

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Ecologia de Bruchidae na predação pré-dispersão de  
sementes de *Albizzia lebbbeck* (L.) Benth. em  
arborização urbana**

**Luiz Santana do Nascimento**

**2009**



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

**ECOLOGIA DE BRUCHIDAE NA PREDAÇÃO PRÉ-DISPERSÃO DE  
SEMENTES DE *Albizzia lebbek* (L.) BENTH. EM ARBORIZAÇÃO  
URBANA**

**LUIZ SANTANA DO NASCIMENTO**

*Sob a orientação do Professor*  
**Acacio Geraldo de Carvalho**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2009

634.9  
N244e  
T

Nascimento, Luiz Santana do,  
Ecologia de Bruchidae na predação pré-  
dispersão de sementes de *Albizzia lebeck*  
(L.) Benth. em arborização urbana / Luiz  
Santana do Nascimento - 2009.  
81 f.: il.

Orientador: Acácio Geraldo de Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais e  
Florestais.

Bibliografia: f. 61-69.

1. Ecologia florestal - Teses. 2. Inseto -  
Comportamento - Teses. 3. Sementes - Teses.  
4. Arborização - Teses. 5. Leguminosa -  
Teses. I. Carvalho, Acácio Geraldo, 1953-  
II. Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais e Florestais. III.  
Título.

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

**LUIZ SANTANA DO NASCIMENTO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 28/08/2009.

---

Acacio Geraldo de Carvalho. Prof. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Ervandil Corrêa Costa. Prof. Dr. UFSM

---

Elen de Lima Aguiar Menezes. Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ

*“À minha querida e amável família e a  
minha avó Júlia Lopes (in memoriam)”.*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela força e garra que Ele tem me concedido em todo este trabalho;

Aos meus Pais: José Santana e Luzia Lopes pela paciência e compreensão;

Aos meus irmãos: Joel, Eliel, Irineu e Míria Lopes pela união, companheirismo e incentivo;

Ao Prof.: Dr. Acacio Geraldo de Carvalho pela confiança e orientação em todo este tempo de trabalho e convívio;

Ao Herinque Trevisan pela amizade e solução de dúvidas;

À Dr<sup>a</sup>. Cibele Stramare Ribeiro-Costa (UFPR) e Jéssica Herzog pela identificação dos exemplares de bruquídeos;

À Dr<sup>a</sup>. Angélica Maria Penteado-Dias (UFSCar) pela identificação dos exemplares de himenópteros parasitóides;

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia Florestal: Charles Oliveira e Thiago Conto pela ajuda na obtenção dos dados;

Aos amigos que adquiri em todo o meu convívio na UFRuralRJ e curso de Pós-graduação;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me acolher;

Ao PPGCAF pela oportunidade;

Aos Professores do PPGCAF pelos ensinamentos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

E a todos aqueles que de alguma forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

NASCIMENTO, Luiz Santana do. **Ecologia de Bruchidae na predação pré-dispersão de sementes de *Albizzia lebeck* (L.) Benth. em arborização urbana.** 2009. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

A predação pré-dispersão de sementes por insetos é de suma importância para a produção de sementes, uma vez que o potencial germinativo é afetado devido a danos provocados pelos insetos em desenvolvimento larval em seu interior. Quando este ataque acontece somente nos cotilédones, as reservas energéticas do embrião são drasticamente reduzidas afetando o desempenho e sobrevivência das plântulas, enquanto que, diretamente ao eixo embrionário, a mortalidade das sementes. Há poucos trabalhos na literatura sobre a espécie *Albizzia lebeck* (L.) Benth. em arborização, principalmente em se tratando da ecologia e comportamento dos insetos predadores de suas sementes. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar e quantificar os danos em sementes, a ocorrência e flutuação populacional dos insetos em frutos e sementes com ênfase, principalmente, à fase de maturação dos frutos em diferentes níveis de antropização e poluição do ar provocada por veículos automotores. As amostragens de frutos foram realizadas em matrizes de *A. lebeck* localizadas no Campus da UFRRJ (Seropédica), Km 32 da antiga Estrada Rio-São Paulo (Nova Iguaçu) e Km 47 (Seropédica), Estado do Rio de Janeiro e analisadas no Laboratório de Entomologia Florestal, DPF, IF, UFRRJ. Foram observados baixos níveis de infestação por insetos em frutos de maturação prematura o que deve estar associado ao baixo número de indivíduos em oviposição nos primeiros frutos. Já para frutos de maturação tardia, sobretudo aqueles coletados em locais com maior nível de antropização e influência da poluição do ar, foi observado aumento na infestação por insetos. O mesmo foi verificado no beneficiamento final das sementes em frutos de quarentena. No total, 9% das sementes apresentaram-se intactas (sadias), 31% abortadas e 60% danificadas sendo estas últimas 83% provenientes de matrizes localizadas no canteiro central da Rodovia (Km 32), 43% à sua margem (Km 47) e 42% em área de conservação do Jardim Botânico da UFRRJ. Foi encontrado percentual de 92,68 de insetos predadores de sementes distribuídos nas seguintes espécies: *Bruchidius* sp. (57,39%), *Merobruchus paquetae* (33,98%), *Stator limbatus* (0,27%), uma espécie de Lepidoptera não identificada (1,04%) e, o restante dos insetos emergentes (7,32%), pertencentes à Ordem Hymenoptera. Os indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. apresentaram período de emergência bem definida com pico em meados de setembro (cerca de 135 dias após a observação das primeiras posturas no campo) e a espécie *M. paquetae* médias de ocorrências bastante homogênea, com baixo número de indivíduos e poucas variações ao longo de todo o período de emergência em frutos de quarentena. O maior número de bruquídeos foi registrado em área de elevada antropização, sendo a espécie *Bruchidius* sp. predominante em frutos de matrizes localizadas no canteiro central e a espécie *M. paquetae* em matrizes localizadas à margem da rodovia. O número de bruquídeos em sementes de *A. lebeck* foi reduzido com a diminuição do nível de antropização local em matrizes em arborização o que refletiu em menor taxa de sementes danificadas e maior número de sementes sadias.

**Palavras-chave:** ecologia florestal, danos, comportamento de insetos.

## ABSTRACT

NASCIMENTO, Luiz Santana do. **Ecology of Bruchidae in pre-dispersal seed predation of *Albizzia lebeck* (L.) Benth. in urban trees.** 2009. 81p. Dissertation (Masters in Environmental Science and Forestry). Institute of Forestry, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

The pre-dispersal seed predation by insects has great importance for seed production. The germination is affected due to damage caused by insects in larval development inside the seed. If this damage occurs in the cotyledons, it mainly affects the performance and survival of seedlings, otherwise, if it occurs directly in the embryonic axis, the seed mortality is unavoidable. There are few studies about species of *Albizzia lebeck* (L.) Benth. in urban trees, especially when it comes to ecology and behaviour of insect predators of their seeds. In this context, this study aims to evaluate and quantify the damage in seeds, the occurrence and population fluctuation of insects on pods and seeds with emphasis mainly on the stage of pods ripening at different levels of human disturbance and air pollution caused by motor vehicles. The samples of pods were carried out on mother trees of *A. lebeck* located on the campus of UFRRJ (Seropédica), km 32 of old road Rio-São Paulo (Nova Iguaçu) and km 47 (Seropédica), Rio de Janeiro and the pods analyzed at the Laboratory of Forest Entomology, DPF, IF, UFRRJ. It was observed low levels of insect infestation in prematurely ripening pods which should be linked to the low number of specimen in oviposition on the first pods. However, for late ripening pods, especially those collected at sites with high levels of human disturbance and influence of air pollution, it was observed an increase in insect infestation. The same was observed in the final processing of seeds in pods of quarantine. In general, 9% of the seeds presented intact (healthy), 31% aborted and 60% damaged. 83% of damaged seeds were from the mother trees located in central reservation of Highway (Km 32), 43% of its margin (km 47) and 42% in the conservation area of Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Botanical Garden. Percentage of 92.68 was found of insect seed predators distributed in the following species: *Bruchidius* sp. (57.39%), *Merobruchus paquetae* (33.98%), *Stator limbatus* (0.27%), an unidentified species of Lepidoptera (1.04%) and the rest of emerging insects (7.32%) belonging to Order Hymenoptera. Specimen of *Bruchidius* sp. presented emergency period with well-defined peak in mid-September (approximately 135 days after observation of the first ovipositions in the field) and species *M. paquetae* average occurrences rather homogeneous, with low numbers of specimen and few variations throughout the period of emergency quarantine on pods. The largest number of bruchids was recorded in an area of high human disturbance, being the species *Bruchidius* sp. predominant in pods of trees placed in central reservation of the highway and the species *M. paquetae* on mother trees located beside of the highway. The number of bruchids in seeds of *A. lebeck* was reduced with decreasing levels of human disturbance in urban trees which resulted in a lower percentage of damaged seeds and higher number of healthy seeds.

Keywords: forest ecology, damage, insect behaviour

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização das matrizes selecionadas no Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009. 15
- Figura 2:** Localização das matrizes selecionadas no município de Nova Iguaçu, RJ. 2009. .... 16
- Figura 3:** Vista das árvores matrizes: a) Área 1, b) Área 2, c) Área 3, Seropédica, RJ. 2008. .... 16
- Figura 4:** a) Presença de larva em fruto de *A. lebeck* com sementes em início de desenvolvimento, b) Tamanho da semente em desenvolvimento em relação à semente seca, c) Semente com ataque recente de larva de Bruchidae. .... 22
- Figura 5:** Oviposição de Bruchidae em frutos verdes de *A. lebeck*: a) circunferência do lóbulo, b) centro. .... 23
- Figura 6:** a) Ovo próximo aos locais de reação do fruto pela entrada de larvas. b) Oviposição em agrupamento em local de ferimento. .... 23
- Figura 7:** a) Ácaros em inseto adulto, b) Frutos de *A. lebeck* em diferentes grau de desidratação de suas sementes, c) Pigmentos escuros no exocarpo de fruto seco. .... 24
- Figura 8:** Exudato na superfície do fruto de *A. lebeck* em consequência da perfuração por larva de 1º instar: a) ataque recente da larva, b) exudato solidificado. .... 24
- Figura 9:** Larvas no embrião da semente de *A. lebeck*: a) sem consistência sólida, b) com interrupção do desenvolvimento pela planta, c) não desenvolvido. .... 25
- Figura 10:** Sementes de *A. lebeck* com embrião danificado: a) morte do embrião, b) embrião lesionado. .... 25
- Figura 11:** Larva de Bruchidae em semente de *A. lebeck* abortada: a) semente verde, b) semente seca, c) semente com recurso esgotado. .... 25
- Figura 12:** Sementes de *A. lebeck* em fase de maturação: a) larvas no embrião da semente em maturação fisiológica, b) larva morta em conflito. .... 26
- Figura 13:** Sementes de *A. lebeck* em fase de desidratação: a) larvas em competição por recurso, b) larvas em estágio avançado, c) pupas da espécie *Bruchidius* sp. em fase final de desenvolvimento. .... 26
- Figura 14:** Posturas de bruquídeos em frutos de *A. lebeck*: a) área de alta poluição do ar (Área 1), b) área com baixa poluição do ar (Área 4). .... 31
- Figura 15:** Orifício de perfuração de larvas de Bruchidae em fruto e sementes de *A. lebeck*: a) tegumento de semente verde, b) superfície de fruto seco, c) tegumento de semente em desidratação. .... 32
- Figura 16:** Parasitismo da larva de Bruchidae por *Eupelmus* sp. (Hymenoptera, Eupelmidae): a) sondagem da larva pelo inseto parasitóide, b) oviposição em larva no interior da semente. .... 32
- Figura 17:** Larvas de himenópteros parasitóides em parasitismo: a) larvas de Bruchidae, b) pré-pupa de Bruchidae, c) em larva e pupa de Bruchidae. .... 33
- Figura 18:** Larva de himenópteros parasitóides em parasitismo: a) interior da larva de Bruchidae, b) exterior a larva de Bruchidae. .... 33

<b>Figura 19:</b> Insetos adultos: a) <i>Bruchidius</i> sp., b) <i>Merobruchus paquetae</i> , c) Pupas em estágio final de desenvolvimento no interior da semente: I- <i>M. paquetae</i> e II- <i>Bruchidius</i> sp.....	34
<b>Figura 20:</b> Espécie <i>Bruchidius</i> sp.: a) ovos em superfície de fruto (20X) e comprimento dos ovos, b) tamanho do inseto adulto. ....	35
<b>Figura 21:</b> Espécie <i>M. paquetae</i> : a) ovos em superfície de fruto verde, b) ovos em superfície do tegumento da semente em dessecação, c) tamanho do inseto adulto.....	35
<b>Figura 22:</b> Refúgio de insetos em orifícios de emergências no fruto e sementes de <i>A. lebeck</i> : a) Verificação do local pelo inseto, b) Entrada na cavidade da semente. ....	36
<b>Figura 23:</b> Temperatura máxima e mínima, Seropédica, RJ. 2008. ....	37
<b>Figura 24:</b> Período de formação à dispersão de frutos e sementes de <i>A. lebeck</i> e infestação por Bruchidae em reprodução.....	37
<b>Figura 25:</b> Umidade Relativa do ar, Seropédica, RJ. 2008. ....	38
<b>Figura 26:</b> Velocidade média de ventos (m/s), Seropédica, RJ. 2008. ....	38
<b>Figura 27:</b> Posturas de <i>M. paquetae</i> em sementes de <i>A. lebeck</i> em fase final de maturação fisiológica: a) início de desidratação, b) estágio intermediário de desidratação. ....	39
<b>Figura 28:</b> Frutos secos amostrados nas três coletas de frutos de <i>A. lebeck</i> , para emergência dos insetos em laboratório. a) frutos da primeira coleta, b) segunda e, c) terceira. ....	43
<b>Figura 29:</b> Semente de <i>A. lebeck</i> : a) inseto em emergência, b) orifício fechado.....	46
<b>Figura 30:</b> Qualidade das sementes beneficiadas em porcentagem. ....	46
<b>Figura 31:</b> Porcentagem de sementes sadias, chochas e atacadas de <i>A. lebeck</i> por área de coleta. ....	47
<b>Figura 32:</b> Porcentagem de sementes de <i>A. lebeck</i> atacadas com perfuração de larvas, 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de Bruchidae.....	48
<b>Figura 33:</b> Porcentagem de sementes de <i>A. lebeck</i> atacadas com 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de Bruchidae. ....	49
<b>Figura 34:</b> Porcentagem final de insetos emergentes em amostras de frutos de matrizes de <i>A. lebeck</i> em quarentena. ....	50
<b>Figura 35:</b> Porcentagem de insetos da família Bruchidae emergentes em amostras de frutos de <i>A. lebeck</i> de quarentena. ....	50
<b>Figura 36:</b> Porcentagem de insetos por espécie ocorrentes por área de amostragens de frutos de <i>A. lebeck</i> . ....	51
<b>Figura 37:</b> Espécies himenópteras (parasitóides): a) <i>Horismenus</i> sp. (Hymenoptera, Eulophidae), b) <i>Eupelmus</i> sp. (Hymenoptera, Eupelmidae), c) <i>Eurytoma</i> sp. (Hymenoptera, Eurytomidae). ..	55
<b>Figura 38:</b> Espécies himenópteras (parasitóides): a) <i>Heterospilus</i> sp. (Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae), b) <i>Stenocorse</i> sp. (Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae), c) <i>Bracon</i> sp. (Hymenoptera, Braconidae, Braconinae). ....	55
<b>Figura 39:</b> Percentual de insetos parasitóides ocorrentes em sementes de <i>A. lebeck</i> atacadas por área de amostragens de frutos.....	56

<b>Figura 40:</b> Percentual geral de insetos himenópteros parasitóides ocorrentes em amostras de frutos de <i>A. lebeck</i> de quarentena em laboratório.....	56
<b>Figura 41:</b> Percentual de sementes atacadas com 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de Bruchidae na primeira amostragem de frutos <i>A. lebeck</i> .....	58
<b>Figura 42:</b> Flutuação de indivíduos da espécie <i>Bruchidius</i> sp. em amostras de frutos de <i>A. lebeck</i> em quarentena. ....	58
<b>Figura 43:</b> Flutuação de indivíduos da espécie <i>M. paquetae</i> em amostras de frutos de <i>A. lebeck</i> em quarentena. ....	59

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Média ( $\pm$ DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas, perfurações no exocarpo de frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em fases de maturação de uma mesma árvore matriz isolada de <i>A. lebbeck</i> em arborização do Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009. ....	27
<b>Tabela 2:</b> Média ( $\pm$ DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas, perfurações no exocarpo de frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em três estágio de maturação amostrados em duas datas em mesma matriz isolada (Área 4) de <i>A. lebbeck</i> em arborização do Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009. ....	29
<b>Tabela 3:</b> Média ( $\pm$ DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas na superfície dos frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em duas coletas de frutos de <i>A. lebbeck</i> em estágio inicial de maturação, Seropédica, RJ. 2009. ....	30
<b>Tabela 4:</b> Média ( $\pm$ DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas na superfície dos frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em amostragens de frutos de <i>A. lebbeck</i> em estágio inicial de maturação, Seropédica, RJ. 2009. ....	30
<b>Tabela 5:</b> Média ( $\pm$ DP) de comprimento de frutos, número de sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes, por fruto, em matrizes de <i>A. lebbeck</i> por área, Seropédica, RJ. 2009.....	41
<b>Tabela 6:</b> Média ( $\pm$ DP) de comprimento de frutos, número de sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes por fruto de <i>A. lebbeck</i> por área, Seropédica, RJ. 2009.....	42
<b>Tabela 7:</b> Média ( $\pm$ DP) de comprimento de frutos secos, número de sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes por fruto de <i>A. lebbeck</i> , Seropédica, RJ. 2009. ....	43
<b>Tabela 8:</b> Média ( $\pm$ DP) de orifícios de emergências por insetos em frutos, orifícios de emergências por insetos em sementes como de sementes atacadas com 1 orifício, 2 orifícios e 3 ou mais orifícios por fruto de <i>A. lebbeck</i> , Seropédica, RJ. 2009.....	45
<b>Tabela 9:</b> Média ( $\pm$ DP) de orifícios de emergências por insetos em frutos de <i>A. lebbeck</i> , sementes e número de orifícios por sementes e época de coleta, Seropédica, RJ. 2009. ....	45
<b>Tabela 10:</b> Número de insetos bruquídeos da espécie <i>Bruchidius</i> sp., <i>M. paquetae</i> , himenópteros parasitóides e espécies parasitóides ocorrentes em sementes de <i>A. lebbeck</i> atacadas por área, Seropédica, RJ. 2009.....	52
<b>Tabela 11:</b> Número de indivíduos das espécies <i>Bruchidius</i> sp., <i>M. paquetae</i> , himenópteros parasitóides e espécies ocorrentes de parasitóides em frutos de <i>A. lebbeck</i> de quarentena, Seropédica, RJ. 2009.....	53
<b>Tabela 12:</b> Número de insetos das espécies <i>Bruchidius</i> sp, <i>M. paquetae</i> , parasitóides e espécies de parasitóides ocorrentes em frutos de <i>A. lebbeck</i> de quarentena, Seropédica, RJ. 2009. ....	54
<b>Tabela 13:</b> Número de orifícios em frutos da primeira amostragem antes da quarentena e após a emergência dos insetos, porcentagem dos orifícios antes da quarentena, número de insetos emergentes e porcentagem de insetos em fuga pelo mesmo orifício de emergência de outrem em frutos de <i>A. lebbeck</i> de quarentena, Seropédica, RJ. 2009.....	57

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 A ordem Coleoptera .....	3
2.2 A família Bruchidae .....	3
2.3 Aspectos relacionados à espécie florestal <i>Albizzia lebeck</i> .....	6
2.4 Aspectos relacionados a formação de frutos e sementes.....	7
2.5 Predação de sementes por insetos .....	8
2.6 Mecanismos de defesas de plantas.....	10
2.7 Antropização e poluição do ar .....	11
2.8 Parasitóides .....	11
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1 Localização das matrizes de <i>A. lebeck</i> .....	14
3.2 Seleção das árvores matrizes .....	17
3.3 Amostragem dos frutos .....	17
3.4 Dados climáticos .....	17
3.5 Infestação por Bruchidae em frutos e sementes de <i>A. lebeck</i> .....	17
3.5.1 Grau de maturação de frutos x infestação .....	17
3.5.2 Efeito da antropização (poluição do ar) na infestação .....	18
3.5.3 Preferência de oviposição em sementes em três fases de desidratação.....	18
3.5.4 Aspectos biológicos dos bruquídeos em sementes .....	19
3.5.5 Parasitismo de larvas em sementes .....	19
3.6 Quantificação da emergência dos insetos em frutos de quarentena.....	19
3.7 Quantificação da predação das sementes pelos insetos.....	20
3.8 Análise dos dados.....	20
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
4.1 Caracterização das árvores matrizes .....	21
4.2 Ecologia de Bruchidae em frutos e sementes em desenvolvimento e fase de maturação .....	22
4.2.1 Comportamento de oviposição .....	22
4.2.2 Comportamento das larvas .....	24
4.2.3 Análise da infestação dos bruquídeos .....	27
4.2.2 Efeito da antropização e influência da poluição do ar na infestação .....	29
4.2.4 Parasitismo.....	32
4.2.5 Espécies de Bruchidae .....	34
4.2.6 Condições ambientais.....	36
4.2.7 Preferência de oviposição em sementes em estágios de desidratação .....	38
4.3 Reprodução dos insetos em laboratório.....	39
4.4 Predação de sementes de <i>A. lebeck</i> por bruquídeos em frutos de quarentena .....	40
4.5 Quantificação dos insetos predadores de sementes de <i>A. lebeck</i> e seus parasitóides .....	49
4.6 Flutuação populacional das espécies <i>Bruchidius</i> sp. e <i>M. paquetae</i> .....	57
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>60</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>61</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A predação de sementes começou a ser observada pelos humanos desde a época em que se tornaram cultivadores de grãos, deixando-se de serem caçadores ou nômades. Desde então, eram obrigados a fazer o armazenamento de suas sementes recém-colhidas para plantios posteriores, em locais bem seguros de predadores como: insetos, pássaros, roedores e microrganismos (HARRINGTON, 1972). Estas observações, ganharam maior proporção com o surgimento dos plantios agrícolas em áreas extensivas, gerando então, muitos estudos sobre o armazenamento de grãos e longevidade de sementes agrícolas, como também, estudos no controle de plantas daninhas para a redução de herbicidas devido ao apelo ambiental da sociedade principalmente nos países desenvolvidos.

Atualmente, devido às devastações e perdas de ecossistemas naturais, principalmente nas regiões tropicais, estudos de predação de sementes com espécies florestais vem sendo realizados com ênfase na produção de sementes para a recuperação e restauração desses ecossistemas, como também, a influência dos predadores de sementes na dinâmica e estabelecimento das espécies vegetais em tais ambientes. Neste contexto, a predação de sementes assume grande importância por reduzir o número de sementes viáveis no banco de sementes para o recrutamento de plântulas e, a conservação das sementes em armazenamento para a produção de mudas em viveiros.

Segundo JANZEN (1971, 1980), a predação de sementes pode ser observada em duas etapas: pré-dispersão e pós-dispersão. A predação pré-dispersão se refere ao ataque às sementes antes do processo de dispersão. Este tipo de predação é muito comum ser realizada por insetos, sendo um processo importante por causar uma forte diminuição na sobrevivência de plantas, podendo alcançar 80% de mortalidade das sementes produzidas em ambientes florestais.

