano de avaliação em função da precipitação pluvial;
- Em 2002 foi atingida aos 98 DAA apenas em um dos locais (Local I) e em 2003 a partir dos 119 DAA em ambos os locais, com base nos parâmetros de teor de água, massa seca, germinação e vigor;
- O ponto de maturidade fisiológica pode ser caracterizado em função da amostra analisada, quando foi observada mudança de coloração dos frutos de verde-amarelo para marrom e o aparecimento da maior proporção de sementes com coloração marrom;
- O início da dormência por impermeabilidade do tegumento se deu aos 98 DAA no local II e aos 119 DAA no local I, nas condições climáticas ocorridas em 2002 e não pode ser detectado em 2003;
- A presença de macroesclereídes, osteoesclereídes, da segunda linha lúcida e de substâncias fenólicas caracterizam uma barreira mecânica e química que confere às sementes a dormência por impermeabilidade do tegumento.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.B.; BARCIELA, F.J.P. Maturação de sementes de cabreúva. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 63-71, 1986.
- AMARAL, L.I.V.; PEREIRA, M.F.D.A.; CORTELAZZO, A.L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*, **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, n. 3, p. 1-13, 2000.
- BARBOSA, J.M.; AGUIAR, I.B.; SANTOS, S.R.G. Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 665-78, 1992.
- BARRUETO, L.P.; PEREIRA, J.P.; NEVES, M.A. Influência da maturação fisiológica e do período entre a coleta e o início do armazenamento sobre a viabilidade de sementes de seringueira (*Hevea spp.*). **Turrialba**, Costa Rica, v. 36, n. 1, p. 65-75, 1986.
- BELTRATI, C.M. & PAOLI, A.A.S. Semente. In: APPEZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S.M. (eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003, 438p.
- BIANCHETI, A.; MARTINS, E.G.; FOWLER, J.A.P.; RAMOS, A.; ALVES, V.F. Tratamentos pré-germinativos para sementes de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Comunicado Técnico. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisas de Florestas**, Colombo, PR, n. 2, 1p., 1995.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, C.G. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. Provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 45-47, 1979.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; TELES, F.F.F. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelha-de-negro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.2, p. 29-32, 1980.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRYANT, J.A.; KRAUS, J.E.; TRENCH K.U.S.. **Fisiologia da semente**. São Paulo, E.P.U, v. 31, 1989, 14 p.
- BUKATSCH, F. Bemerkungen zur doppelfarbung Astrablau-safranina. **Mikrokosmos**, n. 61, v.8, p. 225, 1972.
- CARVALHO, A.G. de; FIGUEIRA, L.K. Biologia de *Pygiopachimerus lineola* (Chevrolat, 1871) (Coleoptera: Bruchidae) em frutos de *Cassia javanica* L. (Leguminosae-caesalpinoideae). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 6, n. 1, p. 83-87, 1999.
- CARVALHO, N.M.; FILHO, J.F.S.; GRAZIANO, T.G.; AGUIAR, I.B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, ano 2, n.2, p. 23-28, 1980.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência Tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588 p.
- CORNER, E.J.H. The leguminous seed. **Phytomorfology**. v.1, p. 117-150, 1951.
- CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 23-27, 1999.
- EAMES, A.J.; MACDANIELS, L.H. **An introduction to plant anatomy**. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1947, 427 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Manual de métodos de análise de solos**, Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS, 1979, não paginado.

- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 15a ed., 2000, 293 p.
- FERNANDEZ, E.M.; ROSOLEM, C.A.; OLIVEIRA, D.M.T. Peanut seed tegument is affected by liming and drying method. **Seed Science and Technology**. Zürich, v. 27, p. 185-192, 2000.
- FERRAZ, F.C.; CARVALHO, A.G. de. Ocorrência de danos por *Pygiopachymerus lineola* (Chevrolat, 1871) (Coleoptera: Bruchidae) em frutos de *Cassia fistula* L. no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Biotemas**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 137-140, 2001.
- FIGLIOLIA, M.B. & PINA RODRIGUES, P.C.M. **Manejo de Sementes de Espécies Florestais**. Instituto Florestal, São Paulo, Série Registros, n. 15, 1995, 56 p.
- FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E. de C.; PINA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de Sementes, In: AGUIAR I.B.; PINA-RODRIGUES F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. (Eds). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília, ABRATES, p. 137-74, 1993.
- FIGUEIRA, L.K.; CARVALHO, A.O. de. Avaliação de frutos de *Albizia lebbek* e danos causados por *Merobruchus paquetae*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 78, n.1, p. 67-76, 2003.
- FONSECA, S.M.; KAGEY AMA, P.Y. Bases genéticas e metodologia para seleção de árvores superiores de *Pinus taeda*. **IPEF**, Piracicaba, n. 17, 35-39, 1978.
- FORTUNATO, R.P.; NICOLOSO, F.T. Toxidez de alumínio em plântulas de grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.89-95, 2004.
- POSTER, A.S. **Practical Plant Anatomy**. New York. D van Nostrand, Inc., 2º ed., 1949, 228p.
- GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A Secagem de Sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v .34, n.2, p.89-95, 2004.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1966, 404 p.
- GROOTJEN, C.J.; BOUMAN, F. Seed structure in Carmaceae: taxonomic and ecological implications. **Armals of Botany**, London, n. 61: 363-371, 1988.
- GUIMARÃES, T.G.; OLIVEIRA, D.A.; MANTOVANI-ALVARENGA, E.; GROSSI, J.A. Maturação fisiológica de sementes de zínia (*Zirnia elegans* Jacq.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 7-11, 1998.
- JALINK, H.; FRANDAS, A.; VAN DER SCHOOR, R.; BINO, J.B. Chlorophyll fluorescence of the testa of Brassica oleracea seeds as na indicator of seed maturity and seed quality. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, número especial, p. 88-93, 1998.
- JENSEN, D.H. **Botanical histochemistry (principles and practice)**. San Francisco, W. H. Freeman and Company, v. 6., 1962, 408 p.
- JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book Company, XI, 1940, 523 p.
- KAGEY AMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**. Piracicaba, p.41-42, 1989.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra**. México, Ed. Fundo de Cultura econômica, 1948, 4 78 p.
- LANGERON, M. **Précis de microscopie**. Paris, Masson et Cie. Editeurs, 1949, 1430 p.
- LEONHARDT, C.; TILLMARM, M.A.A.; VILLELA, F.A.; MATTEI, V.L. Maturação fisiológica de sementes de tarumã-de-espinho (*Citharexylum monttevidense* (Spreng.) Moldenke - Verbenaceae, no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 100-107, 2001.

- LOUREIRO M. B.; CARVALHO, A. G.; ROSSETTO, C. A.V. Danos causados por insetos à qualidade fisiológica de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride. **Revista Agronomia**, UFRRJ, Seropédica (no prelo).
- MARTINS, M.A.G.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfo-anatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu* (Nenth.) O. Kntze (Fabaceae: Faboideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24 n. 1, p. 1-21, 2001.
- MARTINS, S.V.; SILVA, D.D. Maturação e época de coleta de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 96-99, 1997.
- MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYBER. **The germination of seeds**. London, Pergaman-Press, 1982, 192 p.
- MOZAMBANI, AE.; SADER, R.; PINTO, L.R. Maturação fisiológica e retardamento de coleta de sementes de crotalária (*Crotalaria juncea* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 55-62, 1993.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIAN, C.; FELTRAN, J.C.; OLIVEIRA, R.L. Maturação de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 174-182, 1999.
- NICOLOSO, F.T.; GARLET, A. ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeito de métodos de escarificação na superação de dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n. 3, p. 419-424, 1997.
- NICOLOSO, F.N.; FOGAÇA, M.A.F.; ZANCHETTI, F. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em argissolo vermelho distrófico. 1 Efeito da adubação NPK. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1-8, 2001.
- OLIVEIRA, E.S.; COUTINHO, C.L.; CARVALHO, A.G. Avaliação de danos causados por *Acanthoscelides spp.* em sementes de *Albizia lebeck* (Leguminosae-Mimosoideae) de quatro procedências do estado do Rio de Janeiro. In: **16º Congresso Brasileiro de Entomologia**, Salvador, p. 332, 1997.
- PEREIRA, T.S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cirmamomifolia* (DC.) Naud. Na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 335-348, 2001.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília. ABRATES, p. 215-74, 1993.
- REEVE, R.M. Histochemical tests for polyphenols in plant tissues. **Stain Technology**. v. 26, n. 2, p. 91-96, 1951.
- RIBEIRO-COSTA, C.S.; REYNAUD, D.T. Bruquídeos coletados em *Serma multijuga* (Caesalpinaceae) com descrição de duas novas espécies. In: **X Congresso Brasileiro de Entomologia**, Rio de Janeiro, p. 119, 1986.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p
- SALOMON, M.V.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; CASTRO, J.L. Desempenho de linhagens diplóides de trigo, obtidas na cultura de anteras quanto a tolerância ao alumínio, produção de grãos e altura da planta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 189-198, 2003.
- SANTOS, G.P.; ARAÚJO, F.S.; MONTEIRO, A.J.A.; NETO, H.F. Danos causados por *Plocetes sp.* (Coleoptera; curculionidae) e Lepidoptera em sementes de guiné-do-mato, *Coutareae hexandra* (Rubiaceae). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 238, p. 608-613, 1994.
- SANTOS, G.P.; MONTEIRO, A.J.A.; NETO, H.F.; ARAÚJO, F.S. Danos por *Sermius spp.* (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de fedegoso, *Cassia macranthera* (Leguminosae-caesalpinoideae). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 39, n. 223, p. 219-224. 1992.

- SANTOS, G.P.; ZANUCIO, J.C, ANJOS, N.; JÚNIOR, S.L.A. Danos causados por insetos à sementes de *Apuleia leiocarpa* *Apuleia leiocarpa* (Leguminosae-caesalínoideaea). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Itabuna, v.18, n. 2, p. 257-266, 1989.
- SANTOS, G.P.; ZANUCIO, T.V.; JÚNIOR, S.L.A.; ZANUCIO, J.C. Daños por *Sermius amazonicus*, *Sermius sp.* y *Amblycerus sp.* (Coleoptera:Bruchidae) en semillas de *Sclerolobium sp.* (Leguminosae). **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 45, n. 2, p. 883-886, 1997.
- SILVA, J.T.A.; CARVALHO, J.G. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeiras “prata-anã” (AAB), irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.2, p.332-338, 2004.
- SILVEIRA, M.A.M.; VILLELA, F.A.; TILLMARM, M.A.A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 31-37, 2002.
- SOUÈGES, E.C.R. Développement et structure du tégument seminal chez les Solanacées. **Armals of Science Natural Botany**, London, v. 9, n. 6, p. 1-24, 1907.
- SOUZA, S.M.; LIMA, P.C.F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, n. 2, p. 93-99, 1985.
- STRASSBURGER, E. **Handbook of Pratical Botany**. New York, The MacMillan Company, 1924, 532 p.
- SUÁREZ, G.R. & ENGLEMAN, E.M. Deposito de taninos en la testa de *Amaranthus hypochondriacus* L. (alegria). **Agrociência**, v. 42, p. 35-50, 1980.
- VIEIRA, I.G. & FERNANDES, G.D. Métodos de quebra de dormência de sementes. **Informativo Sementes, IPEF**, Piracicaba, novembro, 1997.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. 1. ed. FUNEP/UNESP, 1993, 165p.
- WERKER, E. Review. Seed dormancy as explained by the anatomy of embryo envelopes, **Israel Journal of Botany Gazets**, v. 29, p. 22-44,1980
- WERKER, E.; DAFNI, A.; NEGB, M. Variability in *Prosopis farcata* in Israel: anatomical features of the seed. J. Lirm. **Society of Botany**, v. 66, p. 223-32, 1973.
- WERKER, E.; MARBACH, I.; MAYER, A.M. Relation between the anatomy of the testa, water permeabilty and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. **Armals of Botany**, London, v. 43, p. 765-71, 1979.
- WERKER, E; FAHN, A. Seed anatomy of *Pancratium* species from three different habitats. **Botanical Gazets**, v. 186, p. 396-403, 1975.
- WHITE, J. The occurrence of an impermeable cuticle on the exterior of certain seeds. **Proceedings of the Royal Society of Victoria**, v. 21, p. 203-210, 1908.

## **CAPÍTULO II**

### **FATORES INTRÍNSECOS ÀS SEMENTES DE *Apuleia leiocarpa* QUE AFETAM A GERMINAÇÃO E O VIGOR**

## RESUMO

O objetivo foi estudar os fatores intrínsecos às sementes de *Apuleia leiocarpa* que interferem na sua germinação e vigor. As sementes utilizadas foram coletadas na Reserva Biológica do Tinguá, RJ em Dezembro de 2001, Dezembro de 2002 e Dezembro de 2003, constituindo três lotes distintos. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no período de fevereiro de 2002 a maio de 2004 e consistiram na avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes, dos procedimentos para quebra de dormência de sementes e da influência da coloração do tegumento e do tamanho das sementes na germinação e no vigor. Para a avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes foi determinado o teor de água de sementes intactas e escarificadas após 0, 1, 6, 24, 48, 72 e 96 horas de embebição em água. Nos ensaios realizados para avaliação dos procedimentos para quebra de dormência, as sementes foram submetidas a imersão em ácido sulfúrico concentrado durante 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, a imersão em água a 60°C até o resfriamento e a 80°C por 20 minutos, ao desponte do lado oposto ao hilo, ao desponte seguido de embebição em água por 24 horas, além da testemunha. Para avaliar a influência da coloração, sementes classificadas em marrom claro e marrom escuro, foram escarificadas ou não com ácido sulfúrico concentrado, e avaliadas quanto a germinação e vigor. No ensaio conduzido para a avaliação da influência do tamanho na germinação, sementes retidas em peneiras de crivo circular de 3,36 e 4,0 mm de malha, bem como as sementes sem classificação, foram escarificadas ou não e submetidas a avaliação da germinação e do vigor. Para isto, foram realizados os testes de germinação e de vigor (índice de velocidade de germinação, primeira contagem, comprimento médio de plântulas e massa seca de plântulas). Com base nos resultados obtidos pode-se constatar que as sementes escarificadas absorveram mais água que as não escarificadas, sendo a escarificação com ácido sulfúrico concentrado durante 20 minutos, considerado o melhor tratamento para superação da dormência. A coloração do tegumento e o tamanho das sementes não influenciaram na porcentagem de germinação das sementes de *A. leiocarpa*. No entanto, quando avaliado o vigor das sementes pode-se verificar que as sementes de coloração marrom claro apresentaram maior vigor e sementes retidas na peneira de 3,36 mm de malha apresentaram menor vigor, avaliado pela massa seca plântulas normais.

**Palavras-chave:** garapa, dormência, coloração do tegumento, tamanho.

## ABSTRACT

Chapter II objective was to study the inherent factors of *Apuleia leiocarpa* seeds that might interfere on their vigour and germination process. Samples were collected at Tinguá Biological Reserve, state of Rio de Janeiro, Brazil in December 2001, December 2002 and December 2003, and three different seed lots were established. three lots. Biological analysis and tests were performed at Seeds Analysis Laboratory of Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro at Seropédica city, Brazil, between February 2002 and May 2004. Studies evaluated the coat hardness of *A. leiocarpa* seeds, break dormancy procedures, the influence of testa color and size on germination process and seeds vigour. During coat hardness evaluation, seeds were scarified and non scarified and submitted to a water content after 0,1, 6, 24, 48, 72 and 96 hours of imbibitions. Break dormancy procedures assessment of *A. leiocarpa* seeds occurred by submitting samples to immersion in concentrated sulphuric acid during different periods of time (5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes), followed by immersion in hot water at 60°C until refrigeration and hot water at 80°C for 20 minutes. It was cut-off the point on the opposite side of the hilar area and water immersed during 24 hours, there the control treatment (without scarify). In order to evaluate the influence of testa colour, seeds were categorized as light brown or dark brown lots and were submitted or not to immersion in concentrated sulphuric acid and had both germination process and vigour aspects observed. Size influence studies were also conducted and seeds were classified based on their diameters differences as 3,36 or 4,00 mm diameter or non-classified seeds. They were all submitted or not to immersions in concentrate sulphuric acid and had germination and vigour behaviours tested by using the index of germination velocity IGV, first counting, average mass of seedling and seedlings weight test approaches. Tests and analysis results showed that *A. leiocarpa* scarified seeds absorbs more water than the non scarified seeds. The most efficient observed technique to overcome seed dormancy was the use of immersion treatment into concentrated sulphuric acid during 20 minutes. The testa color and the size of seeds had not influenced in the percentage of germination of the seeds. However, when seeds vigor was evaluated, it was verified that light brown seeds showed to be more vigorous and seeds with 3,36 mm had shown the opposite, when evaluated by average mass of seedling approach.

**Key-words:** garapa, hardness, testa coloration, size

## 1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para que se inicie o processo de germinação das sementes (BEWLEY & BLACK 1994). Segundo LABORIAU (1993) o período necessário para absorção de água pelas sementes depende de quatro fatores. O primeiro é a composição química das sementes; o segundo é a quantidade de água disponível, ou seja, a absorção de água é proporcional a quantidade de água disponível; o terceiro é a área de contato entre semente e substrato, e o quarto, a temperatura na qual a semente está exposta durante o processo de embebição.

BEWLEY & BLACK (1994) propuseram um modelo de curva para absorção de água por sementes. De acordo estes autores, a germinação de dá em três fases ou etapas. A fase I se caracteriza por ocorrer rapidamente e a absorção de água se dá pela diferença do potencial matricial dos vários tecidos da semente, no entanto, as sementes que apresentam tegumento impermeável não dão início ao processo de embebição. Na fase II a água é absorvida lentamente pela semente e, na fase III ocorre a absorção ativa de água pelas sementes e o crescimento do eixo embrionário, sendo que, só alcançam esta fase sementes viáveis e não dormentes.

O tegumento é um dos principais condicionantes da germinação, do vigor e da longevidade das sementes, sendo o estudo da sua estrutura e propriedades de suma importância para explicar o comportamento das sementes sob determinadas condições ambientais (SOUZA & MARCOS-FILHO, 2001). Entre as várias funções desempenhadas pelo tegumento estão a de regulador na embebição, de preservação da integridade das estruturas internas da semente, de proteção do embrião contra injúrias mecânicas e ataque de patógenos, de regulação das trocas gasosas entre o embrião e o ambiente externo, e, em muitas espécies a participação no processo de dispersão (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Durante a maturação das sementes, o conteúdo total de clorofila do tegumento decresce e, concomitantemente ocorre a mudança de coloração das sementes de verde para a cor característica da espécie ou da variedade (JALINK et al., 1998), sendo que em espécies florestais não melhoradas, sementes maduras de um mesmo lote podem apresentar diferenças de tamanho e coloração (ANDRADE et al., 1996; de CASTRO & DUTRA; 1997; FERREIRA & TORRES, 2000).

Também durante a maturação ocorrem alterações na permeabilidade do tegumento (BEWLEY & BLACK, 1994), podendo as sementes apresentarem tegumento com elevado grau de impermeabilidade, caracterizando então, a dormência por impermeabilidade do tegumento (LORENZI, 2000).

A dormência causada por fatores inerentes ao tegumento da semente pode ser superada pela escarificação, termo que se aplica a qualquer tratamento que provoque a ruptura ou enfraquecimento do tegumento, de modo a permitir a absorção de água e consequentemente a germinação (EIRA et al., 1993).

Na natureza, o processo de escarificação é realizado por microrganismos presentes no solo, pelo contato das sementes com as partículas do solo, pela amplitude diária de temperaturas e pela passagem das sementes pelo trato digestivo de pássaros e outros animais (MAYER & POLJAKKOFF-MAYBER, 1982; VASQUES-YANES & OROSCO SEGOVIA, 1993; BASKIN & BASKIN, 2000; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Em laboratório, alguns métodos de escarificação são utilizados para superar a dormência de sementes, esta técnica provoca uma abrasão na superfície do tegumento,

permitindo desta forma, a entrada e saída de água e gases das sementes, sendo que, este processo pode ser físico, mecânico ou químico (EIRA et al., 1993; NETTO, 1994; SANTAREM & ÁQUILA, 1995; ANDRADE et al., 1997; LOPES et al., 1998; BERTALOT & NAKAGAWA, 1998; JELLER & PEREZ, 1999; NASCIMENTO & OLIVEIRA, 1999; ALVES et al., 2000).

A escarificação física consiste na imersão das sementes em água a temperatura ambiente ou aquecida por alguns minutos ou horas e tem se mostrado efetiva na superação de dormência de sementes de várias espécies florestais, como *Enterolobium contortisiliquum* (EIRA et al., 1993), *Piptadenia miniliformis* e *Mimosa caesalpinifolia* (NASCIMENTO & OLIVEIRA, 1999) e *Mimosa bimucronata* (RIBAS et al., 1996), todas da família Leguminosae.

Já a escarificação mecânica consiste na abrasão do tegumento com lixas, ou picotes com tesouras e outros objetos de corte. Este tratamento tem sido considerado eficaz para algumas espécies. No entanto, devido ao longo período necessário para sua realização, apresenta desvantagem quando comparado a outras técnicas. Em sementes de *Leucaena diversifolia* (BERTALOT & NAKAGAWA, 1998), *Ochroma pyramidale*, (NETTO, 1994) e *Stryphnodendron adstringens* (DIGNART et al., 2005) foram alcançados resultados satisfatórios com o uso desta técnica para superação da dormência.

Em sementes de *Apuleia leiocarpa*, SOUZA et al. (1994) constataram que a abrasão do tegumento das sementes com pedra, seguido da imersão em água por 12 horas, favoreceu o aumento do vigor avaliado pelo IVG (índice de velocidade de germinação).

A escarificação química geralmente é realizada com ácido sulfúrico concentrado e tem se mostrado um tratamento eficiente para superação da dormência de sementes. O ácido provoca um desgaste no tegumento, causando a remoção da cutícula e a exposição das camadas das macroesclereídes (SANTAREM & ÁQUILA, 1995) facilitando assim, a embebição.

Para algumas espécies florestais da família Leguminosae foram alcançadas elevadas porcentagens de germinação com o uso desta técnica de escarificação, como em *Serma macranthera* (SANTAREM & AQUILA., 1995), *Bowdichia virgilioides*, (ANDRADE et al., 1997; SAMPAIO et al., 2001; SMIDERLE & SOUZA, 2003), *Caesalpineia férrea* (LOPES et al., 1998; NASCIMENTO & OLIVEIRA, 1999), *Cássia grandis* (LOPES et al., 1998), *Leucaena diversifolia* (BERTALOT & NAKAGAWA, 1998), *Cassia excelsa* (JELLER & PEREZ, 1999) e em *Bauhinia monandra*, (ALVES et al., 2000), entre outras; variando no tratamento apenas o tempo de exposição ao ácido.

Em *Apuleia leiocarpa* SOUZA et al. (1994); BIANCHETI et al. (1995) e NICOLOSO et al. (1997) verificaram que a imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por períodos que variaram de 2 a 30 minutos favoreceu a germinação das sementes.

Assim, durante a maturação, além das alterações de coloração e da permeabilidade do tegumento, ocorrem também variações no tamanho das sementes (PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993).

De acordo com SOUZA & MARCOS-FILHO (2001), as características específicas do tegumento e o tamanho das sementes relacionam-se com a sua performance em diferentes condições ambientais. Para sementes de espécies florestais, existem estudos que abordam a influência das características das sementes em relação aos estádios sucessionais, tomando desta forma um enfoque ecológico. De acordo com MALAVASI & MALAVASI (2001) o tamanho das sementes de cada espécie está diretamente relacionado com suas estratégias de dispersão e estabelecimento, sendo que, sementes pequenas favorecem a dispersão, possibilitando a incorporação desta ao banco de sementes do solo, enquanto sementes grandes, propiciam o estabelecimento, pois possuem mais reservas para o desenvolvimento

da plântula, antes desta se tornar fotossinteticamente ativa. Esta situação ambígua pode ser uma das justificativas para a ocorrência da produção de dois ou mais tamanhos de sementes por uma mesma espécie.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar como o tamanho das sementes, a coloração do tegumento e a dormência devido a impermeabilidade do tegumento interferem na germinação e vigor de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas foram coletadas na REBIO Tinguá, no mês de dezembro nos anos de 2001, 2002 e 2003, constituindo assim três lotes distintos, denominados respectivamente de lote 1, lote 2 e lote 3. Os lotes foram armazenados em embalagens semipermeáveis (sacos de polietileno com 0,08 cm de espessura) sob câmara seca (18°C e 50 % de U.R.) até a instalação dos testes. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no período de fevereiro de 2002 a maio de 2004.

### 2.1 Ensaaios Realizados com o Lote 1

#### 2.1.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa*

As sementes utilizadas permaneceram armazenadas durante dois meses. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos foram representados por períodos de embebição em água (0, 2, 4, 6, 12, 24, 48 e 72 horas).

Para isto, sub-amostras de 10 sementes foram acondicionadas em caixas plásticas tipo gerbox, entre duas camadas de três folhas de papel germitest, umedecidas com água esterilizada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato e mantidas a estufa tipo B.O.D. sob a temperatura de 25°C e oito horas de luz. Após cada período de embebição, as sementes foram retiradas da caixa tipo gerbox, submetidas a secagem superficial e pesadas em balança de precisão, visando determinar a massa das sementes. Com base no teor de água inicial e nos dados obtidos após cada período de embebição foi elaborada a curva de embebição.

O teor de água das sementes foi realizado em quatro sub-amostras de 25, utilizando-se o método da estufa  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas (BRASIL, 1992), e os resultados apresentados em porcentagem de água das sementes.

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos os testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Posteriormente, foi realizada a análise de regressão (GOMES, 1966).

#### 2.1.2 Avaliação dos procedimentos para quebra de dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa*

As sementes utilizadas permaneceram armazenadas durante dois meses. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com oito repetições. Os tratamentos foram representados por dez procedimentos de quebra de dormência, sendo seis de escarificação química, dois de escarificação mecânica, um de escarificação física e a testemunha.

Para a escarificação química, sub-amostras de 25 sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado em volume suficiente para cobrir a superfície das sementes durante 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos. Posteriormente, estas foram lavadas com água esterilizada por cinco vezes, para a retirada de resíduos do ácido, secas durante 20 minutos sob papel de filtro e reservadas para a instalação do teste de germinação.

Para a escarificação mecânica, sub-amostras de 25 sementes foram submetidas ao desponte do lado oposto ao hilo com auxílio de uma lixa nº 2, seguida ou não de imersão em água por 24 horas, a 30°C. Posteriormente, estas sofreram secagem por 20 minutos sob papel de filtro e foram reservadas para a instalação do teste de germinação.

Para a escarificação física, sub-amostras de 25 sementes foram submetidas a imersão das sementes em água aquecida à 80°C, por 20 minutos, utilizando-se para isto, aparelho banho-maria, posteriormente estas foram secas por 20 minutos sob papel de filtro e reservadas para a instalação do teste de germinação

Por ocasião da instalação dos testes de germinação, as sementes foram tratadas com solução comercial de hipoclorito de sódio, a 1 %, por dez minutos. O teste de germinação foi conduzido com sub-amostras de 25 sementes, por tratamento, em substrato rolo de papel, contendo três folhas de papel germitest umedecidas com água destilada, em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato e acondicionados separadamente em sacos de polietileno. Posteriormente, as sementes foram incubadas em estufa tipo B.O.D., sob a temperatura de 30°C e oito horas de luz. As avaliações foram realizadas aos 6, 8 e 10 dias após a instalação do experimento. Foram obtidas a porcentagem de germinação (plântulas com todas as estruturas presentes), de plântulas anormais deformadas (plântulas com ausência de alguma estrutura) sementes mortas (sementes que embeberam e apresentavam-se contaminadas por fungos e bactérias) e de sementes duras (sementes intactas, que não sofreram embebição), todos com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Em conjunto com o teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem, com base em VIEIRA & CARVALHO (1993), bem como o cálculo do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), de acordo com MAGUIRE (1962).

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Em seguida os dados foram transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$  e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 1966).

## **2.2 Ensaios Realizados com o Lote 2**

### **2.2.1 Avaliação dos procedimentos para quebra de dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa***

Este ensaio foi realizado a fim de confirmar os resultados obtidos com sementes do lote 1. Para tal, foram utilizadas sementes armazenadas durante sete meses. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com oito repetições. Os tratamentos foram representados por onze procedimentos de quebra de dormência, sendo seis de escarificação química, dois de escarificação mecânica, dois de escarificação física além da testemunha. Para isto, foi utilizada a metodologia semelhante descrita no ensaio 1 (item 2.1.2).

Para a escarificação química, sub-amostras de 25 sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado em volume suficiente para cobrir a superfície das sementes durante 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos. Posteriormente, foram submetidas a lavagem por cinco vezes, em água esterilizada para a retirada de resíduos do ácido, secas sob papel de filtro durante 20 minutos e reservadas para a instalação do teste de germinação.

Para a escarificação mecânica, as sub-amostras de 25 sementes sofreram desponte do lado oposto ao hilo com auxílio de uma lixa nº 2, seguida ou não de imersão em água por

24 horas, à 30°C, secas sob papel de filtro durante 20 minutos e reservadas para a instalação do teste de germinação.

Para escarificação física sub-amostras de 25 sementes foram imersas em água a 80°C por 20 minutos e à 60°C até o esfriamento, secas sob papel de filtro durante 20 minutos e reservadas para a instalação do teste de germinação.