A predação de sementes florestais nativas e exóticas por coleópteros em vegetações tropicais é um fenômeno comum, ocorrendo principalmente em frutos maduros (LISBOA, 1975). E, poucas espécies florestais estão livres desses ataques que são, na maioria, causados no estágio de larvas oriundas de ovos depositados ainda no fruto em fase de desenvolvimento que após a eclosão, penetram nas sementes através do pericarpo do fruto e tegumento, onde se desenvolvem consumindo parte ou todo seu conteúdo de reserva. Este tipo de predação pode não ser constatado no momento da colheita, mas na secagem e armazenamento das sementes (KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES, 1993).

Os danos às sementes pelos bruquídeos, geralmente acontecem ainda no campo durante o processo de maturação dos frutos, onde as larvas dos insetos se desenvolvem em conjunto com as sementes e, próximo ou no momento de sua maturidade fisiológica, os adultos emergem, sendo esta a ocasião em que se observa os danos (SANTOS *et al.* 1991, 1994).

De acordo com HOWE (1972), não há uma delimitação definida entre espécie de Bruchidae que ataca sementes no campo e/ou armazenamento, o que varia de espécie para espécie. Algumas espécies podem atacar sementes em desenvolvimento em planta tão bem como em armazenamento, enquanto que outras são comumente encontradas em estoques sem que seja espécies de estoques. Estas porém, tem desenvolvido no campo e emersos no armazenamento das sementes, sendo muitas das vezes, incapazes de se desenvolver em sementes armazenadas ao baixo teor de umidade. Algumas espécies, portanto, atacam sementes em desenvolvimento no campo, podendo passar a outras gerações em sementes armazenadas.

A produção de sementes é um estágio crítico na vida das espécies vegetais e os processos que ocorrem em sementes e plântulas são de grande importância para o entendimento da dinâmica das populações e comunidades vegetais (DE STEVEN, 1983; SCHUPP, 1992).

As sementes por representarem uma fonte concentrada de proteínas e minerais (JANZEN, 1971) são exploradas por uma ampla variedade de animais, especialmente insetos. Diversos estudos têm mostrado a ocorrência de predação de sementes pré-dispersão por insetos (principalmente larvas de Diptera, Coleoptera e Lepidoptera) em um grande número de famílias de plantas (CRAWLEY, 1992a; SANTOS *et al.*, 1994; ZHANG *et al.*, 1997).

Dentre os principais predadores de sementes florestais se encontram algumas espécies de coleópteros pertencentes às famílias: Bruchidae, Curculionidae, Anthribidae e Cerambycidae (MONTE, 1935; BONDAR, 1936; ARRUDA, 1950; VERNALHA, 1953; SANTOS *et al.*, 1985; SANTOS *et al.*, 1994; SANTOS *et al.*, 1996).

A família Bruchidae apresenta maior destaque devido seus representantes: (1) serem bastante restritivos quanto à dieta alimentar (BONDAR, 1936; HOWE, 1972) podendo ocorrer especificidade nos níveis de gênero ou família de plantas (JOHNSON, 1981); (2) assumir grande importância econômica, se reproduzindo principalmente em sementes de leguminosas tanto no campo como em armazenamento (HOWE, 1972); (3) afetar drasticamente a qualidade e viabilidade das sementes comprometendo a germinação (SANTOS *et al.*, 1994; FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) podendo chegar, em alguns casos, ao nível de danos de 89% como observou FERRAZ & CARVALHO (2001) em *Cassia fistula*.

Segundo LOUDA & POTVIN (1995), a predação de sementes não reduz somente o número de sementes que uma planta produz, como também o número de plântulas e indivíduos adultos reprodutivos na próxima geração afetando, dessa maneira, a dinâmica da planta hospedeira e exercendo uma considerável redução em seu valor adaptativo (VOLTOLINI & ESTRADA, 2003). Os predadores de sementes tendem a ser altamente especializados, podendo ser suscetíveis a pequenas alterações na planta hospedeira, como também no número e tamanho das sementes (TAMURA & HIARA, 1998).

Bruquídeos tem causado danos em sementes de *Albizzia lebeck* (L.) Benth., com perdas de até 50% no município de Seropédica, Rio de Janeiro (KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES, 1993). A espécie *Merobruchus paquetae* Kingsolver (1980) (Coleoptera: Bruchidae), de acordo com FIGUEIRA & CARVALHO (2003), é de comum ocorrência nesta região onde se encontra associada às sementes desta leguminosa em arborização.

Devido ao baixo número de trabalhos realizados com a espécie *Albizzia lebeck* (L.) Benth. em relação a seus insetos predadores de sementes, faz com que seja evidente a necessidade de estudos mais específicos sobre a ecologia e comportamento desses insetos, visto que nos leva a possibilidade de novas descobertas e ao entendimento de uma série de fatores como o controle da essência florestal exótica como possível espécie invasora de habitats naturais, ou o inseto se tornar praga futuramente de espécies nativas.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar e quantificar os danos em sementes de *Albizzia lebeck* provocados pelos insetos como a ocorrência e flutuação populacional tanto de insetos predadores de sementes quanto de seus inimigos naturais em frutos e sementes com ênfase à fase de maturação dos frutos e desidratação das sementes em diferentes pontos da arborização urbana.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A ordem Coleoptera

A ordem Coleoptera (L., 1758) é a maior Ordem de todo o Reino animal desde os primórdios com pelo menos um quarto de todas as espécies conhecidas (NAFRIA & DURANTE, 1985). Apresenta também o maior número de espécies conhecidas da Classe Insecta com aproximadamente 330.000 espécies descritas (RICHARDS & DAVIES, 1984).

Os coleópteros são considerados como organismos polípagos, apresentando grande importância aos agroecossistemas e sistemas florestais devido ao grande número de espécies fitófagas (LARA, 1991). São encontrados em quase todo o tipo de habitat onde vivem em equilíbrio, além de serem indicadores biológicos, podem causar perdas econômicas significativas em diversas culturas agrícolas e florestais plantadas (FERRAZ *et al.*, 1998).

Um grande número de espécies desta Ordem são consideradas pragas agrícolas; outras atacam grãos armazenados, livros e até cabos de linhas telefônicas. No entanto, muitas espécies são utilizadas no controle biológico como predadores de insetos pragas (GALLO *et al.*, 1988).

PEDROSA-MACEDO (1989), em sua revisão bibliográfica, constatou a existência de 435 espécies de insetos desta Ordem distribuídos em 24 famílias citadas como causadoras de danos em cerca de 190 espécies de árvores e arbustos brasileiros, incluindo as exóticas.

Em geral, a ordem Coleoptera agrupa também o maior número de espécies de insetos predadores de sementes, sendo a família Bruchidae a de maior destaque devido aos insetos serem bastante específicos a sua dieta alimentar, alimentando-se somente de sementes durante todo o período de desenvolvimento larval.

### 2.2 A família Bruchidae

A família Bruchidae é constituída de aproximadamente 1700 espécies, agrupadas em 66 gêneros, dentro de 6 subfamílias: Amblycerinae, Bruchinae, Eubaptinae, Kytorhininae, Pachymerinae e Rhaebinae (SOUTHGATE, 1979; JOHNSON & ROMERO, 2004). Aproximadamente 80% das espécies de bruquídeos estão na subfamília Bruchinae, 10% na Amblycerinae, 9% na Pachymerinae, e os outros 1% distribuídas às outras três subfamílias (JOHNSON & ROMERO, 2004).

Segundo JOHNSON (1989), esses besouros são importantes predadores de sementes de 35 famílias de plantas hospedeiras, aproximadamente 85% das plantas hospedeiras registradas são Leguminosae, 4% Convolvulaceae, 4% Palmae, 2% Malvaceae e os 5% restantes distribuídas às outras 31 famílias de plantas.

O maior número de espécies vive em regiões tropicais da Ásia, África, América Central e América do Sul. Muitas espécies têm grande importância econômica, por procriar em grãos de valor econômico consumindo suas proteínas. Outras espécies, contudo, destroem sementes de um imenso número de leguminosas (SOUTHGATE, 1979).

A principal característica desta família de insetos são os élitros curtos que deixam desprotegida a extremidade do abdômen. O corpo é ovalado, com cabeça livre, rostro curto e achatado e antenas com 11 segmentos (GALLO *et al.*, 1988). Indivíduos desta família possuem olhos bem desenvolvidos, as pernas posteriores mais robustas que as anteriores, tendo os fêmures espessos, às vezes as tíbias posteriores de algumas espécies apresentam-se com esporão distinto

ou obsoleto (LIMA, 1955). BORROR & DELONG (1969) descrevem os membros da família Bruchidae como besouros curtos, de corpo robusto e com menos de 1 cm de comprimento; os élitros são curtos não cobrindo o ápice do abdômen. O corpo é frequentemente estreitado na parte anterior e a coloração é usualmente cinza ou parda.

Sob o ponto de vista etológico, os bruquídeos são divididos em dois grupos: os que põem seus ovos na superfície dos frutos quando estes ainda se encontram na planta hospedeira e as larvas penetram o fruto se desenvolvendo nas sementes e, os que põem seus ovos diretamente sobre as sementes quando estas se acham, portanto, separadas dos respectivos frutos. Sob o ponto de vista econômico, estes são os mais importantes, podendo se desenvolver continuamente nas sementes armazenadas (LIMA, 1955).

Posteriormente, os bruquídeos foram agrupados em três tipos diferentes de guildas de oviposição, sendo estas guildas o resultado da coevolução e/ou evolução seqüente. Na primeira guilda (guilda A), os insetos fazem suas posturas somente na superfície dos frutos maduros quando estes ainda se encontram na planta hospedeira; na segunda (guilda B), somente em sementes maduras em frutos ainda na planta tendo acesso por poros de deiscência parcialmente abertos ou por orifícios de saída de outros besouros de semente; e na terceira (guilda C), somente em sementes maduras já dispersas pela planta (JOHNSON, 1981; JOHNSON & ROMERO, 2004).

Estas guildas se dividem ao longo do eixo temporal de desenvolvimento do fruto em fruto indeiscente para parcialmente deiscente e sementes dispersas (MORSE & FARRELL, 2005). Dependendo da estrutura dos frutos, uma espécie de planta pode ter oviposição de todas as três guildas, algumas somente de duas guildas e outras somente de uma guilda (JOHNSON & ROMERO, 2004).

CENTER & JOHNSON (1974) ao revisar a biologia de 38 espécies de bruquídeos e 44 espécies de plantas hospedeiras, segundo SILVA *et al.* (2007), demonstraram que a oviposição ocorreram mais freqüentemente sobre a superfície dos frutos do que no tegumento das sementes; sendo que dois terços dessas espécies de bruquídeos alimentaram e empuparam dentro de uma única semente e um terço consumiram mais de uma semente com ocorrência de empupação fora das sementes, porém ainda dentro dos frutos. Das plantas hospedeiras avaliadas, 75% apresentaram frutos indeiscentes ou com deiscência tardia e 25%, frutos deiscentes.

Entretanto, JOHNSON & ROMERO (2004) observaram que 77% de todas as espécies de bruquídeos estudados depositaram seus ovos na superfície dos frutos, 10% em sementes dentro de frutos e 13% em sementes já dispersas no solo. O tipo de comportamento de oviposição em espécies de bruquídeos pode ser uma das formas que os mesmos se utilizam para sobrepor as barreiras impostas pela planta hospedeira ou mesmo uma estratégia para prevenir a mortalidade de seus ovos e larvas pela ação de inimigos naturais como os parasitóides (RIBEIRO-COSTA & COSTA, 2002).

De acordo com BIRCH *et al.* (1989) apud SCHERER & ROMANOWSKI (2005), a fêmea, antes de fazer a postura, examina a superfície do fruto com seu ovipositor dotado de receptores tácteis e quimiorreceptores, os quais recebem informações da superfície do fruto bem como de sua umidade e conteúdo químico. Estas informações seriam utilizadas na aceitação ou não do fruto para a deposição dos ovos.

Neste sentido, as larvas de muitos bruquídeos não escolhem seus hospedeiros para seu desenvolvimento, apenas se alimentam, crescem e emergem de sementes selecionadas pela fêmea em oviposição (MITCHELL, 1975). Durante seu desenvolvimento larval até o estágio de pupa, a larva pode consumir parte ou todo o conteúdo de reserva da semente (SILVA, 1989; YAMAMOTO, 2003).

BOHART & KOERBER (1972) citam uma espécie de bruquídeo *Bruchus pisorum* que é altamente especializado em sementes de ervilhas onde insetos adultos aparecem no campo no momento em que as flores das ervilhas começam a se despontarem, alimentando-se de pólen e pétalas. Quando as vagens começam a se desenvolver, as fêmeas depositam seus ovos sobre a superfície do fruto imaturo, que dependendo da temperatura, as larvas eclodem após 5 dias a duas semanas, penetram na vagem e se desenvolvem nas sementes. Após se alimentarem por 4 a 6 semanas, se transformam em pupas e, em duas semanas se tornam em adultos.

A larva de Bruchidae se alimenta dentro da semente onde também é formada a pupa e o inseto adulto, sendo a fase adulta a única a ser encontrada fora da semente (HOWE, 1972). Segundo JOHNSON *et al.* (1995), a semente representa um alimento rico e, freqüentemente bem protegido das adversidades ambientais para as larvas dos insetos.

A família Bruchidae é o maior exemplo de variedade de adaptação de vida em crescimento em sementes. A maioria das espécies desta família vive em sementes especialmente de leguminosas que perduram na planta por um bom tempo quando maduras (HOWE, 1972).

Os bruquídeos em seu estado larval se alimentam de sementes provocando sérios danos. Apesar de consumir sementes de diversas famílias botânicas, possuem preferência por sementes de espécies da família Leguminosae (KINGSOLVER, 2002; ROMERO, 2002; LOREA-BAROCIO *et al.*, 2006). Devido a esta preferência são, hoje, encontrados em quase todas as partes do mundo por serem transportados pelo comércio de grãos ou sementes (LIMA, 1955).

Conforme ROMERO (2002), a importância econômica deste grupo de insetos (bruquídeos) está em seu hábito espermatófago de se alimentar de sementes, onde são considerados pragas ao danificarem sementes de espécies vegetais de importância econômica, e reguladores de populações naturais de espécies botânicas ao se alimentarem de sementes de plantas silvestres (LOREA-BAROCIO *et al.*, 2006).

De acordo com PUZZI (1977), a maior parte dos insetos que infestam os grãos armazenados, alimentam-se do endosperma em sua fase inicial e, num estágio posterior, atacam o eixo embrionário e, algumas espécies destroem especificamente o eixo embrionário causando acentuada redução na germinação das sementes.

Se o embrião for destruído pela larva, a semente poderá até germinar se plantada, mas produzirá plântulas fracas e sem vigor devido à destruição de suas reservas (BOHART & KOERBER, 1972). As larvas podem destruir porção considerável dos cotilédones, causando enorme efeito sobre a viabilidade das sementes e vigor das plântulas (ROHNER & WARD, 1999).

O fato dos bruquídeos destruírem sementes de plantas indesejáveis tem estimulado o interesse em usá-los como agentes controladores de plantas daninhas como inimigos naturais (BOHART & KOERBER, 1972; SOUTHGATE, 1979). Devido a isto, vários programas de controle biológico já estão se utilizando ou desejam se utilizar destes predadores de semente como espécies auxiliares na limitação da propagação de diversas espécies leguminosas invasoras. Porém, KERGOAT *et al.* (2007) chamam a atenção para a importância de se avaliar cuidadosamente os riscos de uma possível migração dos besouros de suas plantas hospedeiras para plantas nativas, especialmente quando se lida com espécies de plantas invasoras.

ROCHA *et al.* (2003) observaram que um dos fatores para a germinação das sementes do jacarandá-do-cerrado que possuem tegumento resistente está associado a alta taxa de predação por insetos (Coleoptera: Bruchidae) devido a perfuração do tegumento. Embora, em muitas espécies vegetais, a predação de frutos pode levar a mortalidade das sementes em conseqüências dos danos provocados ao embrião ou através de aberturas de orifícios que facilitam a ação de agentes patogênicos, como fungos e bactérias.

### 2.3 Aspectos relacionados à espécie florestal *Albizia lebbbeck*

*Albizia lebbbeck* (L.) Benth. (Leguminosae: Mimosoideae) é uma espécie caducifólia de crescimento rápido das regiões tropicais e subtropicais da Ásia, podendo alcançar de 25 a 30 metros de altura, sendo encontrada tanto em bosques de áreas úmidas como em áreas secas em sua distribuição natural desde as latitudes de 8° N até a 32° N, onde é conhecida popularmente como “Siris” possuindo mais de 45 nomes comuns na Índia (PARROTA, 1987). Nestas regiões, *A. lebbbeck* ocorrem em uma variedade de climas e precipitação anual de 500 a 2500 mm e em distintos tipos de solos desde os argilosos densos aos extremamente salinos (PARROTA, 1987; UDDIN *et al.*, 2007).

Devido sua plasticidade é amplamente cultivada no continente asiático, principalmente na Índia onde é cultivada como árvore de sombra em plantações de café e cacau, sendo também, usada como fonte de adubação verde em arrozais orgânicos. Além de ser boa produtora de néctar para a produção de mel em apiários, é muito utilizada na medicina tradicional (PARROTA, 1987).

A madeira de *A. lebbbeck* possui uma série de usos, incluindo a confecção de móveis devido sua cor e dureza moderada (peso específico: 0,55-0,60 g/cm<sup>3</sup>). É um excelente combustível, sendo bastante usada como lenha e carvão, além do tanino para o curtimento de tecido, tem sido utilizada na fabricação de detergentes devido seu alto conteúdo de saponinas (PARROTA, 1987). É utilizada também como alimento para diversos tipos de animais domésticos por apresentar até 30 % de proteínas em suas folhas e ramos.

A introdução de *A. lebbbeck* nas Américas se deu no período Colonial como árvore ornamental (Ilhas Caribenhas) e como combustível (Porto Rico) (PARROTA, 1987), o que tem escapado das áreas de cultivo e invadido habitats naturais e perturbados, se adaptando nessas regiões (DUNPHY & HAMRICK, 2005). Dentre os países americanos em que se tem naturalizado se encontram a Colômbia (plantio para sombreamento de café e cacau), a Venezuela e o Brasil, possuindo mais de 23 nomes em espanhol em todo o continente ocidental (PARROTA, 1987).

No Brasil, a distribuição geográfica da espécie *A. lebbbeck* abrange os seguintes Estados: Amazonas, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Rio Grande do Norte e Alagoas, sendo popularmente conhecida como “coração de negro, ébano-oriental e faveiro” (LORENZI, 1998).

A espécie *A. lebbbeck* por apresentar rápido crescimento, habilidade para fixar nitrogênio, melhorar a estrutura do solo (DUTRA *et al.*, 2007) e aumentar a fertilidade do solo devido a absorção dos nutrientes e rápida rotação e decomposição de sua folhagem (SUNDARAVALLI & PALIWAL, 2002), tem sido bastante recomendada como essência promissora para compor a vegetação visando a recuperação de áreas degradadas (FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) e sistemas agroflorestais em função da utilização da madeira para várias finalidades (LORENZI, 1998). Além de sua utilização na arborização de estacionamentos, praças e margens de rodovias como árvore ornamental (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCIES, 1979).

Após a frutificação, perde totalmente as folhas, ficando cobertas de vagens o que lhe dá um aspecto característico (FIGUEIRA & CARVALHO, 2003), do qual vem a origem, em árabe, do nome da espécie “laebach” que quando agitadas pelo vento, as vagens e suas sementes inclusas produzem um chocalho incessante, e o nome do gênero devido um nobre florentino Filippo del Albizzi introduzir, em 1749, *Albizia julibrissin* em cultivo (AGROFORESTRY DATABASE, 2000).

De acordo com JOKER (2000), o florescimento de *A. lebbbeck* na Índia, acontece de março a maio e o amadurecimento dos frutos de agosto a outubro. Suas flores são brancas, os frutos

apresentam de 6 a 12 sementes por legume (vagem), sendo estes de 12 a 20 cm de comprimento e largura de 2 a 5 cm. Quando amadurece, as vagens são de coloração palha e as sementes marrons claras. Produz um grande número de frutos deiscentes, os quais permanecem na árvore durante meses, às vezes, chegando à floração seguinte. Quando caem ao solo, podem ser levadas a grandes distâncias pelo vento (PARROTTA, 1987).

Segundo SERRANO (2000), os frutos de *A. lebeck* são vagens membranáceas, não segmentadas, de tamanho variando entre 6,5 a 37 cm e largura de 2,5 a 5,0 cm que ao amadurecerem, ainda presos à árvore, se desidratam adquirindo uma coloração cor de palha com variação de 2 a 11 sementes por fruto. Cada planta produz centenas de frutos deiscentes, cuja maioria observada se abre após ter se desprendido da árvore. As sementes têm forma auricular, tamanho médio de 10,0 x 8,0 mm, desprovidas de arilo e de consistência dura que, de acordo com PARROTTA (1987), são pequenas (de 7 a 11 por 6 a 9 mm), oblongas, comprimidas, lisa e com testa dura, apresentando de 7000 a 11000 sementes por kg, de natureza ortodoxa propensas à predação através de larvas de inseto, especialmente bruquídeos.

Na Índia, segundo PARROTTA (1987), dentre os principais predadores das sementes de *A. lebeck* se encontram as larvas de *Bruchus pisorum* Linn., *B. saundersi* Jekel e *B. sparsemaculatus* Pic e larvas de lepidóptero *Stathmopoda basiflectra* Meyrick. Já KERGOAT *et al.* (2007) citam as espécies de *Bruchidius albizziarum* (Decelle) em sementes de *A. lebeck* no Senegal, *B. aureus* Arora na Índia, *B. saundersi* Jekel e *B. sparsemaculatus* Pic na Tailândia.

TUDA (2008) relata 10 espécies de Bruchidae do gênero *Bruchidius* que vivem associados às sementes do gênero *Albizia* no Norte da Tailândia que são: *Bruchidius aureus* Arora, *B. flavovirens* Arora, *B. lineolatus* Arora, *B. pygomaculatus* Arora, *B. saundersi* Jekel, *B. sparsemaculatus* Pic, *B. terrenus* Sharp, *B. urbanus* Sharp, *B. variegata* Arora e um nova espécie de baixa ocorrência encontradas somente em áreas montanhosas, *B. paicus*. Segundo KERGOAT *et al.* (2005) o gênero *Bruchidius* Schilsky, 1905 é restrito ao Velho Mundo e mais de 250 espécies são conhecidas e a maioria de suas plantas hospedeiras são leguminosas.

Para o gênero *Merobruchus* Bridwell, 1946, há relatos de ataques em sementes de *A. lebeck* apenas no continente americano, sendo quatro espécies: *M. insolitus* Sharp, *M. lysilomae* Kingsolver, *M. paquetae* Kingsolver e *M. sonorensis* Kingsolver. Destas espécies de insetos, somente *M. paquetae* possui especificidade ao gênero *Albizia*. A distribuição geográfica das espécies deste gênero de insetos se dá desde o sudoeste dos Estados Unidos, México, Ilhas Caribenhas, América Central até o sul da América do Sul (JOHNSON & SIEMENS, 1997).

No Brasil, há registro de danos em sementes de *A. lebeck* por *Merobruchus paquetae* nos Estados de Minas Gerais (SANTOS, 1985), Rio de Janeiro (KAGEYAMA & PINA-RODRIGUES, 1993; FIGUEIRA & CARVALHO, 2003) e por bruquídeos dos gêneros *Acanthocelides*, *Stator* e larvas de microlepidópteros da família Pyralidae no Estado do Mato Grosso (SERRANO, 2000). Não havendo nenhum relato sobre a ocorrência de bruquídeos do gênero *Bruchidius* sp. em predação de sementes desta espécie florestal no país e continente americano.

Os bruquídeos atacam frutos e sementes de diversas essências florestais e o surgimento de novas espécies para a ciência mostra o quanto a fauna brasileira ainda é pouco conhecida (LINK *et al.*, 1988).

#### **2.4 Aspectos relacionados a formação de frutos e sementes**

Espécies de plantas frequentemente produzem muito mais flores do que poderiam vir a se tornar frutos maduros posteriormente, o que permite a compensação da predação de sementes na

pré-dispersão através da diferença entre o aborto de frutos danificados para o enchimento das sementes (CRAWLEY, 1997b). O número de óvulos a se tornar sementes, segundo LEE (1988), podem ser limitados pelo número de óvulos produzidos, quantidade e qualidade de pólen transferido (limitação por pólen), nutrientes e fotossintatos disponíveis para frutos e sementes (limitação de recursos), predadores, doenças e agentes ambientais físicos.

Óvulos fertilizados frequentemente podem ser abortados devido à predação por herbívoros, frutos com danos ou por limitação de recursos. Condições climáticas podem interferir diretamente na floração e frutificação ou na capacidade dos agentes polinizadores (HOWE & WESTLEY, 1988).

LEE (1988) relata que embora possa haver boa evidencia de que aborto de frutos possam resultar frequentemente de recursos limitados, os danos causados em frutos por temperaturas extremas, predação de sementes por insetos, ou ferimentos no pericarpo por insetos podem induzir ao aborto de frutos. Segundo JANZEN (1971), o aborto de frutos danificados pode ser uma adaptação da espécie que pode ser compensado com o maior crescimento dos frutos restantes.

A qualidade fisiológica da semente pode ser afetada por diversos fatores, entre os quais: fatores genéticos influenciando as características de qualidade e as adversidades durante o desenvolvimento da semente como a disponibilidade de água, temperatura ambiente, salinidade do solo, doenças da planta e danificações por insetos. Os embriões podem ser danificados ou mortos pela alimentação dos insetos adultos ou larvas (ZIMMERMAN, 1988).

De acordo com DE CASTRO *et al.* (2004), na maioria das sementes existem três fases de desenvolvimento que pode ser dividida em: (1) crescimento inicial devido à divisão celular e um rápido aumento no peso fresco e conteúdo de água; (2) fase intermediária de maturação, na qual a semente aumenta de tamanho devido, principalmente à expansão das células e à deposição de reservas nos tecidos de armazenamento (cotilédones e endosperma); e (3) desenvolvimento final das sementes que termina com uma fase pré-programada da secagem de maturação ou desidratação.

Segundo PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993), o tamanho da semente é função da quantidade de material nutritivo armazenado. Sementes maiores produzem plântulas mais competitivas, porém estas correm altos riscos de predação, baixa distância de dispersão e menor chance de sobrevivência no banco de sementes o que vai ao encontro dos custos de investimento dado à reprodução pela planta (CRAWLEY, 1997a).

## **2.5 Predação de sementes por insetos**

A forte ligação que há entre dispersão e predação de sementes é enfatizada pela distinção entre a predação antes ou após a dispersão (CRAWLEY, 1992a). Os predadores que se alimentam de sementes antes de sua dispersão (pré-dispersão) tem, possivelmente maior influência na estrutura entre planta e seu dispersor, através de pelo menos dois mecanismos: redução do número de sementes disponíveis para a dispersão (JANZEN, 1970) e diminuição dos dispersores pela baixa densidade de frutos a serem dispersos.

Na predação pré-dispersão, a maioria das espécies envolvidas são pequenas, sedentárias e especialistas na alimentação pertencendo principalmente aos insetos. Enquanto que a predação pós-dispersão tende a ser mais ampla com predadores mais generalistas (CRAWLEY, 1992a). A distribuição espacial das sementes e as implicações desta para o forrageamento do predador são completamente distintos. Os predadores de sementes pré-dispersas exploram espacialmente e

temporalmente os recursos agregados enquanto que os pós-dispersão exploram recursos dispersos muitas das vezes, a baixas densidades.

Taxas de predação de sementes são notavelmente variável entre plantas individuais num dado ano, podendo variar na pré-dispersão, de 0 a 100%, o que poderá ser de 0% em um ano e 100% no outro (CRAWLEY, 1992b). Segundo ZHANG *et al.* (1997) a intensidade de predação de semente pré-dispersão por insetos varia entre indivíduos de plantas, às vezes, sem qualquer padrão sazonal.

Para plantas anuais, o impacto da perda de sementes em um dado ano é frequentemente reduzido pelo recrutamento do banco de semente no solo, ou pela imigração de propágulos carregados pelo vento. Já para plantas perenes, há uma tendência de ser uma relação assimétrica entre planta e seus predadores de sementes, no qual o número de predadores são afetados pela produção de sementes (CRAWLEY, 1997b).

Assim, a predação de semente, como qualquer outro fator de mortalidade com perda regulares de jovens, tem influência na ecologia de população e evolução das espécies. Essas perdas têm um impacto potencial em abundância de planta, distribuição, status competitivos, características do ciclo de vida, e outras adaptações (ZHANG *et al.*, 1997).

Os predadores de sementes em florestas tropicais, incluindo os insetos, são muito efetivos a encontrar e destruir quase todos os frutos ou sementes de suas plantas hospedeiras, resultando em comunidades de plantas caracterizadas por marcada diversidade de espécies com relativas distâncias entre indivíduos de mesma espécie (BOHART & KOERBER, 1972).

DE STEVEN (1983) estudando a flutuação na produção de frutos e sementes em arbustos, observou que em anos de baixa frutificação, os locais de oviposição foram limitados devido a baixa abundância de frutos, fazendo com que a porcentagem de ataques por insetos fossem alto. Anos com baixa frutificação seguidos por anos com alta quantidade de frutos saciava a população de predadores relativamente pequena, devido ao resultado das intensidades de predação de semente serem baixas em anos de alta produção de frutos, muitas sementes escapavam da predação tendo como resultado um pulso no êxito de sobrevivência de semente nesses anos ocasionais.

Níveis de predação de semente também diferem dependendo das espécies e, variação entre espécies pode ser maior para predação de semente por insetos que por vertebrados. O grau de predação varia entre e dentro de espécies, entre anos e onde as vagens são coletadas, se do chão ou da árvore (NOTMAN & GORCHOV, 2001). A caracterização da extensão da predação de semente dentro e entre populações pode ajudar a entender as forças evolutivas que moldam estas populações e os parâmetros demográficos que afetam sua dinâmica (LOUDA & POTVIN, 1995).

A composição da comunidade de predador de semente é importante porque nem todos predadores consomem sementes de uma mesma espécie ou as podem consumir em quantidades diferentes, podendo os níveis de luz, umidade, número de sementes e quantidade de vagens no local ou planta, influenciar a ocorrência desses predadores em um determinado hábitat (NOTMAN & GORCHOV, 2001).

A ocorrência e a intensidade de predação em pré-dispersão podem estar associadas a uma série de características das populações vegetais hospedeiras, dentre as quais se destacam o tamanho e o grau de agrupamento das plantas (YANAGIZAWA *et al.*, 2000), o número de plantas no local, pois árvores isoladas apresentam maior número de vagens atacadas e de sementes danificadas (LINK *et al.*, 1988). Segundo BOREN *et al.* (1995), o teor de proteínas e balanço de aminoácidos das sementes são fatores primordiais na determinação da preferência

alimentar por agentes de predação, além da presença de substâncias tóxicas que podem também interferir em seu consumo.

Por afetar diretamente a fecundidade, a predação de sementes tem o potencial de agir como um agente de seleção natural das plantas, fazendo com que as plantas desenvolvam estratégias para evitar predadores de sementes (KLIPS *et al.*, 2005).

## 2.6 Mecanismos de defesas de plantas

Muitas leguminosas possuem mecanismos de defesas que ajudam a diminuir a ação de seus predadores (NOGUEIRA & ARRUDA, 2006). Os insetos em resposta, evoluem de forma a quebrar esses mecanismos que podem ser expressos como defesa constitutiva e defesa induzida (HOLTZ *et al.*, 2003). Os componentes do sistema de defesa constitutiva das plantas são compostos químicos e estruturas morfológicas que dificultam o acesso dos herbívoros às plantas (KARBAN & BALDWIN, 1997; HOLTZ *et al.*, 2003) e a defesa induzida, qualquer mudança morfológica ou fisiológica resultante da ação de herbívoros sobre as plantas, resultando na não preferência de insetos por estas plantas (KARBAN & BALDWIN, 1997; AGRAWAL, 1998).

Por parte das defesas de plantas em sementes, JANZEN (1971) as agruparam em três tipos principais: 1) defesas químicas; 2) saciação do predador, quando a produção de sementes é superior à capacidade de consumo dos predadores; e 3) imprevisibilidade de recursos, em que a frutificação ocorre em intervalos plurianuais irregulares.

De acordo com CARLINI & GROSSI-DE-SÁ (2002), as sementes de leguminosas são caracterizadas por diversas ordens de toxinas principalmente os baseados em compostos nitrogenados, e que poucos insetos diferente de bruquídeos são capazes de explorar essas sementes. Mecanismos e custos para que os insetos possam lidar com essas toxinas podem ter conseqüências pertinentes em competição larval e comportamento de oviposição dos insetos com implicações para sua evolução e associações com hospedeiros (GUEDES *et al.*, 2007).

JANZEN (1969) cita ainda que além das defesas químicas as plantas tem desenvolvido outras estratégias que envolvem uma serie de adaptações como produção de grande número de sementes pequenas, sincronização na produção de sementes e sua rápida dispersão. Devido a isto, os bruquídeos em respostas, pode migrar para um hospedeiro diferente com sementes de qualidade e quantidade alimentar apropriada, ou utilizar-se de mais sementes ou se tornar de menor tamanho como respostas evolutivas ou desenvolverem mecanismos para superar as defesas de plantas como a destoxicação, quiescência de larvas em ovos depositados na superfícies de frutos imaturos, raspagem de frutos frescos para oviposição e posturas em sementes após dispersão (CENTER & JOHNSON, 1974).

Segundo CENTER & JOHNSON (1974), das 31 características protetoras de sementes citada por JANZEN (1969), apenas sete diz respeito a dispositivos de proteção nos frutos, encontrando em seu estudo acima de 62% das espécies de bruquídeos com oviposição em superfícies de frutos e não diretamente em sementes, deste modo, mais substâncias defensivas a bruquídeos poderiam ser esperadas em paredes das vagens que em sementes, o que parece, segundo eles, que os bruquídeos tenham encontrado uma maneira de evitar as toxinas da parede das vagens.

Entretanto, JOHNSON & ROMERO (2004) encontraram em sua revisão de guildas de oviposição de Bruchidae, cerca de 78% de insetos com oviposição em frutos, argumentando em seguida, que isto se dá devido aos frutos terem poucos dispositivos protetores e presumivelmente poucas toxinas.

SOUTHGATE (1979) alega que a resistência das sementes aos bruquídeos pode ser o resultado de um ou mais destas quatro causas: 1) a semente pode ter tegumento muito resistente para que a larva recentemente eclodida a penetre; 2) ser fisicamente muito pequena ou de uma forma inconveniente para que a larva a alcance no fruto; 3) conter pouco recurso para o suporte de uma larva; 4) conter toxina ou outra substância nos cotilédones ou envolvendo o tegumento da semente que inibem o desenvolvimento larval.

O tegumento das sementes tem a função de proteger o embrião dos agentes ambientais externos, além da entrada de insetos e doenças. Entretanto, a rigidez e/ou substâncias químicas no tegumento da semente não são os principais fatores que causam a resistência de bruquídeo em algumas espécies, mas também algumas substâncias químicas que estão presentes nos cotilédones e/ou embrião que podem inibir o desenvolvimento larval do inseto dentro da semente ocasionando, na maioria das vezes, sua morte prematura (KASHIWABA *et al.*, 2003).

## **2.7 Antropização e poluição do ar**

Nos últimos anos, a quantidade de produtos químicos lançados no meio ambiente por indústrias, meios de transportes, agricultura, eliminação de rejeitos e outras atividades antrópicas tem aumentado significativamente, que dependendo de sua concentração no ambiente pode trazer sérios riscos à sobrevivência de plantas e animais. Alguns poluentes são de caráter local, com impacto restrito às imediações como por exemplo, uma rua ou fábrica, outros são regionais de grande abrangência como os poluentes do ar (ASHMORE, 1972).

Segundo este autor, o impacto de um poluente sobre uma planta é complexo e envolve um grande número de fatores como: doses do poluente recebido que dependerá em parte de sua concentração no meio, duração e exposição; fatores intrínsecos da planta, pois existe um amplo grau de variação entre espécies e sua sensibilidade a poluentes; e fatores ambientais que podem modificar as respostas da planta a tais poluentes. Plantas expostas a poluentes podem ter seu crescimento vegetativo e performance reprodutiva afetados o que possui forte influência no resultado da competição entre espécies.

Veículos automotores são um dos maiores contribuídores para o alto nível de poluição do ar em muitas áreas rurais e urbanas, pela emissão de um coquetel de poluentes como: óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis, metais e particulados (BIGNAL *et al.*, 2007). E pouco se conhece sobre os impactos ecológicos desses poluentes em vegetação às margens de rodovias.

BIGNAL *et al.* (2007), em seu estudo, encontraram aumento significativo na concentração de NO<sub>2</sub> e danos por insetos em árvores de carvalho próximas às rodovias numa extensão de até 100m de distância de suas margens e que além desta distância, tanto a concentração de NO<sub>2</sub> quanto os danos por insetos foram pequenos. Salientam que as concentrações de poluentes às margens de rodovias depende de uma série de fatores dentre estes, a densidade do tráfego, direção do vento, condições climáticas, características topográficas do local, tempo de exposição e densidade de copas das árvores em arborização. Citam ainda que as emissões de poluentes do ar, na maioria das rodovias, podem ter impactos ecológicos significativos na vegetação circundante em até 100m de sua margem ao longo de toda a extensão.

## **2.8 Parasitóides**

Os himenópteros parasitóides são insetos cujas larvas se desenvolvem em outro inseto acarretando sua morte ao final de seu desenvolvimento larval (BITTENCOURT & BERTI FILHO, 2004). Estes insetos representam o grupo mais comum de inimigos naturais da Classe

Insecta para o controle biológico, com predominância de espécies himenópteras e, em menor escala de dípteras. Os Himenópteras exibem grande diversidade de hábitos e as espécies entomófagas predominam nessa ordem em número de espécies, frequência e eficácia com que atacam os insetos pragas (DALL'OGGIO *et al.*, 2002). Possui grande importância por regular a taxa populacional de diversos insetos, mantendo assim, o equilíbrio ambiental da área (BORROR *et al.*, 1989).

Os parasitóides podem ser divididos segundo o seu desenvolvimento larval em: ectoparasitóides (desenvolvimento externo e alimentação através de lesões no tegumento do hospedeiro) ou endoparasitóides (desenvolvimento e alimentação dentro do hospedeiro) e idiobiontes (a oviposição da fêmea é feita próxima ou no hospedeiro que é paralisado ou morto o qual a larva emergente se alimenta) ou coinobiontes (a oviposição é feita em um hospedeiro que é apenas imobilizado temporariamente) (YAMADA, 2001).

Os parasitóides são de vida livre quando adultos, as fêmeas põem seus ovos no interior, sobre ou próximos a outros insetos e suas larvas desenvolvem dentro ou sobre seu hospedeiro. Inicialmente apresenta um dano inferior aparente ao hospedeiro, mas eventualmente consome a sua totalidade e o mata antes ou durante a fase pupal. Frequentemente, só um parasitóide desenvolve de cada hospedeiro, mas em alguns casos vários ou muitos indivíduos compartilham o mesmo hospedeiro (BEGON *et al.*, 2006).

Para parasitóides, como também para muitos outros insetos herbívoros que alimentam como larvas em plantas, a taxa de predação é, em grande parte, determinada pela taxa à qual as fêmeas em reprodução depositam seus ovos (BEGON *et al.*, 2006). Assim como o bruquídeo, os parasitóides também completa seu desenvolvimento no interior da semente, após o qual a vespa adulta faz um pequeno orifício no tegumento da semente e emerge (CUEVAS-REYES *et al.*, 2007).

Muitos parasitóides usam como sinal para a localização de seus hospedeiros odores que emanam de seus corpos ou habitats como, por exemplo: feromônios sexuais, substâncias químicas produzidas por larvas hospedeiras enquanto se alimentam no interior das sementes e outras substâncias químicas voláteis. Deste modo, as fêmeas de parasitóides localizam sementes infestadas com bruquídeos dentre muitas que não são infestadas, paralisam a larva hospedeira, e então depositam seus ovos na larva ou próxima da mesma em desenvolvimento dentro da semente (MBATA *et al.*, 2004). Assim, sementes infestadas são altamente efetivas atraindo parasitóides de insetos de produtos armazenados a seus hospedeiros devido à presença desses odores associados aos insetos hospedeiros em suas respectivas sementes.

CUEVAS-REYES *et al.* (2007) relatam que um número crescente de estudos tem sugerido que plantas podem ter forte influência nas interações entre insetos herbívoros e seus inimigos naturais. Características de plantas como morfologia, quantidade de recursos disponíveis, qualidade nutricional, aleloquímicos, resistência, distribuição espacial e temporal podem afetar as interações herbívoros-parasitóides influenciando no comportamento e desempenho de populações de parasitóides. Em um ambiente onde recursos estão mais dispersos e isolados, fêmeas gastam muito mais tempo e energia para encontrar plantas hospedeiras adequadas que contenham hospedeiros satisfatórios ao desenvolvimento de suas larvas.

Varição em comportamento de parasitóides e desempenho entre populações pode ser causada através de variações em qualidade de plantas hospedeiras por habitats. No caso de bruquídeos, o padrão de oviposição muda de acordo com as espécies de plantas hospedeiras que depende em grande parte da vagem e morfologia da semente (CAMPAN *et al.*, 2005).

Altas taxas de mortalidade impostas por inimigos naturais de bruquídeos podem reduzir sua infestação e conseqüentemente seus danos às sementes, uma vez que a predação de sementes

por bruquídeos possa ser extremamente importante por limitar o tamanho de populações de plantas (SCHMALE *et al.*, 2002; SCHMALE *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica e, em dois pontos da Rodovia BR- 465, no período de janeiro a dezembro de 2008. A região apresenta clima subúmido classificado como Aw de Köppen com média pluviométrica anual de 1.250 mm, temperatura média variando de 16°C (junho e julho) a 32°C (entre os meses de janeiro e março) e umidade relativa média anual de 73 %, sendo a região localizada na latitude 22° 46' sul e longitude 43° 41' oeste (MATTOS *et al.*, 1998).

#### 3.1 Localização das matrizes de *A. lebbeck*

As matrizes de *A. lebbeck* foram dispostas em quatro áreas: a primeira (Área 1), localizada no Km 32 da Antiga Estrada Rio-São Paulo (atualmente BR-465) em frente a fábrica filial da “Ambev”, município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro distante a 1000m do viaduto “Engenheiro Oscar Brito” da Avenida Brasil, uma das principais avenidas de acesso à cidade do Rio de Janeiro; a segunda (Área 2) alocada no Km 47 da mesma rodovia nas imediações do Colégio Estadual Presidente Dutra, Seropédica, RJ; a terceira (Área 3) em área de conservação do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ e; a quarta (Área 4) com matrizes da arborização de ruas do Campus da UFRRJ em Seropédica (Figura 1 e 2).

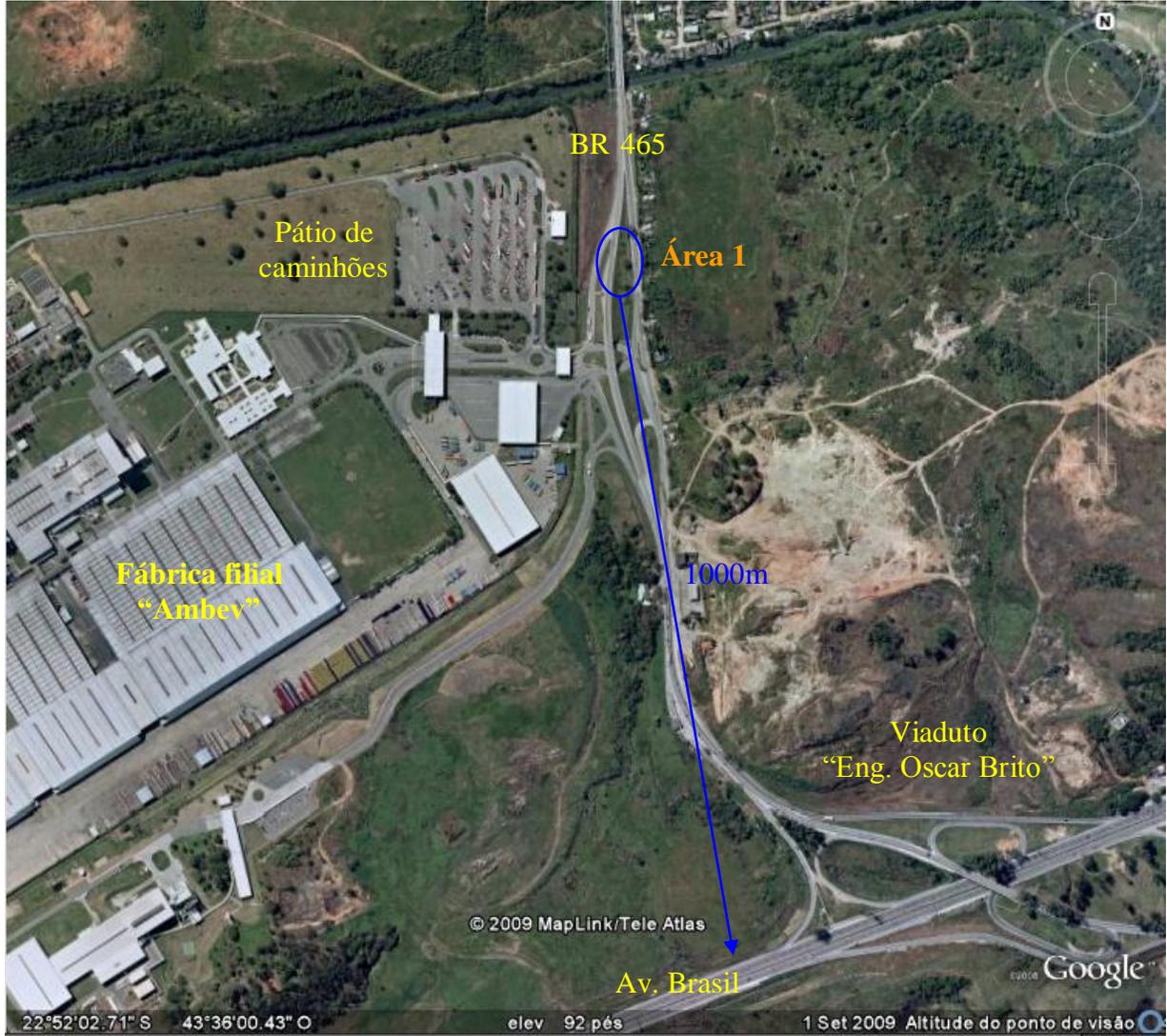
A distância entre as áreas são: Área 1 e Área 2, 14200m; Área 2 e Área 3, 1500m; Área 2 e Área 4, 900m e; Área 3 para a Área 4, 300m.