Por ocasião da instalação do teste de germinação, as sementes foram tratadas com fungicida Captan (1,5g p.a./kg de semente). Posteriormente, sub-amostras de 25 sementes foram distribuídas em substrato rolo de papel, contendo três folhas de papel germitest umedecidas com água destilada e esterilizada, em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato e acondicionados separadamente em sacos de polietileno, reduzindo desta forma, a contaminação e a perda de água. As sementes foram colocadas em estufa tipo B.O.D., sob a temperatura de 30°C e 8 horas luz. As avaliações foram realizadas aos seis, oito e 10 dias após a instalação do experimento. Foram obtidas a porcentagem de germinação (plântulas com todas as estruturas presentes), de plântulas anormais deformadas (plântulas com ausência de alguma estrutura) sementes mortas (sementes que embeberam e apresentavam-se contaminadas por fungos e bactérias) e de sementes duras (sementes intactas, que sofreram embebição), todos com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Em conjunto com o teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem, comprimento e massa seca de plântulas, sem a retirada dos cotilédones, com base em VIEIRA & CARVALHO (1993), bem como o cálculo do Índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com MAGUIRE (1962).

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos os testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Em seguida os dados foram transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$  e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 1966).

## **2.2.2 Influência da coloração do tegumento na germinação e no vigor de sementes**

As sementes utilizadas permaneceram armazenadas durante dois meses. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 (coloração) x 2 (escarificação), com oito repetições.

Para isto, sub-amostras de 25 sementes foram classificadas pela coloração do tegumento em marrom claro e marrom escuro e submetidas à avaliação do teor de água, pelo método da estufa à  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  durante 24 (BRASIL, 1992). Também foram realizadas as avaliações de massa média seca de sementes e da massa média de mil sementes (BRASIL, 1992). Em seguida, as sementes classificadas em marrom claro e marrom escuro, foram ou não escarificadas quimicamente com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  durante 20 minutos, lavadas por cinco vezes, em água esterilizada e secas sobre papel filtro durante 20 minutos. Após este procedimento, as sementes foram tratadas com fungicida Captan (1,5g p.a./kg de semente) e submetidas ao teste de germinação. Para isto, sub-amostras de 25 sementes foram semeadas em rolo de papel umedecido com água esterilizada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, acondicionadas separadamente em sacos de polietileno, reduzindo desta forma, a contaminação e a perda de água e mantidas em estufa tipo B.O.D., sob a temperatura de 30°C e 8 horas luz.

As análises foram realizadas aos seis, oito e 10 dias após a instalação do experimento. Foram obtidas a porcentagem de germinação (plântulas com todas as estruturas presentes), de plântulas anormais deformadas (plântulas com ausência de alguma estrutura), plântulas anormais deterioradas (plântulas contaminadas por fungos e bactérias) sementes mortas (sementes que embeberam e apresentavam-se contaminadas por fungos e bactérias),

sementes dormentes (sementes que embeberam mas não completaram o processo germinativo) e de sementes duras (sementes intactas, que não sofreram embebição), todos com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Em conjunto com o teste de germinação foi realizado o teste de primeira contagem, de comprimento de plântulas normais e de massa média seca de plântulas, com base em VIEIRA & CARVALHO (1993), sendo esta obtida a partir da secagem das plântulas normais sem a remoção dos cotilédones em estufa regulada a 80°C durante 24 horas com posterior pesagem em balança de precisão. Foi também calculado o Índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com MAGUIRE (1962).

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos os testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Em seguida os dados foram transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$  e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 1966).

### **2.2.3 Efeito do tamanho de sementes de garapa na germinação e no vigor**

Foram utilizadas sementes armazenadas durante três meses. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 (tamanhos) x 2 (escarificação), com oito repetições.

Primeiramente, realizou-se a caracterização do lote, determinando-se a massa média de mil sementes, utilizando-se para isto, oito sub-amostras de 100 sementes, que foram pesadas em balança analítica, o teor de água pelo método da estufa  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas, bem como o teste de uniformidade (classificação por peneira), todos de acordo com as recomendações descritas em BRASIL (1992). Para a realização do teste de uniformidade, foram utilizadas peneiras de crivo circular com diâmetro de 6.35 mm, 5.66 mm, 4.76 mm, 4.00 mm, 3.36 mm, 2.83 mm e 2.38 mm.

Após a classificação do lote, sub-amostras de 25 sementes, retidas nas peneiras de diâmetro 3.36 mm, de 4.00 mm e não classificadas, foram submetidas ou não a escarificação química com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  durante 20 minutos, lavadas por cinco vezes em água esterilizada e secas sobre papel filtro por 20 minutos. Após este procedimento, foram tratadas com fungicida Captan (1,5g p.a./kg de semente) e submetidas ao teste de germinação, com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Para isto, as sementes foram distribuídas em substrato rolo de papel umedecido com água destilada e esterilizada, em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, acondicionadas separadamente em sacos de polietileno, reduzindo desta forma, a contaminação e a perda de água. As sementes foram mantidas em estufas tipo B.O.D., sob a temperatura de 30°C e 8 horas de luz diária.

As análises foram realizadas aos seis, oito e 10 dias após a instalação do experimento. Foram obtidas a porcentagem de germinação (plântulas com todas as estruturas presentes), de plântulas anormais deformadas (plântulas com ausência de alguma estrutura), plântulas anormais deterioradas (plântulas contaminadas por fungos e bactérias) sementes mortas (sementes que embeberam e apresentavam-se contaminadas por fungos e bactérias), sementes dormentes (sementes que embeberam mas não completaram o processo germinativo) e de sementes duras (sementes intactas, que não sofreram embebição), todos com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Em conjunto com o teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem, de comprimento de plântulas normais, de massa seca de plântulas, com base em VIEIRA & CARVALHO (1993) sendo esta última obtida a partir da secagem das plântulas normais sem

a remoção dos cotilédones em estufa regulada a 80°C durante 24 horas com posterior pesagem em balança de precisão. Foi também calculado o Índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com MAGUIRE (1962).

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos os testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Em seguida os dados foram transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$  e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 1966).

## **2.3 Ensaio Realizado com os Lotes 1, 2 e 3**

### **2.3.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa* provenientes de três lotes distintos.**

Foram utilizadas sementes que permaneceram armazenadas durante 29, 17 e 5 meses, constituindo os lotes 1, 2 e 3 respectivamente. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 3 (lotes) x 7 (períodos de embebição) x 2 (métodos de escarificação) com quatro repetições. Para isto, foi utilizada metodologia semelhante a descrita no ensaio 1 (item 4.1.1). No entanto, as sub-amostras de 25 sementes, sofreram ou não escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado por 20 minutos e, foram acondicionadas em caixas plásticas tipo gerbox entre duas camadas de três folhas de papel germitest, umedecidas com água esterilizada em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, por 0, 1, 6, 24, 48, 72 e 96 horas sob temperatura de 30°C e oito horas de luz. Após cada período, as sementes foram retiradas das caixas tipo gerbox, submetidas a secagem da superfície com auxílio de papel de filtro e pesadas em balança de precisão, visando a determinação da massa das sementes.

O teor de água das sementes foi determinado utilizando-se o método da estufa 105 ± 3°C por 24 horas (BRASIL, 1992). Os resultados foram apresentados em porcentagem de água das sementes.

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos os testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Posteriormente, foi realizada a análise de regressão (GOMES, 1966).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Ensaios Realizados com o Lote 1

##### 3.1.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa*

Observando-se o quadro da análise de variância (Quadro 17), pode-se constatar que houve um discreto aumento no teor de água das sementes intactas ao longo do período de embebição, sendo a equação polinomial quadrática a que melhor descreveu o comportamento das sementes durante este processo (Quadro 18). O gráfico e a equação polinomial correspondente ao modelo da curva de embebição estão apresentados na Figura 18.

Após 72 horas de embebição, as sementes de *Apuleia leiocarpa* não apresentaram o início da emissão da raiz primária, provavelmente porque não atingiram o teor de água suficiente para dar continuidade ao processo de germinação. A variação do grau de impermeabilidade do tegumento em diferentes lotes de sementes desta espécie descrita por SOUZA et al. (1994); BIANCHETTI et al. (1995) e NICOLOSO et al. (1997) pode ser apontada como uma justificativa para a lenta absorção de água.

A curva obtida não seguiu o padrão trifásico proposto por BEWLEY & BLACK (1994) (Figura 18), entre seis e doze horas de embebição foi constatado um pequeno decréscimo nos valores do teor de água das sementes, no entanto, decorridas dezoito horas de embebição estes valores tornaram a elevar-se, porém, muito lentamente.

Este padrão observado na curva de absorção de água para sementes de *Apuleia leiocarpa* pode estar sugerindo a presença de barreiras que dificultam a absorção de água. Segundo ESAU (2000), a testa de alguns gêneros família Leguminosae é impermeável a água e ao oxigênio, apresentando como barreiras uma epiderme em paliçada, e a presença de uma linha lúcida.

**Quadro 17** Resumo da análise de variância para teor de água das sementes de *A. leiocarpa*, em função do período de embebição.

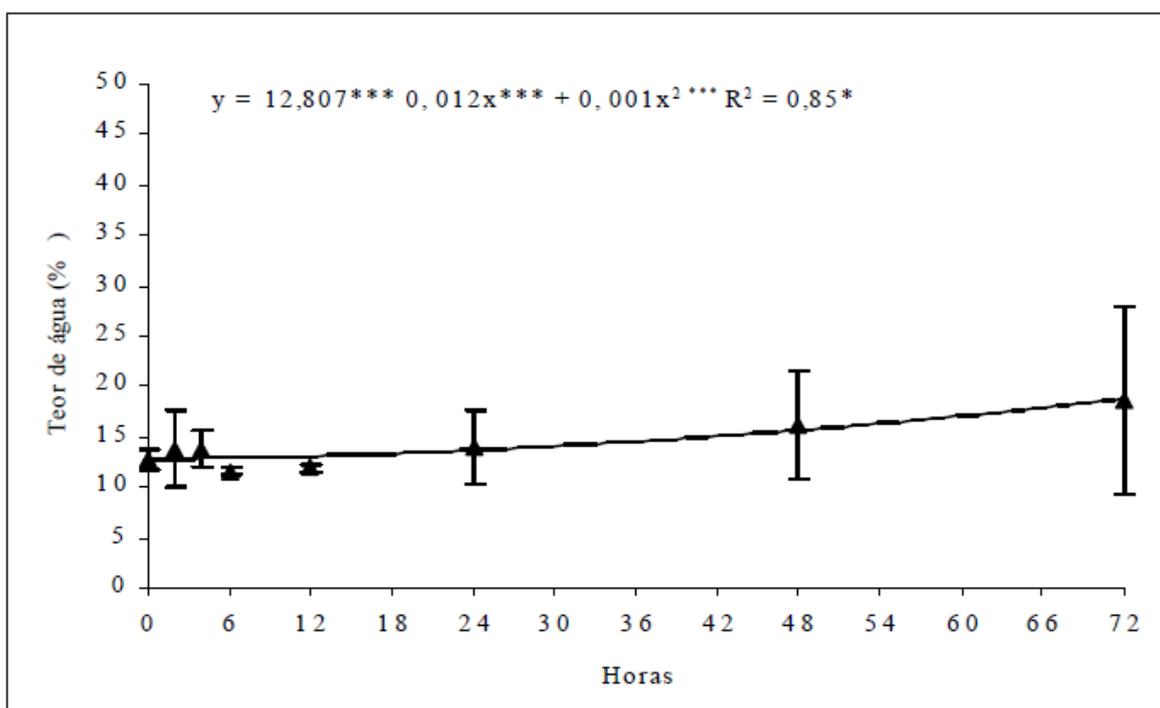
Fontes de variação	GL	Quadrado médio
Período de embebição	7	21,362 ns
Erro	24	18,508
C.V.(%)		30,55

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo

**Quadro 18** Resumo da análise de variância da regressão e significância do modelo testado para teor de água das sementes de *A. leiocarpa*, em função do período de embebição.

Fontes de variação	Modelo	GL	QM
Devido à regressão	Quadrático***	2	64,193*
independente		29	16,046

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



**Figura 18** Teor de água das sementes intactas de *Apuleia leiocarpa*, em função do período de embebição.

### 3.1.2 Avaliação de métodos para quebra de dormência em sementes de *Apuleia leiocarpa*

Os resultados da análise de variância para os testes de germinação e vigor estão apresentados no Quadro 19. Pode-se verificar que houve diferença significativa entre os tratamentos testados para todos os parâmetros avaliados.

**Quadro 19** Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação, de plântulas anormais deformadas, de sementes (mortas e duras), de plântulas normais na primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG), obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa* submetidas a diferentes procedimentos para quebra de dormência.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		Germinação	Plântulas anormais deformadas	Sementes		Primeira contagem	IVG
				Mortas	Duras		
Tratamentos	9	88,313**	19,350**	51,602**	123,484**	46,289**	2,244**
Erro	70	0,466	1,208	0,967	0,002	1,139	0,016
C.V. (%)		9,76	33,42	31,58	0,00	21,36	7,48

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %, ns – não significativo.

Os maiores valores para porcentagem de germinação foram observados quando as sementes foram submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15, 20 e 25 minutos. No entanto, estes valores não diferiram dos demais apresentados, com exceção das sementes não tratadas (testemunha) e das sementes submetidas a imersão em água aquecida a 80°C (Tabela 4).

SOUZA et al (1994) constataram que a escarificação das sementes de *A. leiocarpa* com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado por 5, 10, 15, 20 e 30 minutos possibilitou a quebra de dormência

das sementes, sendo que estes tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Também BIANCHETTI et al. (1995), testando o efeito do H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sobre a superação da dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa*, verificaram que os períodos de 6, 8, 10, 15 e 20 minutos de imersão não deferiram estatisticamente entre si, e possibilitaram o alcance das maiores porcentagens de germinação.

Em outras espécies florestais tais como em sementes de *Cassia excelsa*, JELLER & PEREZ (1999) também constataram baixa porcentagem de germinação (8%) em sementes não tratadas, sendo que a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado por 25 e 30 minutos promoveu a superação de dormência das sementes da espécie. CAVALCANTE & PEREZ (1995) indicaram a escarificação de sementes de outra leguminosa florestal, *Leucaena leucocephala* com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 40 minutos como tratamento eficaz para quebra de dormência de sementes da espécie.

Também pela Tabela 4, pode-se constatar que a imersão em água a 80°C durante 20 minutos provocou a morte de todas as sementes. Estes resultados são semelhantes aos apresentados por BINCHETTI et al (1995). Estes autores observaram que a imersão das sementes de *Apuleia leiocarpa* em água a 96°C, por períodos que variaram de dois a dez minutos causou a morte de todas as sementes. Também, estudando o efeito dos métodos de escarificação sobre a germinação das sementes da mesma espécie, NICOLOSO et al (1997) verificaram que sementes imersas em água a 100°C durante 15, 30 segundos, 1 e 2 minutos morreram.

A imersão das sementes em água aquecida a temperaturas que variaram de 80 a 100°C também foi considerada prejudicial a germinação de outras espécies florestais. BERTALOT & NAKAGAWA (1998) observaram alta porcentagem de sementes mortas em sementes de *Leucaena diversifolia* armazenadas por três anos, que receberam como tratamento para quebra de dormência a imersão em água a 96°C durante 30 segundos. ANDRADE et al. (1997) em estudo sobre tratamentos para quebra de dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*), comentaram que a imersão das sementes em água a 100°C por um, dois e três minutos provocou a morte das sementes e a colonização destas por fungos.

No entanto, discordando dos resultados obtidos, SOUZA et al (1994) verificaram 55 e 46 % de germinação após a imersão de sementes de *Apuleia leiocarpa* em água aquecida a 80°C por dois e dez minutos respectivamente. Já em *Mimosa bimucronata*, RIBAS et al. (1996) observaram os maiores valores de germinação (acima de 90%) para sementes imersas em água a 80°C durante um e cinco minutos. Também RIBAS et al. (1993) observaram alta porcentagem de germinação (99%) para sementes de *Enterolobium contortisiliquum* que foram imersas em água aquecida a 100°C por três minutos.

Pela análise da Tabela 4, pode-se observar que dentre os tratamentos que promoveram a germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa*, a menor porcentagem de plântulas anormais deformadas foi registrada quando as sementes foram submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 20 minutos, indicando ser este um tratamento eficiente para a superação da dormência.

NICOLOSO et al. (1997) verificaram 100% de germinação quando sementes de *Apuleia leiocarpa* foram submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 20 minutos.

O contrário foi observado em *Stryphnodendron adstringens*, quando sementes desta espécie foram expostas a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 20 minutos houve aumento da porcentagem de plântulas anormais deformadas (DIGNART et al., 2005).

Vários autores concordam que a utilização de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, visando a superação de dormência em sementes de leguminosas arbóreas, tem se mostrado um eficiente tratamento. NASCIMENTO & OLIVEIRA (1999) verificaram que a imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por diferentes períodos de exposição foi um dos melhores tratamentos para superação de dormência das

sementes de *Piptadenia moniliformis*, de *Caesalpinia ferrea* e de *Samanea saman*. Também LOPES et al. (1998) citam o tratamento com imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> como eficiente para a superação de dormência em sementes de *Caesalpinia ferrea*, de *Cassia grandis*, de *Samanea saman* e de *Mimosa caesalpinifolia*. Estes autores ressaltam que embora estes tratamentos tenham promovido a germinação das sementes, são necessários maiores cuidados com o manuseio e períodos de exposição das sementes ao reagente, tanto para não provocarem danos ao embrião da semente, quanto para a pessoa que está manipulando o produto concentrado.

A testemunha foi o único tratamento onde foi constatado a ocorrência de sementes duras ou seja, sementes que não embeberam (100%) e portanto, não iniciaram o processo de germinação (Tabela 4). Este dado corrobora com a afirmação feita por SOUZA et al. (1994) e por NICOLOSO et al. (1997), de que as sementes de *Apuleia leiocarpa* apresentam dormência por impermeabilidade do tegumento.

Em *Serma macranthera* foi observada baixa porcentagem de germinação (1%) em sementes não escarificadas (SANTARÉM & AQUILA, 1995).

LOPES et al. (1998) estudando tratamentos para superação de dormência em leguminosas florestais, verificaram que sementes de *Cassia excelsa* intactas, ou seja, que não foram submetidas a escarificação mantiveram sua massa durante o período de embebição, permanecendo duras. Já as sementes de *Caesalpinia ferrea* apresentaram pequena absorção de água, mas não atingiram o teor de água necessário para dar continuidade ao processo de germinação.

**Tabela 4** Dados médios de porcentagem de germinação, de plântulas anormais deformadas e de sementes (mortas e duras) de *Apuleia leiocarpa*, após os procedimentos para quebra de dormência.

Tratamentos	Germinação	Plântulas anormais Deformadas	Sementes	
			Mortas	Duras
Testemunha	0,0 c	0,0 d	0,0 c	100,0 a
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 5 min	74,0 ab	23,0 ab	5,0 bc	0,0 b
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 10 min	57,0 ab	16,0 abc	4,0 bc	0,0 b
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 15 min	82,0 a	12,0 abc	7,0 b	0,0 b
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 20 min	82,0 a	8,0 c	11,0 b	0,0 b
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 25 min	83,0 a	10,0 bc	8,0 b	0,0 b
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 30 min	69,0 ab	22,0 ab	10,0 b	0,0 b
Desponte	68,0 ab	23,0 a	5,0 bc	0,0 b
Desponte + Embebição por 24h	68,0 ab	21,0 ab	10,0 b	0,0 b
Aquecimento 80°C por 20 min	0,0 c	0,0 d	100,0 a	0,0 b
CV (%)	9,76	33,42	31,58	0,00

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

Quando analisados os resultados obtidos para vigor, pode-se constatar que os valores de IVG foram estatisticamente diferentes nos tratamentos testemunha e sementes imersas em água aquecida a 80°C, em ambos não foi registrada a germinação, e portanto, os valores de IVG foram iguais a zero. Já as sementes submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 20 minutos, apresentaram o maior valor de IVG (12,65) (Tabela 5).

Na avaliação da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem foram verificadas diferenças entre os tratamentos testados. Os maiores valores para esta variável foram verificados quando as sementes foram submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 10,15 e 20 minutos, além do desponte seguido de embebição (Tabela 5). Podendo

ser considerados portanto, tratamentos adequados para a superação da dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

**Tabela 5** Dados médios do índice de velocidade de germinação (IVG) e da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, obtidos de sementes de *A. leiocarpa* submetidas a procedimentos para quebra de dormência.

Tratamentos	IVG	Primeira Contagem
Testemunha	0,00 b	0,00 c
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 5 min	12,16 a	21,00 b
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 10 min	12,50 a	37,00 a
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 15 min	12,27 a	52,00 a
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 20 min	12,65 a	50,00 a
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 25 min	12,49 a	33,00 ab
Escarificação H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / 30 min	11,34 a	37,00 ab
Desponte	11,41 a	32,00 ab
Desponte + Embebição por 24 h	11,30 a	46,00 a
Aquecimento 80°C por 20 min	0,00 bc	0,00
C.V. (%)	7,48	21,36

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

### 3.2 Ensaio Realizados com o Lote 2

#### 3.2.1 Avaliação dos procedimentos para quebra de dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa*

Quando foi realizada a repetição do experimento para superação de dormência com o lote de sementes coletadas em 2002, pode-se constatar que houve diferença significativa entre os tratamentos para todos os parâmetros avaliados (Quadro 20).

Os maiores valores de porcentagem de germinação das sementes foram registrados quando estas foram submetidas aos tratamentos de escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15, 20, 25 e 30 minutos, assim como no tratamento que consistiu do desponte com ou sem posterior embebição em água por 24 horas (Tabela 6). Os resultados obtidos com o emprego do tratamento com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, mostraram que o efeito sobre a superação da dormência deveu-se a ação severa do ácido sobre o tegumento das sementes.

Estes resultados concordam com os obtidos no experimento conduzido com sementes do lote 1 (coletadas em 2001), onde a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15, 20 e 25 minutos possibilitou o aumento da porcentagem de germinação (Tabela 4). SOUZA et al. (1994) estudando a quebra de dormência em sementes de *A. leiocarpa*, também constataram que a imersão das sementes em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 10, 15 e 30 minutos e o desponte ao lado oposto ao hilo foram os melhores tratamentos. NICOLOSO et al. (1997) verificaram resultado semelhante, onde que a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, por 20 minutos, promoveu os maiores valores para porcentagem de plântulas normais provenientes de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

As sementes submetidas a escarificação química com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 10 minutos e ao aquecimento à 60°C, não germinaram, no entanto neste tratamento foi detectada elevada porcentagem de sementes dormentes (Tabela 6). Este resultado sugere que a exposição das sementes a água aquecida a esta temperatura foi eficiente em promover a entrada de água nas sementes, possibilitando a embebição das mesmas, mas não foi suficiente para dar continuidade ao processo de germinação. Além disso, quando as sementes foram imersas em água aquecida a 80°C, foi observada a morte de 85% das mesmas, sugerindo-se portanto,

que outros ensaios sejam conduzidos a fim de verificar a eficiência de outras temperaturas e diferentes períodos de embebição que possam favorecer a germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

BIANCHETTI et al.(1995), constataram a morte de sementes de *A. leiocarpa* quando imersas em água aquecida a 96°C. NICOLOSO et al.(1997) também observaram a morte de sementes desta espécie quando imersas em água fervente (100°C), concluindo-se portanto que estas sementes não suportam a exposição a água quando aquecida a temperaturas superiores a 96°C.

No entanto, em contraste com os resultados observados neste ensaio, SOUZA et al. (1994) verificaram que a imersão das sementes em água a 80°C foi suficiente para promover a germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa*, sendo a porcentagem de germinação inferior a 50 %.

A imersão de sementes em água aquecida é considerado um dos tratamentos eficazes para superação de dormência de várias espécies de leguminosas florestais, como em *Samanea saman*, *Mimosa caesalpinifolia* expostas a água aquecida 80°C (NASCIMENTO & OLIVEIRA, 1999), *Ochroma pyramidale* a 100°C (NETTO, 1994), *Enterolobium contortisiliquum* a 100°C (EIRA et al, 1993) e *Mimosa bimucronata* a 80°C (RIBAS et al., 1996), por apresentar baixo custo, facilidade de execução e segurança para os viveiristas em relação aos tratamentos que utilizam produtos químicos ou material abrasivo. No entanto, dependendo da espécie em questão, do tempo de exposição e da temperatura utilizada este tratamento pode provocar a morte das sementes. como em *Bowdichia virgilioides* quando expostas a água a 100°C (ANDRADE et al., 1997), *Bauhinia monandra* e *B. unguolata* a 85°C (ALVES et al, 2000) e *Cassia excelsa* a 100°C (JELLER & PEREZ, 1999).

Quando analisada a porcentagem de sementes duras, os maiores valores foram constatados na testemunha, indicando que as sementes de *A. leiocarpa*, necessitam passar por algum tratamento para absorver água em quantidade suficiente para dar continuidade ao processo de germinação (Tabela 6). No ensaio conduzido com o lote 1, foi constatado 100% de sementes duras no tratamento testemunha (Tabela 4).

**Quadro 20** Resumo da análise de variância para germinação, plântulas anormais (deformadas, deterioradas), sementes (mortas, dormentes e duras), obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa*, submetidas a diferentes procedimentos para quebra de dormência.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		Germinação		Plântulas		Sementes	
		Deformadas	Deterioradas	Mortas	Dormentes	Duras	
Tratamentos	10	75,4270 **	11,0497**	1,7746**	22,3377**	77,8477**	23,9323**
Erro	77	0,934	1,537	1,774	1,955	1,387	0,395
CV (%)		21,579	55,758	64,1121	29,4434	28,098	43,663

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %, ns – não significativo.

**Tabela 6** Dados médios de porcentagem de germinação, de plântulas anormais (deformadas, deterioradas) e de sementes (mortas, dormentes e duras) de *Apuleia leiocarpa*, submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência.

Tratamentos	Plântulas			Sementes		
	Germinação	Deformadas	Deterioradas	Mortas	Dormentes	Duras
Testemunha	17,0 b	16,0 ab	1,0 bc	16,0 bc	10,0 bc	42,0 a
Escarificação 5'	1,0 c	1,0 cd	0,0 c	8,0 c	91,0 a	0,0 c
Escarificação 10'	0,0 c	0,0 d	0,0 e	34,0 bc	67,0 a	0,0 c
Escarificação 15'	46,0 a	6,0 bcd	14,0 a	21,0 bc	15,0 b	0,0 c
Escarificação 20'	57,0 a	9,0 abc	10,0 abc	21,0 bc	3,0 bc	0,0 c
Escarificação 25'	60,0 a	8,0 abcd	7,0 abc	18,0 bc	9,0 bc	0,0 c
Escarificação 30'	51,0 a	5,0 abcd	15,0 a	22,0 bc	7,0 bc	0,0 c
Desponte	43,0 a	9,0 abc	13,0 a	29,0 bc	8,0 bc	1,0 c
Desponte + embebição	46,0 a	21,0 a	11,0 ab	21,0 bc	3,0 c	0,0 c
Aquecimento 80°C	1,0 c	6,0 bcd	4,0 abc	85,0 a	6,0 bc	1,0 c
Aquecimento 60°C	0,0 c	0,0 d	0,0 c	18,0 bc	83,0 a	7,0 b
C.V. (%)	21,58	55,76	64,11	29,33	28,10	43,66

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

Em relação aos parâmetros utilizados para avaliação do vigor das sementes de *Apuleia leiocarpa*, foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos testados para a quebra de dormência (Quadro 21).

A escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado por 20 e 30 minutos, promoveu o maior vigor avaliado pela porcentagem de plântulas normais na primeira contagem (Tabela 7). O maior valor de IVG foi registrado com o emprego da escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado durante 25 minutos, embora não tenha diferido do valor obtido com a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 15, 20 e 30 minutos, e do desponte seguido de embebição (Tabela 7).

SOUZA et al (1994) observaram em sementes de *Apuleia leiocarpa* que a escarificação realizada com pedra abrasiva, seguida de embebição por 12 horas foi o tratamento que promoveu o maior vigor, analisado pelo IVG.

Em *Bauhinia monandra*, os maiores valores para IVG foram observados quando as sementes foram imersas em ácido giberélico (GA3). Em *B. umgulata*, os maiores valores para este parâmetro foram verificados quando as sementes foram imersas em GA3 e ácido sulfúrico concentrado por cinco, 10 e 15 minutos (ALVES et al., 2000).

Em sementes de *Caesalpinia ferrea* LOPES et al. (1998) registraram os maiores valores de IVG quando estas foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado por 60 minutos. RIBAS et al. (1996) estudando métodos para superação de dormência de sementes de *Mimosa bimucronata*, constataram os maiores valores de IVG para sementes imersas em água aquecida a 80°C e em ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos.

Os valores para comprimento e massa seca de plântulas diferiram estatisticamente entre si quando analisados os tratamentos testados para a superação da dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa*. As sementes submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 5 e 10 minutos e ao aquecimento a 60°C, não formaram plântulas normais, portanto nestes tratamentos não foram registrados o comprimento e a massa de plântulas. Já nos outros tratamentos testados, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas (Tabela 7).

Quando analisados os resultados obtidos nos ensaios 1 e 2, os tratamentos nos quais as sementes foram submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15, 20 e 25 minutos foram os que favoreceram a obtenção de maior porcentagem de plântulas normais. A imersão das sementes em água aquecida a 80°C causou a morte de grande porcentagem de sementes, totalizando 100% no ensaio 1 e 85% no ensaio 2. Os maiores valores para primeira contagem de plântulas normais foram registrados nos tratamentos em que as sementes foram submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 10, 15 e 20 minutos, assim como o desponte

seguido de embebição no ensaio 1, já no ensaio 2 os maiores valores foram verificados quando as sementes foram submetidas a escarificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante 20 e 30 minutos. Foi registrada a ocorrência de sementes duras nas sementes que não receberam tratamento para quebra de dormência (testemunha) nos dois ensaios, no entanto, estes valores alcançaram 100 pontos percentuais no ensaio 1 e menos da metade deste valor (42%) no ensaio 2, evidenciando-se portanto, uma diferença entre os lotes avaliados.