As árvores matrizes da primeira área foram localizadas no canteiro central da Rodovia “BR 465” dispostas em linha (Figura 3a), visando-se avaliar nesta condição a influência da poluição do ar e a interceptação de particulados do ar pela copa das árvores em todas as direções de ventos, no comportamento dos insetos, na taxa de deposição de seus ovos na superfície dos frutos, penetração das larvas no pericarpo dos frutos e tegumento das sementes, ocorrência de insetos e predação das sementes pelo desenvolvimento larval dos insetos.

A segunda área, refere-se às árvores localizadas a 20 metros de distância da margem da rodovia para a influência de ventos de poluição somente de uma direção (Figura 3b), a terceira, localizadas em uma área de pastagem do Jardim Botânico com roçadas periódicas a 200 metros de uma estrada de pouco movimento de carros no Campus da UFRRJ (Figura 3c) e, a quarta área, às margens de ruas do Campus da UFRRJ com distância máxima de 1m da margem.



**Figura 1:** Localização das matrizes selecionadas no Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009.



**Figura 2:** Localização das matrizes selecionadas no município de Nova Iguaçu, RJ. 2009.



**Figura 3:** Vista das árvores matrizes: a) Área 1, b) Área 2, c) Área 3, Seropédica, RJ. 2008.

A Rodovia “BR 465” apresenta intensa movimentação de veículos com a predominância de veículos automotores pesados (caminhões), principalmente em frente a filial da fábrica “Ambev” com alta poluição do ar provenientes de veículos automotores no entorno das matrizes em arborização, se contrastando com as matrizes de ruas do Campus da UFRRJ, onde predominam o uso de veículos menores (veículos de passeios) e baixa poluição do ar e menor antropização da área. Classificando as áreas antropizadas em relação à influência da poluição do ar por veículos automotores, observa-se que as matrizes da Área 1 possui a mais alta influência pela poluição do ar por se localizarem no canteiro central da Rodovia, a Área 2 média por localizarem às margens da rodovia, a Área 4 baixa por localizarem as margens de ruas da UFRRJ e a Área 3 muito baixa por estarem distantes a mais de 200m de estrada com pouca movimentação.

### **3.2 Seleção das árvores matrizes**

Para a seleção das matrizes de *A. lebeck*, utilizou-se da semelhança dos seguintes parâmetros: diâmetro à altura do peito (DAP), altura total e formação de copa das árvores. Desta maneira, as árvores matrizes foram agrupadas em dois grupos: árvores isoladas (Área 4) e árvores agrupadas (Área 1, Área 2 e Área 3 com três árvores cada). As árvores isoladas corresponderam àquelas que não apresentavam nenhuma outra num raio de 300 m (FIGUEIRA & CARVALHO, 2003), enquanto que as árvores agrupadas, distância máxima de 20 metros entre si.

Após a seleção das matrizes, foi feito o acompanhamento dos estágios de floração, frutificação, início de posturas dos insetos e fase de maturação dos frutos no campo.

### **3.3 Amostragem dos frutos**

Os frutos foram coletados diretamente das árvores com auxílio de podão por toda a extensão da copa de modo casual para melhor caracterização da incidência dos insetos nos frutos (vagens) e intensidade de predação das sementes. Os indicativos utilizados para a amostragem dos frutos foram: oviposição dos insetos, enchimento das sementes nos frutos e mudança da coloração dos frutos, sendo pois, as duas últimas características os índices mais utilizados para a coleta de frutos em colheita de sementes florestais.

### **3.4 Dados climáticos**

Os dados climáticos para a análise das condições ambientais da região experimental foram obtidos na estação automática ECOLOGIA AGRICOLA – A601 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no município de Seropédica, RJ. Para o laboratório, utilizou-se do monitoramento diário com o auxílio de um termohigrômetro de máxima e mínima.

### **3.5 Infestação por Bruchidae em frutos e sementes de *A. lebeck***

#### **3.5.1 Grau de maturação de frutos x infestação**

Para a análise da infestação por Bruchidae em frutos de *A. lebeck* em diferentes fases de maturação e desidratação das sementes, foi selecionada uma árvore matriz isolada no Campus da UFRRJ para amostragens regulares de 25 frutos a cada 10 dias. A primeira amostragem foi realizada após 30 dias da observação do início das posturas de bruquídeos em frutos no campo

sendo esta somente com frutos em fase inicial de maturação (frutos ainda verdes), a segunda com frutos em fase final de maturação (frutos verde-amarelos), a terceira com frutos em fase inicial de desidratação das sementes (frutos amarelos), a quarta, com últimos frutos verdes existente na planta e a quinta amostragem, com frutos em fase final de desidratação das sementes (frutos secos).

Os frutos coletados foram levados ao Laboratório de Entomologia Florestal, DPF, IF, UFRRJ para a quantificação do número de posturas em sua superfície, número de orifícios de perfuração por larvas de primeiro ínstaes na parede interna do fruto (endocarpo), tegumento das sementes e, número de larvas em desenvolvimento no embrião com a dissecação das sementes.

No mesmo sentido de análise da infestação por bruquídeos em frutos de *A. lebeck*, realizou-se três amostragem de 25 frutos em duas épocas em uma mesma matriz (Área 4) das selecionadas para amostragens de frutos para a emergência dos insetos em laboratório, sendo a primeira amostragem realizada em meados do mês de junho, somente com frutos em fase inicial de maturação (frutos verdes) devido não haver frutos em outros estágios de maturação e as duas últimas um mês após a realização da primeira, uma de frutos em início de desidratação das sementes (frutos de coloração amarela) e a outra de frutos secos, não havendo também a presença de frutos verdes suficiente para uma amostragem posterior. Não procedeu-se amostragens regulares de frutos devido ao receio de sua falta para coletas e possível influência na análise dos dados em frutos de quarentena.

A análise dos frutos em estágios de maturação foram realizadas com 15 dias após a coleta dos frutos para que ocorressem a eclosão das larvas dos ovos na superfície dos frutos e sua penetração pelo exocarpo e endocarpo dos frutos e tegumento das sementes, sendo computadas como larvas, para a confecção das tabelas, todos os estágios de desenvolvimento do inseto observado no embrião das sementes no momento de sua dissecação.

A visualização para a quantificação das posturas, orifícios de perfuração do endocarpo dos frutos e tegumento das sementes pela penetração das larvas em sementes e número de larvas em desenvolvimento no interior das sementes foram realizados com o auxílio de microscópio esterioscópico binocular.

### **3.5.2 Efeito da antropização (poluição do ar) na infestação**

Para o efeito da antropização e influência da poluição do ar por veículos automotores no comportamento dos insetos, procedeu-se duas amostragens de frutos verdes no intervalo de 30 dias em uma matriz agrupada da Área 1, Área 2 e Área 4, por estas ainda apresentarem frutos nesta fase de maturação nas duas épocas de amostragens: segunda quinzena dos meses de julho e agosto. A análise dos frutos verdes foi feita após 15 dias das amostragens.

A visualização para a quantificação das posturas, orifícios de perfuração do endocarpo dos frutos e tegumento das sementes pela penetração das larvas em sementes e número de larvas em desenvolvimento no interior das sementes também foram realizados com o auxílio de microscópio esterioscópico binocular.

### **3.5.3 Preferência de oviposição em sementes em três fases de desidratação**

A preferência de oviposição por bruquídeos em sementes de *A. lebeck* foi feita com o oferecimento de 30 sementes intactas (sementes com nenhum indício de penetração de larvas em seu tegumento) divididas em: 10 sementes de coloração esverdeada (início de desidratação), 10 sementes de coloração amarronzada (estágio intermediário de desidratação) e 10 sementes de

coloração escuras (estágio final de desidratação) de modo casual em uma mesma placa de Petri (150 x 25mm) aos insetos recém emergidos de frutos em quarentena.

O início das fases de desidratação das sementes foi observado com a transição de sua coloração no momento do beneficiamento dos frutos recém coletados da uma mesma matriz. Todas as sementes selecionadas apresentaram estágio final de desenvolvimento e com total preenchimento de suas reservas.

A contabilização das sementes com oviposição foi feita após quatro dias de seu oferecimento aos insetos.

### **3.5.4 Aspectos biológicos dos bruquídeos em sementes**

A reprodução dos insetos em sementes no laboratório foi feita com a introdução de indivíduos de emergências recentes (machos e fêmeas) em amostras de 25 sementes sadias em placas de Petri (80 x 15mm), alimentando-os com mel a 10% embebido em algodão. Foram oferecidas amostras de sementes colhidas em 2007 e 2008, perfazendo o total de 15 amostras. As observações das amostras foram realizadas a cada dois dias, retirando-se as sementes com posturas de insetos. As sementes com posturas foram colocadas em placas de Petri para a emergência dos insetos, onde procedeu-se o monitoramento das emergências dos insetos a cada dois dias, sendo os insetos emersos contabilizados e retirados das amostras.

### **3.5.5 Parasitismo de larvas em sementes**

A reprodução dos parasitóides em laboratório foi realizada com a separação dos himenópteros em morfoespécies, os quais foram introduzidos em placas de Petri (150 x 25mm) com 25 sementes de *A. lebeck* com orifícios de perfuração por larvas de bruquídeos no tegumento expostos para que realizassem posturas nas larvas no interior das sementes. Os himenópteros foram alimentados com mel a 10% embebido em algodão, e as sementes retiradas após dois dias, procedendo-se o monitoramento das emergências dos insetos a cada dois dias.

### **3.6 Quantificação da emergência dos insetos em frutos de quarentena**

Para a emergência dos insetos predadores de sementes e seus parasitóides em frutos de *A. lebeck* e posterior quantificação da predação pela incidência desses predadores em sementes, realizou-se três coletas de 50 frutos em cada árvore matriz das quatro áreas com intervalos de 30 dias. A primeira amostragem de frutos (coleta) foi realizada a partir de observações das primeiras emergências de insetos no campo. Os frutos coletados em estágio final de desidratação (frutos secos) foram acondicionados em sacos de polietileno transparentes com dimensão de 0,50m x 0,90m, etiquetados e levados ao Laboratório de Entomologia Florestal, DPF, IF, UFRRJ onde foram deixados em quarentena para análise das emergências dos insetos predadores de sementes e seus parasitóides a cada dois dias. Os insetos emergentes foram retirados das amostras, contabilizados a nível de espécies (bruquídeos) e morfoespécies (himenópteros parasitóides) e acondicionados em álcool 70% para posterior montagem e identificação.

Os exemplares de Bruchidae não identificados foram enviados à Dr<sup>a</sup>. Cibele Stramare Ribeiro-Costa (UFPR) para identificação e anexados à Coleção de Entomologia Pe. J. S. Moure, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (DZUP) e os himenópteros parasitóides à Dr<sup>a</sup>. Angélica Maria Penteado-Dias (UFSCar) para a identificação.

A primeira coleta dos frutos para a emergência dos insetos em laboratório foram realizadas somente na segunda quinzena do mês de julho devido às condições climáticas da região ser de chuva e a elevada taxa de umidade dos frutos o que poderia induzir o desenvolvimento de fungos nos frutos em laboratório e quando de sua secagem e manuseio em quarentena, a abertura e saída das sementes de seus respectivos lóbulos com posturas, além do rápido decréscimo da taxa de umidade na parede dos frutos que poderia influenciar a morte das larvas em penetração.

Antes do procedimento da quarentena dos frutos em laboratório, quantificou-se o número de orifícios de emergência dos insetos na parede dos frutos para a estimativa do número de insetos emergentes em fuga pelo mesmo orifício em frutos de quarentena.

### **3.7 Quantificação da predação das sementes pelos insetos**

Após a emergência dos insetos, o comprimento e o número de orifícios de emergência na parede dos frutos foram quantificados e as sementes contabilizadas por nível de danos em sementes sadias (intactas), chochas (sementes abortadas) e atacadas (sementes danificadas por insetos). As sementes atacadas foram categorizadas quanto ao número de orifícios de emergência dos insetos em sementes com um orifício, dois orifícios e três ou mais orifícios de emergências.

### **3.8 Análise dos dados**

Testes estatísticos não paramétricos foram utilizados para a análise dos dados, após o teste de normalidade de Lilliefors. Utilizando-se do teste estatístico Kruskal-Wallis para a comparação dos dados obtidos da infestação dos insetos bruquídeos em frutos em diferentes fases de maturação e predação das sementes em frutos de quarentena em laboratório e as diferenças seguida por um teste de múltipla comparação Student-Newman-Keuls (teste Tukey – tipo múltipla comparação não paramétrica. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%.

Para o cálculo da amplitude e sobreposição de nicho ecológico, utilizou-se das fórmulas:  $\beta_i = 1/(\sum p_i^2 \times S)$  para amplitude e  $\alpha_i = \sum (p_i \times p_j) \times \beta_i$  para a sobreposição. Sendo  $\beta_i$  a amplitude do nicho,  $p_i$  a proporção de uma espécie encontrada sobre um local de recursos,  $S$  o número total de locais de cada conjunto de recursos e  $\alpha_i$  a sobreposição do nicho.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização das árvores matrizes

As matrizes apresentaram altura média de 10,0 m e copa do tipo globular por não ter a influência de nenhuma outra árvore em seu entorno e sofrerem condução arbórea por parte da arborização urbana. Salienta-se que não houve nenhum tipo de poda de condução ou remoção de galhos das árvores matrizes nos três anos antecedentes às coletas dos frutos o que poderia influenciar na produção e qualidade dos frutos pela árvore.

As árvores matrizes apresentaram período de floração de janeiro a março e pico de floração em fevereiro de 2008. A frutificação se estendeu de abril a novembro, sendo observado início da fase de maturação dos frutos em julho e setembro, meses em que os primeiros frutos começaram a mudar de coloração. Observou-se que as fases de maturação dos frutos e desidratação das sementes não se encontravam homogêneas numa mesma matriz, entre matrizes numa mesma área e entre áreas.

Essas diferenças em florescimento e maturação de frutos de *A. lebbbeck* também foram observadas por MOHANAN *et al.* (2005) na Índia, onde relataram a dificuldade de se coletar frutos desta espécie em três zonas agroclimáticas diferentes pela alta variabilidade do período de maturação dos frutos, salientando que como a maioria das espécies tropicais, esta espécie também exibe fenologia irregular dependendo das condições climáticas de cada local.

SARI *et al.* (2005) estudando outra espécie de leguminosa (*Senna multijuga*), evidenciaram que mesmo tendo sido selecionadas árvores de mesmo porte, provavelmente com a mesma idade e que tenham recebidos a mesma incidência de luz, algumas árvores iniciaram o período de frutificação anteriormente às outras, ofertando prematuramente frutos para oviposição dos insetos.

Segundo PIÑA-RODRIGUES & PIRATELLI (1993), a época de florescimento dentro de uma espécie varia conforme o ano, local e condições climáticas. O controle genético pode estar envolvido em mudanças na época de florescimento entre árvores na mesma área enquanto que os efeitos ambientais, na quantidade de florescimento. De acordo com os autores, variações individuais na época e duração de florescimento em mesma área de ocorrência pode ser considerada como estratégia da árvore em reduzir a competição e predação de suas sementes.

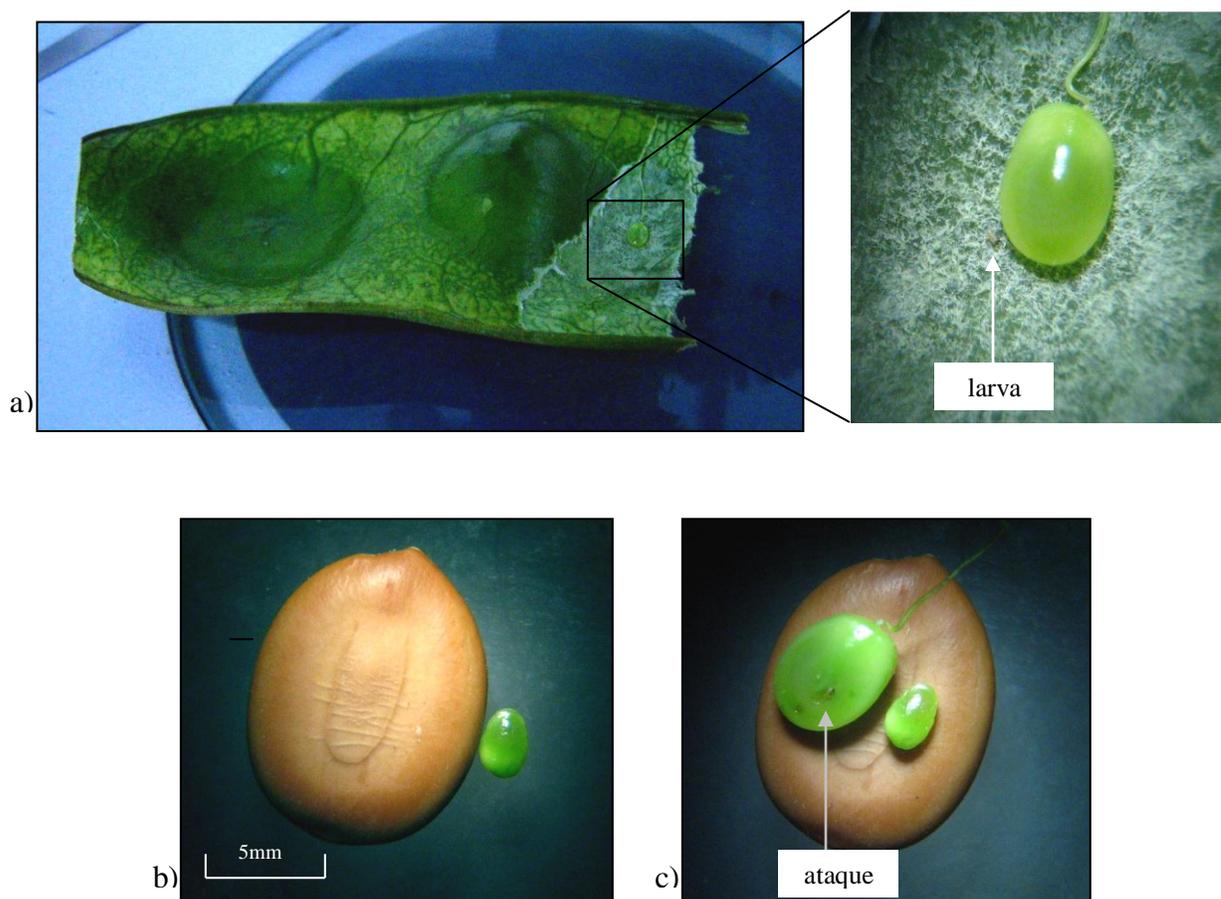
Diferenças em maturação de frutos na mesma inflorescência também foram observadas por SANTOS *et al.* (1996) e SILVA *et al.* (2007) em estudos com insetos predadores de sementes. Segundo LEE (1988), as duas variáveis relacionadas em maior parte com a maturação de frutos é a época do início de seu desenvolvimento e sua posição na planta ou inflorescência. Em muitas espécies, os primeiros frutos ou aqueles localizados próximos à fonte de nutrientes e fotossintatos são mais prováveis de chegar à maturação.

PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR (1993) evidenciam que a temperatura e a umidade são fatores importantes que se destacam por agir na aceleração ou retardamento da maturação e que a ocorrência de ventos secos pode favorecer uma rápida maturação e dispersão das sementes, enquanto que condições de chuva, o prolongamento do período de retenção das sementes nos frutos.

## 4.2 Ecologia de Bruchidae em frutos e sementes em desenvolvimento e fase de maturação

### 4.2.1 Comportamento de oviposição

As primeiras posturas de bruquídeos em campo foram observadas em frutos verdes de *A. lebeck* no fim do mês de abril para início de maio (aproximadamente 75 dias após a antese) em frutos com sementes ainda em início de desenvolvimento (Figura 4), prolongando-se até setembro, mês em que algumas matrizes ainda apresentavam frutos em fase de maturação e desidratação do exocarpo dos frutos e sementes.



**Figura 4:** a) Presença de larva em fruto de *A. lebeck* com sementes em início de desenvolvimento, b) Tamanho da semente em desenvolvimento em relação à semente seca, c) Semente com ataque recente de larva de Bruchidae.

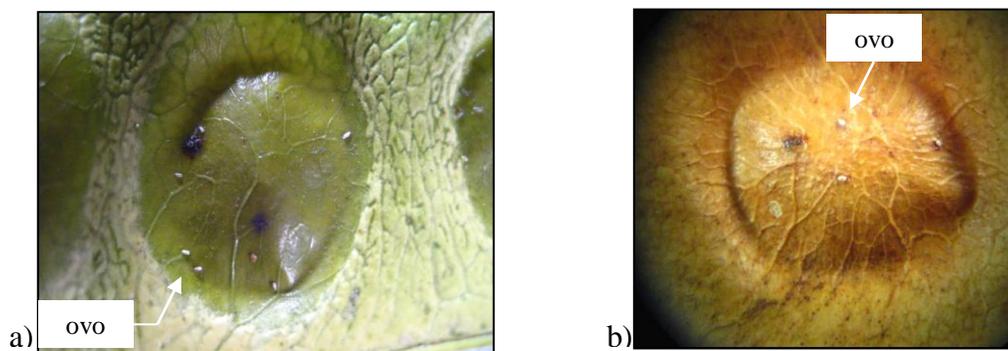
O comportamento de oviposição em frutos de árvores no campo ainda em fase de desenvolvimento por bruquídeos também foram constatadas por SANTOS *et al.* (1991, 1994), KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES (1993), RIBEIRO-COSTA & COSTA (2002) e SARI *et al.* (2005).

De acordo com SARI *et al.* (2005), a oviposição provavelmente ocorre neste período pela textura da parede dos frutos ser mais macia, o que facilitaria a entrada de larvas de primeiro

ínstares, ressaltando que larvas neste estágio são incapazes de penetrar a parede do fruto quando estes estão parcialmente ou completamente lignificados.

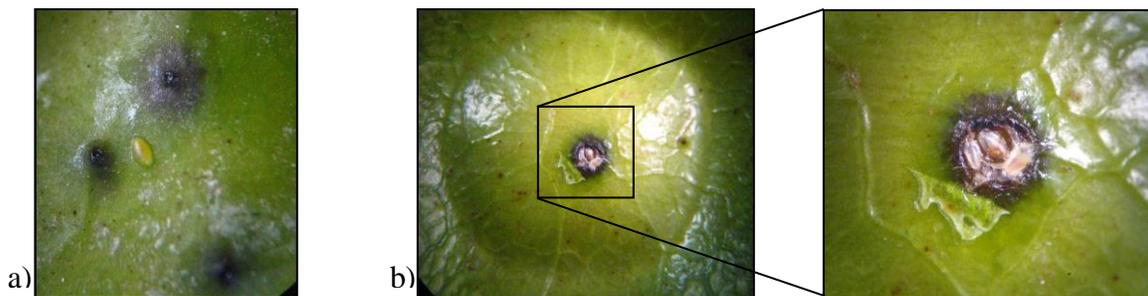
Verificou-se que o inseto em fase de oviposição em frutos de *A. lebbeck*, somente deposita seus ovos na região do lóbulo em que apresenta expansão pelo enchimento da semente (Figura 5) e que, a disposição destes no lóbulo (centro ou circunferência) é dependente, provavelmente de: (1) sua proximidade com outro fruto na inflorescência, (2) ocorrência de ventos, o que facilitaria o esbarramento da superfície de um fruto no outro favorecendo o descolamento dos ovos, (3) quantidade de frutos e posturas, uma vez da eclosão da larva, esta apenas penetra na parede do fruto e tegumento da semente, atingindo o cotilédone do embrião em trajetória retilínea onde se desenvolve, sendo raro a observação, na dissecação dos frutos verdes e sementes em laboratório, o desvio no deslocamento da larva em penetração.

Foram observados ovos de insetos recém depositados espaçadamente um dos outros na superfície dos frutos, sendo poucos em agrupamentos, estes apenas em frutos verdes, provavelmente como uma estratégia de evitar a competição intra e interespecífica e mortalidades entre larvas em penetração e desenvolvimento no interior das sementes. Segundo SOUTHGATE (1979), a maioria dos bruquídeos fazem a postura de seus ovos isoladamente, corroborando os resultados observados.



**Figura 5:** Oviposição de Bruchidae em frutos verdes de *A. lebbeck*: a) circunferência do lóbulo, b) centro.

Ovos com larvas também foram observados em frutos de *A. lebbeck* que apresentaram exudato em sua superfície, fermento ou reação pela penetração de larvas (Figura 6).



**Figura 6:** a) Ovo próximo aos locais de reação do fruto pela entrada de larvas. b) Oviposição em agrupamento em local de ferimento.

A preferência de bruquídeos por estes sítios de oviposição, de acordo com CENTER & JONHSON (1974), RIBEIRO-COSTA & COSTA (2002), SARI *et al.* (2005), pode ser uma maneira para sobrepor as barreiras impostas pela planta hospedeira no fruto, ou mesmo uma estratégia para prevenir a mortalidade de seus ovos pela ação de inimigos naturais.

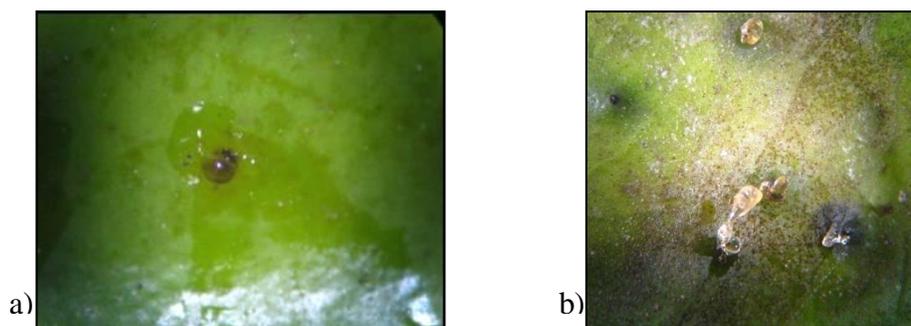
Não foram observadas posturas recentes em frutos secos talvez por estes apresentarem baixo teor de umidade, alta taxa de lignina em sua parede ocasionando a resistência e morte das larvas em penetração, ou mesmo pela presença de pigmentos escuros em sua superfície provavelmente, fungos degradadores decorrentes das freqüentes chuvas na região ou ainda, de uma espécie de ácaros não identificada se alimentando de ovos, larvas e insetos adultos em sementes (Figura 7).



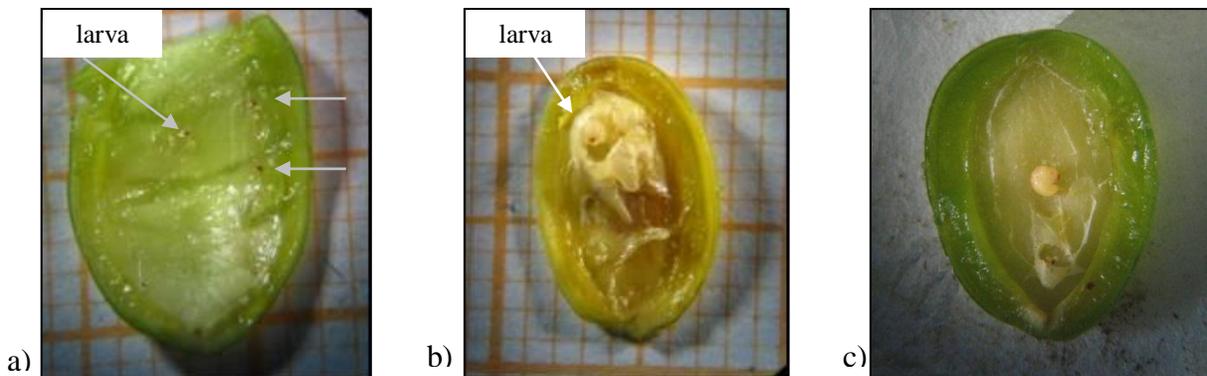
**Figura 7:** a) Ácaros em inseto adulto, b) Frutos de *A. lebeck* em diferentes grau de desidratação de suas sementes, c) Pigmentos escuros no exocarpo de fruto seco.

#### 4.2.2 Comportamento das larvas

Mortalidades de larvas em perfuração do exocarpo de frutos em fase de desenvolvimento foram observadas, provavelmente devido a alta umidade da parede dos frutos ou mesmo a reação à penetração das larvas com a exudação de um líquido na superfície do fruto (Figura 8). E, mortalidades no interior das sementes em desenvolvimento, talvez, por estas ainda apresentarem embrião em formação, sem consistência sólida e pouco recurso alimentar (Figura 9) o que pode ter induzido, com a presença das larvas no interior do embrião, a interrupção do desenvolvimento embrionário pela planta ocasionando o seu abortamento (Figura 10). Estas reações não foram observadas em frutos em fase final de maturação e sementes com conteúdo solidificado.

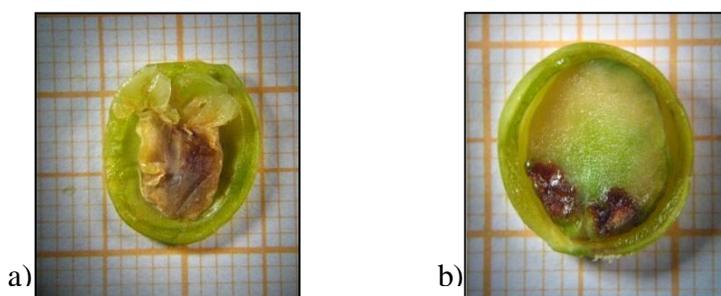


**Figura 8:** Exudato na superfície do fruto de *A. lebeck* em consequência da perfuração por larva de 1º ínstar: a) ataque recente da larva, b) exudato solidificado.



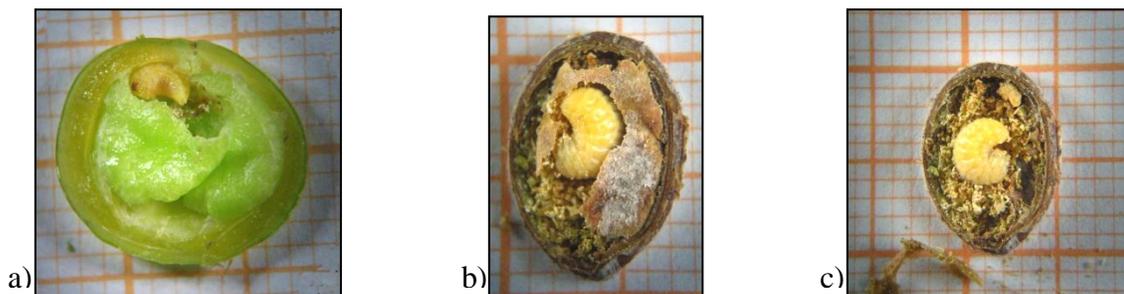
**Figura 9:** Larvas no embrião da semente de *A. lebeck*: a) sem consistência sólida, b) com interrupção do desenvolvimento pela planta, c) não desenvolvido.

Injúrias provocadas pela perfuração da larva no tegumento da semente e danos ao embrião ainda em formação (Figura 10) pode induzir ao aborto da semente pela planta. Segundo JANZEN (1971) e SPIRONELLO *et al.* (2004), o aborto de frutos seria uma estratégia da árvore em evitar gastos de energia com frutos danificados em desenvolvimento.



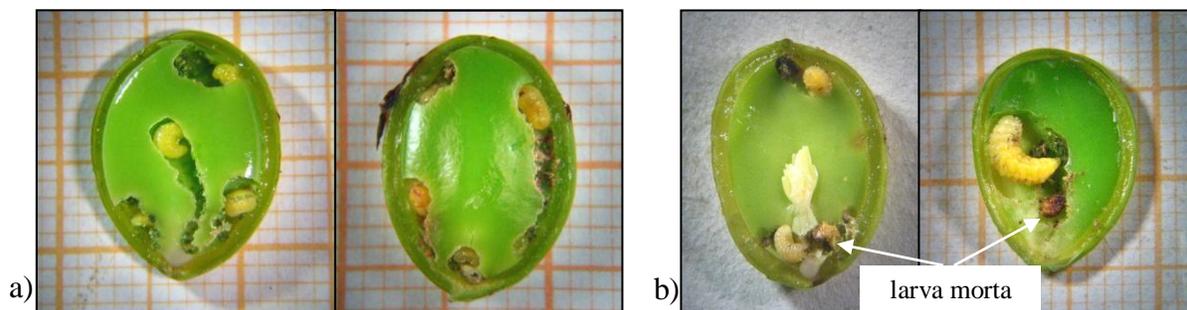
**Figura 10:** Sementes de *A. lebeck* com embrião danificado: a) morte do embrião, b) embrião lesionado.

Foi observada a presença de larvas se desenvolvendo em sementes abortadas ou mesmo com pouco recurso disponível para seu completo desenvolvimento (Figura 11), ocasionando-se a redução no período de desenvolvimento e tamanho dos indivíduos adultos.

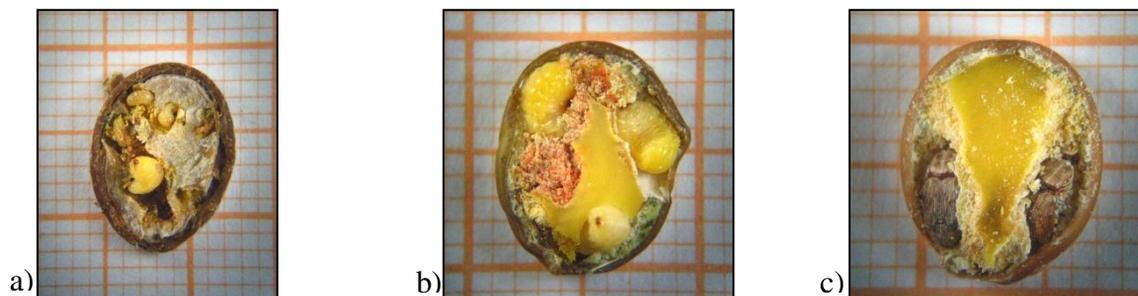


**Figura 11:** Larva de Bruchidae em semente de *A. lebeck* abortada: a) semente verde, b) semente seca, c) semente com recurso esgotado.

Quanto ao número de larvas em uma mesma semente, observou-se a presença de até sete larvas se alimentando dos cotilédones das sementes em fase de maturação, sendo porém, somente possível a constatação de até quatro insetos adultos emergentes, supondo-se como variáveis, para que isto ocorra, o tamanho da semente, conteúdo nutricional, estágio de desenvolvimento das larvas, índice de parasitismo e sua posição no embrião para que não aconteça o conflito entre si e consequentemente sua morte (Figura 12 e 13). Foi observado que nos conflitos entre larvas, o ataque acontece sempre pelo aparelho bucal, não sendo constatado o canibalismo.



**Figura 12:** Sementes de *A. lebeck* em fase de maturação: a) larvas no embrião da semente em maturação fisiológica, b) larva morta em conflito.



**Figura 13:** Sementes de *A. lebeck* em fase de desidratação: a) larvas em competição por recurso, b) larvas em estágio avançado, c) pupas da espécie *Bruchidius* sp. em fase final de desenvolvimento.

Mortalidades de larvas pela competição por recursos no interior das sementes foram observadas em frutos em todos os estágios de maturação e desidratação de suas sementes, principalmente aqueles que apresentaram em superfície de seus lóbulos, grande número de posturas, perfurações no exocarpo e tegumento das sementes.

A mortalidade de larvas de bruquídeos em competição por recursos em sementes é inevitável, sendo, segundo MESSINA (2004) e GUEDES *et al.* (2007), um dos principais problemas para estes insetos cujas fases larvais são desenvolvidas dentro de uma única semente, local este, onde as larvas em forma jovem são incapazes de evitar a competição entre si em consequência do grande número de ovos depositados na superfície do fruto ou tegumento da semente. Embora a importância do tamanho da semente do hospedeiro ser amplamente reconhecida como um fator na intensidade de competição larval de bruquídeos como também a relevância das espécies de semente de cada local (GUEDES *et al.*, 2007) e, a relação do tamanho

da semente hospedeira à forma das interações larvais em seu interior (MESSINA, 2004), pode-se inferir destes, o tamanho da população de insetos em oviposição e disponibilidade de recursos para sua reinfestação em cada área de ocorrência, uma vez que foram observadas maior número de larvas em sementes de matrizes agrupadas.

MESSINA (2004), relaciona o desenvolvimento de larvas em se alimentar na periferia de semente, evitando-se umas às outras de forma que vários adultos possam emergir de uma única semente, como a evolução de uma mudança de movimento do centro para uma tendência de sua permanência na periferia das sementes.

#### 4.2.3 Análise da infestação dos bruquídeos

Ao analisar o comprimento dos frutos de *A. lebeck* em fase de maturação e desidratação de suas sementes, verificou-se diferenças significativas pelo teste de Kruskal-Wallis seguido de Student-Newman-Keuls a 5% de significância para as médias de comprimento de frutos verdes, frutos de coloração amarela e frutos secos, o que evidencia o crescimento e desenvolvimento dos frutos verdes, embora infestados por oviposição de insetos. Não sendo observada diferença estatística entre comprimento de frutos amarelos e frutos secos (Tabela 1).

Observou-se, ainda, que frutos que apresentam maiores comprimentos chegam à maturidade mais cedo e por estes possuem baixo número de lóbulos podem também apresentar sementes maiores, o que não ocorre com os frutos verdes posteriores que possuem maior número de lóbulos, podendo assim, favorecer o maior número de sementes pequenas e provavelmente o maior número de sementes chochas pelo aborto de sementes.

Para o número de posturas, verificou-se diferença significativa entre a média da primeira amostra (frutos em estágio verde) com as subseqüentes as quais não apresentaram diferenças entre si, mesmo com estas apresentando diferenças significativas em média de lóbulos por fruto. Relacionando-se o número de posturas por número de lóbulos em mesma amostra, verificou-se a reinfestação dos frutos em estágios posteriores de maturação por insetos.

**Tabela 1:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas, perfurações no exocarpo de frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em fases de maturação de uma mesma árvore matriz isolada de *A. lebeck* em arborização do Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009.

Amostra	Estágio de Maturação	Comprimento de fruto (cm)	Número de lóbulo	Número de postura	Perfuração (exocarpo)	Perfuração (tegumento)	Larva (semente)
1	Fruto verde	17,27 $\pm$ 2,61 c	3,76 $\pm$ 1,33 c	8,08 $\pm$ 3,91 b	3,88 $\pm$ 2,83 c	2,60 $\pm$ 2,14 b	2,44 $\pm$ 1,98 ab
2	Verde-amarelo	18,77 $\pm$ 2,82 bc	5,08 $\pm$ 1,63 b	19,84 $\pm$ 9,52 a	11,00 $\pm$ 4,70 a	9,04 $\pm$ 4,55 a	4,20 $\pm$ 3,92 a
3	Amarelo	19,75 $\pm$ 2,70 ab	4,40 $\pm$ 1,29 bc	16,24 $\pm$ 7,46 a	9,96 $\pm$ 7,45 ab	7,60 $\pm$ 5,17 a	1,80 $\pm$ 1,91 bc
4	Último fruto verde	17,65 $\pm$ 2,65 c	6,84 $\pm$ 1,68 a	19,88 $\pm$ 9,78 a	7,04 $\pm$ 3,96 b	6,40 $\pm$ 3,94 a	4,20 $\pm$ 2,97 a
5	Seco	20,54 $\pm$ 3,60 a	4,76 $\pm$ 1,45 b	17,84 $\pm$ 5,75 a	10,96 $\pm$ 4,51 a	8,20 $\pm$ 4,38 a	0,84 $\pm$ 0,99 c

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna.

Para as perfurações do exocarpo dos frutos por larvas em penetração, registrou-se menores médias destes em relação às médias de posturas em todas as amostras. Devido estas perfurações ter sido contabilizadas pela face interna do fruto (endocarpo), tem-se que esta

diferença seja pelo número de larvas mortas pela reação da parede do fruto e/ou a viabilidade dos ovos, sendo porém, a maior diferença observada em frutos verdes.

Para perfuração do tegumento das sementes, registrou-se médias menores em relação às perfurações no exocarpo para todas as amostras analisadas, o que pode está relacionado aos mecanismos de defesas por parte do tegumento à entrada de larvas no embrião, não registrando diferenças estatísticas entre amostras, exceção à primeira amostragem que registrou a menor média de posturas que, conseqüentemente, tenha influenciado na menor média de perfurações no tegumento pelas larvas. Segundo TAKAKURA (2002), a mortalidade larval de bruquídeos ocorre principalmente na fase de penetração das larvas em direção ao embrião da semente.

Em relação ao número de larvas no interior das sementes, verificou-se que não houve diferenças entre as médias de perfurações no tegumento e larvas no embrião para a primeira amostragem. Isto evidencia que o embrião não possui nenhum mecanismo de defesa que possa evitar o desenvolvimento larval em seu interior, senão a interrupção de seu desenvolvimento pela planta-mãe ocasionando, em decorrência, o seu aborto.

Nas amostragens subsequentes, registrou-se diferenças acentuadas das médias de perfurações no tegumento da semente e larvas no interior do embrião. Isto se deve, provavelmente, ao grande número de larvas na semente e por estas se encontrarem em fase avançada de desenvolvimento, favorecendo a competição entre si dentro da semente, resultando, desta maneira, em mortalidades das larvas o que pode ser notado nas diferenças entre amostragens por fase de maturação de frutos os quais em estágio avançado de maturação possuem menor média de larvas no interior de suas sementes, embora não existam diferenças estatísticas entre si na perfuração do tegumento.

Observou-se ainda, que frutos verdes que se encontraram misturados com frutos em outros estágios de maturação em árvores, apresentaram médias semelhantes de posturas por insetos, não havendo diferenças estatísticas entre si, como também, para as perfurações por larvas no exocarpo de frutos e tegumentos das sementes, diferindo apenas para frutos verdes iniciais que apresentaram médias inferiores provavelmente pela baixa população de insetos em oviposição.

Embora os bruquídeos possuam preferência em depositar seus ovos em vagens imaturas, em desenvolvimento e ainda ligadas à planta-mãe, os dados não corroboram com os encontrados por SARI *et al.* (2005) em posturas de bruquídeos do gênero *Sennius* que diminuíram progressivamente em frutos de *Senna multijuga* após a primeira amostragem de frutos imaturos.

Na tabela 2, tem-se a análise dos parâmetros acima, em uma das matrizes isoladas (Área 4) das selecionadas para a avaliação da emergência dos insetos em frutos de quarentena em laboratório, onde foram registradas diferenças significativas para comprimento dos frutos entre amostragens, embora a média de frutos verdes tenha sido menor, os dados se assemelharam, tornando-se evidente, que frutos mais desenvolvidos e maiores chegam à maturidade com maior antecedência, divergindo porém, na média de números de lóbulos por frutos o que pode estar associado as características genéticas de cada indivíduo.

Registrou-se diferenças estatísticas significativamente acentuadas entre médias de posturas, sendo as médias de  $5,40 \pm 2,40$  posturas para frutos verdes, de  $26,76 \pm 16,08$  posturas para frutos amarelos e  $47,96 \pm 15,66$  posturas para frutos secos. Evidenciando, desta maneira, a reinfestação dos frutos pelos insetos à medida que estes vão chegando ao estágio final de maturação, culminando com o máximo de posturas na fase de secagem e desidratação das sementes, fato este, observado na amostragem de frutos secos.

**Tabela 2:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas, perfurações no exocarpo de frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em três estágio de maturação amostrados em duas datas em mesma matriz isolada (Área 4) de *A. lebeck* em arborização do Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009.

Amostra	Comprimento de fruto (cm)	Número de lóbulo	Número de postura	Perfuração (exocarpo)	Perfuração (tegumento)	Larva (semente)
Verde	16,30 $\pm$ 2,48 c	7,20 $\pm$ 2,33 b	5,40 $\pm$ 2,40 c	3,60 $\pm$ 2,22 c	2,48 $\pm$ 2,06 b	2,08 $\pm$ 1,91 b
Amarelo	21,60 $\pm$ 4,93 b	6,84 $\pm$ 2,51 b	26,76 $\pm$ 16,08 b	10,60 $\pm$ 6,18 b	9,44 $\pm$ 5,07 a	5,48 $\pm$ 4,36 a
Seco	25,38 $\pm$ 3,21 a	8,56 $\pm$ 1,92 a	47,96 $\pm$ 15,66 a	15,68 $\pm$ 6,35 a	10,36 $\pm$ 5,99 a	3,12 $\pm$ 2,95 b

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna.

Para a média de posturas em relação à média de perfurações no exocarpo, observou-se que poucas larvas conseguiram penetrar a parede do fruto, estas, porém, possuíram maior eficiência em frutos verdes que apesar do menor número de posturas não teve tão acentuada redução na média de larvas em perfuração do exocarpo do fruto. Frutos de maturação intermediária chegaram a apresentar redução de mais da metade de posturas e frutos secos redução de três vezes a média de posturas. Esta redução talvez se deva pelas condições ambientais, presença de fungos na superfície dos frutos, maior resistência da parede dos frutos ou presença de microrganismos predadores podendo ocasionar assim a morte das larvas no ovo, eclosão ou início de perfuração do fruto, principalmente em frutos secos.

A baixa viabilidade dos ovos nas fases de maturação de frutos devido a ovos estéreis, temperatura e umidade não ideais para a sobrevivência das larvas nos ovos também pode afetar o número de larvas em penetração do fruto como observaram JOHNSON *et al.* (2001) em posturas de *Amblycerus crassipunctatus* na superfície de frutos de *Vantanea minor* (Humiriaceae).

Houve pequena redução na média de perfurações no exocarpo do fruto para as perfurações do tegumento da semente sendo maior redução em frutos secos o que pode ter sido ocasionado pelas sementes já se encontrarem em estágio avançado de desidratação do tegumento, oferecendo maior resistência à penetração das larvas.