As sementes do lote 1 apresentaram tegumento com maior grau de impermeabilidade do que as sementes do lote 2. Essas diferenças podem ser atribuídas as condições climáticas ocorridas durante a maturação das sementes nos dois anos de produção, nos quais os lotes de sementes foram coletados e as variações genéticas das matrizes produtoras de sementes (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Diante dos resultados apresentados nos dois ensaios, pode-se concluir que as sementes de *Apuleia leiocarpa* necessitam passar por algum tratamento para a superação da dormência e a uniformização do estande de plântulas normais, sendo a escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos o tratamento mais indicado dentre os demais testados. Além de possibilitar a obtenção de elevada porcentagem de germinação, este tratamento favoreceu também, o alcance dos maiores valores de plântulas normais na primeira contagem e as menores porcentagens de plântulas anormais deformadas e deterioradas.

**Quadro 21** Resumo da análise de variância plântulas normais na primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas e massa seca, obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa* submetidas a diferentes tratamentos de quebra de dormência.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		Primeira contagem	IVG	Plântulas	
				Comprimento	Massa Seca
Tratamentos	10	40,8627**	1,2760**	26,13,90**	0,0119**
Erro	77	1,212	0,023	0,143	0,0002
CV (%)		33,511	12,988	12,300	1,793

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %, ns – não significativo

**Tabela 7** Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, do índice de velocidade de germinação (IVG), do comprimento (cm) e da massa seca de plântulas (g), obtidas de sementes de *Apuleia leiocarpa*, submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência.

Tratamentos	Primeira Contagem	IVG	Plântulas	
			Comprimento	Massa seca
Testemunha	6,0 de	0,55 c	4,36 a	0,028 a
Escarificação 5'	0,0 e	0,02 d	0,00 b	0,000 b
Escarificação 10'	0,0 e	0,00 d	0,00 b	0,000 b
Escarificação 15'	25,0 abc	1,65 ab	4,91 a	0,030 a
Escarificação 20'	38,0 a	2,15 ab	4,73 a	0,030 a
Escarificação 25'	35,0 ab	2,17 a	4,77 a	0,028 a
Escarificação 30'	38,0 a	1,94 ab	4,74 a	0,029 a
Desponte	18,0 cd	1,40 b	4,58 a	0,029 a
Desponte + embebição	17,0 bcd	1,56 ab	4,66 a	0,029 a
Aquecimento 80°C	1,0 e	0,02 d	4,50 a	0,030 a
Aquecimento 60°C	0,0 e	0,00 d	0,00 b	0,000 b
C.V. (%)	33,51	12,99	12,30	1,79

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

### 3.2.2 Influência da coloração do tegumento na germinação de sementes

Pela análise dos resultados apresentados na Tabela 8 pode-se perceber que não houve diferença estatística entre as sementes de coloração marrom escuro e marrom claro quando avaliados o teor de água e massa média seca. Já para massa média de mil sementes, as sementes de coloração marrom claro foram significativamente superiores às de coloração marrom escuro.

**Tabela 8** Dados médios de teor de água (%), de massa média seca (g) e de massa média de mil sementes (g) de *Apuleia leiocarpa* com coloração marrom claro e marrom escuro.

Tratamentos	Teor de água	Massa média seca de sementes	Massa média de mil sementes
Marrom claro	10,55 a	1,618 a	63,255 a
Marrom escuro	10,78 a	1,308 a	55,236 b
C.V. (%)	1,50	14,900	9,57

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

Os resultados da análise de variância para germinação, plântulas anormais deformadas e deterioradas, sementes mortas, dormentes e duras estão apresentados no Quadro 22. Pode-se constatar que não houve interação entre a coloração de sementes e os métodos de escarificação para os parâmetros analisados.

**Quadro 22** Resumo da análise de variância para germinação, plântulas anormais deterioradas, sementes (mortas, dormentes e duras), obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		Germinação	Plântulas		Sementes		
			Deformadas	Deterioradas	Mortas	Dormentes	Duras
Tamanho	1	0,3771 ns	5,4507 ns	0,0625 ns	1,9488 ns	4,5766 ns	0,2544 ns
Escarificação	1	220,9476 **	59,6472 ns	2,3436 *	2,1244 ns	0,7408 ns	421,9725 **
Tamanho x Escarificação	1	0,2020 ns	720,0879 ns	0,5625 ns	2,1244 ns	4,9861 ns	0,2544 ns
Erro	28	0,539	178,3090	0,513	1,182	1,865	0,400
CV (%)		12,059	68,59	62,076	39,334	48,915	14,585

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %, ns – não significativo

A coloração do tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa* não influenciou na porcentagem de germinação, de plântulas anormais deformadas e deterioradas e de sementes mortas, dormentes e duras, independente do procedimento empregado para escarificação das sementes (Tabelas 9 e 10).

As sementes escarificadas apresentaram a maior porcentagem de germinação, independente da coloração do tegumento. Estes resultados concordam com os obtidos por SOUZA et al. (1994), BIANCHETTI et al.(1995), NICOLOSO et al.(1997), ou seja de que as sementes de *Apuleia leiocarpa* necessitam passar por algum tratamento para superação da dormência e assim absorver água suficiente para dar continuidade ao processo de germinação.

Em algumas famílias botânicas, o tegumento desempenha importante papel no controle de absorção de água e, conseqüentemente, no processo germinativo, representando muitas vezes uma barreira impermeável à água e gases (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Entre as leguminosas florestais, as pertencentes às sub-famílias Caesalpinoideae e Mimosoideae são as que apresentam maior número de espécies com sementes dormentes (DUARTE, 1978), como é o caso de *Apuleia leiocarpa*, pertencente a sub-família Caesalpinoideae.

**Tabela 9** Dados médios das porcentagens de germinação e de plântulas anormais deterioradas com coloração marrom claro e marrom escuro, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.

Tratamentos	Germinação			Plântulas anormais					
				Deformadas			Deterioradas		
	SE	CE	média	SE	CE	média	SE	CE	média
Marrom claro	13,0	79,0	46,0 a	25,2	12,9	19,0 a	7,0	3,0	5,0 a
Marrom escuro	12,0	75,0	42,0 a	16,5	23,2	20,9 a	4,0	7,0	5,0 a
Média	12,0 B	76,0 A		20,8 A	18,1 A		6,0 A	5,0 A	
CV (%)	12,05			49,31			68,59		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna de escarificação), não diferem entre si a 5%, pelo teste Tukey.

**Tabela 10** Dados médios das porcentagens de sementes mortas, dormentes e duras, com coloração marrom claro e marrom escuro, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.

Tratamentos	Sementes								
	Mortas			Dormentes			Duras		
	SE	CE	média	SE	CE	média	SE	CE	média
Marrom claro	7,0	14,0	11,0 a	12,0	4,0	8,0 a	62,0	0,0	31,0 a
Marrom escuro	7,0	7,0	7,0 a	10,0	12,0	11,0 a	66,0	0,0	33,0 a
Média	7,0 A	11,0 A		11,0 A	8,0 A		64,0 A	0,0 B	
CV (%)	39,33			48,91			14,58		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna de escarificação), não diferem entre si a 5%, pelo teste Tukey.

Os resultados da análise de variância para os parâmetros de vigor de sementes estão apresentados no Quadro 23, pode-se então constatar que houve significativa interação entre a coloração das sementes e tratamentos para escarificação.

**Quadro 23** Resumo da análise de variância para primeira contagem de plântulas normais e índice de velocidade de germinação (IVG), obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio	
		Primeira Contagem	IVG
Cor	1	5,4804 *	0,0431 *
Escarificação	1	202,8432 **	6,1424 **
Cor x Escarificação	1	12,6754 *	0,5179 *
Erro	28	0,605	0,009
C.V. (%)		19,111	6,804

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %, ns – não significativo

As sementes de coloração marrom escuro e marrom claro que passaram pelo processo de escarificação, apresentaram maior vigor avaliado pela porcentagem de plântulas normais na primeira contagem. Além disso, as sementes de coloração marrom claro apresentaram vigor superior ao das de coloração marrom escuro, após terem sido escarificadas. Quando o vigor foi avaliado pelo IVG as sementes de coloração marrom claro que sofreram escarificação apresentaram os maiores valores para este índice (Tabela 11).

Sementes de algumas espécies de leguminosas que apresentam o tegumento muito pigmentado são relacionadas com processos lentos de embebição se comparadas com sementes despigmentadas (SOUZA & MARCOS-FILHO, 2001). Este fato sugere que, o escurecimento do tegumento durante a maturação das sementes de *Apuleia leiocarpa* pode

estar associado a sua maior impermeabilização, ou seja, quanto mais escuro, mais impermeável o tegumento pode se tornar.

Em *A. leiocarpa* foram observados dois a quatro estratos celulares de osteoesclerídes, com paredes espessas, contendo substâncias fenólicas que podem conferir as sementes uma coloração mais escura (Figuras 15b, 15c, 15d e 16a do Capítulo I).

**Tabela 11** Dados médios da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), obtidos de sementes de coloração marrom claro e marrom escuro após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.

Tratamentos	Plântulas normais na 1ª contagem			IVG		
	SE	CE	média	SE	CE	média
Marrom claro	2,0 Ba	58,0 Aa	30,0	0,37 Ab	3,05 Aa	1,71
Marrom escuro	3,0 Ba	31,0 Ab	17,0	0,38 Aa	0,18 Ba	1,44
média	3,0	45,0		0,37	2,77	
CV (%)	19,11			6,80		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5%, pelo teste Tukey

### 3.2.3 Avaliação do tamanho de sementes de garapa na germinação e no vigor

O lote de sementes apresentou massa média de mil sementes de 58,54 g e teor de água de 14%. No teste de uniformidade, 99% das sementes ficaram retidas nas peneiras com diâmetro de 3,36 mm a 4,76 mm (Tabela 12).

**Tabela 12** Dados médios da porcentagem, em peso, de sementes retidas em peneira de crivo circular com 6.35, 5.66, 4.76, 4.00, 3.36, 2.83, 2.38 mm de diâmetro.

Malha da peneira (mm)	Sementes retidas (%)
6,35	0,00
5,66	0,04
4,76	7,00
4,00	61,00
3,36	31,00
2,83	0,40
2,38	0,04

Os resultados da análise de variância o teste de germinação estão apresentadas no Quadro 24. Pode-se verificar que não houve interação entre os métodos de escarificação e o tamanho das sementes para germinação, plântulas anormais deformadas, deterioradas e para sementes mortas e dormentes. Além disso, o tamanho das sementes não influenciou a porcentagem de germinação de plântulas anormais deformadas e de sementes mortas e dormentes.

**Quadro 24** Resumo da análise de variância para germinação, plântulas anormais (deformadas, deterioradas), sementes (mortas, dormentes e duras), obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa* de diferentes tamanhos, após o procedimento de escarificação.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		Germinação	Plântulas		Sementes		
			Deformadas	Deterioradas	Mortas	Dormentes	Duras
Tamanho	2	2,2140 ns	0,7796 ns	5,0203 *			
Escarificação	1	92,2979 **	44,3668 **	2,1115 ns	14,8288 *	14,2731 **	406,24416 **
Tamanho x Escarificação	2	0,8215 ns	2,5328 ns	0,3737 ns	1,3756 ns	1,0640 ns	1,5022 *
Erro	42	1,394	1,495	1,749	1,026	1,434	0,191
CV (%)		2,88	50,08	94,68	25,42	41,17	12,09

A escarificação favoreceu a germinação, assim como a porcentagem de plântulas anormais deformadas. No entanto, o tamanho das sementes não influenciou a porcentagem de germinação e de plântulas anormais deformadas e deterioradas (Tabela 13).

Estes resultados concordam com os de AGUIAR et al. (1979), que estudando a influência do tamanho sobre a germinação e vigor de sementes de duas espécies de eucalipto, verificaram que o tamanho das sementes não influenciou a porcentagem de germinação.

FERREIRA & TORRES (2000) avaliando a influência do tamanho das sementes de *Acacia senegal* na germinação e no vigor de plântulas, verificaram que o tamanho das sementes não interferiu na porcentagem de germinação.

Também, LOUREIRO et al. (2004) não verificaram influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa*, no entanto, puderam constatar que as sementes de menor massa deram origem a plântulas de menor comprimento.

No entanto, alguns autores encontram correlação positiva entre o tamanho da semente e a porcentagem de germinação. CASTRO & DUTRA (1997) avaliando o efeito do tamanho de sementes de *Leucaena leucocephala* na germinação e no vigor, encontraram correlação positiva entre sementes de maior tamanho e maior porcentagem de germinação.

Pode-se constatar que a influência do tamanho na qualidade das sementes está diretamente relacionada com a espécie, a cultivar e o local de produção das sementes.

A porcentagem de sementes mortas não diferiu estatisticamente entre as sementes não tratadas (SE) e as escarificadas (CE). No entanto, quando analisadas a porcentagem de sementes dormentes, pode-se constatar que as sementes não escarificadas foram significativamente superiores às que passaram pela escarificação química (Tabela 14). Estes resultados podem ser atribuídos a dormência por impermeabilidade do tegumento detectada em sementes de *Apuleia leiocarpa* por SOUZA et al. (1994), BIANCHETTI et al.(1995), NICOLOSO et al.(1997).

**Tabela 13** Dados médios de porcentagem de germinação de plântulas anormais (deformadas e deterioradas), obtidas de sementes de *Apuleia leiocarpa* de diferentes tamanhos após terem sido submetidas (CE) ou não a escarificação (SE).

Tratamentos	Germinação			Plântulas anormais					
				Deformadas			Deterioradas		
	SE	CE	Média	SE	CE	Média	SE	CE	média
3,36	22,0	54,0	38,0 a	2,0	11,0	7,0 a	1,0	3,0	2,0 a
4,0	13,0	49,0	31,0 a	5,0	13,0	9,0 a	7,0	8,0	8,0 a
Sem classificação	22,0	50,0	36,0 a	1,0	16,0	9,0 a	0,0	2,0	1,0 a
média	19,0 B	51,0 A		3,0 B	13,0 A		3,0 A	4,0A	
CV(%)	2,88			50,08			94,68		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5%, pelo teste Tukey.

**Tabela 14** Dados médios de porcentagem de sementes (mortas, dormentes e duras), obtidas no teste de germinação conduzido com sementes de *Apuleia leiocarpa* de diferentes tamanhos após terem sido submetidas (CE) ou não a escarificação (SE).

Tratamentos	Mortas			Dormentes			Duras		
	SE	CE	Média	SE	CE	Média	SE	CE	Média
3,36	18,0	20,0	19,0 a	12,0	7,0	10,0 a	39,0 Ab	0 Ba	20,0
4,0	10,0	20,0	15,0 a	11,0	7,0	9,0 a	52,0 Aa	0 Ba	26,0
Sem classificação	11,0	22,0	17,0 a	17,0 a	6,0	12,0 a	37,0 Ab	0 Ba	19,0
média	13,0 A	21,0 A		13,0 A	7,0 B				
CV(%)	25,44			41,77			12,09		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5%, pelo teste Tukey.

Quanto aos parâmetros utilizados para avaliação de vigor, não houve efeito significativo da interação entre métodos de escarificação e tamanho das sementes (Quadro 25).

As sementes submetidas a escarificação, independente do tamanho, apresentaram maior vigor, avaliado pela porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e pelo Índice de velocidade de germinação (Tabela 15). Também FERREIRA & TORRES (2000) não verificaram diferença significativa para o índice de velocidade de germinação entre as sementes de *Acacia senegal* de diferentes tamanhos.

**Quadro 25** Resumo da análise de variância para plântulas normais na primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas e massa seca, obtidos de sementes de *Apuleia leiocarpa* de diferentes tamanhos, após procedimentos de escarificação.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		Primeira Contagem	IVG	Plântulas normais	
				Comprimento	Massa Seca
Tamanho	2	3,2266 ns	0,3525 ns	0,2542 ns	0,0001 *
Escarificação	1	63,8600 **	16,3917 **	0,0036 ns	0,00008 *
Tamanho x Escarificação	2	0,6623 ns	0,0171 ns	0,0052 ns	0,00000008 ns
Erro	42	1,722	0,227	0,201	0,00002
CV(%)		31,37	39,46	10,62	0,45

\*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %, ns - não significativo

**Tabela 15** Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de diferentes tamanhos, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.

Tratamentos	Primeira contagem			IVG		
	SE	CE	Média	SE	CE	Média
3,36 mm	13,0	34,0	24,0 a	0,42	1,90	1,32 a
4,00 mm	6,0	27,0	17,0 a	0,70	1,66	1,04 a
Sem classificação	10,0	31,0	21,0 a	0,62 B	1,81	1,25 a
Média	10,0 B	31,0 A			1,79 A	
CV (%)	31,37			39,46		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5 %, pelo teste Tukey.

As plântulas provenientes de sementes retidas nas peneiras de crivo circular de 3,36 mm apresentaram menor massa seca, independente do método de escarificação (Tabela 16). ANDRADE et al (1996) encontraram resultados semelhantes para *Euterpe edulis* e atribuíram esta diferença a variação na quantidade de material de reserva, nível de hormônios e tamanho do embrião entre sementes de tamanhos diferentes. Já, o comprimento de plântulas não apresentou diferença significativa entre nenhum dos tratamentos testados (Tabela 16).

**Tabela 16** Dados médios do comprimento e massa seca de plântulas, obtidas a partir da germinação de sementes de diferentes tamanhos, após terem sido submetidas (CE) ou não (SE) a escarificação.

Tratamentos	Plântulas					
	Comprimento			Massa seca		
	SE	CE	Média	SE	CE	Média
3,36 mm	4,34	4,36	4,35 a	0,028	0,024	0,026 b
4,00 mm	4,12	4,07	4,09 a	0,030	0,030	0,030 a
Sem classificação	4,25	4,23	4,24 a	0,036	0,032	0,034 a
Média	4,24 A	4,22 A		0,031 A	0,028 A	
CV (%)	10,62			0,75		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5 %, pelo teste Tukey.

### 3.3 Ensaio Realizado com os Lotes 1, 2 e 3

#### 3.3.1 Avaliação da impermeabilidade do tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa*

Nos Quadros 26, 27 e 28 estão apresentados os resultados da análise de variância para teor de água de sementes dos lotes 1, 2 e 3. Pode-se constatar que não houve diferença entre os lotes, tanto para sementes não escarificadas, quanto para as escarificadas.

O modelo que melhor se ajustou ao padrão de embebição observado nas sementes dos dois tratamentos foi o quadrático, apresentado coeficientes de determinação elevados. As curvas representativas dos modelos e as equações polinomiais estão apresentados na Figura 19.

As sementes escarificadas e não escarificadas apresentaram apenas as fases I e II da curva de embebição proposta por BEWLEY & BLACK (1978). A fase I ocorreu lentamente, levando cerca de 24 horas e a fase II, na qual as sementes absorvem água mais lentamente, pode ser observada até as 96 horas, sendo que, esta fase pode ser identificada pela pequena variação observada no teor de água das sementes durante este período, mantendo-se os valores praticamente constantes (Figura 19).

O teor de água inicial das sementes não escarificadas foi em média 12% e das escarificadas 36 %, esta variação pode ser atribuída a escarificação, pois após este procedimento as sementes passam por sucessivas lavagens o que poderia ter influenciado nos valores obtidos para teor de água.

Na figura 19a pode-se verificar que as sementes não escarificadas também absorveram água, no entanto, em menor quantidade, passando de 12 para 52 % de teor de água, devido a variação no grau de impermeabilidade do tegumento de sementes em um lote (SOUZA et al., 1994; BIANCHETTI et al., 1995 e NICOLOSO et al., 1997). Como foi visto no capítulo I (Figuras 15 e 16), o tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa* apresenta barreiras físicas e químicas que dificultam a absorção de água, no entanto, estas barreiras não tornam o tegumento totalmente impermeável. Resultado semelhante foi observado nas sementes do Lote 1, que só atingiram a fase II após 72 horas de embebição (Figura 18).

Parte desta característica pode ser atribuída a carga genética e parte pelas condições ambientais ocorridas na maturação e no armazenamento. Esta variação no grau de impermeabilidade do tegumento entre sementes de uma mesma espécie tem grande importância ecológica, pois distribui a germinação no tempo, diminuindo as chances de se perder toda uma safra devido a condições ambientais adversas (LABORIAU, 1993).

Já as sementes que passaram por escarificação química passaram de 12 para 76% de teor de água, ou seja, 24 % a mais de água que as não escarificadas (Figura 19 b). Portanto, pode-se constatar que para alcançar teor de água adequado para dar continuidade ao processo de germinação, as sementes de *Apuleia leiocarpa*, necessitam passar por tratamentos quebra de dormência.

**Quadro 26** Resumo da análise de variância para a embebição de sementes de *A. leiocarpa*, provenientes dos lotes I, II e III, após 0, 6, 24, 48, 72 e 96 horas.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio
Lote	2	2103,396**
Tempo	6	6457,504**
Escarificação	1	21250,830**
Lote x tempo	12	160,3972***
Lote x Escarificação	2	77,9792 ns
Tempo x Escarificação	6	1145,714**
Temp. x lote x esc.	12	528,5712**
Erro		33,2150
C.V.		12,608

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo

**Quadro 27** Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para teor de água das sementes *A. leiocarpa*, sem escarificação, pertencentes a três lotes (2001, 2002 e 2003), em função dos períodos de embebição.

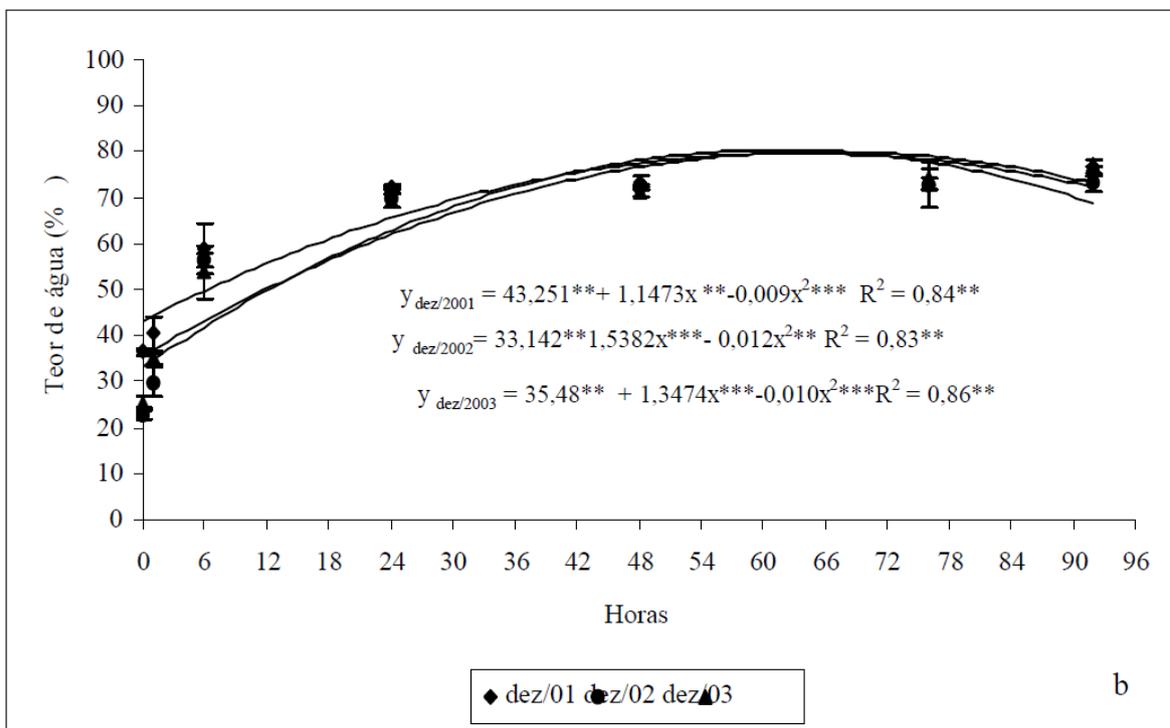
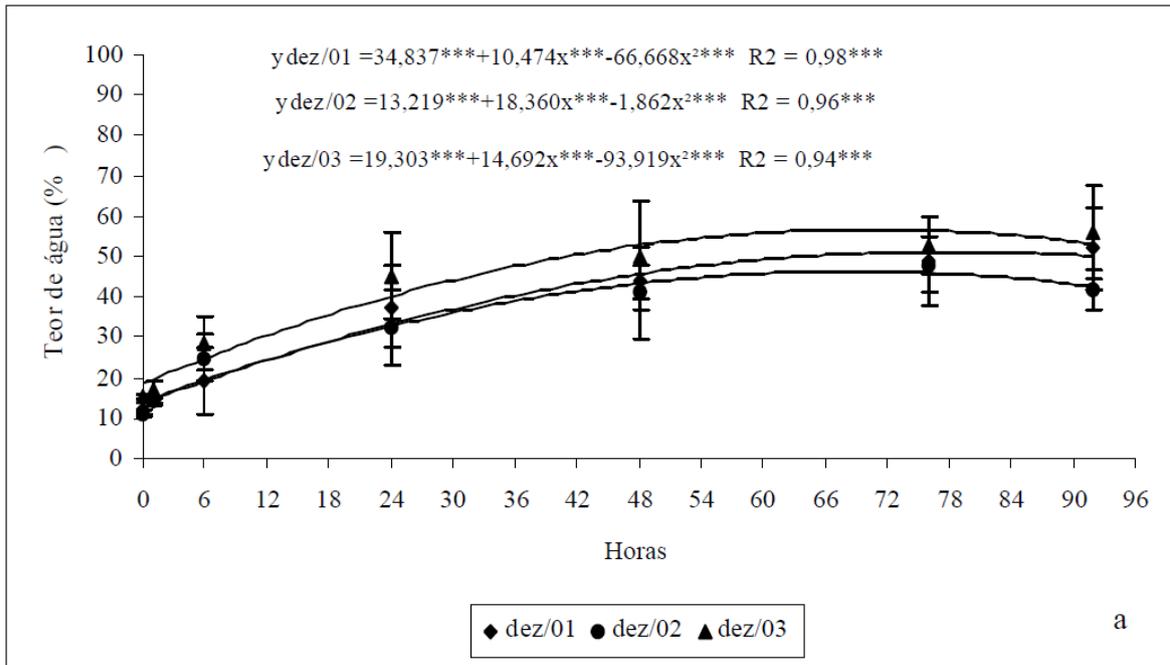
Fontes de variação	Modelo	GL	2001		2002		2003	
			SM	QM	SM	QM	SM	QM
Devido à regressão independente	Quadrático**	2	***	2859,521***	***	1894,297***	***	5337,299***
		25		47,495		4,543		100,249

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo

**Quadro 28** Resumo da análise de variância da regressão e significância dos modelos testados para teor de água das sementes *A. leiocarpa*, submetidas a escarificação, pertencentes a três lotes (2001, 2002 e 2003), em função dos períodos de embebição.

Fontes de variação	Modelo	GL	2001		2002		2003	
			SM	QM	SM	QM	SM	QM
Devido à regressão	Quadrático**	2	***	3370,433***	**	2373,060***	***	3535,313***
independente		25		55,099		46,355		778,960

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



**Figura 19** Teor de água de sementes de *A. leiocarpa*, de três lotes (dez/01, dez/ 02 e dez/03) sem escarificação (a) e com escarificação (b), em função do período de embebição.

## 4 CONCLUSÕES

- Há variação no grau de impermeabilidade do tegumento de sementes de um mesmo lote em função das variações climáticas;
- Sementes de *Apuleia leiocarpa* que não sofreram escarificação não absorveram água em quantidade suficiente para dar continuidade ao processo de germinação;
- A escarificação com ácido sulfúrico concentrado por vinte minutos, foi o tratamento mais eficaz para a superação da dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa*, favorecendo o aumento da porcentagem e da velocidade de germinação;
- A coloração do tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa* não influenciou na porcentagem de germinação, no entanto, as sementes de coloração marrom claro apresentaram maior vigor;
- O tamanho das sementes não interferiu na porcentagem de germinação, porém, as sementes retidas na peneira de 3,36 mm de malha apresentaram menor vigor, avaliado pela massa seca de plântulas normais.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, P.I. & GARWOOD, N.C. Efecto de la luz y la escarificación en la germinación de las semillas de cinco especies de árboles tropicales secundarios. **Revista de Biología Tropical**, San José, V. 35, n. 2, p. 203-207, 1987.
- AGUIAR, I.B.; CARVALHO, N.M.; MAIMONE-RODELLA, R.C.S.; DAMASCENO, M.C.M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1979.
- ALVES, M. da C.S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M.; TEÓFILO, E.M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L. - Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.
- ANDRADE, A.C.S.; LOUREIRO, M.B.; SOUZA, A.D.A.; RAMOS, F.N.R. Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.5, 465-469, 1997.
- ANDRADE, A.C.S.; VENTURI, S.; PAULILO, M. T. Efeito do tamanho das sementes de *Euterpe edulis* Mart. Sobre a emergência e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 225-231, 1996.
- BARRUETO, L.P.; PEREIRA, J.P.; NEVES, M.A. Influência da maturação fisiológica e do período entre a coleta e o início do armazenamento sobre a viabilidade de sementes de seringueira (*Hevea* spp.). **Turrialba**, Costa Rica, v. 36, n. 1, p. 65-75, 1986.
- BASKIN, J.M.; BASKIN C.C. Evolutionary considerations of claims for physical dormancy-break by microbial action and abrasion by soil particles. **Seed Science Research**, London, v. 10, p. 409-413, 2000.
- BERTALOT, M.J.A.; NAKAGAWA, J. Superação de dormência em sementes de *Leucaena diversifolia* (Schlecht.) Benth. K 156. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n.1, p. 39-42, 1998
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. Berlim: Springer-Verlag, v.1, 1978. 540 p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994, 445 p.
- BIANCHETTI, A.; MARTINS, E.G.; FOWLER, J.A.P.; RAMOS, A.; ALVES, V.F. Tratamentos pré-germinativos para sementes de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Comunicado Técnico. EMBRAPA** - Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, Colombo, PR, n. 2, 1p., 1995.
- BORGES, E.E. de L.; RENA, A.B. Germinação de sementes, In: AGUIAR, I.B. DE, PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. (eds) **Sementes Florestais Tropicais**, Brasília, p. 83-135, 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência Tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.
- CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A.A. Efeitos da temperatura sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 1-8, 1995.
- DE CASTRO, J.R. ; DUTRA, A.S. Influência do tamanho das sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit cv. Curmingham na germinação e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 88-90, 1997.