Para o número de larvas, notou-se em sementes verdes quase que a mesma média de perfurações no tegumento e larvas na semente, registrando-se aumento da diferença para média de frutos amarelos e média de frutos secos. Isto talvez, se deve às larvas se encontrarem em estágio mais avançado de desenvolvimento e ao maior consumo dos recursos energéticos do embrião o que tenha levado a competição e morte das larvas no interior das sementes, principalmente de frutos secos. Valendo lembrar que foi registrado pupas em sementes de frutos amarelos e, pupas, insetos adultos e orifícios de emergência em sementes de frutos secos.

Estes dados não corroboram a hipótese de que fêmeas de Bruchidae detectariam posturas de outras fêmeas sobre os frutos e o número de ovos depositados seria ajustado para minimizar perda de descendência devido à competição dentro das sementes (SILVA *et al.*, 2007).

#### 4.2.2 Efeito da antropização e influência da poluição do ar na infestação

Analisando-se a antropização local quanto a poluição do ar por veículos automotores em relação à coleta de frutos, verificou-se que nenhuma diferença estatística significativa foram registradas entre médias de comprimento, número de lóbulos, posturas, perfurações no tegumento da semente e larvas no embrião de sementes por fruto, exceção a matriz isolada da Área 4 que

apresentou diferença estatística significativa para média de comprimento de frutos e a matriz da Área 1, para média de perfuração no tegumento da semente (Tabela 3).

Diferença na média de comprimento dos frutos de primeira amostragem para a segunda bem como o número de perfurações por larvas do tegumento de sementes, confirmam a hipótese de que frutos verdes posteriores possuem menor comprimento e maior número de perfuração do tegumento de suas sementes por larvas de insetos decorrente do maior número de posturas em sua superfície.

Apesar de não se ter verificado diferenças estatísticas significativas para médias de posturas em frutos, observou-se um aumento destas em relação à segunda amostragem de frutos em mesma matriz, o que torna evidente a reinfestação dos frutos verdes posteriores pelos insetos.

**Tabela 3:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas na superfície dos frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em duas coletas de frutos de *A. lebbeck* em estágio inicial de maturação, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Coleta	Comprimento de fruto (cm)	Número de lóbulo	Número de postura	Perfuração (tegumento)	Larva (semente)
1	1	19,49 $\pm$ 2,58 a	8,00 $\pm$ 2,08 a	60,54 $\pm$ 21,51 a	25,31 $\pm$ 7,65 b	18,00 $\pm$ 6,12 a
	2	18,62 $\pm$ 1,85 a	8,40 $\pm$ 1,65 a	89,30 $\pm$ 25,89 a	38,70 $\pm$ 12,88 a	22,90 $\pm$ 5,65 a
2	1	24,42 $\pm$ 3,05 a	9,70 $\pm$ 1,83 a	54,20 $\pm$ 24,01 a	28,10 $\pm$ 10,93 a	19,70 $\pm$ 6,55 a
	2	24,22 $\pm$ 3,08 a	10,50 $\pm$ 1,58 a	56,50 $\pm$ 20,38 a	28,70 $\pm$ 7,89 a	17,20 $\pm$ 5,98 a
4	1	22,00 $\pm$ 4,18 a	7,64 $\pm$ 2,58 a	15,72 $\pm$ 9,45 a	6,68 $\pm$ 4,66 a	5,68 $\pm$ 4,14 a
	2	15,88 $\pm$ 2,86 b	5,78 $\pm$ 1,86 a	20,00 $\pm$ 12,40 a	11,78 $\pm$ 9,77 a	6,22 $\pm$ 4,82 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Quanto à análise destes parâmetros por local, tem-se que nenhuma diferença estatística significativas foram encontradas para as amostragens de frutos verdes de matrizes agrupadas Área 1 e Área 2 para número de posturas, perfurações no tegumento da semente e larvas no embrião da semente, embora tenha apresentado diferenças significativas entre si quanto ao comprimento e número de lóbulos por fruto (Tabela 4). Diferenças em comprimento e número de lóbulos por frutos em amostragens de frutos de *A. lebbeck* também foram observadas por MOHANAN *et al.* (2005) na Índia.

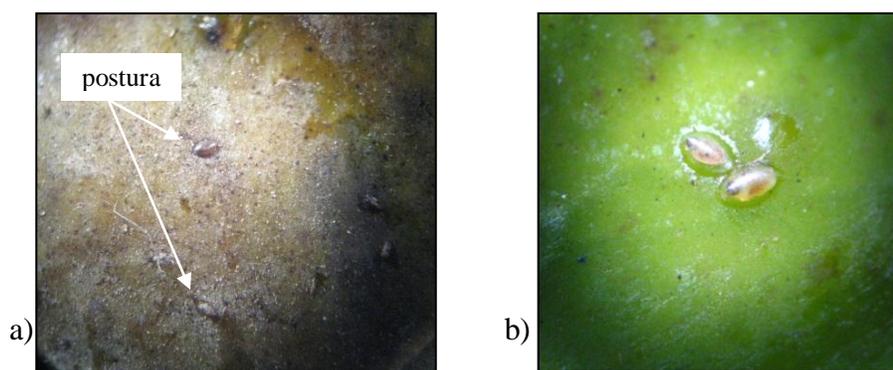
**Tabela 4:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, número de lóbulos, posturas na superfície dos frutos, perfurações no tegumento e larvas nas sementes, por fruto, em amostragens de frutos de *A. lebbeck* em estágio inicial de maturação, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Comprimento de fruto (cm)	Número de lóbulo	Número de postura	Perfuração (tegumento)	Larva (semente)
1	19,11 $\pm$ 2,99 b	8,17 $\pm$ 1,87 b	73,04 $\pm$ 27,19 a	31,13 $\pm$ 12,08 a	20,13 $\pm$ 6,30 a
2	24,32 $\pm$ 2,99 a	10,10 $\pm$ 1,71 a	55,35 $\pm$ 21,71 a	28,40 $\pm$ 9,28 a	18,45 $\pm$ 6,24 a
4	20,38 $\pm$ 4,71 b	7,15 $\pm$ 2,52 b	16,85 $\pm$ 10,29 b	8,03 $\pm$ 6,64 b	5,82 $\pm$ 4,26 b

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna.

Apesar dos frutos da Área 1 e Área 4 não terem apresentado diferenças significativas entre si para comprimento de frutos e número de lóbulos, registrou-se média de posturas três vezes superior para número de posturas da primeira, sendo esta de  $73,04 \pm 27,19$  posturas por fruto enquanto a última, média de  $16,85 \pm 10,29$  posturas por fruto.

A amostragem da Área 2 diferiu para a amostragem da Área 4 quanto à média de posturas por fruto, não diferindo para a amostragem da Área 1, apesar desta última, possuir média inferior. Desta maneira, torna-se evidente o efeito ecológico da poluição do ar por veículos automotores (Figura 14) nas áreas de estudo, principalmente em árvores das Áreas 1 e 2, confirmando a hipótese de *BIGNAL et al.* (2007) em que poluentes provenientes de veículos automotores desencadeiam um forte impacto ecológico na vegetação localizada em margens de rodovias.



**Figura 14:** Posturas de bruquídeos em frutos de *A. lebbbeck*: a) área de alta poluição do ar (Área 1), b) área com baixa poluição do ar (Área 4).

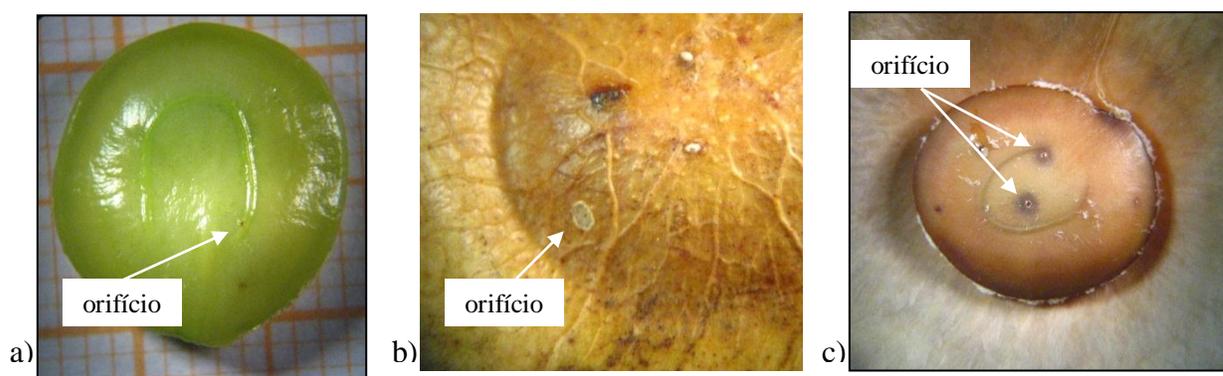
Comparando-se a média de posturas com a média de perfurações no tegumento da semente em mesma amostra, observou-se que menos da metade das posturas produziram larvas que perfuraram o tegumento da semente e menos de um terço das posturas produziram larvas que atingiram o embrião da semente para seu desenvolvimento completo. Este decréscimo no número de larvas em relação ao número de posturas na superfície dos frutos tem sido observado em todos os estágios de maturação e dessecação dos frutos, sendo o maior decréscimo em frutos em estágio final de maturação (frutos secos) e o menor decréscimo em frutos em estágio inicial de maturação (frutos verdes).

A alta mortalidade de larvas de bruquídeos associados às matrizes hospedeiras de *A. lebbbeck* observadas acima, em penetração da parede dos frutos e tegumento de suas sementes, parece estar mais relacionada às condições ambientais de cada área, predação por microrganismos, barreiras físicas impostas pela planta que por substâncias químicas em frutos e sementes corroborando a hipótese de *CENTER & JOHNSON* (1974) de que bruquídeos podem desenvolver mecanismos de destoxicação de substâncias químicas para superação das defesas da planta, uma vez que, esta espécie arbórea apresenta, em suas sementes, frações de substâncias químicas inibidora do desenvolvimento larval, além da alta concentração de taninos no tegumento como observou *SOUZA* (2009).

Não foi possível a análise de frutos em outros estágios de maturação principalmente frutos provenientes da Área 1, devido estes apresentarem em sua superfície elevada quantidade de resíduos poluentes, além do descolamento dos ovos pelos fortes ventos na região.

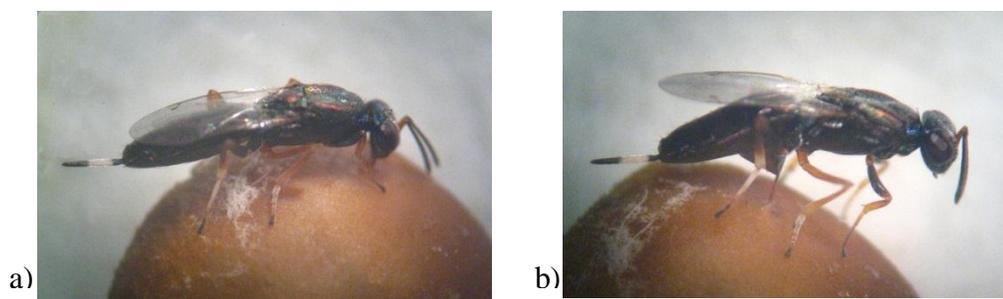
#### 4.2.4 Parasitismo

Na avaliação dos frutos em laboratório, observou-se que orifícios provenientes das perfurações por larvas de Bruchidae continuavam abertos, principalmente em frutos em processo de maturação avançada e dessecação de suas sementes, em decorrência da baixa influência da reação da parede do fruto e tegumento da semente (Figura 15), o que não ocorre em frutos verdes, deixando as larvas expostas às adversidades externas como variação de umidade, ácaros, microrganismos e principalmente, algumas espécies de parasitóides que se aproveitam dos orifícios das perfurações para fazerem suas posturas nas larvas de Bruchidae no interior das sementes, fato este comprovado na reprodução de algumas espécies de parasitóides em laboratório.



**Figura 15:** Orifício de perfuração de larvas de Bruchidae em fruto e sementes de *A. lebeck*: a) tegumento de semente verde, b) superfície de fruto seco, c) tegumento de semente em desidratação.

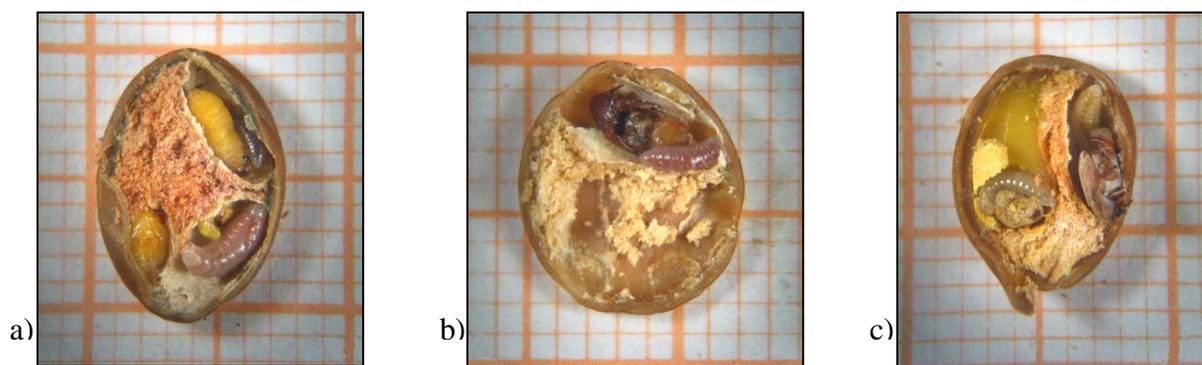
Este procedimento favorece em potencial o aumento da população dos insetos parasitóides tanto de larvas quanto de pupas de bruquídeos por facilitar a oviposição em larvas já em desenvolvimento na semente (Figura 16), evitando desta maneira, a mortalidade de suas larvas pela morte do hospedeiro em penetração da parede do fruto e tegumento da semente.



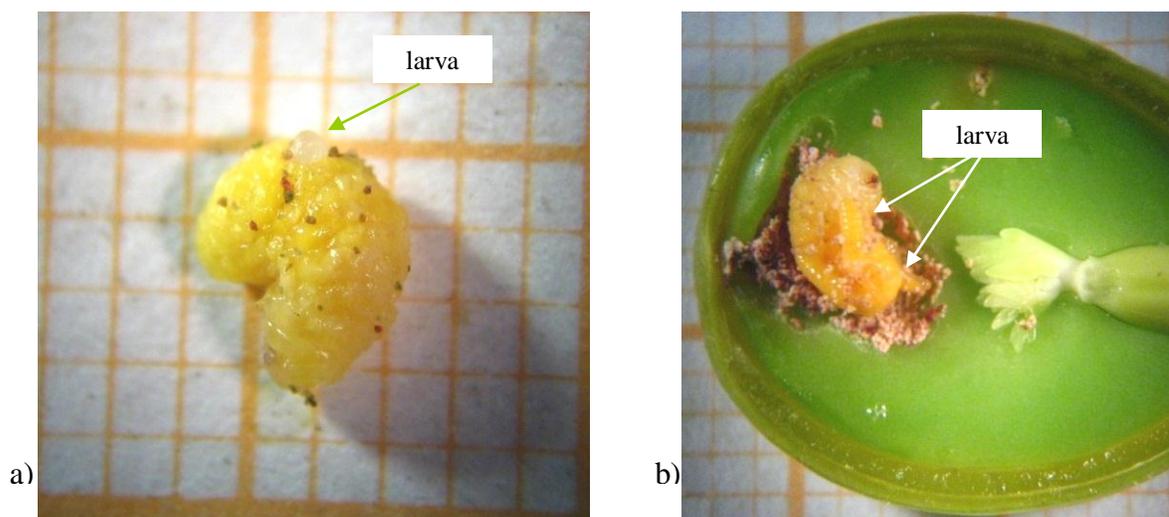
**Figura 16:** Parasitismo da larva de Bruchidae por *Eupelmus* sp. (Hymenoptera, Eupelmidae): a) sondagem da larva pelo inseto parasitóide, b) oviposição em larva no interior da semente.

Após a oviposição dos ovos na larva parasitada, foi observado uma provável obstrução dos orifícios do hospedeiro pelos parasitóides com um líquido cristalino, talvez como forma de evitar oviposições subseqüentes por outra fêmea da mesma espécie ou outras espécies, contaminação e desenvolvimento de microrganismos patógenos no local.

Nas figuras 17 e 18, tem-se a visualização das larvas de insetos parasitóides em parasitismo de larvas e pupas de Bruchidae no interior das sementes de *A. lebbbeck* onde se observa também a presença de larva de parasitóides no interior da larva de Bruchidae (Figura 18a) e de várias larvas de parasitóides se alimentando externamente à larva de Bruchidae (Figura 18b).



**Figura 17:** Larvas de himenópteros parasitóides em parasitismo: a) larvas de Bruchidae, b) pré-pupa de Bruchidae, c) em larva e pupa de Bruchidae.



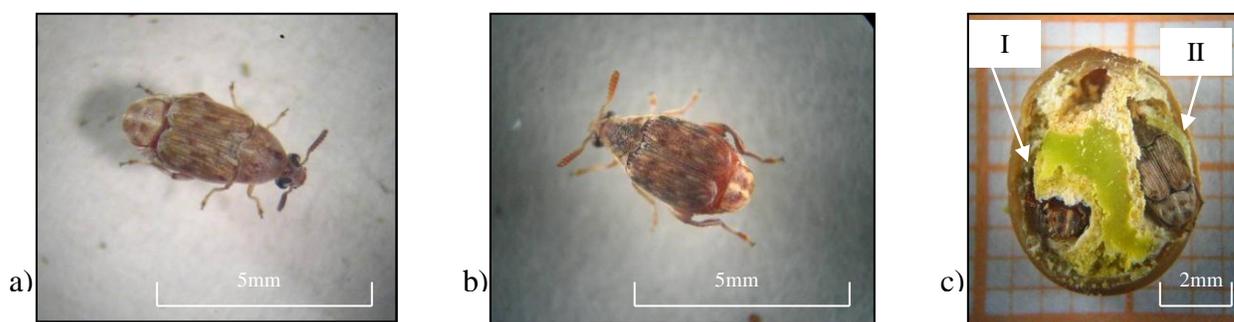
**Figura 18:** Larva de himenópteros parasitóides em parasitismo: a) interior da larva de Bruchidae, b) exterior a larva de Bruchidae.

Os insetos da família Bruchidae, de acordo com SOUTHGATE (1970), são atacados em todas as etapas de desenvolvimento por insetos parasitóides pertencentes a 10 famílias de Hymenoptera e 1 família de Díptera, sendo porém, o estágio de ovo o mais vulnerável por ser normalmente depositados na superfície das vagens em maturação.

SIEMENS *et al.* (1991) evidenciam que a presença de parasitóides em todas as fases de desenvolvimento dos insetos bruquídeos faz com que a competição pelas larvas no interior das sementes seja reduzida, e devido o parasitismo não ser especificamente a uma determinada espécie de hospedeiro permite que não haja uma pressão de seleção pelo parasita, evitando assim, a exclusão de uma espécie em detrimento de outra em competição no interior da semente.

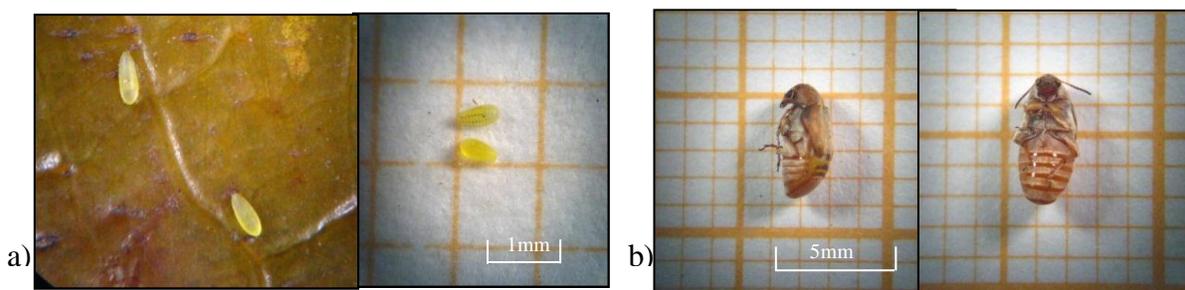
#### 4.2.5 Espécies de Bruchidae

A ocorrência das primeiras emergências de insetos adultos em frutos no campo foi registrada no início do mês de julho, aproximadamente 60 dias após a observação das primeiras posturas na superfície de frutos no campo. De posse das amostras de frutos em laboratório, verificou-se a existência de duas espécies de bruquídeos emergindo de frutos ainda verdes em estágio final de maturação, *Bruchidius* sp. (Figura 19a) e *Merobruchus paquetae* (Kingsolver, 1980) (Coleoptera: Bruchidae) (Figura 19b), coexistindo no mesmo ambiente (Figura 19c) em exploração pelo mesmo recurso e que suas posturas foram realizadas no mesmo período de maturação dos frutos sendo estas, na maioria das vezes, na região do mesmo lóbulo.

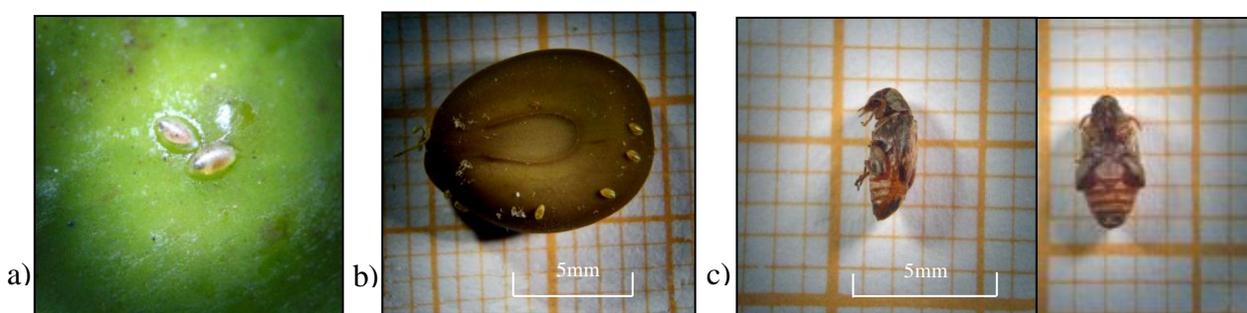


**Figura 19:** Insetos adultos: a) *Bruchidius* sp., b) *Merobruchus paquetae*, c) Pupas em estágio final de desenvolvimento no interior da semente: I- *M. paquetae* e II- *Bruchidius* sp.

Ovos da espécie *Bruchidius* sp. possuem formato longo (Figura 20) e de *M. paquetae*, formato globular (Figura 21), sendo todos menores que 0,5 mm de comprimento. Verificou-se que fêmeas de *Bruchidius* sp. depositam seus ovos apenas na superfície de frutos verdes ou em fase de maturação enquanto que fêmeas de *M. paquetae* depositam seus ovos tanto em superfície de frutos em todas as fases de maturação como na superfície de tegumentos de sementes dessecadas.



**Figura 20:** Espécie *Bruchidius* sp.: a) ovos em superfície de fruto (20X) e comprimento dos ovos, b) tamanho do inseto adulto.



**Figura 21:** Espécie *M. paquetae*: a) ovos em superfície de fruto verde, b) ovos em superfície do tegumento da semente em dessecação, c) tamanho do inseto adulto.

Observou-se que indivíduos adultos da espécie *Bruchidius* sp. possuem forte odor quando agrupados, sendo esta uma das características usada para a separação dos indivíduos em laboratório, além de suas características morfológicas. Verificou-se que indivíduos desta espécie somente depositam seus ovos em frutos com boa taxa de umidade em sua parede, fato observado com o oferecimento de frutos verdes, secos e sementes em laboratório para indivíduos recém-emergidos. Não sendo possível sua reprodução devido a alta perda de umidade dos frutos e sementes em que os ovos se encontravam, mesmo com a ocorrência da penetração das larvas no fruto, grande parte dos insetos morreram antes que perfurasse todo o tegumento da semente.

A oviposição em sementes por *M. paquetae* no campo, somente será possível se estas estiverem expostas ao meio externo que pode ser pela abertura do fruto ou mesmo por orifícios de emergências deixados por indivíduos emergentes, o mesmo acontecendo com uma espécie de bruquídeo de baixa frequência *Stator limbatus* (Horn, 1873) também encontrado nas amostras. Segundo SIEMENS *et al.* (1991), *S. limbatus* é uma espécie de colonização secundária e, indivíduos desta espécie somente fazem suas posturas em sementes secas, muitas das vezes já colonizadas por outras espécies.

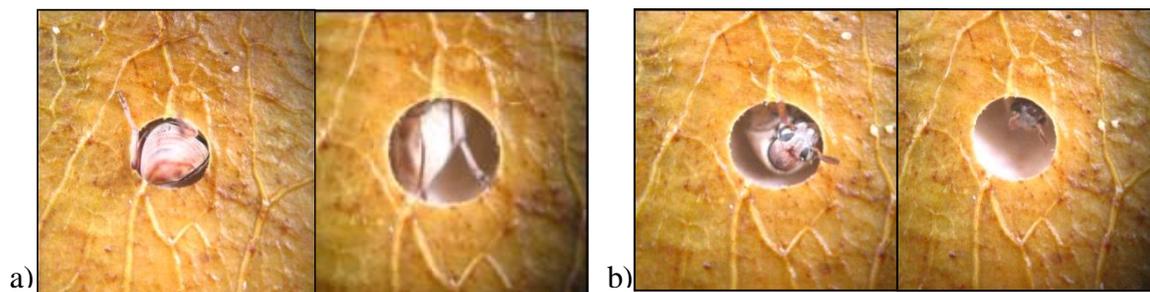
A relação entre o número de espécies bruquídeos por plantas hospedeiras pode variar conforme LOREA-BAROCIO *et al.* (2006), embora, seja comum a associação de apenas uma espécie de Bruchidae a uma espécie vegetal, pode-se encontrar com frequência duas espécies de bruquídeos em uma mesma planta, ou ainda de três a quatro espécies de bruquídeos atacando sementes de uma única planta hospedeira ao mesmo tempo.

*M. paquetae* por possuir ampla faixa de exploração dos recursos e por depositar seus ovos na superfície de frutos em todos os estágios de desenvolvimento e tegumento de sementes secas, compete tanto com a espécie *Bruchidius* sp. por ter oviposição em frutos em fases de maturação quanto com a espécie *S. limbatus* por sítios de oviposição em tegumento de sementes se caracterizando como a espécie com maior poder de destruição de sementes de *A. lebeck*.

De acordo com a classificação de JOHNSON (1981) e revisão de guildas de oviposição de Bruchidae por JOHNSON & ROMERO (2004), as espécies *Bruchidius* sp. e *M. paquetae* pertencem à guilda A, devido a oviposição na superfície de frutos imaturos e em desenvolvimento. JOHNSON & ROMERO (2004) relatam que a maioria dos *Merobruchus* Bridwell, 1946 têm mais de uma geração por ano em sementes de seus hospedeiros, não se referindo a capacidade de nenhuma espécie deste gênero em continuar se procriando em sementes de seus hospedeiros, mencionando, porém, que espécies deste gênero normalmente se alimentam de frutos que são parcialmente deiscente.

Já *S. limbatus*, conforme JOHNSON & ROMERO (2004), por depositar seus ovos na superfície do tegumento de sementes maduras nas árvores, pertence à segunda guilda de oviposição (guilda B). Ressaltando ainda que indivíduos desta espécie possuem gerações contínuas se alimentando vorazmente de sementes de 74 espécies de plantas, mas por não atacarem sementes de interesse econômico, nenhuma espécie do gênero são consideradas espécies pragas.

Foi observado nas amostragens de frutos secos no campo a presença de bruquídeos se utilizando de orifícios de emergências de outrem em frutos ainda na árvore para refúgio, principalmente indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. que foram encontrados em grande maioria. A entrada dos indivíduos na cavidade das sementes se realizava primeiramente com as partes posteriores de seu corpo até o total encaixe de todo o corpo dentro da semente ou lóbulo do fruto (Figura 22).



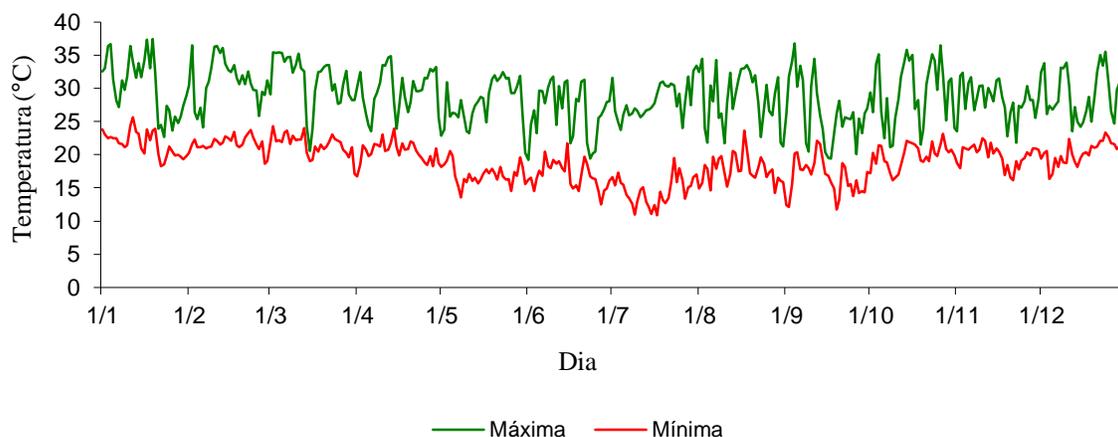
**Figura 22:** Refúgio de insetos em orifícios de emergências no fruto e sementes de *A. lebeck*: a) Verificação do local pelo inseto, b) Entrada na cavidade da semente.

Frutos persistentes com orifícios em árvores permitem o desenvolvimento de uma variedade de espécies de insetos, além de seu refúgio, dentre estes os bruquídeos e até parasitóides como observou ROJAS-ROUSSE (2006), em frutos persistentes de *Acacia caven*.

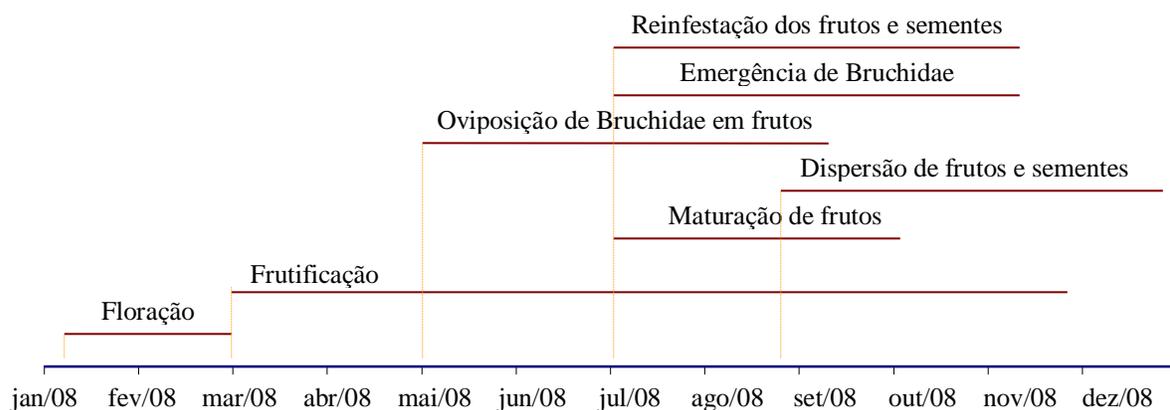
#### 4.2.6 Condições ambientais

Observa-se na figura 23, que a temperatura do ar na região do experimento se manteve quase que regular desde o mês de janeiro até final do mês de abril período que culminou no florescimento e início de desenvolvimento dos frutos, a partir deste, a temperatura começa a

decrecer culminando no início das posturas dos insetos nos frutos ainda no campo chegando às menores temperaturas no mês de julho, mês em que foram observadas as primeiras emergências de insetos e reinfestação de frutos no campo (Figura 24). Houve aumento da temperatura do mês de agosto para setembro o que pode ter refletido no maior número de emergência dos insetos da espécie *Bruchidius* sp. neste período.

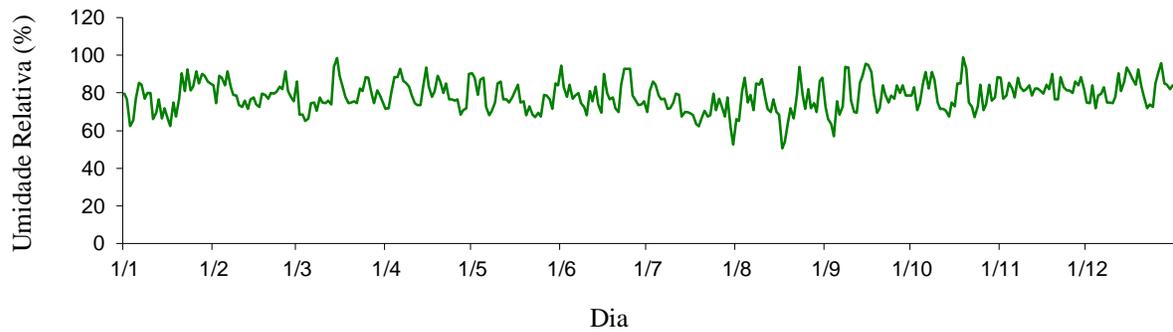


**Figura 23:** Temperatura máxima e mínima, Seropédica, RJ. 2008.

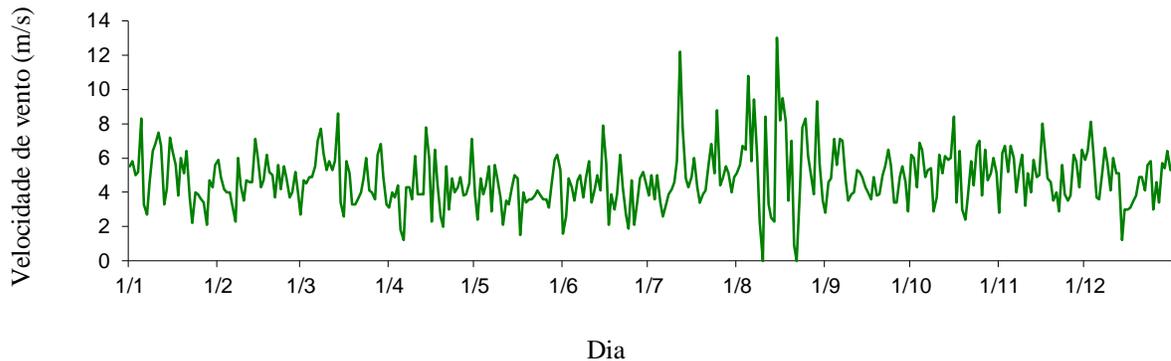


**Figura 24:** Período de formação à dispersão de frutos e sementes de *A. lebeck* e infestação por *Bruchidae* em reprodução.

A umidade relativa se manteve regular desde o florescimento das matrizes até o início do mês de julho, a partir daí, houve queda da umidade culminando na secagem dos frutos no campo, sendo o mês de agosto o de menor taxa de umidade relativa do ar (Figura 25). Observou-se que nesse período há também um maior número de ventos na região o que facilitaria a secagem dos frutos e sua dispersão na região (Figura 26).



**Figura 25:** Umidade Relativa do ar, Seropédica, RJ. 2008.

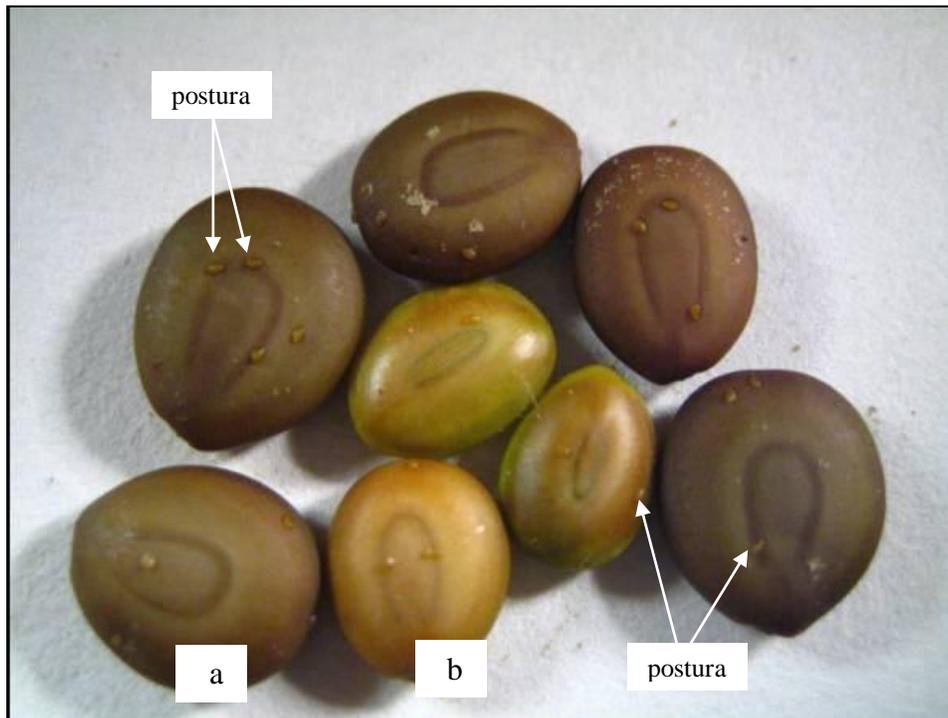


**Figura 26:** Velocidade média de ventos (m/s), Seropédica, RJ. 2008.

Isto mostra que a espécie arbórea exótica (*A. lebeck*) como também os insetos predadores de suas sementes estão bastante adaptados às condições ambientais da região o que favorece sua reprodução, colonização da área e total equilíbrio populacional.

#### **4.2.7 Preferência de oviposição em sementes em estágios de desidratação**

A oviposição em sementes em laboratório foi realizada somente por insetos da espécie *Merobruchus paquetae*, onde se observou a preferência destes insetos em depositar seus ovos na superfície de tegumento de sementes em estágio intermediário de desidratação (sementes de coloração amarronzadas), seguida das esverdeadas (início de desidratação) e finalmente, sementes escuras (estágio final de desidratação), sendo os percentuais de 50%, 33% e 0% de sementes com posturas, respectivamente (Figura 27).



**Figura 27:** Posturas de *M. paquetae* em sementes de *A. lebeck* em fase final de maturação fisiológica: a) estágio intermediário de desidratação, b) início de desidratação.

Observou-se, ainda, que os insetos somente ovipositaram em sementes secas quando não havia nenhuma outra em estágios antecedentes a este estágio de desidratação.

#### 4.3 Reprodução dos insetos em laboratório

Registrou-se para a reprodução de *M. paquetae* em laboratório, o período das posturas dos ovos à emergência dos insetos adultos, média de  $67,28 \pm 6,87$  dias ( $n=29$ ) para sementes colhidas em 2008 e média de  $64,03 \pm 4,72$  dias para sementes de 2007 ( $n=39$ ) em temperatura média de  $24,91 \pm 2,20^{\circ}\text{C}$ , variando de  $20^{\circ}\text{C}$  a mínima a  $34,5^{\circ}\text{C}$  a máxima. O período de incubação das posturas em 10 amostras foi de  $11,25 \pm 0,95$  dias em mesma temperatura, podendo a eclosão das larvas acontecer no intervalo de 7 a 15 dias após a oviposição pelas fêmeas. O período médio de emergência das fêmeas virgens às primeiras posturas na semente foi de  $5,88 \pm 1,55$  dias ( $n=25$ ).

Pela dificuldade de se encontrar frutos verdes isentos de posturas e insetos e mantê-lo com boa umidade em laboratório para a reprodução de *Bruchidius* sp., realizou-se apenas o período de incubação dos ovos que foi em média de  $10,94 \pm 1,41$  dias ( $n=31$ ). A taxa de viabilidade das posturas desta espécie foi de 68,89 %, observação feita em 45 posturas realizadas na superfície de frutos em gaiolas. Das larvas eclodidas 90,32 % penetraram o exocarpo do fruto, porém somente 7,14 % conseguiram penetrar o tegumento da semente que já se encontravam bastante rígido pela desidratação, morrendo posteriormente.

Para a reprodução dos indivíduos parasitóides emergentes de amostras de frutos de *A. lebeck* em quarentena, foi somente possível a reprodução das espécies: *Eupelmus* sp. (Hymenoptera, Eupelmidae), *Eurytoma* sp. (Hymenoptera, Eurytomidae) e *Heterospilus* sp.

(Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae). Registrando-se para a espécie *Eupelmus* sp. período da postura dos ovos à emergência dos insetos adultos média de  $26,44 \pm 3,04$  dias (n=54 insetos), para a espécie *Eurytoma* sp. média de  $23,62 \pm 3,77$  dias (n=29 insetos) e para a espécie *Heterospilus* sp., média de  $23,79 \pm 2,86$  dias (n=107 insetos). Os indivíduos das espécies *Stenocorse* sp. (Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae) e *Bracon* sp. (Hymenoptera, Braconidae, Braconinae) não fizeram posturas embora se tenha oferecido sementes com orifícios de larvas de Bruchidae. Para a espécie *Phanerotoma* sp. (Hymenoptera, Braconidae, Cheloninae) não se obteve indivíduos suficientes para tal avaliação, apenas três indivíduos foram conseguidos em todo o experimento.

Analisando-se o período de emergência dos himenópteros parasitóides em comparação aos bruquídeos, nota-se que os parasitóides podem apresentar até três gerações para cada geração de bruquídeos, o que aumentaria sua eficiência em parasitismo no campo. Porém, estudos relatam taxas de parasitismo de até 20% em grãos de feijão *Phaseolus vulgaris* L. por *Horismenus ashmeadii* (Hymenoptera: Eulophidae) em bruquídeos da espécie *Acanthoscelides obtectus* (SCHMALE *et al.*, 2002), de 8% para himenópteros parasitóides *Stenocorse bruchivora* (Hymenoptera: Braconidae) em bruquídeos da espécie *Acanthoscelides imitator* em sementes da espécie florestal *Parkia platycephala* (FIGUEIREDO *et al.*, 2008) e de quase 50% por parasitóides da espécie *Horismenus missouriensis* (Hymenoptera: Eulophidae) em bruquídeos da espécie *Ctenocolum crotonae* em sementes da espécie florestal *Lonchocarpus muehlbergianus* (Fabaceae) (SARI *et al.*, 2002), e menos de 1% para as espécies *H. missouriensis* e *Eupelmus* sp. em três espécies de bruquídeos do gênero *Sennius* em sementes de *Senna multijuga* (Caesalpinaceae) (SARI *et al.*, 2005).

#### 4.4 Predação de sementes de *A. lebeck* por bruquídeos em frutos de quarentena

Analisando a predação de sementes a nível de matrizes, encontrou-se diferenças significativas pelo teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de múltipla comparação Student-Newman-Keuls a 5% de confiança para comprimento de frutos, sementes sadias, chochas e atacadas por insetos, além do número de sementes por frutos (Tabela 5).

Quanto ao comprimento dos frutos, diferenças significativas entre médias foram registradas para todas as matrizes em mesma área, exceção duas matrizes na Área 2 que registraram médias semelhantes entre si. Analisando-se a diferença entre estas médias, observou-se que a diferença da menor média para a maior se encontra entorno de 5 cm para todas as matrizes agrupadas, diferindo-se para médias de matrizes isoladas que foram de 7 cm.

Para número de sementes por frutos, registrou-se diferença estatística entre médias para matrizes em mesma área em todas as áreas, embora tenha matrizes que apresentaram médias semelhantes principalmente nas áreas 2, 3 e 4. Em relação às categorias de sementes, registrou-se diferença estatística para médias de sementes sadias apenas entre matrizes agrupadas, já para sementes chochas, entre todas as matrizes em mesma área e, para média de sementes atacadas, diferença estatística somente para as matrizes das Áreas 2, 3 e 4. As matrizes da Área 1 não apresentaram diferenças entre si quanto à média de sementes atacadas, embora estas apresentem diferenças significativas entre si no comprimento de frutos e média de sementes por frutos.

**Tabela 5:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, número de sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes, por fruto, em matrizes de *A. lebbeck* por área, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Matriz	Comprimento do fruto (cm)	Semente			
			Sadia	Chocha	Atacada	Total
1	1	22,09 $\pm$ 2,89 b	0,33 $\pm$ 0,83 b	1,08 $\pm$ 1,45 b	7,86 $\pm$ 2,01 a	8,95 $\pm$ 1,47 c
	2	20,51 $\pm$ 2,13 c	0,53 $\pm$ 0,80 a	1,61 $\pm$ 1,79 a	8,11 $\pm$ 2,11 a	9,96 $\pm$ 1,51 a
	3	25,29 $\pm$ 3,06 a	0,36 $\pm$ 0,76 ab	1,29 $\pm$ 1,58 ab	7,88 $\pm$ 2,29 a	9,33 $\pm$ 2,00 b
2	1	22,63 $\pm$ 2,81 a	1,20 $\pm$ 1,37 c	2,26 $\pm$ 1,85 c	6,33 $\pm$ 2,12 a	9,31 $\pm$ 1,90 a
	2	19,05 $\pm$ 1,84 b	3,63 $\pm$ 1,84 a	2,97 $\pm$ 2,12 b	3,68 $\pm$ 2,32 b	9,41 $\pm$ 1,73 a
	3	17,47 $\pm$ 1,87 c	2,32 $\pm$ 2,19 b	5,03 $\pm$ 2,73 a	2,11 $\pm$ 1,75 c	8,85 $\pm$ 1,63 b
3	1	20,96 $\pm$ 3,42 b	1,01 $\pm$ 1,23 a	3,69 $\pm$ 2,07 a	2,06 $\pm$ 1,80 c	6,49 $\pm$ 1,86 b
	2	25,15 $\pm$ 3,20 a	0,77 $\pm$ 1,22 b	3,15 $\pm$ 2,52 b	4,42 $\pm$ 2,51 a	8,13 $\pm$ 2,13 a
	3	20,17 $\pm$ 3,34 b	1,23 $\pm$ 1,52 a	4,04 $\pm$ 2,35 a	3,01 $\pm$ 2,06 b	7,89 $\pm$ 2,32 a
4	1	17,40 $\pm$ 2,09 c	0,59 $\pm$ 0,87 a	1,96 $\pm$ 1,66 b	4,36 $\pm$ 2,05 c	6,67 $\pm$ 1,60 b
	2	24,15 $\pm$ 3,88 a	0,69 $\pm$ 1,06 a	1,06 $\pm$ 1,46 c	6,53 $\pm$ 2,36 a	8,04 $\pm$ 2,30 a
	3	21,60 $\pm$ 2,25 b	0,86 $\pm$ 1,73 a	3,58 $\pm$ 2,41 a	5,16 $\pm$ 2,54 b	8,40 $\pm$ 1,64 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Diferenças a nível de matrizes em comprimento de frutos, média de sementes por frutos da espécie *A. lebbeck* em matrizes localizadas no Campus da UFRRJ também foram encontradas por NASCIMENTO (2006) tanto a nível de matrizes isoladas quanto a nível de matrizes agrupadas, apesar de não ter sido quantificado o número de sementes a nível de frutos, notificou-se diferenças em média de sementes sadias, chochas e atacadas por matrizes.