DIGNART, S.; FERRONATO, A.; CAMARGO, I.P.; MENDONÇA, E.A.F. Superação de dormência física em sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 7, n.2, p. 1-6, 2005.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.; MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 15a ed., 2000, 293 p.

FERREIRA, M.G.R.; TORRES, E. B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia senegal* (L.) Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 271-275, 2000.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1966, 404 p..

HORLINGS, G.P.; GAMBLE, E.E.; SHANMUGASUNDARAM, S. The influence of seed size and seed coat characteristics on seed quality of soybean in the tropics: field weathering. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 19, n. 3, p. 665-685, 1991.

JALINK, H.; Frandas A.; Van der Schoor, R.; Bino J.B. Fluorescência da clorofila no tegumento de sementes de *Brassica Oleracea* como indicador da maturidade e qualidade da semente. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, especial, 1998.

JELLER, H. ; PEREZ, S.C.J.G.A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 32-40, 1999.

LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Série de Biologia. Secretaria geral dos estados americanos. Washington, 1983, 175p.

LOPES, J.C.; CAPUCHO, M.T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. Var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar dormência. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 80-86, 1998.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2000, 368p.

LOUREIRO, M.B.; GONÇALVES, E.R.; ROSSETTO, C.A.V. Avaliação do efeito do tamanho de sementes na germinação e no vigor de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride). **Revista Ciência da Vida**, UFRRJ, Seropédica, v. 24, n.1 (no prelo)

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. **Floresta e Ambiente**, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 211-215, 2001.

MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYBER. **The germination of seeds**. London, Pergaman-Press, 1982, 192 p.

NASCIMENTO, M.do P.S.C.B.; OLIVEIRA, M.E.A. Quebra de dormência de quatro leguminosas arbóreas. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 129-137, 1999.

NETTO, D.A.M. Germinação de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav.) Urb.) – Bombacaceae. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 16, n. 2, p. 159-162, 1994.

NICOLOSO, F.T.; GARLET, A. ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeito de métodos de escarificação na superação de dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento de Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n. 3, p. 419-424, 1997

- PEREZ, S.C.J.G.A. Ecofisiologia de Sementes. **Informativo ABRATES**, Brasília, n.5, v.3, p. 13-30, 1995.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília. ABRATES, p. 215-74, 1993.
- RIBAS, L.L.F.; FOSSATI, L.C.; NOGUEIRA, A.C. Superação da dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Maricá). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 18, n. 1, p.98-101, 1996.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- SANTARÉM, E.R.; AQUILA, M.E.A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Serma macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 17, n. 2, p.205-209, 1995.
- SAMPAIO, L.S.V.; PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M.F.S.P.; COSTA, J.A.; GARRIDO, M.S.; MENDES, L.N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 23, n. 1, p.184-190, 2001.
- SMIDERLE, O.J.; SOUZA, R.C.P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae-Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 25, n. 1, p.72-75, 2003.
- SOUZA, F.H.D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4. p. 1-16, 2001.
- SOUZA, L.A.G.; VARELA, V.P.; BATALHA, L.F.P. Tratamentos pré-germinativos em sementes florestais da Amazônia: VI - Muirajuba *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride var. molaris Spr. Ex Benth. (Leguminosae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 24, n.1/2, p. 81-90, 1994.
- VAZQUES-YANES, C.; OROSCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, p.69-87, 1993. VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. 1. ed. FUNEP/ UNESP, 1993, 165p.

## **CAPÍTULO III**

### **GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES ARMAZENADAS DE *Apuleia. leiocarpa* INFLUENCIADAS PELO TRATAMENTO QUÍMICO**

## RESUMO

O objetivo foi determinar as melhores condições de armazenamento e o efeito do tratamento químico sobre a conservação da qualidade fisiológica de sementes de *Apuleia leiocarpa*. Para isto, as sementes coletadas na Reserva Biológica do Tinguá foram acondicionadas em embalagens semipermeáveis, embalagens permeáveis e mantidos tanto em câmara fria (23% U.R. e 5°C) como em câmara seca (50% U.R e 18°C.) e ambiente sem controle (média de 64% U.R. e 25°C), constituindo assim, seis condições de conservação. Antes do armazenamento e aos seis, doze e dezoito meses foram realizadas as avaliações do teor de água, da massa média seca, de germinação, emergência e de sanidade. Primeiramente as sementes foram tratadas ou não com Captan. Os resultados permitiram concluir que o armazenamento em sacos de polietileno sob câmara seca (18°C e U.R. de 50%) foi a melhor condição para a conservação de sementes de *Apuleia leiocarpa* durante 18 meses de armazenamento. O tratamento com fungicida na dosagem aplicada reduziu a população de patógenos causadores da morte em sementes, sendo a maior diversidade de gêneros de fungos observada nas sementes armazenadas em sacos de papel (embalagem permeável) sob câmara seca, e os gêneros detectados *Aspergillus*, *Alternaria*, *Botryodiplodia*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pestalotia* e *Rizophus*.

Palavras-chave: garapa, conservação, embalagem.

## ABSTRACT

Chapter III objective was to identify the more appropriate storage conditions and evaluate the influences on physiologic quality the *Apuleia leiocarpa* seeds. Samples were collected at Tinguá Biological Reserve, state of Rio de Janeiro, Brazil and maintained in half-permeably and permeably packaging under chamber refrigerator conditions (R.H. 23 % and 5°C), dry chamber conditions (R.H. 50% and 18°C) and uncontrolled storage conditions (average R.H. 64%; and 25°C), establishing six distinct conservation conditions. Seeds physical and physiological analysis occurred at zero, six, twelve and eighteen months before storage phase. They were submitted mainly water content evaluation, dry weight assessment, germination test, emergency and health test. Some of the seeds were previously treated with Captan and other were not. Tests results led into the conclusion that the best condition for conservation of *A. leiocarpa* was seeds storage in polyethylene packaging and dry chamber (R.H. 50% and 18°C) during 18 months storage. The use of Captan reduced pathogenic populations which caused seed's death and the highest level of fungi diversity was observed in seeds stored at paper packaging maintained in dry chamber. The following genera were found, *Aspergillus spp.*, *Alternaria sp.*, *Botryodiplodia sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Pestalotia sp.* and *Rizophus sp.*

**Key words:** garapa, conservation, packing.

## 1 INTRODUÇÃO

A propagação de grande parte de espécies florestais ocorre através de sementes. No entanto, nas últimas décadas tem ocorrido crescentes perdas de germoplasma de importantes espécies florestais, tomando-se cada vez mais necessário o investimento em pesquisas para a conservação de sementes em bancos de germoplasma *ex situ*, ou seja fora de seu habitat natural (VERTUCCI & ROOS, 1993).

O conhecimento do comportamento das sementes quando armazenadas é o pré-requisito básico para a conservação da biodiversidade de plantas *ex situ* (HONG & ELLIS, 1998). Neste caso, as técnicas de armazenamento permitem que sementes sejam estocadas e utilizadas nos anos de irregular ou de baixa produção (CARNEIRO & AGUIAR, 1993), tal como o que ocorre com *Apuleia leiocarpa* (LORENZI, 2000).

As sementes quando armazenadas podem sobreviver algumas décadas e eventualmente séculos, sendo que o aumento da longevidade requer a armazenagem sob condições que minimizem ao máximo as reações de deterioração (FONSECA & FREIRE, 2003). A viabilidade das sementes durante o armazenamento é afetada por vários fatores ambientais, mas os principais são umidade, oxigênio e a temperatura do ar, que interagem entre si e com outros fatores como a ação de fungos e insetos (NODARI et al., 1998). Em função disso, o armazenamento deve aliar o controle do ambiente de armazenamento ao uso de embalagens adequadas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), a fim de minimizar as reações de envelhecimento.

ROBERTS (1973) estudando a sensibilidade das sementes ao dessecamento, classificou-as em ortodoxas e recalcitrantes. As sementes ortodoxas suportam desidratação entre 2 e 5% de umidade e podem ser expostas a baixas temperaturas por longos períodos sem sofrerem danos ou perda de vigor. As recalcitrantes não suportam a desidratação abaixo da faixa que vai de 12% a 30% de umidade e apresentam baixa longevidade que varia de poucas semanas a alguns meses. Posteriormente, ELLIS et al. (1990) verificaram que sementes de caie podiam suportar a dessecação a valores que variavam de 9% a 11% de umidade, no entanto não suportaram redução do teor de água abaixo desses valores, classificando-as em intermediárias.

Esses trabalhos marcaram importante etapa nos estudos sobre armazenamento de sementes e baseando-se neste critério de classificação, outros autores puderam definir as melhores condições para a conservação de sementes de várias espécies.

EIRA et al. (1995) estudando o comportamento fisiológico de sementes de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) durante o armazenamento puderam verificar que as mesmas suportaram o armazenamento com teor de água em torno de 6% sob as temperaturas de 5°C e -20°C sem perda significativa de viabilidade, classificaram-nas como ortodoxas. BARBEDO et al. (2002) também estudando o comportamento de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) durante o armazenamento consideraram-nas ortodoxas, pois estas toleraram a dessecação até 7,6% de teor de água.

ANDRADE & PEREIRA (1997) consideraram as sementes de palmito (*Euterpe edulis*) recalcitrantes, pois estas não germinaram quando desidratadas a 15% de umidade. Comportamento semelhante também foi observado em sementes de ingá (*Inga vera*), estas apresentaram perda total da germinação após passarem por secagem e atingirem 10% de teor de água (CARVALHO, 2000).

Já ELLIS et al. (1991) ao estudarem o comportamento de sementes de dendê (*Elaeis guineensis*) classificaram-nas como intermediárias, verificando que mantiveram a

viabilidade durante 12 meses quando armazenadas a 15°C com teor de água variando entre 10 a 12%, no entanto, estas sementes apresentaram a viabilidade fortemente reduzida quando expostas as temperaturas de 0°C e -20°C.

No ambiente de armazenamento, a temperatura influencia todas as atividades metabólicas em sementes. Temperaturas altas provocam aumento da taxa respiratória das sementes, a proliferação de fungos de armazenamento e a eclosão de ovos de insetos predadores de sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Já, temperaturas muito baixas, próximas de 0°C ou abaixo deste valor podem causar danos as sementes devido a formação de cristais de gelo nos tecidos, provocando injúrias devido ao congelamento (ROBERTS, 1981).

Algumas espécies, quando armazenadas sob temperaturas mais elevadas apresentam a redução significativa da viabilidade. As sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*) apresentaram perda total da germinação quando armazenadas a 30°C (SPERA et al., 2001). SOUZA et al. (2003) constataram perda total da viabilidade em sementes de ipê (*Tabebuia serratifolia*) após 60 dias de armazenamento sob as temperaturas de 22°C e a 30°C.

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000), os limites de tolerância para o armazenamento podem variar na mesma espécie em função da qualidade inicial das sementes e tal qualidade é diretamente controlada pelo vigor da planta produtora de sementes, pelas condições climáticas durante o período de maturação, pelo estágio de maturação no momento da coleta, pelos danos causados por pragas como insetos e fungos, pelas injúrias mecânicas e pelo processo de secagem das sementes.

Sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) apresentaram diferenças quanto a sensibilidade a secagem variando de acordo com a qualidade inicial das sementes (BARBEDO et al., 2002). LIMA et al. (2000) também verificaram diferenças na tolerância a dessecação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra*), quando avaliaram sementes de diferentes lotes e diferentes períodos de coleta.

Entre os agentes patogênicos que podem afetar o vigor e a viabilidade das sementes, os fungos são os mais ativos, pois possuem grande habilidade de penetrar diretamente nos tecidos vegetais e colonizarem o local mais facilmente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), podendo causar anormalidades e lesões nas plântulas bem como a deterioração das sementes (NETTO & FAIAD, 1995).

Fungos dos gêneros *Alternaria*, *Ascochyta*, *Aspergillus*, *Botryodiplodia*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Penicillium*, *Pestalotia*, *Phoma*, *Trichoderma*, tem sido encontrados infestando sementes de espécies florestais (NETTO & FAIAD, 1995; SILVA et al., 2003; SOUZA et al., 2003 e MUNIZ et al., 2003).

Muitas vezes, as sementes são contaminadas ainda no campo, durante as operações de coleta, secagem e beneficiamento, sendo que os fungos podem permanecer na superfície e ou, interior das sementes armazenadas e aparecerem no momento da germinação, podendo causar a perda de lotes inteiros (CASTELLANI et al., 1996).

Desta forma, alguns pesquisadores tem testado a utilização de fungicidas e diferentes tipos de embalagem na tentativa de aumentar a longevidade de sementes quando armazenadas, utilizando técnicas que retardem as reações de deterioração.

Como exemplo da tentativa de controlar a incidência de fungos em sementes florestais GARCIA & VIEIRA (1994) testaram os fungicidas Thiran (auran), Benomyl e Captan em sementes de *Hevea brasiliensis* (seringueira), SUNIKULMAR & SUDHAKARA (1998) utilizaram Emisan para controle de fungos patogênicos em sementes de *Hopea parviflora* e CASTELLANI et al. (1996) verificaram a eficiência de Captan, Rodiauran e cloro ativo como agentes controladores de patógenos em sementes de *Bauhinia variegata* (pata-de-vaca), FAIAD et al. (1997) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de

solução de hipoclorito de sódio sobre a sanidade e germinação de sementes de *Commiphora leptoploeos* (imburana-de-cambão).

Em relação ao tipo de embalagem, SOUZA et al. (2003) observaram a maior incidência de fungos em sementes de *Tabebuia serratifolia* (Ipê) quando estas foram armazenadas em sacos de papel (embalagem permeável). Conseqüentemente estas sementes sofreram a perda da viabilidade mais rapidamente, quando comparadas as sementes armazenadas em sacos de polietileno (embalagem semipermeável).

As embalagens semipermeáveis são utilizadas para o armazenamento de sementes muitas espécies, pois permitem a troca de gases entre as sementes e o ambiente de armazenamento e não impedem completamente a passagem de umidade (CARNEIRO & AGUIAR, 1993). No entanto, em sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) as embalagens permeáveis (sacos de papel kraft) foram as mais adequadas, pois possibilitaram a manutenção da capacidade germinativa em 19% após 18 meses de armazenamento (BARBEDO et al., 2003). MARTINS (1984) pode constatar que o uso de embalagem permeável (saco de papel) associada a temperatura de 12°C e umidade relativa de 30% foi a condição mais adequada para a conservação de sementes de *Didymopanax morototoni* (morototó). Também em maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) a embalagem permeável (saco de papel) acondicionada em refrigerador (4°C, 60% UR), foi considerada a condição mais adequada para a conservação de sementes (CATUNDA et al., 2003).

Diante do exposto, pode-se constatar que estudos que abordem o comportamento de sementes de espécies arbóreas são necessários para tornar possível a conservação destas sementes em bancos de germoplasma e conseqüentemente manter a biodiversidade nas florestas nativas. No entanto, estudos com este enfoque ainda não foram desenvolvidos com sementes de *Apuleia leiocarpa*, portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar as melhores condições para a conservação da qualidade física e fisiológica de sementes de *Apuleia leiocarpa* durante o armazenamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em fevereiro de 2003. Para isto, foram utilizados frutos coletados de árvores escolhidas ao acaso em uma população localizada na Reserva Biológica do Tinguá/ RJ em dezembro de 2002.

Após a coleta, os frutos foram distribuídos sobre folhas de papel jornal em sala equipada com desumidificador (U.R. 70% e 30°C), durante vinte dias. Posteriormente, foi realizada a extração manual das sementes do interior dos frutos bem como o beneficiamento também manual, visando eliminar impurezas (sementes chochas, mal formadas, com irregularidades na superfície do tegumento e atacadas por insetos). Depois do beneficiamento, as sementes foram submetidas ao expurgo, com fosfeto de alumínio (57% m/m). Para isto, foram acondicionadas em sacos de papel, estes foram levados ao dessecador contendo uma pastilha 0,6 g de do inseticida durante 48 horas. Após este procedimento, o lote foi homogeneizado e foi determinado o teor de água das sementes pelo método de estufa  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas com base em BRASIL (1992).

O lote de sementes coletadas foi dividido em 6 sub-lotes, estes foram submetidos as seguintes condições de conservação: 1) sacos de polietileno com 0,08mm de espessura em temperatura de 5°C e U.R. de 23% (câmara fria), 2) sacos de papel kraft em temperatura de 5°C e U.R. de 23% (câmara fria), 3) sacos de polietileno com 0,08mm de espessura em temperatura de 18°C e U.R. de 18% (câmara seca), 4) sacos de papel kraft em temperatura de 18°C e U.R. de 18% (câmara seca), 5) sacos de polietileno com 0,08mm de espessura em ambiente sem controle (média de 25°C e U.R. de 64%) e 6) sacos de papel kraft em ambiente sem controle (média de 25°C e U.R. de 64%).

Após a coleta (0 meses) e aos 6, 12 e 18 meses de armazenamento, foram realizadas avaliações do teor de água das sementes e aos testes de germinação, emergência em areia e sanidade (BRASIL, 1992), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962), comprimento e massa média seca de plântulas normais (VIEIRA & CARVALHO, 1993).

Para o teste de germinação e o teste de emergência, o delineamento experimental utilizado foi em esquema de parcela sub sub-dividida, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas condições de conservação (1, 2, 3, 4, 5 e 6), as sub-parcelas pelos quatro períodos de avaliação (0, 6, 12 e 18 meses) e as sub-sub parcelas pelos tratamentos químicos (com e sem fungicida).

Para os testes de determinação do teor de água e sanidade o delineamento foi em esquema de parcela sub-dividida com quatro e seis repetições respectivamente. As parcelas foram representadas pelas condições de conservação (1, 2, 3, 4, 5 e 6), as sub-parcelas pelos quatro períodos de avaliação (0, 6, 12 e 18 meses). O teste do teor de água das sementes foi realizado conforme procedimento descrito anteriormente utilizando-se quatro sub-amostras de 25 sementes. Em conjunto, foi determinada a massa média seca das sementes.

Para o teste de germinação, as sementes de cada um dos sub-lotes (condição de conservação) foram divididas em duas amostras, sendo que uma foi tratada com fungicida Captan (1,5g do produto absoluto/ kg de semente) e a outra que não recebeu tratamento. Primeiramente, oito sub-amostras de 25 sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado em volume suficiente para cobrir a superfície das sementes durante 20 minutos. Posteriormente, estas foram lavadas com água esterilizada por cinco vezes, para a retirada de resíduos do ácido, secas durante 20 minutos sob papel de filtro e distribuídas sobre papel germitest umedecido com água destilada e esterilizada em volume equivalente a 2,5 vezes o

peso do substrato. Os rolos, acondicionados separadamente em sacos de polietileno, foram mantidos em estufas tipo B.O.D., ajustadas com fotoperíodo de 8 horas luz, a 30°C. Foram avaliadas a porcentagem de plântulas normais (plântulas sadias maiores que 3 cm com todas as estruturas presentes e proporcionais), de plântulas anormais deformadas (plântulas com ausência de alguma estrutura ou com parte das estruturas deformadas), plântulas anormais deterioradas (plântulas contaminadas por fungos ou bactérias) sementes mortas (sementes que embeberam não germinaram e apresentavam-se contaminadas por fungos e bactérias) e de sementes não germinadas (sementes embebidas ou mortas), todos com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). As avaliações foram realizadas aos 6, 8 e 10 dias após a instalação do experimento.

Em conjunto com o teste de germinação, foi determinado o Índice de velocidade de germinação (IVG) com base em MAGUIRE (1962), bem como a avaliação do comprimento e massa média seca de plântulas normais, com base em VIEIRA & CARVALHO (1993), no entanto, sem a retirada dos cotilédones .

Para o teste de emergência em areia, as sementes de cada sub-lote (condição de conservação) foram divididas em duas amostras, sendo uma tratada com fungicida Captan (1,5g produto absoluto./ kg de semente) e outra não. Primeiramente, oito sub-amostras de 25 sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado em volume suficiente para cobrir a superfície das sementes durante 20 minutos. Posteriormente, estas foram lavadas com água esterilizada por cinco vezes, para a retirada de resíduos do ácido, secas durante 20 minutos sob papel de filtro e distribuídas em bandejas tipo plantagio contendo 5,2 kg de areia lavada, esterilizada em autoclave e umedecida com água também esterilizada em volume de 240 ml/kg de areia, equivalente a capacidade de campo do substrato, calculado com base nas recomendações de BRASIL (1992). As bandejas foram mantidas em ambiente sem controle e realizado o umedecimento do substrato quando necessário.

Os parâmetros avaliados foram a porcentagem de plântulas normais (plântulas sadias maiores que 3 cm com todas as estruturas presentes e proporcionais), de plântulas anormais deformadas (plântulas com ausência de alguma estrutura ou com parte das estruturas deformadas), plântulas anormais deterioradas (plântulas contaminadas por fungos ou bactérias) e de sementes mortas (sementes que embeberam, não germinaram e apresentavam-se contaminadas por fungos e bactérias), todos com base nas prescrições encontradas para leguminosas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). As avaliações foram realizadas aos 10 e 20 dias após a instalação do experimento.

Para o teste de sanidade, também foram utilizadas as sementes de cada um dos sub-lotes (condição de conservação). Para isto, foram separadas 10 sub-amostras de quinze sementes. Em câmara de fluxo laminar as sementes foram submetidas à desinfestação superficial com solução comercial de hipoclorito de sódio, a 1 % durante 3 minutos e em seguida, foram distribuídas adequadamente espaçadas em caixas plásticas tipo gerbox, sobre três folhas de papel de filtro umedecido com água destilada e esterilizada, em um volume equivalente a 3,5 o peso do papel e incubadas a 20°C por 14 dias, em regime intermitente de 12 h de luz /12 h de escuro, com base em informações obtidas preliminarmente. As leituras foram realizadas aos 14 dias após a instalação do teste. A identificação dos fungos foi realizada a nível de gênero com base em SINGH et al. (1992) e SILVEIRA (1981) com auxílio de microscópio estereoscópico e ótico quando necessário. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes contaminadas por cada gênero de fungo.

Os dados foram submetidos a análise de variância. Primeiramente, foram feitos testes de Lilliefors (para verificação da normalidade dos erros) e Cochran & Bartlett (para verificação da homogeneidade dos erros), conforme RIBEIRO JUNIOR (2001). Posteriormente, foi realizada a análise de regressão e quando necessário, o teste de Tukey a 5 % para comparação das médias (GOMES, 1966).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3. Avaliação do teor de água e massa média seca das sementes

Quando analisado o teor de água das sementes de *A. leiocarpa*, pode-se constatar que houve interação significativa entre as condições de conservação (CC) e os períodos de avaliação (P) (Quadro 28). Já, para massa seca, não houve interação entre os fatores, não havendo dependência de um fator em relação a outro (Quadro 29).

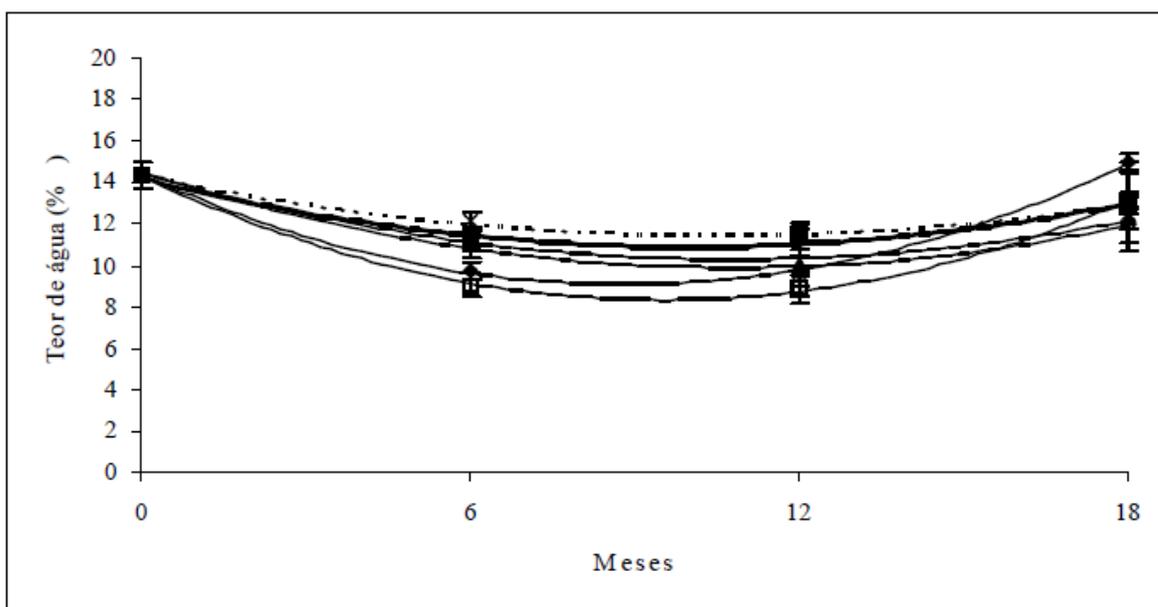
**Quadro 29** Resumo da análise de variância para teor de água e massa média seca de sementes de *A. leiocarpa*.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio	
		Teor de água	Massa média seca
Condição de conservação(CC)	5	5,871 **	0,202 ns
Erro 1	21	0,526	0,482
Período (P)	3	90,991 **	3,137 **
CC x P	15	2,18 **	0,047 ns
Erro 2	54	0,665	0,062
C.V. 1 (%)		5,98	150,95
C.V. 2 (%)		6,72	54,35

\*\*\* significativo à 0,001 %, \*\* significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns – não significativo

As variações observadas para o teor de água ao longo do período de avaliação seguiram o modelo quadrático para todas as condições de conservação testadas. As sementes submetidas as seis condições de conservação, apresentaram em média 14 % de teor de água no momento da avaliação inicial, quando estes valores decresceram e tornaram a elevar-se para 13 % a partir do 12º mês de avaliação (Figura 20). Portanto, o teor de água das sementes variou em média 4% ao longo do período de armazenamento.

Estas pequenas oscilações no teor de água das sementes durante o armazenamento podem ser consideradas comuns, ANDRADE et al. (1996) verificaram variações em torno de 1,5% no teor de água de sementes de palmito (*Euterpe edulis*) armazenadas durante oito meses em embalagens de polietileno perfuradas e expostas as temperaturas de 15 e 5°C, e também puderam constatar que tais variações não influenciaram a germinação das sementes. Também, BARBEDO et al. (2002) puderam constatar pequenas oscilações em torno de 1 a 2% no teor de água de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) quando estas foram armazenadas em câmara fria (7°C) e ambiente natural de laboratório (22°C) em embalagens permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis.

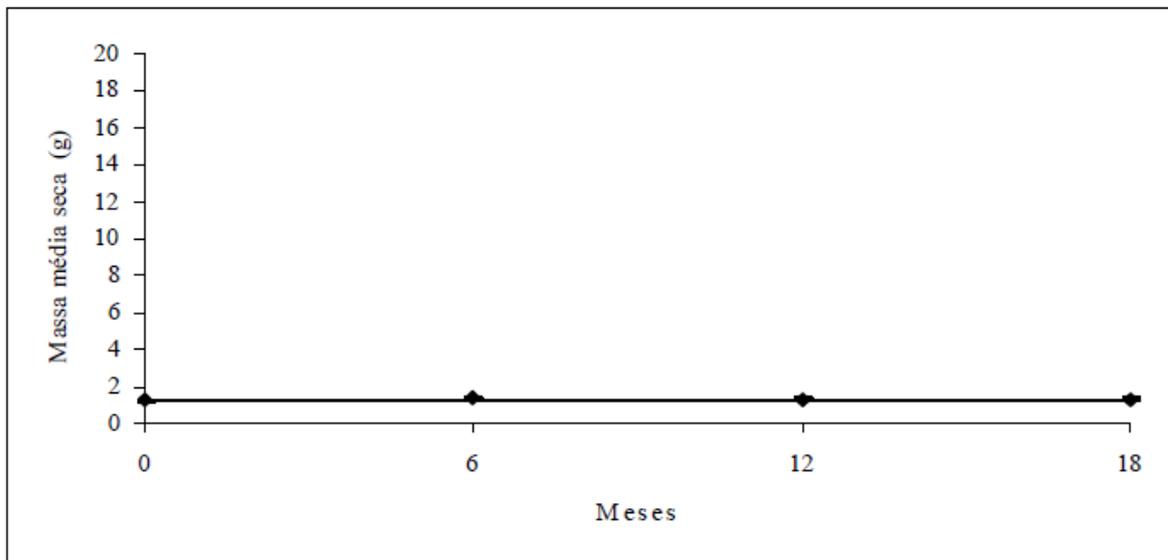


- 1)  $\blacklozenge y = 14,440 - 1,213x + 0,069x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$       4)  $\circ y = 14,520 - 0,850x + 0,039x^2$  ns  $R^2 = 0,96^{**}$   
 2)  $\square y = 14,320 - 1,262x + 0,066x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$       5)  $\triangle y = 14,410 - 0,561x + 0,026x^2$  ns  $R^2 = 0,98^{**}$   
 3)  $\blacktriangle y = 14,440 - 0,770x + 0,035x^2$  ns  $R^2 = 0,98^{**}$       6)  $\blacksquare y = 14,211 - 0,661x + 0,033x^2$  ns  $R^2 = 0,93^{**}$

**Figura 20** Dados médios, em porcentagem de teor de água das sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23% ( $\blacklozenge$ ), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% ( $\square$ ), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\blacktriangle$ ), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\circ$ ), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% ( $\triangle$ ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% ( $\blacksquare$ )

Durante o período de avaliação foi verificada pequena variação na massa média seca das sementes, independente das condições de conservação testadas (Figura 21). A variação observada seguiu o mesmo padrão do teor de água, ajustando-se a este tipo de comportamento o modelo quadrático.

Tais variações podem ser atribuídas as diferenças que ocorrem naturalmente entre amostras de sementes de um mesmo lote. Portanto, as condições de conservação não influenciaram no conteúdo de massa seca de sementes de *A. leiocarpa* durante o armazenamento



♦  $y = 1,232 - 0,017x - 0,0008x^2$  ns  $R^2 = 0,84^{**}$

**Figura 21** Dados médios, da massa média seca de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento.

### 3.2 Teste de germinação

Observando-se o Quadro 29, pode-se verificar que houve interação dupla significativa entre condição de conservação (CC) e período de avaliação (P) para germinação, plântulas anormais deterioradas e sementes mortas; entre condição de conservação (CC) e tratamento químico (TQ), somente para plântulas anormais deterioradas e, entre período de avaliação (P) e tratamento químico (TQ) para plântulas anormais deformadas e sementes mortas. A interação tripla entre os três fatores considerados (CC, P e TQ) foi verificada somente para sementes dormentes (Quadro 30).

**Quadro 30** Resumo da análise de variância para plântulas normais, plântulas anormais (deformadas e deterioradas) e sementes (mortas e não germinadas) de *A. leiocarpa*.

Fontes de variação	GL	Germinação	Plântulas anormais		Sementes	
			Deformadas	Deterioradas	Mortas	Dormentes
Condição de conservação (CC)	5	390,483 ns	86,350 ns	270,283 ns	695,733 **	211,687 *
Erro 1	18	229,638	45,972	158,694	96,277	50,381
Período de avaliação (P)	3	5579,638 **	1195,638 **	483,861 *	632,111 **	444,743 **
CC x P	15	673,238 **	111,772 ns	236,594 *	359,511 **	98,176 **
Erro 2	54	138,824	111,972	92,842	117,685	25,344
Tratamento químico (TQ)	1	10502,083 **	420,083 *	6210,750 **	3816,333 **	667,520 **
CC x TQ	5	175,683 ns	22,883 ns	231,350 *	105,333 ns	64,820 ns
P x TQ	3	124,305 ns	427,6388 *	20,083 ns	441,000 **	43,743 ns
CC x P x TQ	15	325,905 ns	34,972 ns	160,416 ns	106,888 ns	178,909 **
Erro 3	72	185,638	81,361	95,305	85,888	37,715
C.V. 1 (%)		39,73	51,41	138,37	32,21	104,67
C.V. 2 (%)		30,89	80,24	105,84	35,62	74,24
C.V. 3 (%)		35,72	68,4	107,23	30,43	90,56

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo

Na avaliação da porcentagem de germinação pode-se constatar que as sementes tratadas ou não com fungicida, quando armazenadas em embalagens de polietileno sob todas as temperaturas e umidades relativas testadas (condições 1, 3 e 5) apresentaram valores superiores no sexto mês de avaliação (Figura 22).

Quando armazenadas em embalagens de polietileno sob as temperaturas de 5 e 25°C e umidade relativa de 23 e 64 % (condições 1 e 5), as sementes apresentaram aumento da porcentagem de germinação superior 11%, em relação as demais. Já as sementes armazenadas na mesma embalagem acondicionada a 18°C e U.R. de 50 % (condição 3) apresentam valor 14% superior as demais (Figura 22).

As sementes armazenadas em embalagens de papel em todas as temperaturas e U.R. testadas (condições 2, 4, e 6), apresentaram pequena variação entre a porcentagem de germinação ao longo dos 18 meses de armazenamento, apresentando menor valor aos seis meses de armazenamento (Figura 22). Portanto, pode-se verificar que as sementes acondicionadas em embalagens de polietileno em todos os ambientes apresentaram valores superiores ao sexto mês de armazenamento, enquanto que as mantidas em sacos de papel apresentaram valores menores neste mesmo período.

Sementes de morototó (*Didymopanax morototoni*) mantiveram a viabilidade durante 330 dias quando armazenadas em câmara seca (U.R. 30%; 12°C) tanto em embalagens de plástico quanto em embalagens de papel (MARTINS, 1984), sendo que nestas condições, ou seja, sob baixa temperatura e baixa umidade relativa o tipo de embalagem não influenciou a viabilidade das sementes. No entanto, este resultado foi diferente do observado em sementes de *A. leiocarpa*, onde se constatou que, as embalagens semipermeáveis (sacos de polietileno) em todos os ambientes testados foram as mais adequadas para a conservação da viabilidade de sementes durante os 18 meses de armazenamento.

Já, SANTARÉM & AQUILA (1995) verificaram aumento da porcentagem de germinação ao final do período de armazenamento de sementes de *Serma macranthera*, quando estas foram armazenadas em sacos de papel à 20°C. Estas sementes apresentaram a germinação aumentada de 1% quando recém coletadas, para 22 % após 24 meses de armazenamento. Os autores atribuíram este resultado ao aumento da permeabilidade do tegumento, já que as sementes desta espécie apresentam dormência por impermeabilidade do tegumento.

Em sementes de *Apuleia leiocarpa* não foi observado efeito significativo do tratamento químico sobre a germinação das sementes em nenhuma das seis condições de conservação testadas (Quadro 29), sendo que o padrão observado durante os 18 meses de armazenamento pode ser descrito por equações polinomiais ajustadas ao modelo quadrático (Figura 22).

Em relação a porcentagem de plântulas anormais deformadas, as condições de conservação não tiveram influência sobre os resultados obtidos (Quadro 29), pode-se constatar também, que tanto as sementes tratadas quanto as não tratadas quimicamente apresentaram decréscimo nos valores a partir da segunda avaliação (6 meses de armazenamento). Quanto ao padrão observado, tanto as sementes que receberam tratamento com Captan quanto as que não receberam, apresentaram comportamento semelhante que pode ser descrito por modelos de equação quadráticos (Figura 23).

Quando analisada a porcentagem de plântulas anormais deterioradas, pode-se observar padrões diferenciados para as sementes que receberam ou não tratamento químico nas seis condições de conservação avaliadas, sendo que as equações polinomiais ajustadas seguiram modelos quadráticos (Figura 24). Nas condições de conservação 2, 4 e 5 foi verificado um aumento dos valores a partir da avaliação inicial. Já nas condições 1, 3 e 6 foi constatado decréscimo dos valores também a partir da avaliação inicial (Figura 24).

Na Tabela 17, pode-se verificar que o fungicida aplicado diretamente sobre as sementes de *Apuleia leiocarpa* foi eficiente em reduzir a contaminação por patógenos que causam a morte das sementes.

Quanto a porcentagem de sementes mortas, quando foi analisada a interação entre condição de conservação (CC) e período de avaliação (P), pode-se constatar que sementes armazenadas em sacos de polietileno sob a temperatura de 5°C e U.R. de 23% (condição 1) apresentaram os menores valores observados, sendo o modelo quadrático o que melhor descreveu a comportamento observado. Já os maiores valores, foram detectados também em sementes armazenadas em embalagens de polietileno, quando armazenadas em ambiente sem controle (média de 25°C e U.R. de 64%) ou seja, condição 5 (Figura 25).

As flutuações de umidade relativa e temperatura do ar que ocorrem em condições não controladas de armazenamento podem favorecer o processo de envelhecimento em sementes, ocasionando muitas vezes a morte. Sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) armazenadas em ambiente natural, apresentaram redução acentuada da capacidade germinativa e praticamente perderam a capacidade de produzir plântulas normais após três meses de armazenamento, independente do tipo de embalagem utilizado (BARBEDO et al., 2002).

Quando analisada a interação entre períodos de avaliação (P) e tratamentos químicos, foi verificada a presença de sementes mortas tanto nas sementes não tratadas quanto nas quimicamente tratadas (Figura 26), sendo que as sementes não tratadas apresentaram as maiores porcentagens de sementes mortas.

Este resultado pode estar indicando que a aplicação do fungicida na dose utilizada não se mostrou eficiente para o controle total de patógenos causadores de morte em sementes. DIAS & TOLEDO (1993) puderam constatar que o uso do fungicida Captan em sementes de *Brachiaria decumbens* reduziu a incidência de microorganismos nos ensaios de germinação, no entanto, não inibiu completamente a contaminação por patógenos nestas sementes. Já em sementes de *Bauhinia variegata*, o tratamento das sementes com Captan na dosagem de 5,0g/kg foi eficiente em eliminar todos os fungos que foram detectados no tratamento controle, ou seja, nas sementes que não receberam tratamento químico (CASTELLANI et al., 1996).

Mesmo após sofrerem escarificação química com ácido sulfúrico, para a superação da dormência, foi constatada a presença de sementes não germinadas tanto nos tratamentos que receberam, quanto nos que não receberam fungicida em todos os períodos de avaliação para as seis condições de conservação testadas.

As sementes de *Luehea gradifolia* desenvolveram dormência secundária, caracterizada pelo impedimento a embebição e aumento do número de sementes duras após passarem por secagem e armazenamento (CARVALHO, 2000)

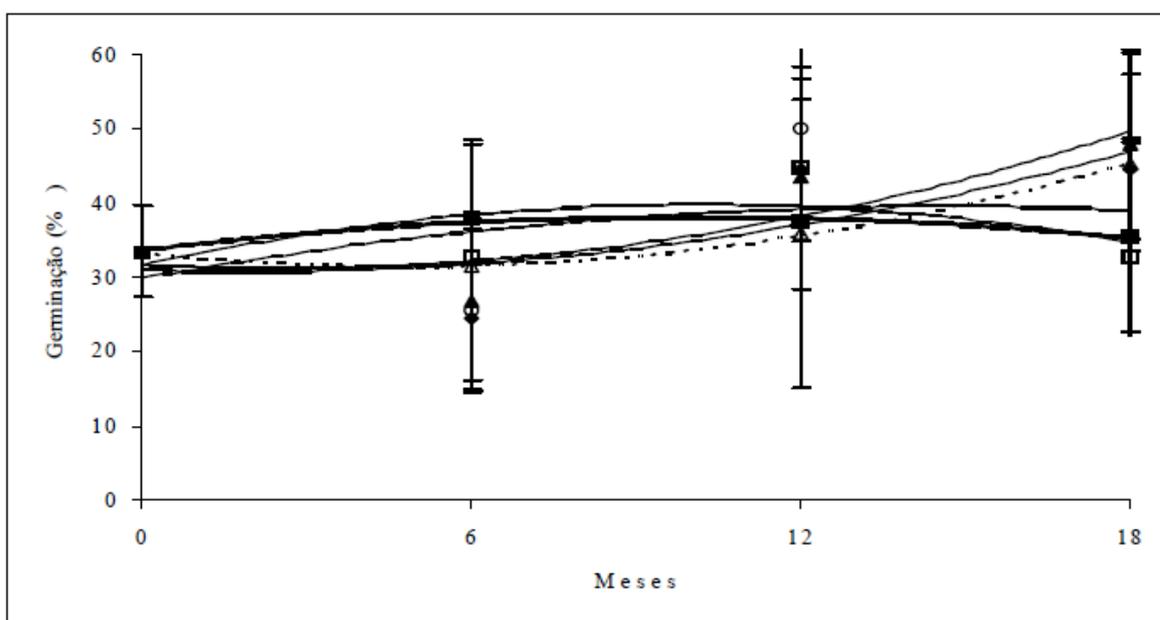
Em sementes não tratadas quimicamente, armazenadas nas condições 2, 3 e 4 houve um aumento da porcentagem de sementes não germinadas a partir da avaliação inicial. Nas condições 1 e 5, foi observado um ligeiro decréscimo a partir da primeira avaliação (0 meses), já na condição 6 (sacos de papel sob a temperatura média de 25°C e U.R. de 64%) não foram observadas sementes não germinadas aos 12 e 18 meses de armazenamento (Figura 27 a).

Nas sementes tratadas a tendência observada em quase todas as condições de conservação foi um decréscimo na porcentagem de sementes não germinadas a partir da avaliação inicial, com exceção da condição 3 (sacos de polietileno sob 18°C e U.R. de 50%) que apresentou aumento dos valores a partir dos 12 meses de armazenamento (Figura 27 b).

O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou ao comportamento observado em todas as condições de conservação, tanto nas sementes tratadas quanto nas não tratadas quimicamente.

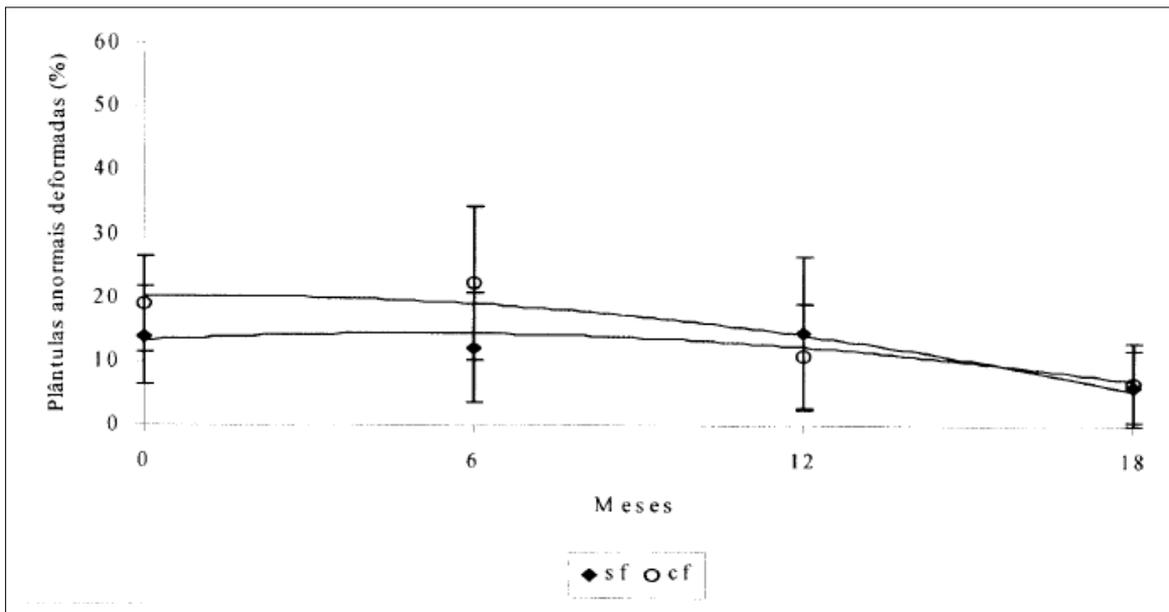
Em sementes de *Serma macranthera* o armazenamento por dois anos associado a imersão em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, favoreceu a quebra de dormência das sementes (SANTARÉM & AQUILA, 1995), sendo este resultado atribuído a um desgaste no tegumento provocado pela dessecação sofrida pelas sementes durante o armazenamento associado a abrasão causada pelo ácido.

Quando comparadas às sementes tratadas e as não tratadas com fungicida, pode-se observar que não houve diferença estatística entre os tratamentos em nenhuma das condições de conservação testadas para quase todos os períodos de avaliação, somente aos 6 meses de armazenamento pode-se constatar que as sementes tratadas quimicamente apresentaram as maiores porcentagens de sementes não germinadas nas condições de conservação 1 (embalagem de polietileno à 5°C e U.R. de 23%), 3 e 4 (embalagens de polietileno e papel armazenadas sob temperatura de 18°C e U.R. de 50%), (Tabela 18).



- 1) ♦  $y = 31,050 - 0,241x + 0,060$  ns  $R^2 = 0,57^*$       4) ○  $y = 29,925 + 1,320x - 0,040$  ns  $R^2 = 0,18$  ns  
 2) □  $y = 31,675 + 1,612x - 0,070$  ns  $R^2 = 0,36$  ns      5) Δ  $y = 33,425 - 0,762x + 0,079$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$   
 3) ▲  $y = 31,750 - 0,375x + 0,070$  ns  $R^2 = 0,77^*$       6) ■  $y = 33,675 + 0,904x - 0,045$  ns  $R^2 = 0,95^{**}$

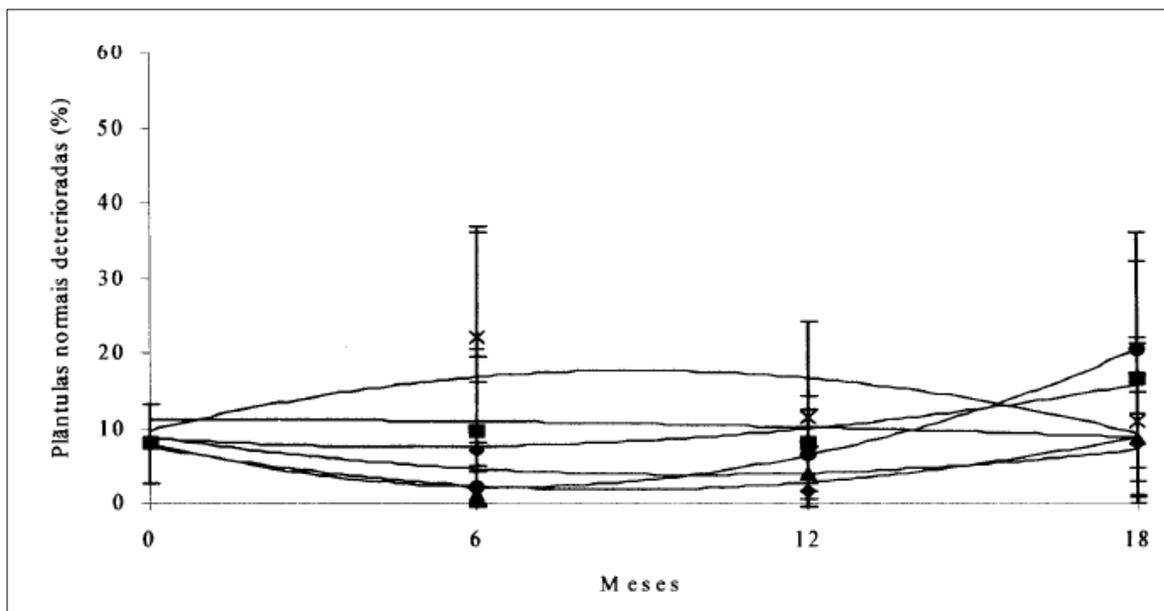
**Figura 22** Dados médios da porcentagem de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (♦), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)



◆  $y = 13,258 + 0,459x - 0,045x^2$  ns  $R^2 = 0,74$  \*\*

○  $y = 20,100 + 0,141x - 0,053x^2$  ns  $R^2 = 0,84$  \*\*

**Figura 23** Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deformadas aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento, obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa*, tratadas (◆) ou não (○) com fungicida.



- 1)  $\blacklozenge y = 8,825 - 1,029x + 5,208 x^2$  ns  $R^2 = 0,53^*$       4)  $\bigcirc y = 11,200 - 0,008x + 0,006 x^2$  ns  $R^2 = 0,01$ ns  
 2)  $\square y = 8,650 - 0,475x + 0,048 x^2$  ns  $R^2 = 0,83^*$       5)  $\triangle y = 9,725 + 1,787x - 1,007 x^2$  ns  $R^2 = 0,47$  ns  
 3)  $\blacktriangle y = 7,575 - 1,362x + 0,079 x^2$  ns  $R^2 = 0,90^{**}$       6)  $\blacksquare y = 7,950 - 1,800x + 0,138 x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$

**Figura 24** Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deterioradas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocharpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23% (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■).

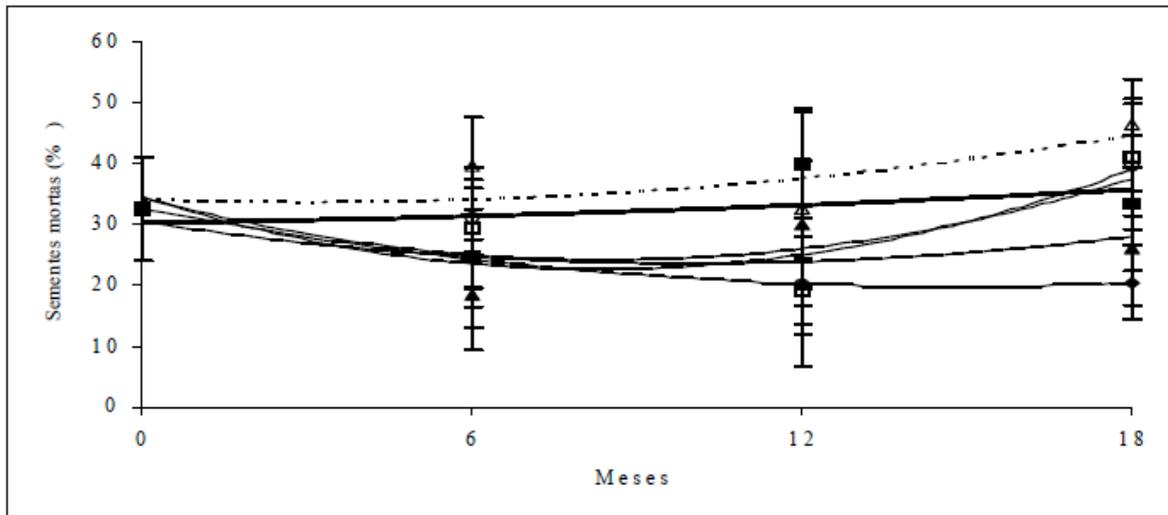
**Tabela 17** Dados médios, em porcentagem, de plântulas anormais deterioradas obtidos de sementes de *A. leiocharpa*, com (CF) ou sem fungicida (SF) em seis condições de conservação. (1). embalagem de papel sob geladeira (2). embalagem de polietileno sob câmara climatizada (3). embalagem de papel sob câmara climatizada (4). embalagem de polietileno sob ambiente de laboratório (5) e embalagem de papel sob ambiente de laboratório (6).

Condição de conservação	Plântulas anormais deterioradas	
	Sem fungicida	Com fungicida
1	12,00 a	1,00 b
2	14,00 a	7,00 b
3	9,00 a	2,00 b
4	19,00 a	2,00 b
5	23,00 a	4,00 b
6	13,00 a	6,00 b

C.V. 1% (Condição de conservação) = 137,38; C.V. 2% (Período de avaliação) = 105,84;

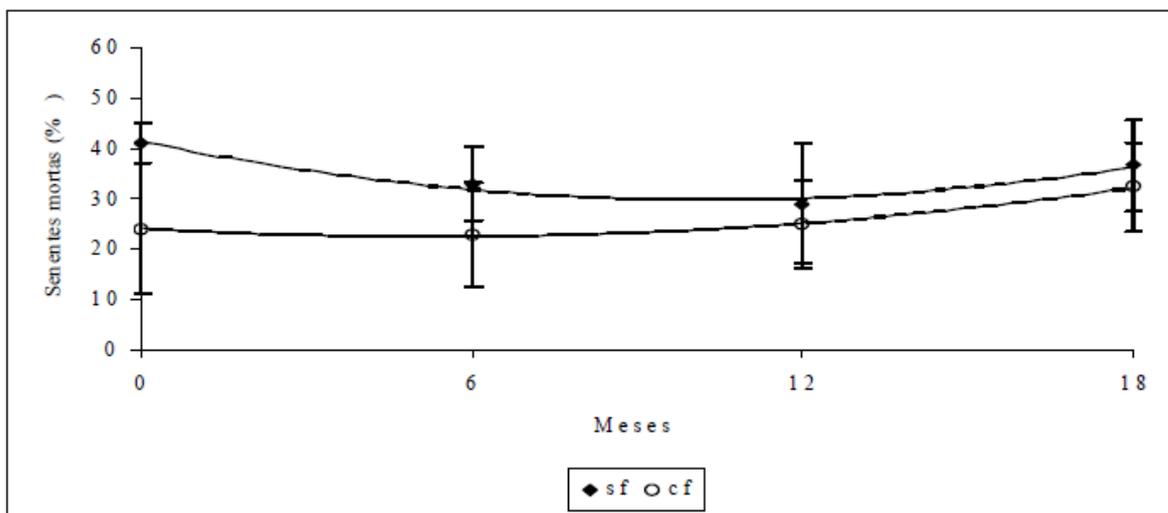
C.V. 3% (Tratamento químico) = 107,23

Medidas seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, à 5%.



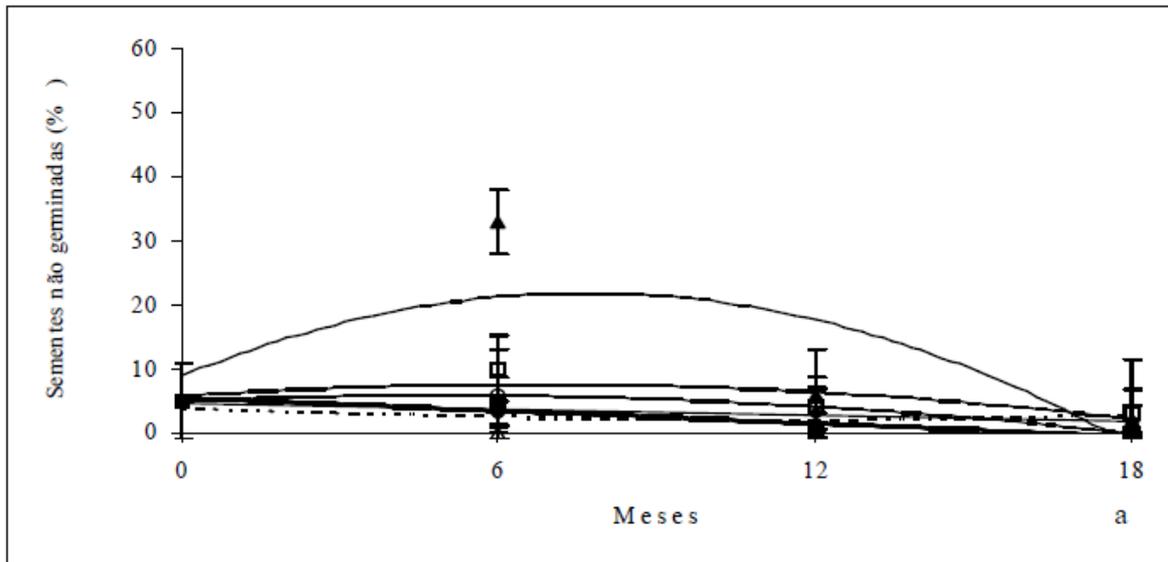
- 1)  $\blacklozenge y = 32,580 - 1,738x + 0,059x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$       4)  $\circ y = 34,500 - 2,458x + 0,145x^2$  ns  $R^2 = 0,59^*$   
 2)  $\square y = 34,500 - 2,875x + 0,173x^2$  ns  $R^2 = 0,67^*$       5)  $\triangle y = 34,250 - 0,291x + 0,0448x^2$  ns  $R^2 = 0,54^*$   
 3)  $\blacktriangle y = 30,450 - 1,383x - 0,069x^2$  ns  $R^2 = 0,25$  ns      6)  $\blacksquare y = 30,220 + 0,120x + 0,010x^2$  ns  $R^2 = 0,14$  ns

**Figura 25** Dados médios em porcentagem de sementes mortas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (♦), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)



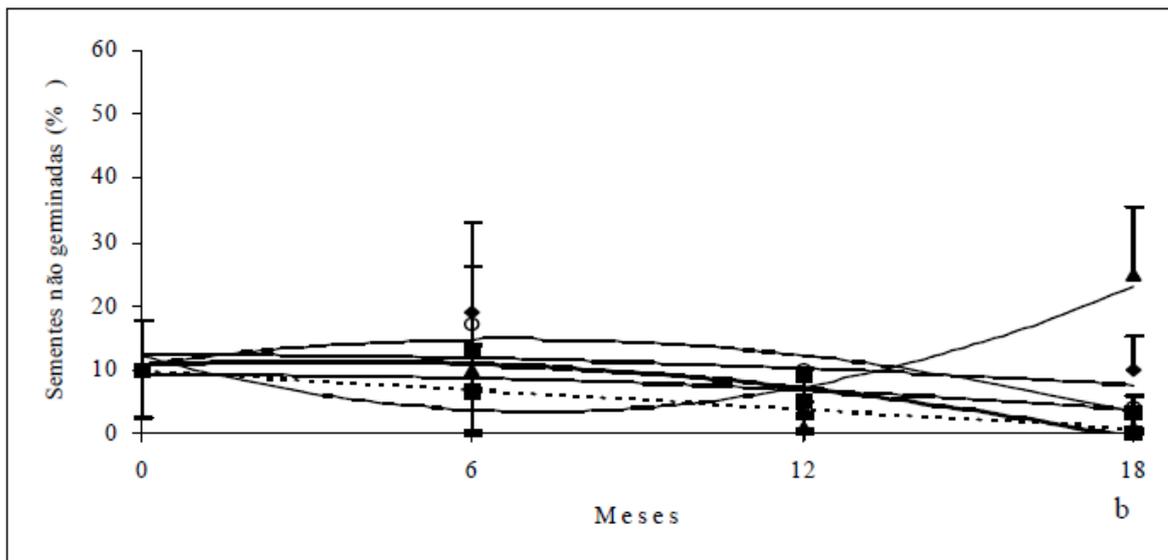
- ♦  $y = 41,380 - 2,242x + 0,010x^2$  ns  $R^2 = 0,96^{***}$       ○  $y = 24,117 - 0,633x + 0,060x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{***}$

**Figura 26** Dados médios em porcentagem de sementes mortas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa*, aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento, sem (♦) ou com (○) tratamento químico



- 1)  $\blacklozenge y = 4,274 - 0,126 x$  ns  $R^2 = 0,83^{**}$   
 2)  $\square y = 5,800 + 0,550x - 0,041x^2$  ns  $R^2 = 0,55^*$   
 3)  $\blacktriangle y = 8,900 + 3,400x - 0,222x^2$  ns  $R^2 = 0,51^*$

- 4)  $\circ y = 5,050 + 0,341x - 0,034x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$   
 5)  $\triangle y = 4,100 - 0,316x - 0,013x^2$  ns  $R^2 = 0,10$  ns  
 6)  $\blacksquare y = 5,500 - 0,333x - 0,000x^2$  ns  $R^2 = 0,08$  ns



- 1)  $\blacklozenge y = 12,400 - 0,016 x - 0,013x^2$  ns  $R^2 = 0,10$  ns  
 2)  $\square y = 9,275 + 0,004 x - 0,017x^2$  ns  $R^2 = 0,64^*$   
 3)  $\blacktriangle y = 12,100 - 2,400 x - 0,166x^2$  ns  $R^2 = 0,70^*$

- 4)  $\circ y = 10,750 + 1,208 x - 0,090x^2$  ns  $R^2 = 0,87$  ns  
 5)  $\triangle y = 10,000 - 0,500 x$  ns  $R^2 = 1,0^{***}$   
 6)  $\blacksquare y = 10,700 + 0,366 x - 0,055x^2$  ns  $R^2 = 0,90^{**}$

**Figura 27** Dados médios em porcentagem de sementes não germinadas obtidas a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C U.R. de 23%, ( $\blacklozenge$ ), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% ( $\square$ ), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\blacktriangle$ ), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\circ$ ), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% ( $\triangle$ ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% ( $\blacksquare$ ), sem (a) ou com (b) tratamento químico

**Tabela 18** Dados médios, em porcentagem, de sementes não germinadas obtidos a partir do teste de germinação conduzido com sementes de *A. leiocarpa*, aos 0, 6, 12 e 18 meses armazenadas em embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. 64% (6), sem (SF) ou com (CF) tratamento químico.

Condição de conservação	Sementes não germinadas							
	0		6		12		18	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF
1	5,0 A	10,0 A	3,0 B	19,0 A	3,0 A	1,0 A	2,0 A	10,0 A
2	5,0 A	10,0 A	10,0 A	7,0 A	4,0 A	9,0 A	3,0 A	3,0 A
3	5,0 A	10,0 A	3,0 B	10,0 A	6,0 A	1,0 A	2,0 A	25,0 A
4	5,0 A	10,0 A	6,0 B	17,0 A	4,0 A	10,0 A	0,0 A	4,0 A
5	5,0 A	10,0 A	0,0 A	7,0 A	5,0 A	4,0 A	2,0 A	1,0 A
6	5,0 A	10,0 A	5,0 A	13,0 A	0,0 A	5,0 A	0,0 A	0,0 A

C.V. 1 % (Condição de conservação) = 104,67; C.V. 2 % (Período de avaliação) = 74,244; C.V. 3 % (Tratamento químico) = 90,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5%.

### 3.3 Testes de vigor

#### 3.3.1 Índice de Velocidade de germinação, comprimento e massa média seca de plântulas

Pelo quadro da análise de variância pode-se constatar que houve interação significativa entre os três fatores considerados (condição de conservação, período de avaliação e tratamento químico) somente para o IVG. Para primeira contagem de plântulas normais foi verificado interação significativa entre as condições de conservação e o período de avaliação (CC x P). Para comprimento de plântulas, foi verificada interação significativa somente entre período de avaliação e tratamento químico (P x TQ), e para a massa média seca de plântulas não houve interação significativa entre nenhum dos fatores considerados (Quadro 31).

**Quadro 31** Resumo da análise de variância para Índice de Velocidade de Germinação (IVG), primeira contagem de plântulas normais, comprimento e massa média seca de plântulas de *A. leiocarpa*.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		IVG	Primeira Contagem	Plântulas	
				Comprimento	Massa média seca
Condição de conservação (CC)	5	29,038**	263,533**	1,106 ns	0,00007 ns
Erro 1	18	0,487	60,944	1,11	0,00005
Período de avaliação (P)	3	63,872**	7627,111***	76,076**	0,00843**
CC x P	15	39,638**	112,777*	1,357 ns	0,00006 ns
Erro 2	54	0,434	51,222	0,918	0,00005
Tratamento químico (TQ)	1	113,621**	2187,000***	4,302 ns	0,0002*
CC x TQ	5	24,595**	25,200 ns	0,225 ns	0,00003 ns
P x TQ	3	24,672**	112,777 ns	20,449**	0,00006 ns
CC x P x TQ	15	33,172**	36,755 ns	0,685 ns	0,00005 ns
Erro 3	72	0,507	109,734	1,533	0,00004
C.V. 1 (%)		40,22	54,15	22,77	36,03
C.V. 2 (%)		37,98	54,22	20,7	37,06
C.V. 3 (%)		41,05	63,80	26,75	33,57

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo

Em sementes não tratadas com fungicida, o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi maior em sementes submetidas a condição 3 (armazenamento em sacos de polietileno sob a temperatura de 18°C e U.R. de 50%), como pode ser verificado na Figura 25 a, corroborando com os resultados observados para plântulas normais (Figura 28 a). No entanto, se analisadas as condições de conservação para cada período de avaliação, pode-se notar a sobreposição das barras de erros indicando que não houve diferença estatística significativa entre as condições de conservação em cada um dos períodos de avaliação.

Para as condições de conservação 2 e 4 (sacos de papel sob as temperaturas de 5 e 18°C e U.R. de 23 e 50 %) foram ajustados modelos quadráticos, com valores de IVG apresentando uma pequena queda a partir dos 6 meses de armazenamento e para as condições 1, 3, 5 e 6 foram ajustadas equações quadráticas com valores deste índice aumentando a partir dos 6 meses (Figura 28 a).

Quando analisadas as sementes tratadas com fungicida, pode-se verificar que estas apresentaram valores crescentes de IVG em todas as seis condições de conservação testadas, a partir do sexto mês de armazenamento (Figura 28 b). Os maiores valores de IVG foram verificados para sementes armazenadas na condição de conservação 1 (sacos de polietileno sob 5° C e U.R. de 18%), no entanto, não houve diferença significativa entre as condições de conservação para cada um dos períodos de avaliação.

Os modelos quadráticos foram os mais adequados para descrever o comportamento das sementes tratadas quimicamente nas seis condições de conservação.

Os menores valores de IVG, coincidem com a menor porcentagem de teor de água nas sementes, podendo indicar que sementes de *Apuleia leiocarpa* germinam mais lentamente ao atingirem teores de água inferiores a 13% (Figuras 20 e 22).

Da mesma forma, sementes de *Caesalpinia echinata* que sofreram secagem e tiveram o teor de água reduzido de 13,7 % para valores inferiores a 9% apresentaram redução da porcentagem de plântulas normais, no entanto estas sementes emitiram a raiz primária (BARBEDO et al., 2000).

Quando comparadas sementes tratadas e não tratadas quimicamente pelo teste de médias, pode-se verificar que não houve diferença estatística significativa entre os dois tratamentos em nenhum dos períodos e nenhuma das condições de conservação testadas (Tabela 19).

A porcentagem de plântulas normais na primeira contagem decresceu até o 12º mês de armazenamento, apresentando valores crescentes a partir deste período nas seis condições de conservação, independente do tratamento químico (Figura 29).

Este comportamento observado para primeira contagem de plântulas normais foi descrito por equações polinomiais quadráticas, e pode ser relacionado com o teor de água das sementes (Figura 20), ou seja quando houve redução do teor de água, também houve decréscimo nos valores de plântulas normais na primeira contagem e do IVG. Este decréscimo se traduziu em prejuízo para o vigor de sementes de *Apuleia leiocarpa*.

HONG & ELLIS (1998) estudando o comportamento sementes de espécies da família Meliaceae durante o armazenamento, puderam constatar que em *Swietenia macrophylla* a redução do teor de água de 7,4 para 3,4% ocasionou a redução da germinação de 100 para 97%.

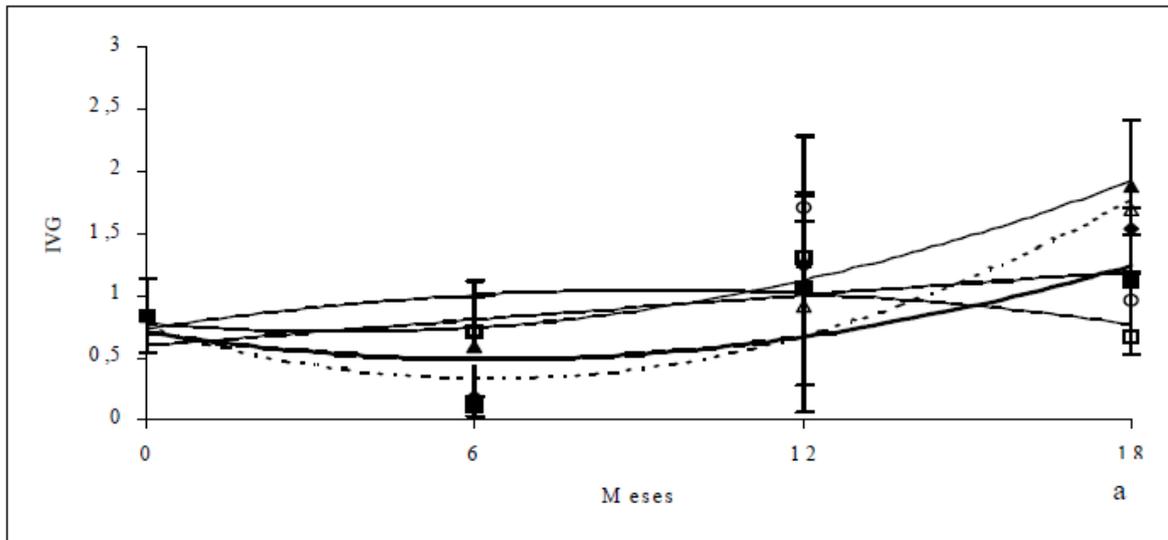
Já em sementes de *Acacia polyphylla*, CARVALHO (2000) pode constatar que a redução do teor de água das sementes de 31,1 para 11,6%, aumentou a porcentagem de germinação de 58 para 62%.

Em sementes não tratadas com fungicida o comprimento de plântulas apresentou redução a partir da avaliação inicial e posterior aumento a partir do 12º mês de avaliação, já em sementes tratadas, os valores observados para comprimento de plântulas mantiveram-se constantes ao longo do período de armazenamento, sendo os dois tipos de comportamento

descritos por equações polinomiais quadráticas com coeficientes de determinação significativos (Figura 30).

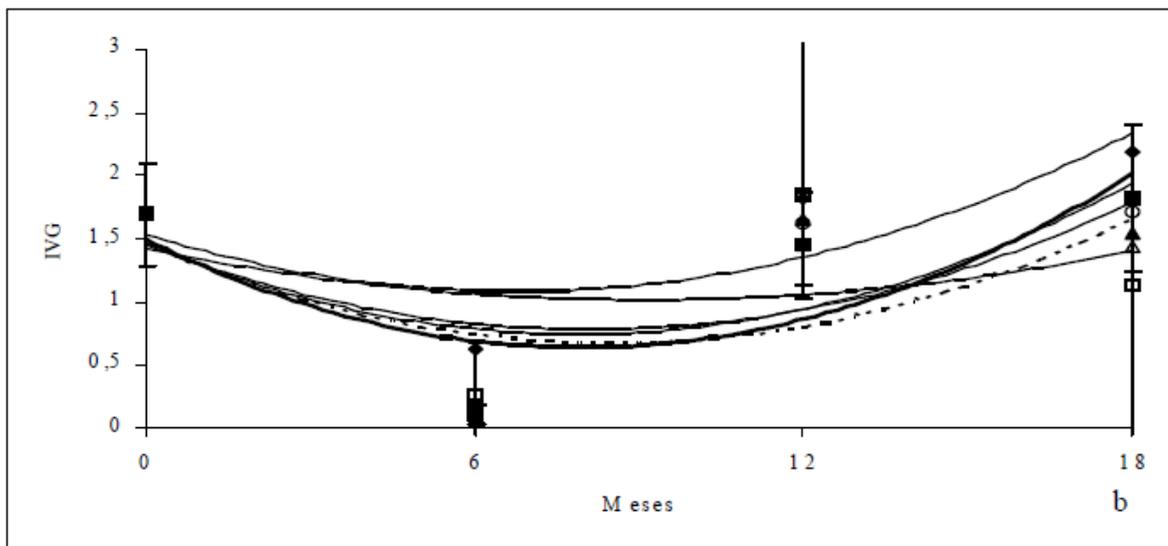
A massa média seca de plântulas apresentou pequenas variações durante o período de armazenamento, no entanto, assim como o comprimento de plântulas seguiu um padrão de comportamento explicado pelo modelo quadrático (Figura 31).

Se considerados o índice de velocidade de germinação, a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, o comprimento e a massa seca de plântulas pode-se concluir que as sementes de *Apuleia leiocarpa* apresentaram temporária redução do vigor no período intermediário do armazenamento (6 e 12 meses), tornado a aumentar seus valores a partir do 12º mês de avaliação.



- 1)  $\blacklozenge y = 0,709 - 0,063x + 0,006x^2$  ns  $R^2 = 0,70^{**}$   
 2)  $\square y = 0,735 + 0,066x - 0,003x^2$  ns  $R^2 = 0,26$  ns  
 3)  $\blacktriangle y = 0,781 - 0,041x + 0,006x^2$  ns  $R^2 = 0,94^{**}$

- 4)  $\circ y = 0,599 + 0,035x - 0,0001x^2$  ns  $R^2 = 0,15$  ns  
 5)  $\triangle y = 0,755 - 0,131x + 0,010x^2$  ns  $R^2 = 0,90^{**}$   
 6)  $\blacksquare y = 0,705 - 0,068x + 0,005x^2$  ns  $R^2 = 0,49$  ns



- 1)  $\blacklozenge y = 1,537 - 0,134x + 0,009x^2$  ns  $R^2 = 0,64^*$   
 2)  $\square y = 1,425 - 0,089x + 0,004x^2$  ns  $R^2 = 0,08$  ns  
 3)  $\blacktriangle y = 1,451 - 0,165x + 0,010x^2$  ns  $R^2 = 0,34$  ns

- 4)  $\circ y = 1,465 - 0,182x + 0,016x^2$  ns  $R^2 = 0,44$  ns  
 5)  $\triangle y = 1,476 - 0,186x + 0,010x^2$  ns  $R^2 = 0,40$  ns  
 6)  $\blacksquare y = 1,497 - 0,216x + 0,013x^2$  ns  $R^2 = 0,59^*$

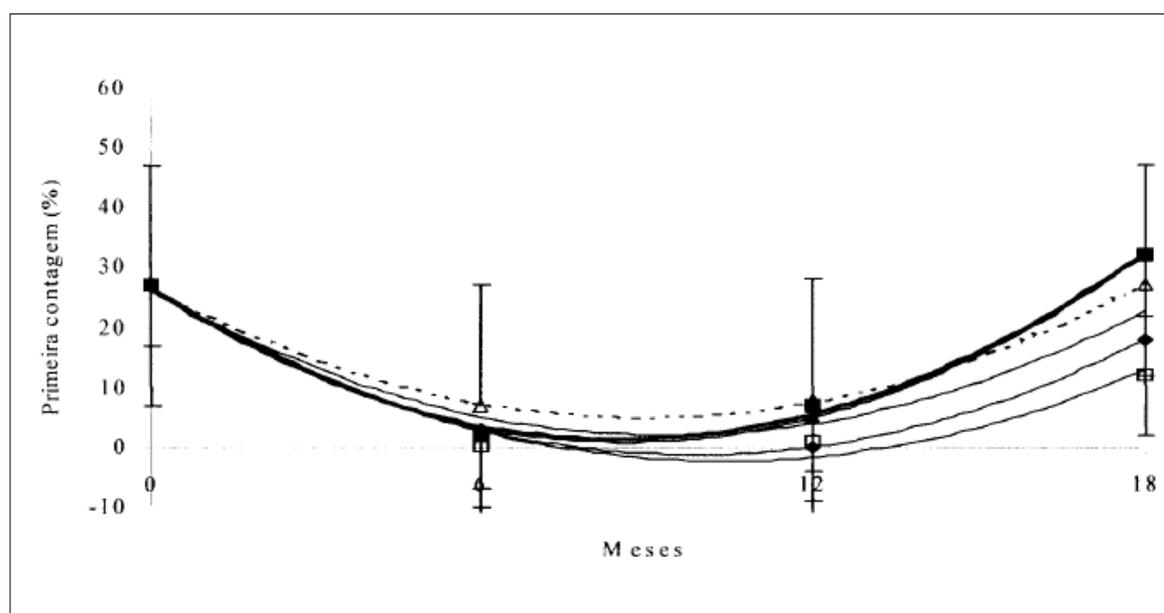
**Figura 28** Dados médios do índice de Velocidade de Germinação (IVG) calculado a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) ou com (b) tratamento químico

**Tabela 19** Dados médios do Índice de Velocidade de Germinação (IV G), obtido a partir do teste de germinação conduzido com sementes de *A. leiocarpa*, aos 0, 6, 12 e 18 meses armazenadas em embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (6). Sem (SF) ou com (CF) tratamento químico.

Condição de conservação	IVG							
	0		6		12		48	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF
1	0,83 A	1,69 A	1,19 A	0,62 A	1,25 A	1,82 A	1,54 A	2,19 A
2	0,83 A	1,69 A	0,71 A	0,26 A	1,31 A	1,86 A	0,67 A	1,14 A
3	0,83 A	1,69 A	0,59 A	0,10 A	1,28 A	1,66 A	1,87 A	1,55 A
4	0,83 A	1,69 A	0,11 A	0,10 A	1,71 A	1,62 A	0,96 A	1,71 A
5	0,83 A	1,69 A	0,11 A	0,10 A	0,92 A	1,46 A	1,70 A	1,44 A
6	0,83 A	1,69 A	0,11 A	0,10 A	1,05 A	1,45 A	1,11 A	1,82 A

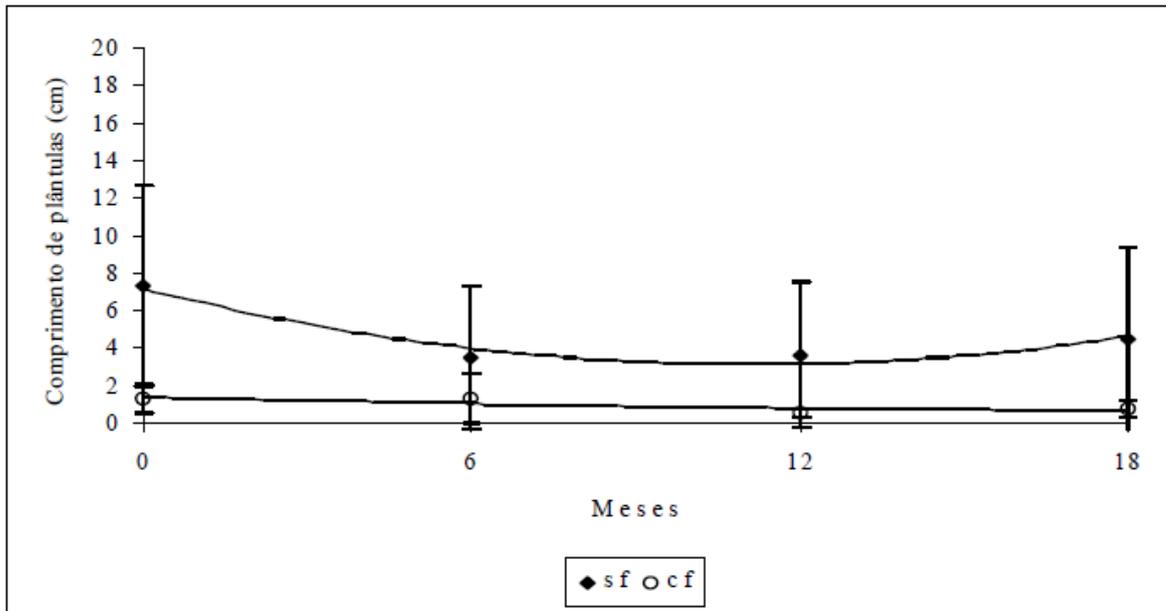
CV. 1 % (Condição de conservação) = 40,22; C.V. 2 % (Período de avaliação) = 37,98; C.V. 3 % (Tratamento químico) = 41,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si. pelo teste Tukey. à 5%



- 1)  $\blacklozenge y = 27,000 - 5,750x + 0,291x^2$  \*\*\*  $R^2 = 1,0$ \*\*\*  
2)  $\square y = 26,100 - 5,483x + 0,263x^2$  \*\*\*  $R^2 = 0,96$ \*\*  
3)  $\blacktriangle y = 26,950 - 6,091x + 0,354x^2$  \*\*\*  $R^2 = 0,99$ \*\*\*  
4)  $\circ y = 26,300 - 5,200x + 0,277x^2$  \*\*\*  $R^2 = 0,97$ \*\*\*  
5)  $\triangle y = 26,850 - 4,858x + 0,270x^2$  \*\*\*  $R^2 = 0,99$ \*\*\*  
6)  $\blacksquare y = 26,500 - 5,916x + 0,347x^2$  ns  $R^2 = 0,99$ \*\* \*

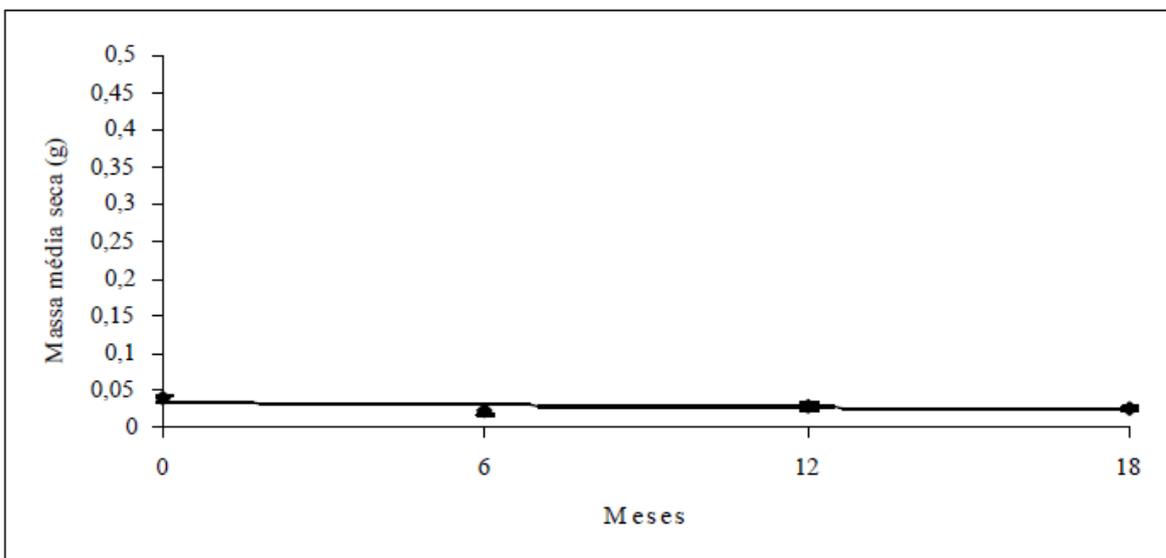
**Figura 29** Dados médios em porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C U.R. de 23%, ( $\blacklozenge$ ), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% ( $\square$ ), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\blacktriangle$ ), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\circ$ ), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% ( $\triangle$ ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% ( $\blacksquare$ ).



◆  $y = 7,166 - 0,721x + 0,032$  ns  $R^2 = 0,94^{**}$

○  $y = 1,396 - 0,067x + 0,001$  ns  $R^2 = 0,65^*$

**Figura 30** Dados médios do comprimento de plântulas normais, obtido a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento, sem (◆) ou com (○) tratamento químico



◆  $y = 0,037 - 0,001x + 0,00007$  ns  $R^2 = 0,40$  ns

**Figura 31** Dados médios da massa seca de plântulas normais obtidos a partir do teste de germinação de sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento

### 3.3.2 Emergência em areia

De acordo com o quadro da análise de variância (Quadro 32), pode-se verificar que houve interação significativa entre os três fatores (condição de conservação, período de avaliação e tratamento químico) para todos os parâmetros analisados.

Quando analisada a porcentagem de emergência de plântulas normais obtidas de sementes não tratadas com fungicida, pode-se constatar que houve um decréscimo nos valores a partir da avaliação inicial (0 meses), quando estas foram armazenadas nas condições 1, 2 e 3, e a partir do sexto mês de avaliação, quando armazenadas nas condições 4 e 5. Já, nas sementes armazenadas na condição 6 (embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64%) foi verificado um crescente aumento da porcentagem de plântulas normais a partir da avaliação inicial, ajustando-se ao modelo linear.

As sementes armazenadas nos dois tipos de embalagem em ambiente com temperatura de 5°C e 18% de umidade relativa (condições 1 e 2 respectivamente), foram as que apresentaram as menores porcentagens de emergência (Figura 32a). Este resultado pode ser explicado pela intolerância que sementes de algumas espécies apresentam a exposição a baixas temperaturas (ANDRADE & PEREIRA, 1997; SUNILKUMAR & SUDHAKARA, 1998).

ELLIS et al. (1991) constataram significativa perda de viabilidade em sementes de *Elaeis guineensis* (dendê) armazenadas a temperatura de zero e -20°C.

Já as sementes tratadas com fungicida apresentaram redução da porcentagem de emergência a partir dos seis meses de armazenamento em todas as condições de conservação. No entanto, as sementes armazenadas sob as temperaturas e umidades relativas mais baixas (condições 1, 2, 3 e 4) apresentaram aumento dos valores a partir do 12º mês de armazenamento (Figura 32 b).

Já as sementes armazenadas à 25°C e U.R. de 64% nos dois tipos de embalagem (condições 5 e 6) apresentaram crescente redução dos valores (Figura 32 b), demonstrando que as sementes armazenadas em condições sem controle, com temperatura e teores de água mais elevados, tornam-se mais suscetíveis a perda de vigor.

Para as plântulas anormais deformadas, os modelo de equação quadrático foi o que melhor refletiu o comportamento observado ao longo dos 18 meses de armazenamento, nos dois tratamentos químicos. (Figuras 33 a e b).

Em sementes não tratadas com fungicida, foi observado decréscimo na porcentagem de plântulas a partir da avaliação inicial para as 6 condições de conservação, a partir da segunda avaliação (6 meses) foi verificado aumento da porcentagem de plântulas anormais deformadas obtidas a partir de sementes armazenadas nas condições 1, 3 e 4. Já nas condições 2, 5 e 6 os valores aumentaram a partir da terceira avaliação (12 meses) (Figura 33 a).

As sementes tratadas quimicamente seguiram padrão semelhante das não tratadas, apresentando valores decrescentes da porcentagem de plântulas anormais deformadas a partir da avaliação inicial (0 meses) e subsequente aumento dos valores a partir do 12º mês de armazenamento nas seis condições de conservação testadas.

Inicialmente, (0 meses), não foram constatadas diferenças significativas entre as sementes tratadas quimicamente ou não. Aos 6 meses foi observado decréscimo na porcentagem de plântulas anormais deterioradas provenientes de sementes tratadas com fungicida somente na condição 5. Aos 12 meses, pode-se verificar que o tratamento com fungicida reduziu a zero a porcentagem de plântulas anormais deformadas provenientes de sementes armazenadas em sacos de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (condição 3) e a 5 % plântulas provenientes de sementes armazenadas no mesmo ambiente, no entanto, em sacos de papel (condição 4). Aos 18 meses, o tratamento com fungicida não

se mostrou eficiente em reduzir a porcentagem de plântulas deformadas em nenhuma das condições de conservação testadas (Tabela 20).

Quando analisada a porcentagem de plântulas anormais deterioradas obtidas a partir de sementes tratadas e não tratadas quimicamente, pode-se verificar que os valores em porcentagem aumentaram a partir da avaliação inicial, realizada logo após a coleta de sementes e apresentaram redução a partir do 12º mês de armazenamento (Figura 34a e 34b). Para todas as condições as equações quadráticas explicam o comportamento das sementes ao longo dos 18 meses de armazenamento.

Provavelmente, o fungicida utilizado não se mostrou eficiente em controlar os patógenos causadores da deterioração de plântulas, este fato pode ser constatado observando-se a Tabela 20, onde pode-se verificar que aos 12 meses de armazenamento as sementes tratadas quimicamente apresentaram os maiores valores para este parâmetro nas seis condições de conservação.

Diante dos resultados apresentados pode-se observar que, o fungicida também não se mostrou totalmente eficiente em controlar o ataque de patógenos as sementes, evitando assim a sua morte ao longo do período de armazenamento (Tabela 21).

Pode-se constatar que as sementes não tratadas quimicamente apresentaram aumento da porcentagem de sementes mortas a partir da avaliação inicial, nas condições 2, 3 e 6, no entanto, estes valores diminuem a partir do 12º mês de armazenamento. Já nas condições 1, 4 e 5 os valores foram crescentes até o final do período de armazenamento, sendo este comportamento descrito por equações polinomiais lineares (Figura 35a)

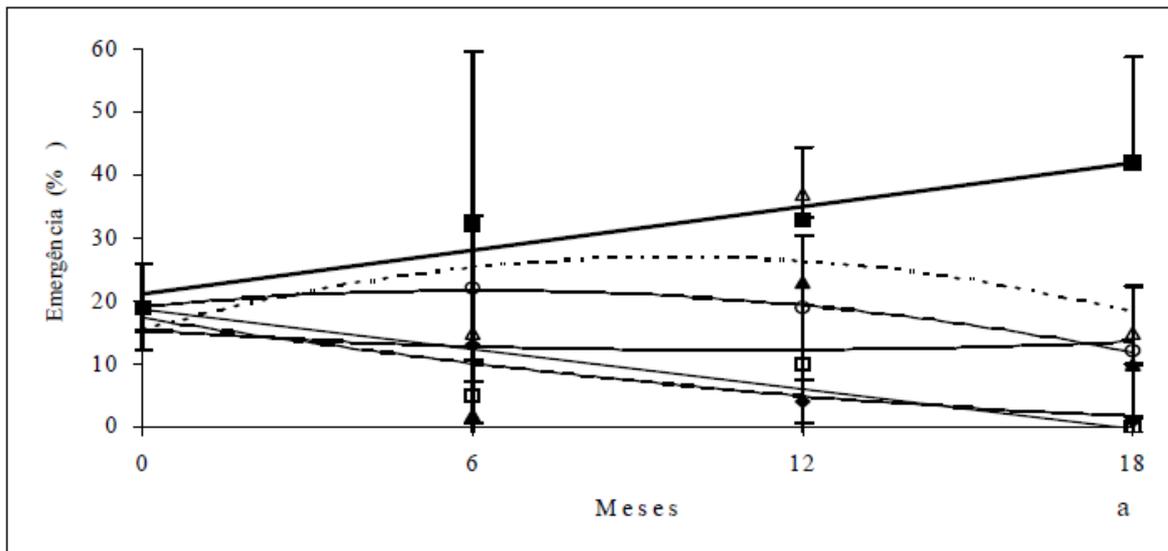
Sob o aspecto geral, pode-se dizer que nas sementes não tratadas, a porcentagem de sementes mortas tendeu a aumentar durante o armazenamento. Na condição de conservação 2 (sacos de papel sob 5°C e U.R. de 23%), houve um pico nos valores desta variável aos 12 meses de armazenamento, atingindo em média de 90% (Figura 35 a). Possivelmente, este fato isolado pode ser atribuído a presença de sementes contaminadas por *Rizophus spp.* Este fungo, como pode ser constatado no teste de sanidade, quando presente contaminou todo o substrato e as sementes adjacentes, se mostrando altamente competitivo e dificultando o estabelecimento de outros fungos..

Quando receberam tratamento químico, os valores de sementes mortas expressos em porcentagem diminuíram a partir dos 12º mês de armazenamento em cinco das seis condições de conservação testadas. A exceção foi observada nas sementes armazenadas em sacos de papel sob 5°C e 23% de U.R. (condição 2), que apresentaram aumento da porcentagem a partir do 6º mês de armazenamento (Figura 35 b). Para explicar a variação observada na porcentagem de sementes mortas ao longo do período de armazenamento, foram ajustadas equações polinomiais quadráticas.

**Quadro 32** Resumo da análise de variância para emergência, plântulas anormais (deformadas e deterioradas) e sementes mortas obtidas a partir do teste de emergência em areia realizado com sementes de *A. leiocarpa*.

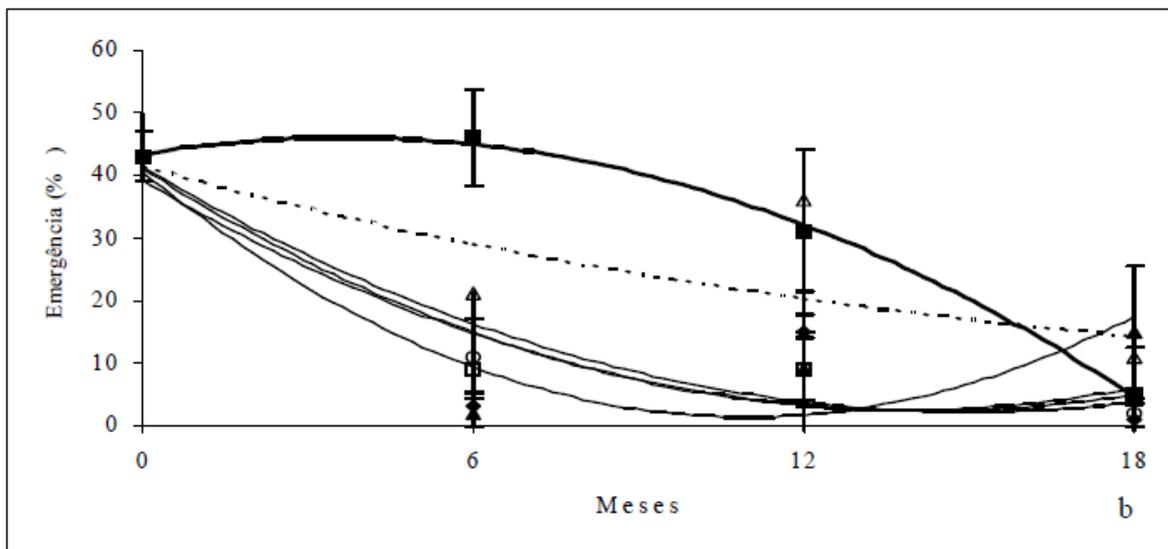
Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		Emergência	Plântulas anormais		Sementes Mortas
			Deformadas	Deterioradas	
Condição de conservação (CC)	5	1800,483 **	346,083 ns	420,683 *	334,683 ns
Erro 1	18	154,8661	165,972	106,472 137	916
Período de avaliação (P)	3	3779,861 **	6453,416**	5866,527 **	2596,750**
CC X P	15	396,794 **	411,683 **	712,327 **	563,750 **
Erro 2	54	87,527	123,231	73,657	95,472
Tratamento químico (TQ)	1	720,750*	102,083 ns	11202,083 **	140,083 ns
CC x TQ	5	131,950 ns	198,483 ns	206,283 **	745,483 **
Px TQ	3	2248,972**	1227,861**	2114,972 **	1700,083**
CC X p X TQ	15	244,705 **	327,727 *	186,372 **	393,750 **
Erro 3	72	69,361	11,694	47,083	125,083
CV 1 (%)		65,57	50,48	107,44	31,94
CV 2 (%)		49,29	43,5	89,36	26,57
CV 3 (%)		43,88	41,41	71,45	30,42

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



- 1)  $\diamond y = 18,700 - 1,050x$  ns  $R^2 = 0,96^{***}$   
 2)  $\square y = 17,300 - 1,367x + 0,027x^2$  ns  $R^2 = 0,70^*$   
 3)  $\blacktriangle y = 15,400 - 0,600x + 0,027x^2$  ns  $R^2 = 0,02$  ns

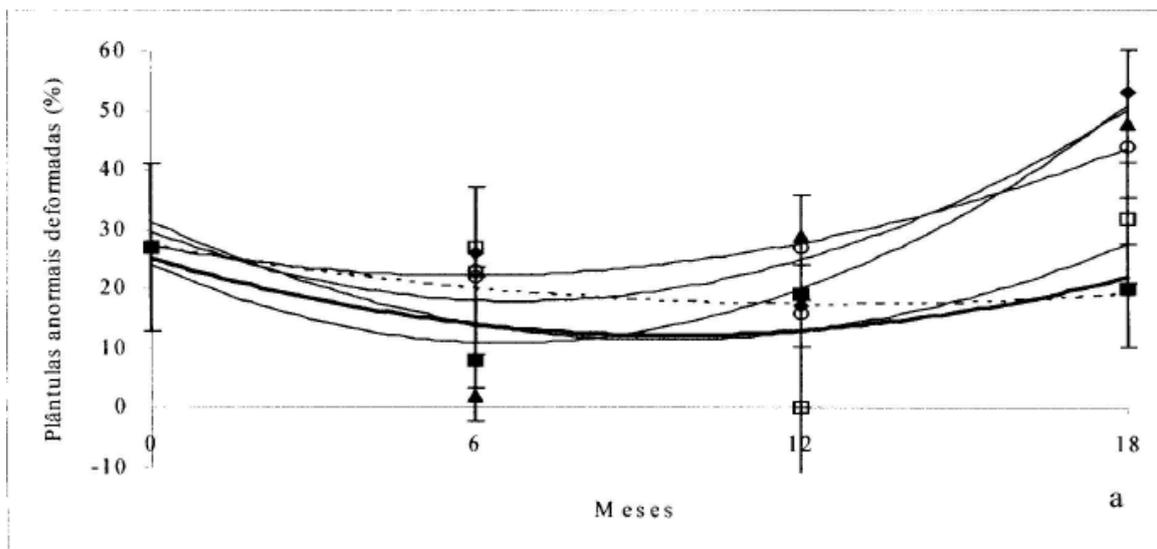
- 4)  $\circ y = 19,100 + 0,850x + 0,069x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{***}$   
 5)  $\triangle y = 15,500 + 2,417x + 0,125x^2$  ns  $R^2 = 0,25$  ns  
 6)  $\blacksquare y = 21,000 + 1,667x$  ns  $R^2 = 0,91^{**}$



- 1)  $\diamond y = 39,100 - 5,150x + 0,180x^2$  ns  $R^2 = 0,72^{**}$   
 2)  $\square y = 41,050 - 5,575x + 0,201x^2$  ns  $R^2 = 0,92^{**}$   
 3)  $\blacktriangle y = 40,550 - 7,158x + 0,326x^2$  ns  $R^2 = 0,87^{**}$

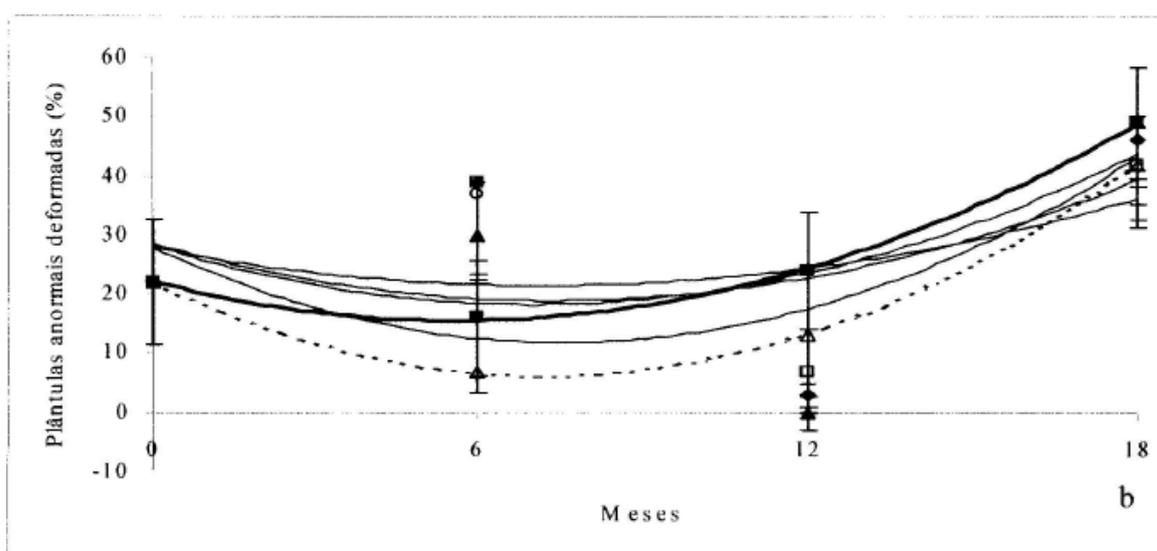
- 4)  $\circ y = 41,250 - 5,208x + 0,173x^2$  ns  $R^2 = 0,93^{**}$   
 5)  $\triangle y = 39,150 - 0,975x + 0,021x^2$  ns  $R^2 = 0,53$  ns  
 6)  $\blacksquare y = 43,350 + 1,475x - 0,201x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$

**Figura 32** Dados médios em porcentagem da emergência de plântulas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob a temperatura de 5°C e U.R. de 23%, ( $\diamond$ ), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% ( $\square$ ), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\blacktriangle$ ), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\circ$ ), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% ( $\triangle$ ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% ( $\blacksquare$ ), sem (a) ou com (b) tratamento químico



1)  $y = 29,650 - 0,347x + 0,256x^2$  ns  $R^2 = 0,80^{**}$   
 2)  $y = 31,300 - 4,200 + 0,222x^2$  ns 0,41 ns  
 3)  $y = 24,000 - 4,000 + 0,305x^2$  ns 0,83 ns

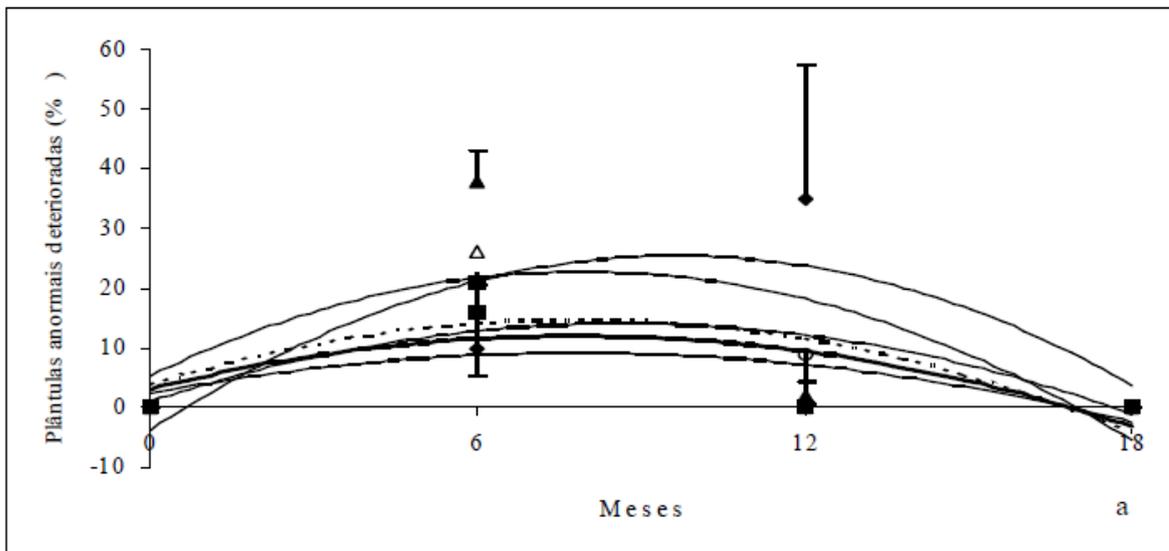
4)  $y = 27,250 - 1,708 + 0,145x^2$  ns 0,99\*\*  
 5)  $y = 27,550 - 1,575 + 0,062x^2$  ns 0,90\*\*  
 6)  $y = 25,000 - 2,667 + 0,138x^2$  ns 0,56 ns



1)  $y = 28,600 - 2,650x + 0,180x^2$  ns  $R^2 = 0,21$  ns  
 2)  $y = 27,800 - 1,783x + 0,125x^2$  ns  $R^2 = 0,15$  ns  
 3)  $y = 27,850 - 4,275x + 0,2884x^2$  ns  $R^2 = 0,44$  ns

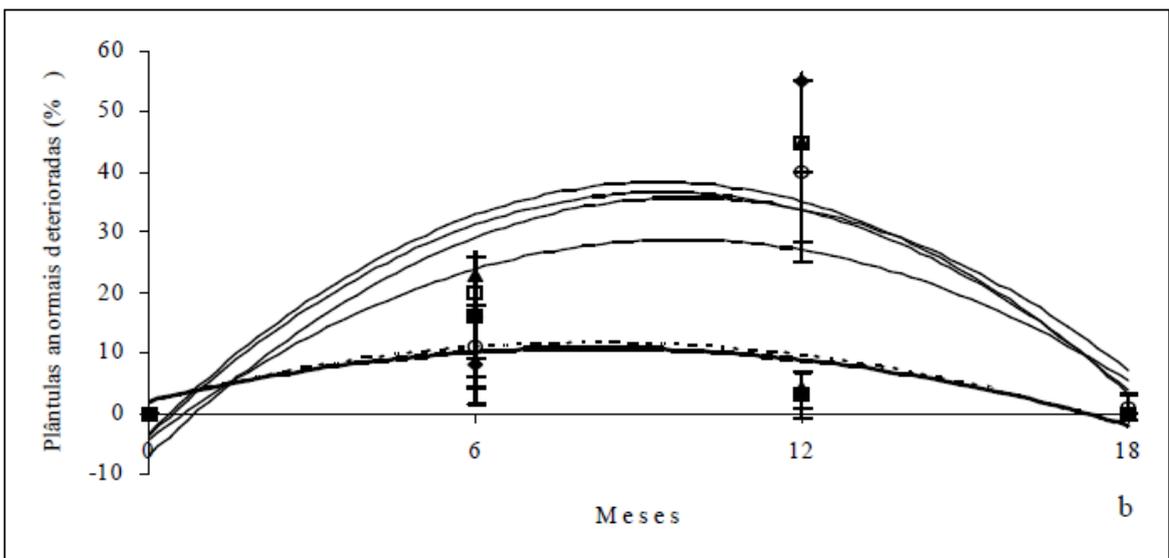
4)  $y = 28,200 - 2,883x + 0,208x^2$  ns  $R^2 = 0,31$  ns  
 5)  $y = 22,100 - 4,400 + 0,305x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$   
 6)  $y = 22,150 - 2,392 + 0,215x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$

**Figura 33** Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deformadas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (♦), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) ou com (b) tratamento químico



- 1)  $\blacklozenge y = -3,750 + 6,042x - 0,312x^2$  ns  $R^2 = 0,65^*$   
 2)  $\square y = 2,400 + 1,733x - 0,111x^2$  ns  $R^2 = 0,40$  ns  
 3)  $\blacktriangle y = 5,400 + 4,400x - 0,277x^2$  ns  $R^2 = 0,44$  ns

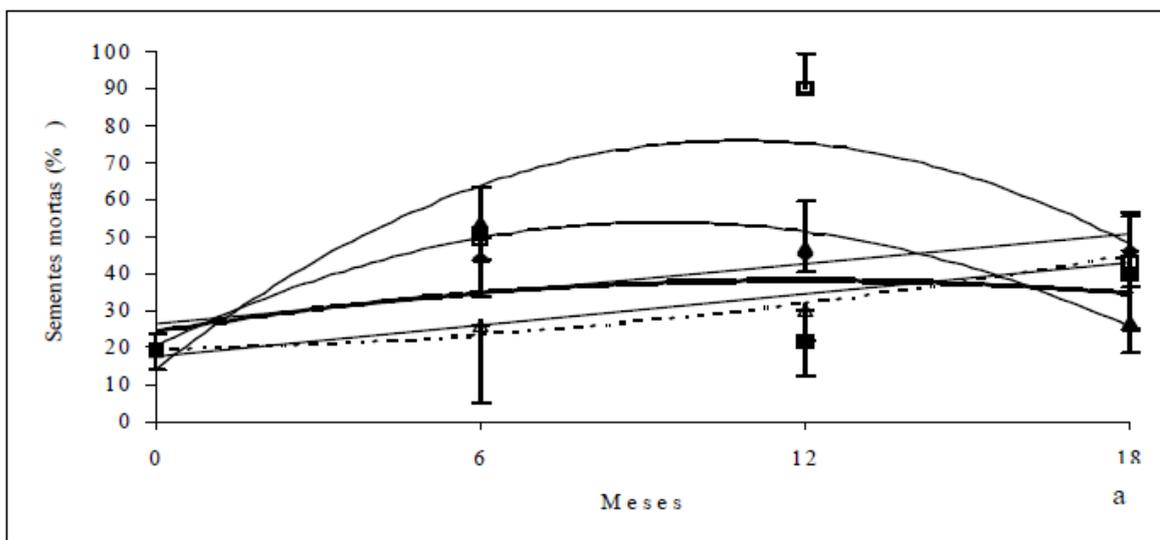
- 4)  $\circ y = 1,050 + 3,008x - 0,173x^2$  ns  $R^2 = 0,87^{**}$   
 5)  $\triangle y = 3,900 + 2,817x - 0,180x^2$  ns  $R^2 = 0,40$  ns  
 6)  $\blacksquare y = 3,150 + 2,275x - 0,145x^2$  ns  $R^2 = 0,40$  ns



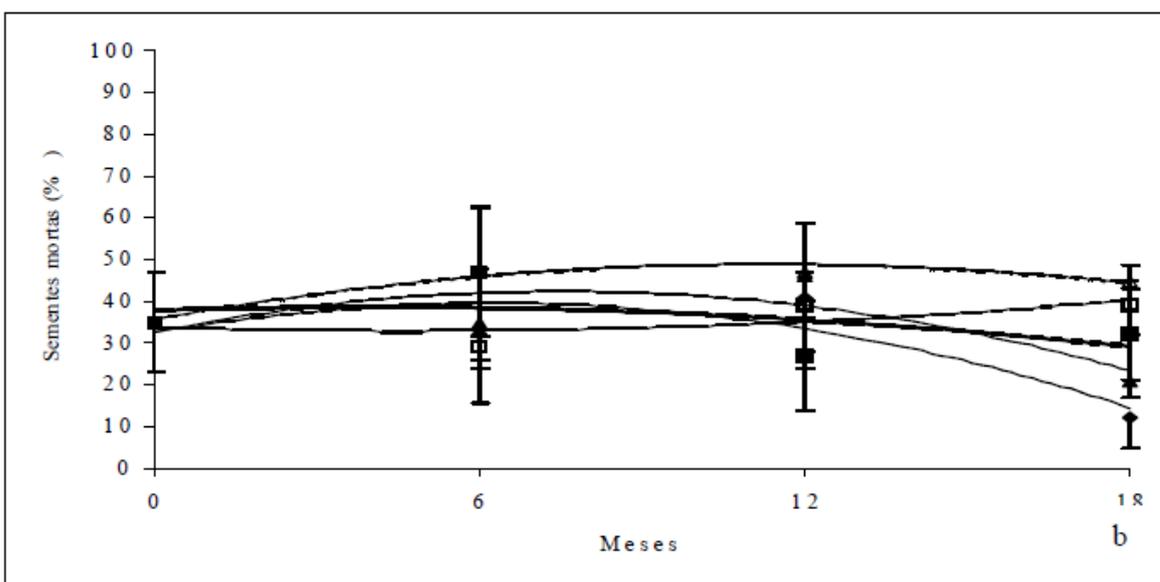
- 1)  $\blacklozenge y = -7,050 + 8,658x - 0,437x^2$  ns  $R^2 = 0,52$  ns  
 2)  $\square y = -3,750 + 8,542x - 0,451x^2$  ns  $R^2 = 0,79^{**}$   
 3)  $\blacktriangle y = -3,300 + 8,867x - 0,472x^2$  ns  $R^2 = 0,84^{**}$

- 4)  $\circ y = -4,300 + 6,783x - 0,347x^2$  ns  $R^2 = 0,64^*$   
 5)  $\triangle y = 1,950 + 2,408x - 0,145x^2$  ns  $R^2 = 0,60^*$   
 6)  $\blacksquare y = 1,950 + 2,158x - 0,131x^2$  ns  $R^2 = 0,56^*$

**Figura 34** Dados médios em porcentagem de plântulas anormais deterioradas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, ( $\blacklozenge$ ), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% ( $\square$ ), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\blacktriangle$ ), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% ( $\circ$ ), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% ( $\triangle$ ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% ( $\blacksquare$ ), sem (a) e com (b) tratamento químico



- 1)  $\blacklozenge y = 20,740 + 1,733x$  ns  $R^2 = 0,82^{**}$       4)  $\circ y = 18,560 + 1,233x$  ns  $R^2 = 0,92^{**}$   
 2)  $\square y = 14,050 + 1,151x - 0,534x^2$  ns  $R^2 = 0,81^{**}$       5)  $\triangle y = 18,560 + 1,233x$  ns  $R^2 = 0,92^{**}$   
 3)  $\blacktriangle y = 20,450 + 7,158x - 0,381x^2$  ns  $R^2 = 0,95^{**}$       6)  $\blacksquare y = 24,400 + 2,317x - 0,097x^2$  ns  $R^2 = 0,15$  ns



- 1)  $\blacklozenge y = 32,500 + 2,250x - 0,180x^2$  ns  $R^2 = 0,73^{**}$       4)  $\circ y = 35,650 + 2,350x - 0,104x^2$  ns  $R^2 = 0,92^{**}$   
 2)  $\square y = 33,700 - 0,383x + 0,041x^2$  ns  $R^2 = 0,49$  ns      5)  $\triangle y = 35,650 + 2,358x - 0,104x^2$  ns  $R^2 = 0,92^{**}$   
 3)  $\blacktriangle y = 32,650 + 2,608x - 0,173x^2$  ns  $R^2 = 0,65^*$       6)  $\blacksquare y = 35,850 + 3,917x - 0,048x^2$  ns  $R^2 = 0,25$  ns

**Figura 35** Dados médios em porcentagem de sementes mortas obtidos a partir do teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0. 6. 12 e 18 meses. armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (Δ) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■), sem (a) e com (b) tratamento químico

**Tabela 20** Dados médios, em porcentagem, de plântulas normais, plântulas anormais (deformadas e deterioradas) obtidos no teste de emergência em areia conduzido com sementes de *A. leiocarpa*, tratadas com (CF) ou sem fungicida (SF) armazenadas em embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (6).

Condição de conservação	Plântulas normais							
	0		6		12		18	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF
1	19,0 B	43,0 A	13,0 A	3,0 A	4,0 A	15,0 A	1,0 A	1,0 A
2	19,0 B	43,0 A	5,0 A	9,0 A	10,0 A	9,0 A	0,0 A	4,0 A
3	19,0 B	43,0 A	2,0 A	2,0 A	23,0 A	9,0 B	10,0 A	15,0 A
4	19,0 B	43,0 A	22,0 A	11,0 A	19,0 A	9,0 A	12,0 A	2,0 A
5	19,0 B	43,0 A	15,0 A	21,0 A	37,0 A	36,0 A	15,0 A	11,0 A
6	19,0 B	43,0 A	32,0 B	46,0 A	33,0 A	31,0 A	42,0 A	5,0 B

C.V. 1 % (Condição de conservação) = 65,57; C.V. 2 % (Período de avaliação) = 49,29; C.V. 3 % (Tratamento químico) = 43,88

Condição de conservação	Plântulas anormais deformadas							
	0		6		12		18	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF
1	27,0 A	22,0 A	26,0 A	39,0 A	17,0 A	3,0 A	53,0 A	46,0 A
2	27,0 A	22,0 A	27,0 A	39,0 A	0,0 A	7,0 A	32,0 A	42,0 A
3	27,0 A	22,0 A	2,0 B	30,0 A	29,0 A	0,0 B	48,0 A	49,0 A
4	27,0 A	22,0 A	23,0 A	37,0 A	27,0 A	5,0 B	44,0 A	50,0 A
5	27,0 A	22,0 A	22,0 A	7,0 B	16,0 A	13,0 A	20,0 B	42,0 A
6	27,0 A	22,0 A	8,0 A	16,0 A	19,0 A	24,0 A	20,0 B	49,0 A

C.V. 1 % (Condição de conservação) = 50,48; C.V. 2 % (Período de avaliação) = 43,50; C.V. 3 % (Tratamento químico) = 41,41

Condição de conservação	Plântulas anormais deterioradas							
	0		6		12		18	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF
1	0,0 A	0,0 A	10,0 A	8,0 A	35,0 B	55,0 A	0,0 A	0,0 A
2	0,0 A	0,0 A	16,0 A	20,0 A	0,0 B	45,0 A	0,0 A	0,0 A
3	0,0 A	0,0 A	38,0 A	23,0 B	2,0 B	45,0 A	0,0 A	0,0 A
4	0,0 A	0,0 A	16,0 A	11,0 A	9,0 B	40,0 A	0,0 A	1,0 A
5	0,0 A	0,0 A	26,0 A	17,0 A	0,0 A	4,0 A	0,0 A	0,0 A
6	0,0 A	0,0 A	21,0 A	16,0 A	0,0 A	3,0 A	0,0 A	0,0 A

C.V. 1 % (Condição de conservação) = 107,44; C.V. 2 % (Período de avaliação) = 89,36; C.V. 3 % (Tratamento químico) = 71,45

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5%

**Tabela 21** Dados médios, em porcentagem, de sementes mortas obtidos a partir do teste de emergência em areia realizado com sementes de *A. leiocarpa*, aos 0, 6, 12 e 18 meses tratadas com (CF) ou sem fungicida (SF), armazenadas em embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (1), embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (2), embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (3), embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (4), embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (5) e embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (5).

Condição de conservação	Sementes Mortas							
	0		6		12		18	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF
1	19,0 B	35,0 A	44,0 A	32,0 A	45,0 A	41,0 A	46,0 A	12,0 B
2	19,0 B	35,0 A	49,0 A	29,0 B	90,0 A	39,0 B	43,0 A	39,0 A
3	19,0 B	35,0 A	54,0 A	35,0 B	47,0 A	46,0 A	27,0 A	21,0 A
4	19,0 B	35,0 A	26,0 B	48,0 A	30,0 A	47,0 A	46,0 A	45,0 A
5	19,0 B	35,0 A	26,0 B	48,0 A	30,0 B	47,0 A	46,0 A	45,0 A
6	19,0 B	35,0 A	51,0 A	47,0 A	22,0 A	27,0 A	40,0 A	32,0 A

C.V. 1 % (Condição de conservação) = 31,94; C.V. 2 % (Período de avaliação) = 26,57; C.V. 3 % (Tratamento químico) = 30,42

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, à 5%

### 3.4 Teste de sanidade

Os resultados da análise de variância para o teste de sanidade estão apresentados no Quadro 32. Pode-se observar que não houve interação entre os dois fatores considerados (condição de conservação e período de avaliação) para a porcentagem de sementes contaminadas por *Aspergillus* spp., *Ryzophus* spp. e *Cladosporium* spp.. No entanto, houve interação entre os fatores para os gêneros *Penicillium* spp e *Fusarium* spp.

O gênero *Aspergillus*, ocorreu com maior frequência na avaliação inicial (8 %) (Figura 36). Segundo MCLEAN et al. (1984) os fungos deste gênero são considerados causadores de danos às sementes durante o armazenamento, podendo causar a redução da germinação, diminuição dos constituintes químicos das sementes e afetar o crescimento de plântulas.

CASTELLANI et al. (1996) verificaram a incidência deste gênero em sementes de pata-de-vasca (*Bauhinia variegata*) armazenadas em câmara fria (U.R. 90%; 3°C) por 210 dias, no entanto, sem causar morte das sementes. Já, DIAS & TOLEDO (1993) constataram severa incidência de *Aspergillus* spp. em sementes de capim brachiaria (*Brachiaria decumbens*), o que causou diminuição na porcentagem de germinação das mesmas. Em sementes de *Commiphora leptophloeos*, FAIAD et al. (1997) observaram alta incidência de *Aspergillus niger* (92,5%) e *Aspergillus flavus* (60,0%).

O gênero *Cladosporium*, ocorreu em menor frequência em todas as condições de conservação, sendo somente verificado a partir dos 12 meses de armazenamento, no entanto a porcentagem de incidência foi menor que 1% (Figura 37).

MARTINS NETO & FAIAD (1995) também detectaram sementes infestadas por *Cladosporium* spp. em cinco de seis espécies florestais avaliadas, sendo 14% em *Aspidosperma* sp, 2% em *Astronium fraxinifolium*, 10% em *Astronium urundeuva*, 63% em *Didymopanax morotoni* e 16% em *Virola sebifera*, valores bem mais expressivos que o observado em sementes de *A. leiocarpa*. O gênero *Cladosporium* também foi verificado no teste de sanidade realizado em sementes de guaçatonga (*Casearia sylvestris*) tanto pelo método do papel de filtro, quanto pelo método do congelamento (BITENCOURT & HOMECHIN, 1998).

A maior porcentagem de sementes contaminadas por *Fusarium spp.* foi observada na condição de conservação 1 (Figura 38 b), onde a porcentagem de sementes contaminadas aumentou a partir dos seis meses de armazenamento e decresceu a partir dos 12 meses. Este fungo foi observado colonizando as sementes quando sob todas as condições de conservação, sendo a porcentagem crescente a partir do 6º mês de armazenamento, com exceção da condição 1 como descrito anteriormente (Figura 38 b).

TANAKA (2001) constatou que a sobrevivência de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho foi favorecida quando estas foram armazenadas em câmara fria (U.R. 40%; 14°C), em relação ao armazenamento em ambiente não controlado.

A incidência de *Penicillium spp.* deu-se nas sementes armazenadas sob todas as condições de conservação. No entanto, a presença deste gênero não foi constatada nas sementes em todos os períodos de avaliação, sendo que a maior incidência se deu nas sementes quando sob a condição de conservação 3 (Figura 39).

A porcentagem de sementes infestadas por *Rizophus spp.* aumentou ao longo dos 18 meses de armazenamento (Figura 40), podendo-se portanto, perceber o caráter colonizador deste fungo, que quando presente contamina todo o substrato e coloniza as sementes adjacentes.

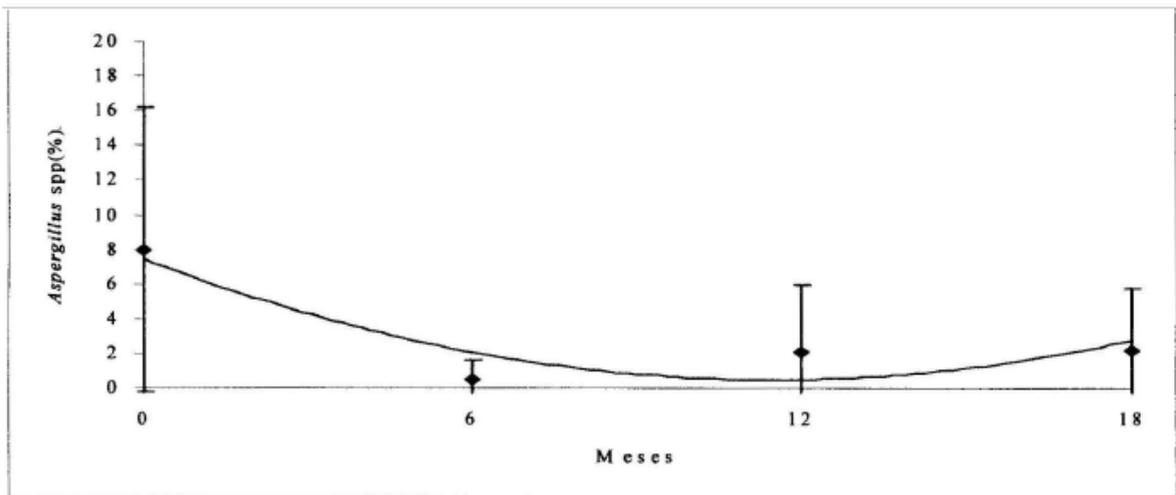
Sementes de duas leguminosas florestais, *Acacia polyphylla* e *Myroxylon peruiferum*, com 11,5 e 10,3% de teor de água sofreram perda total do poder germinativo após armazenagem a 5°C em embalagem semipermeável, sendo verificado elevada incidência de fungos após o armazenamento e morte das sementes no teste de germinação (CARVALHO, 2000). BITENCOURT & HOMECHIN (1998) constataram a presença de *Rizophus spp.* na parte externa do tegumento de sementes de guaçatonga (*Casearia sylvestris*).

As sementes armazenadas em embalagens de papel sob câmara seca apresentaram a maior incidência de fungos. No entanto, não foi detectado elevada porcentagem de sementes mortas nesta condição de conservação (Figura 41).

**Quadro 33** Resumo da análise de variância para os fungos identificados no teste de sanidade realizado com sementes de *A. leiocarpa*.

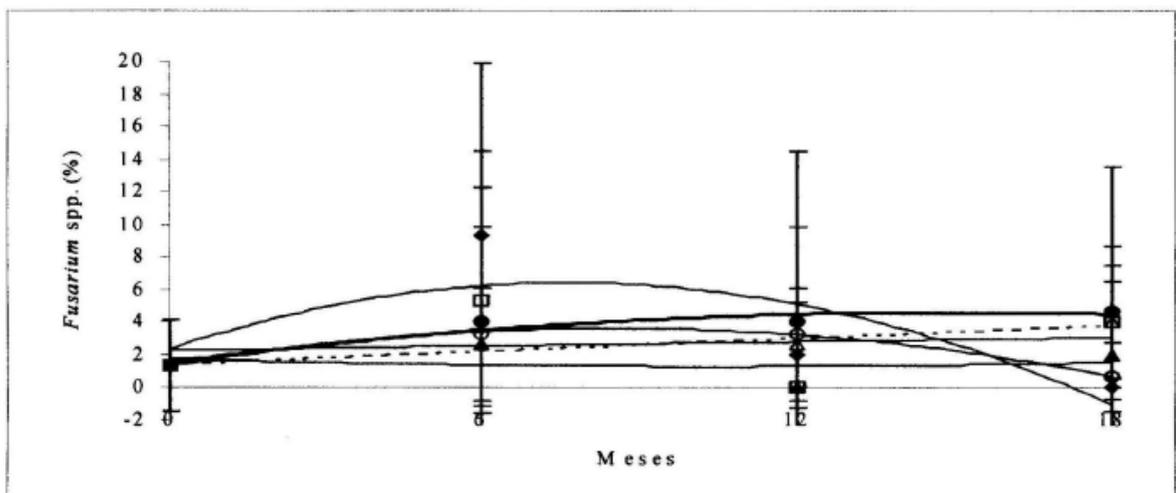
Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Ryzophus spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>
Condição de conservação (CC)	5	15,944 ns	14,854 ns	19,666 ns	60,237 ns	1,550 ns
Erro 1	54	45,654	10,823	65,761	94,88	54,984
Período (P)	3	1654,326 **	55,715 **	89,500 *	240,881 *	2437,411 **
CC x P	15	30,713 ns	16,538 **	36,526 *	34,061 ns	2,187 ns
Erro 2	162	52,336	7,981	20	71,587	50,836
C.V. 1 (%)		160,08	377,79	287,9	289,68	214,93
C.V. 2 (%)		171,4	324,42	158,78	251,63	206,67

\*\*\* significativo à 0,001%, \*\* significativo à 1%, \* significativo à 5%, ns – não significativo



◆  $y = 7,461 - 1,219x + 0,053x^2$  ns  $R^2 = 0,82^{**}$

**Figura 36** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Aspergillus* spp. identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento.



1) ◆  $y = 2,367 + 1,061x - 0,069x^2$  ns  $R^2 = 0,59^*$

2) □  $y = 2,267 - 0,044x + 0,000x^2$  ns  $R^2 = 0,02$  ns

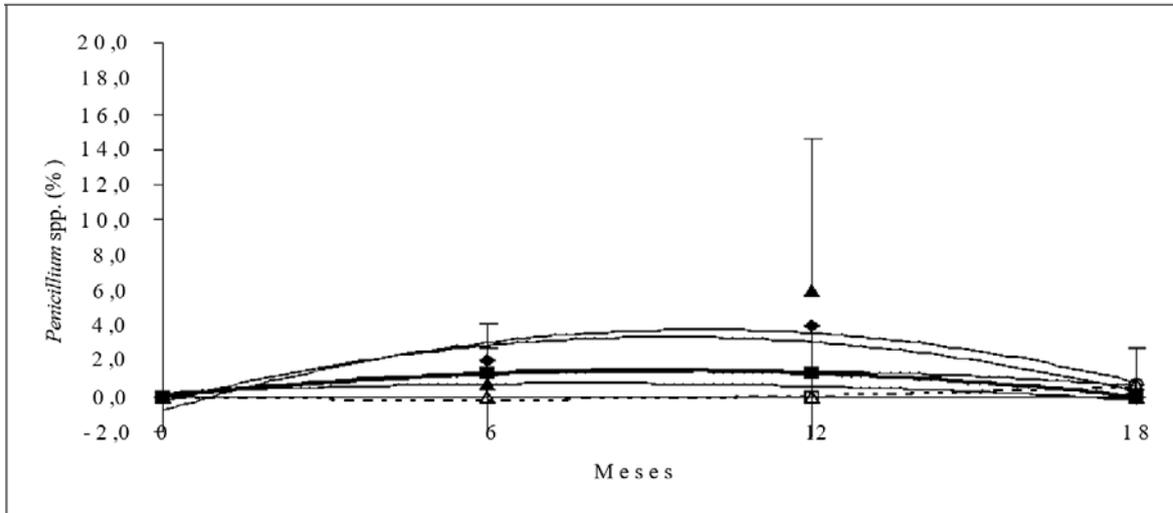
3) ▲  $y = 1,767 - 0,094x + 0,004x^2$  ns  $R^2 = 0,03$  ns

4) ○  $y = 1,300 + 0,550x - 0,032x^2$  ns  $R^2 = 0,99^{**}$

5) △  $y = 1,467 + 0,133x - 0,000x^2$  ns  $R^2 = 0,90^{**}$

6) ■  $y = 1,500 + 0,416x - 0,013x^2$   $R^2 = 0,91^{**}$

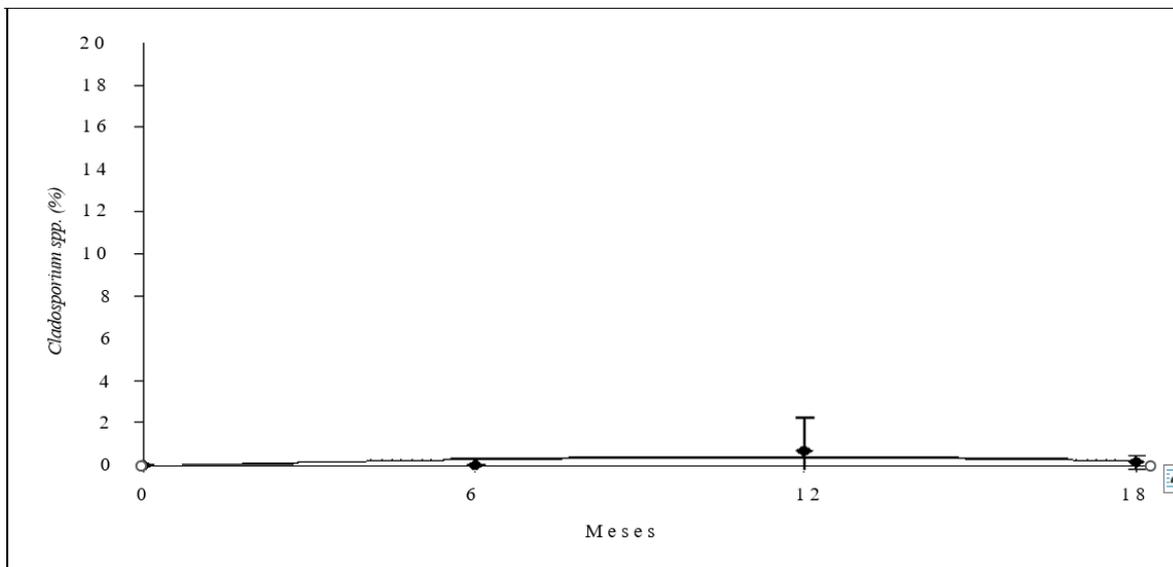
**Figura 37** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Fusarium* spp. aos 0, 6, 12 e 18 meses, identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (△) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)



1)  $\diamond y = -0,300 + 0,783x - 0,041x^2$  ns  $R^2 = 0,84^{**}$   
 2)  $\square y = 0,200 + 0,144x - 0,009x^2$  ns  $R^2 = 0,40$  ns  
 3)  $\blacktriangle y = -0,800 + 0,922x - 0,046x^2$  ns  $R^2 = 0,49$  ns

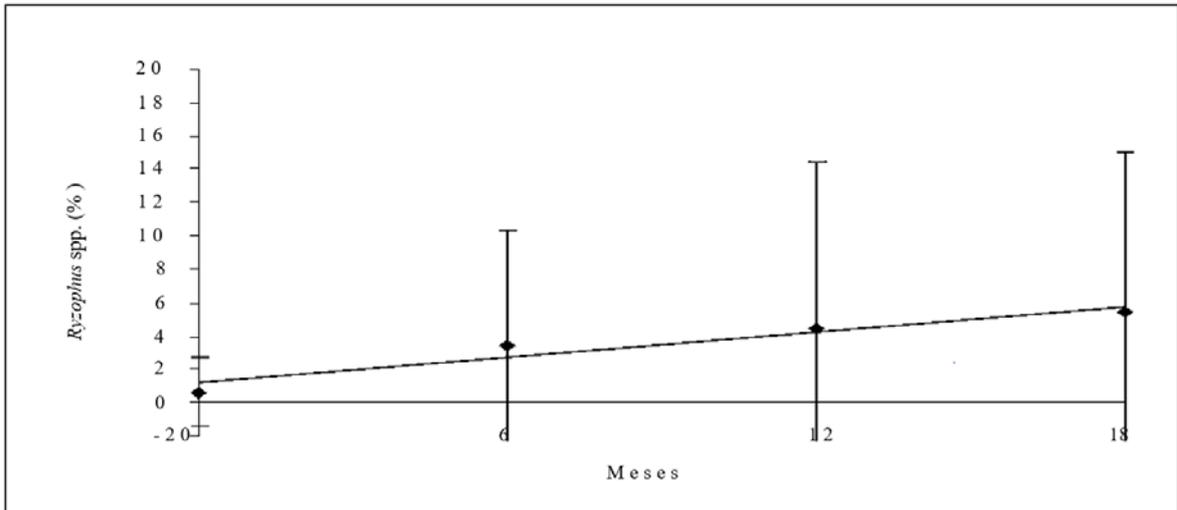
4)  $\circ y = 0,033 + 0,283x - 0,013x^2$  ns  $R^2 = 0,98^{***}$   
 5)  $\triangle y = 0,033 - 0,050x + 0,004x^2$  ns  $R^2 = 0,93^{***}$   
 6)  $\blacksquare y = 0,000 + 0,333x - 0,018x^2$  ns  $R^2 = 1,0^{***}$

**Figura 38** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Penicillium spp.* identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6 12 e 18 meses, 1) armazenadas em embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (◆), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (△) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■).



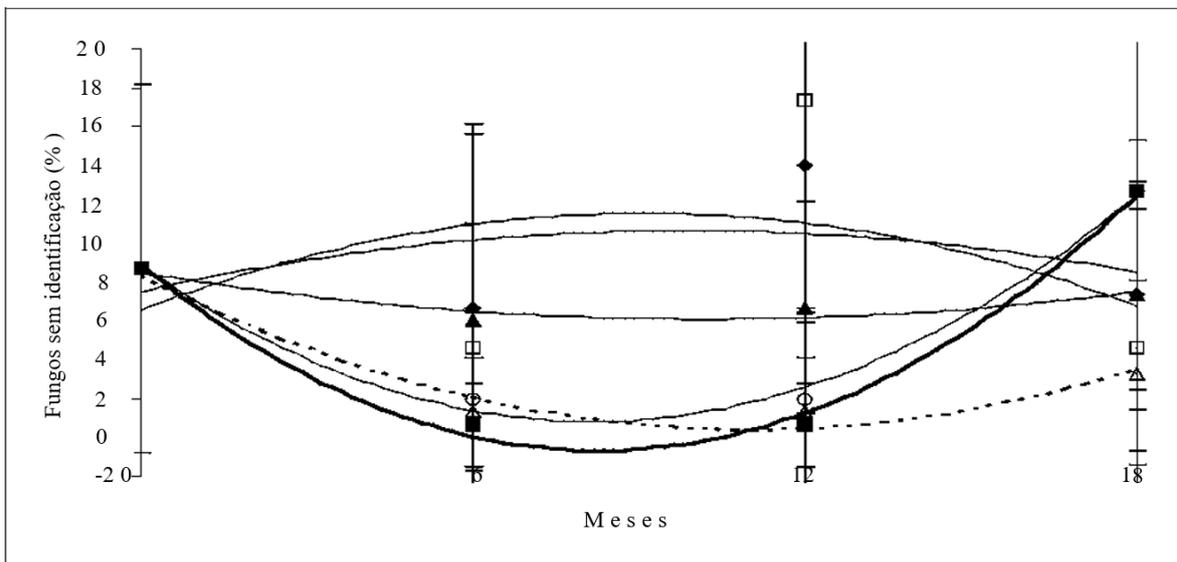
$\diamond y = 0,094 + 0,085x + 0,003x^2$  ns  $R^2 = 0,41$  ns

**Figura 39** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Cladosporium spp.* identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento.



$$\diamond y = 0,689 + 0,308 x \text{ ns } R^2 = 0,95^{***}$$

**Figura 40** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por *Ryzophus spp.* identificados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0, 6, 12 e 18 meses de armazenamento.



$$1) \diamond y = 7,500 + 0,638x - 0,032 x^2 \text{ ns } R^2 = 0,18 \text{ ns}$$

$$2) \square y = 6,567 + 1,094x - 0,060x^2 \text{ ns } R^2 = 0,17 \text{ ns}$$

$$3) \blacktriangle y = 8,500 - 0,472x + 0,023x^2 \text{ ns } R^2 = 0,86^{**}$$

$$4) \circ y = 8,867 - 1,967x + 0,120x^2 \text{ ns } R^2 = 0,99^{***}$$

$$5) \triangle y = 8,400 - 1,433x + 0,064 x^2 \text{ ns } R^2 = 0,96^{***}$$

$$6) \blacksquare y = 8,400 - 1,433x + 0,064 x^2 \text{ ns } R^2 = 0,96^{***}$$

**Figura 41** Dados médios em porcentagem de sementes contaminadas por fungos sem identificação observados no teste de sanidade conduzido com sementes de *A. leiocarpa* aos 0,6, 12 e 18 meses, armazenadas em 1) embalagem de polietileno sob de temperatura de 5°C e U.R. de 23%, (♦), 2) embalagem de papel sob temperatura de 5°C e U.R. de 23% (□), 3) embalagem de polietileno sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (▲), 4) embalagem de papel sob temperatura de 18°C e U.R. de 18% (○), 5) embalagem de polietileno sob temperatura 25°C e U.R. de 64% (△) e 6) embalagem de papel sob temperatura de 25°C e U.R. de 64% (■)

#### 4 CONCLUSÕES

- A embalagem semipermeável sob a temperatura de 18°C e umidade relativa de 50% foi a condição mais adequada para a conservação de sementes de *Apuleia leiocarpa*;
- Sementes de *Apuleia leiocarpa* armazenadas em embalagens permeáveis apresentaram menor porcentagem de germinação;
- O tratamento com fungicida na dosagem aplicada reduziu a população de patógenos causadores da morte em sementes;
- As sementes de *Apuleia leiocarpa* apresentaram perda do vigor ao longo dos 18 meses de armazenamento, avaliado pelo teste de emergência de plântulas em areia;
- A maior diversidade de gêneros de fungos foi observada nas sementes armazenadas em embalagens permeáveis sob a temperatura de 18°C e umidade relativa de 50%.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.C.S.; MALAVASI, M.M.; da COSTA, F.A. Conservação de palmito ( *Euterpe edulis* Mart.): efeito da temperatura de armazenamento e do grau de umidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 149-155, 1996.
- ANDRADE, A.C.S.; PEREIRA, T.S. Comportamento de armazenamento de sementes de palmito ( *Euterpe edulis* Mart.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 987-991, 1997.
- BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C. Tolerância a dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, 2002.
- BITENCOURT, L.F.; HOMECHIN, M. Avaliação da qualidade sanitária de sementes de guaçatonga ( *Casearia sylvestris* - Flacourtiaceae) por três métodos de incubação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p. 233-236, 1998.
- CARNEIRO, J.G.A; AGUIAR, I.B. Armazenamento de Sementes, In: AGUIAR I.B.; PIÑARODRIGUES F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. (Eds) **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília, ABRATES, p. 137-74, 1993.
- CARNEIRO, J.S. Fungos associados a sementes de essências florestais. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 11, n. 3, p. 556-557, 1986.
- CATUNDA, P.H.A.; VIEIRA, H.D.; da SILVA, R.F; POSSE, S.C.P. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 65-71, 2003.
- CARVALHO, L.R. **Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais quanto a capacidade de armazenamento**. Dissertação (Mestrado), Lavras: UFLA, 2000, 97p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência Tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588 p.
- CASTELLANI, E.D.; SILVA, A.; BARRETO, M.; AGUIAR, I.B. Influência do tratamento químico na população de fungos e na germinação de sementes de *Bauhinia variegata* L. var. *Variegata*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p.41-44, 1996.
- DIAS, D.C.F.S.; TOLEDO, F.F. Germinação e incidência de fungos em testes com sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 81-86, 1993.
- EIRA, M.T.S.; DIAS, T.A.B.; MELLO, C.M.C. Comportamento fisiológico de sementes de espinheira-santa ( *Maytenus ilicifolia*) no armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, 1995.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. Effect of temperature and moisture on the germination of papaya seeds. **Seed Science Research**, London, v. 1, p. 69-72, 1991.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I Coffee. **Journal of Experimental of Botany**, London, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, 1990.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H.; SOETISNA, U. Seed storage behaviour in *Elaeis guineensis*. **Seed Science Research**, London, v.1, p. 99-104, 1991.
- FAIAD, M.G.R.; SALOMÃO, A. N.; CUNHA, R. & PADILHA, L.S. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 14-17, 1997.
- GARCIA, A.; VIEIRA, R.D. Germinação, armazenamento e tratamento fungicida de sementes de seringueira ( *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) **Revista Brasileira de Sementes**,

Brasília, v. 16, n. 2, p. 128-133, 1994.

GARCIA, D.C.; BARROS, A. C. S. A., PESKE, S.T.; MENEZES, N. L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 29-38, 2004.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1966, 404 p.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Contrasting seed storage behaviour among different species of Meliaceae. **Seed Science and Technology**, Zurich, 26, p. 77-95, 1988.

LIMA, M.deJ.V.JR.; ELLIS, R.H.; FERRAZ, I.D.K. Seed quality development in sumauma (*Ceba pentandra* (L.) Gaertn.) **Seed Science and Technology**, Zurich, v.28, p. 739-751, 2000.

MAGUIRE, J.D. Seed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177. 1962.

MCLEAN, M.; DINI, M.; BERJAK, P. Contribution to the characterization of the seed storage fungi: *Aspergillus versicolor* and *A. wentii* **Seed Science and Technology**, Zurich, v.12, p. 437-446, 1984.

MEDEIROS, A. C.de S.; CAVALLARI, D.A.N. Conservação de germoplasma de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All.) Engl. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 128-133, 1992.

NETTO, D.A.M.; FAIAD, G.R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.

NODARI, R.O; FANTINI, A.C.; GUERRA, M.P; dos REIS, M.S.; SCHUCH, O. Conservação de frutos e sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Martius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p.1-10, 1998.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, p. 499-514, 1973.

ROBERTS, E.H. Physiology of ageing and its application to drying and storage. **Seed science and Technology**, Zurich, v.9, p. 359-372, 1981.

SANTARÉM, E.R.; AQUILA, M.E.A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Serma macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 17, n. 2, p.205-209, 1995.

SILVA, R.T.V.; HOMECHIN, M.; FONSECA, E. de P.; FURTADO, J.A.B.; SANTIAGO, D.C.; HOMECHIN JUNIOR, M. Ocorrência de fungos em sementes e vagens de barbatimão (*Striphnodendron adstringens* (Mart.)). **Informativo Abrates**, Brasília, v. 13, n. 13, p. 394, 2003.

SILVA, R.T.V.; HOMECHIN, M.; FURTADO, J.A.B.; SIMÃO, G.; SANTIAGO, D.C. Ocorrência de fungos em sementes de inga (*Inga edulis* (Mart.)) com e sem mucilagem. **Informativo Abrates**. Brasília, v. 13, n. 13, p. 402, 2003.

SILVEIRA, V.D. **Micologia**. 4.ed. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1981. 332p.

SINGH, K; FRISV AD, J.C.; THRAME, U.L.F.; MATHUR, S.B. **An illustrated manual on Identification of some Seed-borne Aspergilli, Fusara, Penicilia and their Mycotoxins**. Denmark: Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries Ryvangs. 1992, 133p.

SOUZA, V.C.; BRUNO, R. de L.A.; ARAUJO, E.; ANDRADE, L.A. Viabilidade e sanidade de sementes armazenadas de *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Informativo Abrates**. Brasília, v. 13, n. 13, p. 398, 2003.

SPERA, M.R.N.; CUNHA, R. da; TEIXEIRA, J.B. Quebra de dormência, viabilidade e conservação de sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 12, p.1-6, 2001

SUNILKUMAR, K.K.; SUDHAKARA, K. Effect of temperature, media and fungicide on the storage behavior of *Hopea parviflora* seeds. **Seed Science and Technology**. Zurich, v. 26, p. 781-797, 1998.

TANAKA, M.A.S. Sobrevivência de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho mantidas em duas condições de armazenamento. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.26, n.1, 2001.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. 1. ed. FUNEP/ UNESP, 1993, 165p.

WALTERS, C. Optimizing conditions for seed storage. **Anais: Simpósio Sobre Conservação de Recursos Genéticos**, Brasília, DF, sem paginação, 1999.

#### 4. CONCLUSÕES GERAIS

- A maturidade fisiológica das sementes de *Apuleia leiocarpa* variou conforme o ano de avaliação em função da precipitação pluvial. Em 2002 a maturidade foi atingida aos 98 DAA apenas em um dos locais (Local I) e em 2003 a partir dos 119 DAA em ambos os locais, com base nos parâmetros de teor de água, massa seca, germinação e vigor;
- O início da dormência por impermeabilidade do tegumento se deu aos 98 DAA no local II e aos 119 DAA no local I nas condições climáticas ocorridas em 2002 e não pode ser detectado em 2003;
- Sementes de *Apuleia leiocarpa* que não sofreram escarificação não absorveram água em quantidade suficiente para dar continuidade ao processo de germinação;
- A escarificação com ácido sulfúrico concentrado por vinte minutos foi o tratamento mais eficaz para a superação da dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa*, favorecendo o aumento da porcentagem e da velocidade da germinação;
- A coloração do tegumento das sementes de *Apuleia leiocarpa* não interferiu na porcentagem de germinação, porém, as sementes de coloração marrom claro apresentaram maior vigor;
- O tamanho das sementes não influenciou na porcentagem de germinação, porém, as sementes retidas na peneira de malha igual a 3,36 mm apresentaram menor vigor, avaliado pela massa seca de plântulas normais.
- A embalagem semipermeável sob a temperatura de 18°C e umidade relativa de 50%, foi a condição mais adequada para a conservação de sementes de *Apuleia leiocarpa*;
- Sementes de *Apuleia leiocarpa* armazenadas em embalagens permeáveis apresentaram menor porcentagem de germinação;
- A maior diversidade de gêneros de fungos foi observada nas sementes armazenadas em embalagens permeáveis sob a temperatura de 18°C e umidade relativa de 50%.