Segundo PIÑA-RODRIGUES & PIRATELLI (1993), a quantidade de sementes produzida por planta em um mesmo ano possui variações de árvore para árvore. Algumas dessas variações são causadas pelas condições ambientais durante o seu crescimento, falha de polinização (mau tempo para vôo de insetos ou dispersão pelo vento), picos de produção de sementes e fatores genéticos (CRAWLEY, 1997a).

Variação na intensidade de predação pré-dispersão a nível de matrizes por bruquídeos também foram encontradas por SCHELIN *et al.* (2004) em suas pesquisas com sementes de *Acacia macrostachya* (Mimosoideae) em floresta de savana no Oeste da África, atribuindo essas diferenças à quantidade de sementes, densidade de árvores, inimigos naturais e fatores ambientais. Já FIGUEIREDO *et al.* (2008) citam trabalhos que relacionam essas variações à preferência de oviposição pelos insetos em frutos à sombra, por maior disponibilidade de frutos sob a copa e variação espacial na densidade das populações de bruquídeos.

Quanto a época de amostragem de frutos (coleta), registrou-se diferenças significativas em comprimento de frutos somente para amostragens de frutos da Área 1, onde a primeira amostragem apresentou maior média (23,41  $\pm$  3,33 cm) diferindo das outras que registraram média de 22,12  $\pm$  3,01 cm e 21,89  $\pm$  3,41 cm, respectivamente. Para as outras áreas, os frutos se apresentaram com tamanhos semelhantes entre si (Tabela 6).

Para número de sementes por frutos, não foi encontrado nenhuma diferença estatística entre amostragens em mesma área. Analisando as sementes quanto às categorias, observou-se diferença estatística somente para a terceira amostragem de frutos em todas as áreas, apesar da

amostragem de frutos da Área 1 não apresentar diferença estatística, registrou média inferior às amostragens antecedentes. Embora as amostragens de frutos da primeira coleta não apresentem diferença estatística para a segunda, registrou-se maior média de sementes sadias para todas as áreas de amostragens.

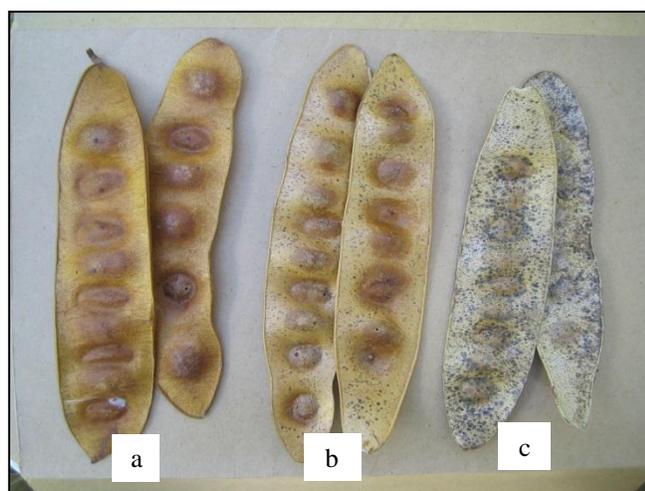
Para sementes atacadas não houve diferenças estatísticas significativas entre amostragens, apenas para amostragens de frutos da Área 1 e 2 que registraram médias inferiores, estas, talvez pelos insetos se encontrar ainda em fase inicial de oviposição e baixa densidade populacional. Apesar de se verificar redução nas médias de sementes sadias para as coletas subsequentes de frutos secos, não se registrou médias maiores de sementes atacadas por insetos.

**Tabela 6:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos, número de sementes sadias, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes por fruto de *A. lebeck* por área, Seropédica, RJ, 2009.

Área	Coleta	Comprimento do fruto (cm)	Semente			
			Sadia	Chocha	Atacada	Total
1	1	23,41 $\pm$ 3,33 a	0,55 $\pm$ 0,89 a	1,59 $\pm$ 1,86 a	7,51 $\pm$ 2,08 b	9,38 $\pm$ 1,71 a
	2	22,12 $\pm$ 3,01 b	0,43 $\pm$ 0,90 a	0,89 $\pm$ 1,08 b	8,19 $\pm$ 1,94 a	9,34 $\pm$ 1,65 a
	3	21,89 $\pm$ 3,41 b	0,26 $\pm$ 0,57 a	1,50 $\pm$ 1,74 a	7,94 $\pm$ 2,22 a	9,52 $\pm$ 1,75 a
2	1	19,49 $\pm$ 2,23 a	2,82 $\pm$ 2,21 a	3,59 $\pm$ 2,72 a	3,61 $\pm$ 2,59 b	9,29 $\pm$ 1,75 a
	2	19,94 $\pm$ 3,66 a	2,47 $\pm$ 1,98 a	3,35 $\pm$ 2,39 a	4,18 $\pm$ 2,82 a	9,32 $\pm$ 1,71 a
	3	19,94 $\pm$ 3,25 a	1,71 $\pm$ 1,86 b	3,20 $\pm$ 2,49 a	4,55 $\pm$ 2,67 a	8,93 $\pm$ 1,86 a
3	1	22,23 $\pm$ 3,72 a	1,25 $\pm$ 1,59 a	3,44 $\pm$ 2,39 b	3,27 $\pm$ 2,45 a	7,60 $\pm$ 2,11 a
	2	22,17 $\pm$ 4,09 a	1,01 $\pm$ 1,24 a	3,45 $\pm$ 2,39 b	3,19 $\pm$ 2,47 a	7,36 $\pm$ 2,29 a
	3	21,98 $\pm$ 4,12 a	0,73 $\pm$ 1,10 b	3,96 $\pm$ 2,22 a	3,01 $\pm$ 2,16 a	7,54 $\pm$ 2,28 a
4	1	21,14 $\pm$ 4,11 a	1,13 $\pm$ 1,72 a	2,18 $\pm$ 2,13 a	4,87 $\pm$ 2,70 a	7,65 $\pm$ 2,19 a
	2	20,76 $\pm$ 3,71 a	0,53 $\pm$ 1,02 b	2,30 $\pm$ 2,27 a	5,17 $\pm$ 2,36 a	7,76 $\pm$ 1,92 a
	3	21,04 $\pm$ 4,14 a	0,45 $\pm$ 0,74 b	2,11 $\pm$ 2,04 a	5,21 $\pm$ 2,57 a	7,65 $\pm$ 1,90 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Estes dados evidenciam que coletas de frutos secos subsequentes (Figura 28) não afetam a taxa de sementes atacadas por insetos em determinada área, principalmente os bruquídeos pertencentes à guilda A de oviposição, uma vez que suas posturas são somente realizadas em superfície de frutos em estágios de maturação.



**Figura 28:** Frutos secos amostrados nas três coletas de frutos de *A. lebeck*, para emergência dos insetos em laboratório. a) frutos da primeira, b) segunda e, c) terceira amostragem.

Analisando-se as médias quanto ao local de origem dos frutos por época de amostragem, verificou-se diferenças significativas em médias de comprimento de frutos, número de sementes por fruto, sementes saudáveis, chochas, atacadas por insetos (Tabela 7). Os frutos de matrizes da Área 1, apresentaram-se com as maiores médias de comprimento, número de sementes, sementes atacadas e menores médias de sementes saudáveis e chochas. Em contraste, frutos provenientes da Área 2 registraram as menores médias de comprimento, maiores médias de sementes saudáveis, chochas e atacadas, embora não apresentem diferenças estatísticas significativas entre si em número de sementes por fruto.

**Tabela 7:** Média ( $\pm$  DP) de comprimento de frutos secos, número de sementes saudáveis, chochas, atacadas por bruquídeos e total de sementes por fruto de *A. lebeck*, Seropédica, RJ. 2009.

Coleta	Área	Comprimento do fruto (cm)	Semente			
			Sadia	Chocha	Atacada	Total
1	1	23,41 $\pm$ 3,33 a	0,55 $\pm$ 0,89 c	1,59 $\pm$ 1,86 c	7,51 $\pm$ 2,08 a	9,38 $\pm$ 1,71 a
	2	19,49 $\pm$ 2,23 d	2,82 $\pm$ 2,21 a	3,59 $\pm$ 2,72 a	3,61 $\pm$ 2,59 c	9,29 $\pm$ 1,75 a
	3	22,23 $\pm$ 3,72 b	1,25 $\pm$ 1,59 b	3,44 $\pm$ 2,39 a	3,27 $\pm$ 2,45 c	7,60 $\pm$ 2,11 b
	4	21,14 $\pm$ 4,11 c	1,13 $\pm$ 1,72 b	2,18 $\pm$ 2,13 b	4,87 $\pm$ 2,70 b	7,65 $\pm$ 2,19 b
2	1	22,12 $\pm$ 3,01 a	0,43 $\pm$ 0,90 c	0,89 $\pm$ 1,08 c	8,19 $\pm$ 1,94 a	9,34 $\pm$ 1,65 a
	2	19,94 $\pm$ 3,66 c	2,47 $\pm$ 1,98 a	3,35 $\pm$ 2,39 a	4,18 $\pm$ 2,82 c	9,32 $\pm$ 1,71 a
	3	22,17 $\pm$ 4,09 a	1,01 $\pm$ 1,24 b	3,45 $\pm$ 2,39 a	3,19 $\pm$ 2,47 d	7,36 $\pm$ 2,29 b
	4	20,76 $\pm$ 3,71 b	0,45 $\pm$ 0,74 c	2,30 $\pm$ 2,27 b	5,17 $\pm$ 2,36 b	7,76 $\pm$ 1,92 b
3	1	21,89 $\pm$ 3,41 a	0,26 $\pm$ 0,57 b	1,50 $\pm$ 1,74 d	7,94 $\pm$ 2,22 a	9,52 $\pm$ 1,75 a
	2	19,94 $\pm$ 3,25 c	1,71 $\pm$ 1,86 a	3,20 $\pm$ 2,49 b	4,55 $\pm$ 2,67 b	8,93 $\pm$ 1,86 b
	3	21,98 $\pm$ 4,12 a	0,73 $\pm$ 1,10 b	3,96 $\pm$ 2,22 a	3,01 $\pm$ 2,16 c	7,54 $\pm$ 2,28 c
	4	21,04 $\pm$ 4,14 b	0,53 $\pm$ 1,02 b	2,11 $\pm$ 2,04 c	5,21 $\pm$ 2,57 b	7,65 $\pm$ 1,90 c

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Observou-se que matrizes pertencentes a arborização da rodovia BR 465 (Área 1 e 2) apresentaram as maiores médias de sementes por frutos diferindo significativamente das médias das matrizes localizadas no campus da UFRRJ.

Analisando-se a média de frutos por área de coleta, verificou-se que frutos que apresentaram maiores médias de sementes chochas, registraram maior média de sementes sadias e menor média de sementes atacadas por insetos. Verificou-se, ainda, a maior média de sementes chochas em frutos de matrizes agrupadas da Área 3 não diferindo para frutos de matrizes da Área 2. As menores médias de sementes sadias foram encontradas em matrizes agrupadas (Área 1) e matrizes isoladas (Área 4), em consequência, provavelmente, do maior número de sementes atacadas.

Verificou-se que o comprimento de frutos não está necessariamente relacionado ao número de sementes, pois frutos que diferiram significativamente entre si em comprimento não apresentaram diferenças significativas a nível de número de sementes por frutos, sendo o mesmo observado para médias de sementes atacadas.

Diferenças em média de comprimento de frutos de *A. lebbeck* a nível local também foram encontradas por NASCIMENTO (2006), embora a média de sementes por frutos, em sua análise, não diferirem estatisticamente entre as matrizes e por MOHANAN *et al.* (2005) quanto ao número de sementes atacadas por insetos e sementes por fruto em três locais distintos na Índia.

Comparando-se o número de posturas e larvas no interior de sementes registradas em frutos verdes por matrizes nas três áreas (Área 1, 2 e 4) com o número de sementes atacadas em frutos secos de quarentena nestas mesmas áreas, verificou-se que apesar dos frutos verdes não apresentarem diferenças significativas entre médias de posturas e larvas em semente de matriz da Área 1 e 2, e ainda as médias da segunda área ser inferior, registrou maior número de sementes atacadas em frutos secos em quarentena, sendo a diferença de média de sementes atacadas da Área 1 para Área 2 quase que duas vezes superior.

Em relação à amostragem da Área 4, verificou-se que apesar desta possuir média até três vezes inferior a média de posturas em frutos verdes registrada para matriz da Área 2, apresentou média de sementes atacadas superior, diferindo entre si estatisticamente. Evidenciando assim, o aumento do número de sementes atacadas por matrizes isoladas, além do alto grau de exposição por matrizes a poluentes do ar por veículos automotores, como registrado entre diferenças de média entre matrizes agrupadas.

Para número de orifícios de emergência por insetos em frutos e sementes, registrou-se diferenças significativas, em médias, para frutos provenientes da Área 1, tanto para orifícios em frutos quanto para orifícios em sementes para as três épocas de amostragens, sendo a primeira amostragem com as menores médias. Na Área 2 não se teve diferenças estatística para orifícios de frutos, somente para médias de orifícios em sementes os quais aumentaram da primeira para a terceira amostragem. Na Área 3, não se constatou diferenças estatística entre as amostragens nas duas categorias de orifícios, e na Área 4 (matrizes isoladas), diferenças significativas apenas para médias da primeira amostragem tanto para orifícios em frutos quanto em sementes (Tabela 8).

Nota-se que o padrão do número de sementes atacadas com 1, 2, 3 ou mais orifícios não sofreram muita variação em relação às amostragens (coleta) de frutos, como também não se teve diferenças significativas em sementes atacadas por frutos a nível de amostragens, apenas para a primeira amostragem de frutos o que refletiu nas médias de sementes categorizadas em 2, 3 ou mais orifícios de emergências.

**Tabela 8:** Média ( $\pm$  DP) de orifícios de emergências por insetos em frutos, orifícios de emergências por insetos em sementes como de sementes atacadas com 1 orifício, 2 orifícios e 3 ou mais orifícios por fruto de *A. lebbeck*, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Coleta	Número de orifício (fruto)	Número de orifício (semente)	Sementes atacada		
				1 orifício	2 orifícios	3 ou mais orifícios
1	1	5,55 $\pm$ 2,26 c	10,30 $\pm$ 4,45 c	4,59 $\pm$ 2,29 a	2,23 $\pm$ 2,04 c	0,41 $\pm$ 0,87 b
	2	8,47 $\pm$ 2,79 a	13,56 $\pm$ 4,79 a	3,43 $\pm$ 2,20 b	3,63 $\pm$ 2,22 a	0,95 $\pm$ 1,10 a
	3	7,24 $\pm$ 2,49 b	11,61 $\pm$ 4,86 b	4,35 $\pm$ 2,39 a	2,97 $\pm$ 2,35 b	0,44 $\pm$ 0,92 b
2	1	2,97 $\pm$ 2,84 a	3,52 $\pm$ 3,41 c	2,28 $\pm$ 1,95 a	0,58 $\pm$ 1,11 b	0,03 $\pm$ 0,16 b
	2	3,45 $\pm$ 3,30 a	4,59 $\pm$ 4,31 b	2,59 $\pm$ 1,96 a	0,73 $\pm$ 1,33 b	0,18 $\pm$ 0,53 ab
	3	3,77 $\pm$ 3,33 a	5,99 $\pm$ 5,21 a	2,43 $\pm$ 1,69 a	1,22 $\pm$ 1,63 a	0,38 $\pm$ 0,85 a
3	1	2,65 $\pm$ 2,19 a	3,33 $\pm$ 2,91 a	2,48 $\pm$ 2,05 a	0,42 $\pm$ 0,83 a	0,01 $\pm$ 0,08 a
	2	2,40 $\pm$ 2,15 a	3,34 $\pm$ 2,84 a	2,45 $\pm$ 2,07 a	0,45 $\pm$ 0,81 a	0,00 $\pm$ 0,00 a
	3	2,65 $\pm$ 2,22 a	3,25 $\pm$ 2,56 a	2,46 $\pm$ 1,93 a	0,37 $\pm$ 0,69 a	0,02 $\pm$ 0,14 a
4	1	4,18 $\pm$ 3,04 b	5,58 $\pm$ 3,92 b	3,20 $\pm$ 2,23 a	1,02 $\pm$ 1,29 a	0,11 $\pm$ 0,36 a
	2	4,77 $\pm$ 2,70 a	7,13 $\pm$ 4,49 a	3,30 $\pm$ 1,96 a	1,30 $\pm$ 1,46 a	0,42 $\pm$ 0,92 a
	3	5,20 $\pm$ 3,12 a	6,98 $\pm$ 4,51 a	3,32 $\pm$ 2,02 a	1,38 $\pm$ 1,43 a	0,30 $\pm$ 0,91 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

Os frutos que apresentaram com maior número de sementes atacadas foram os que apresentaram as maiores médias de sementes atacadas nas três categorias de orifícios de emergências (Tabela 9).

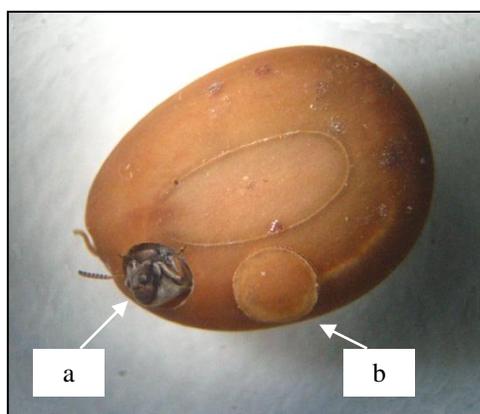
**Tabela 9:** Média ( $\pm$  DP) de orifícios de emergências por insetos em frutos de *A. lebbeck*, sementes e número de orifícios por sementes e época de coleta, Seropédica, RJ. 2009.

Coleta	Área	Número de orifício (fruto)	Número de orifício (semente)	Semente atacada		
				1 orifício	2 orifícios	3 ou mais orifícios
1	1	5,55 $\pm$ 2,26 a	10,30 $\pm$ 4,45 a	4,59 $\pm$ 2,29 a	2,23 $\pm$ 2,04 a	0,41 $\pm$ 0,87 a
	2	2,97 $\pm$ 2,84 c	3,52 $\pm$ 3,41 c	2,28 $\pm$ 1,95 c	0,58 $\pm$ 1,11 c	0,03 $\pm$ 0,16 b
	3	2,65 $\pm$ 2,19 c	3,33 $\pm$ 2,91 c	2,48 $\pm$ 2,05 c	0,42 $\pm$ 0,83 c	0,01 $\pm$ 0,08 b
	4	4,18 $\pm$ 3,04 b	5,58 $\pm$ 3,92 b	3,20 $\pm$ 2,23 b	1,02 $\pm$ 1,29 b	0,11 $\pm$ 0,36 b
2	1	8,47 $\pm$ 2,79 a	13,56 $\pm$ 4,79 a	3,43 $\pm$ 2,20 a	3,63 $\pm$ 2,22 a	0,95 $\pm$ 1,10 a
	2	3,45 $\pm$ 3,30 c	4,59 $\pm$ 4,31 c	2,59 $\pm$ 1,96 b	0,73 $\pm$ 1,33 c	0,18 $\pm$ 0,53 b
	3	2,40 $\pm$ 2,15 d	3,34 $\pm$ 2,84 d	2,45 $\pm$ 2,07 b	0,45 $\pm$ 0,81 c	0,38 $\pm$ 0,85 b
	4	4,77 $\pm$ 2,70 b	7,13 $\pm$ 4,49 b	3,30 $\pm$ 1,96 a	1,30 $\pm$ 1,46 b	0,42 $\pm$ 0,92 b
3	1	7,24 $\pm$ 2,49 a	11,61 $\pm$ 4,86 a	4,27 $\pm$ 2,39 a	2,93 $\pm$ 2,30 a	0,44 $\pm$ 0,92 a
	2	3,77 $\pm$ 3,33 c	5,99 $\pm$ 5,21 c	2,43 $\pm$ 1,69 c	1,22 $\pm$ 1,63 b	0,38 $\pm$ 0,85 a
	3	2,65 $\pm$ 2,22 d	3,25 $\pm$ 2,56 d	2,46 $\pm$ 1,93 c	0,37 $\pm$ 0,69 c	0,00 $\pm$ 0,00 b
	4	5,20 $\pm$ 3,12 b	6,98 $\pm$ 4,51 b	3,32 $\pm$ 2,02 b	1,38 $\pm$ 1,43 b	0,30 $\pm$ 0,91 a

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em colunas em mesma faixa.

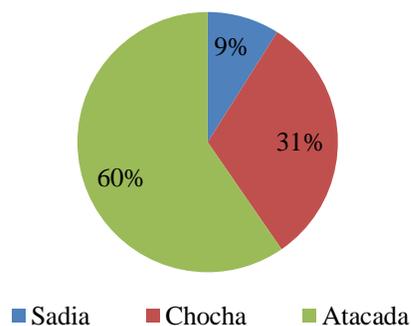
As médias superiores de orifícios de emergências em sementes em relação a média de orifícios em frutos são resultantes do fato dos bruquídeos se utilizarem de orifícios de outrem para seu escape ao ambiente exterior. Como se tem sementes com mais de dois orifícios de emergências de insetos é possível que insetos tenham se utilizados de orifícios de outrem para a fuga, segundo ROJAS-ROUSSE, (2006) mais de um besouro pode usar o mesmo orifício para se escapar da vagem do qual insetos parasitóides também podem fazer uso para sua passagem, evidenciando que este comportamento do inseto procurar o orifício, pode ser explicado pela foto atratividade positiva induzida pela entrada da luz pelo orifício aberto.

Morte de insetos ao emergirem das sementes também foram observadas no beneficiamento das sementes, segundo SILVA *et al.* (2007), o diâmetro insuficiente de um orifício ou a falta de energia do inseto para empurrar a tampa pode explicar a dificuldade de um grande número de bruquídeos não conseguir emergir das sementes (Figura 29).



**Figura 29:** Semente de *A. lebeck*: a) inseto em emergência, b) orifício fechado.

Analisando-se a predação de sementes de *A. lebeck* por insetos predadores de sementes de modo geral, registrou-se das 15110 sementes avaliadas de 1786 frutos amostrados, percentuais de 9% de sementes sadias, 31% de sementes chochas e 60% de sementes danificadas ou atacadas por insetos predadores de sementes pré-dispersão em seu desenvolvimento larval (Figura 30).



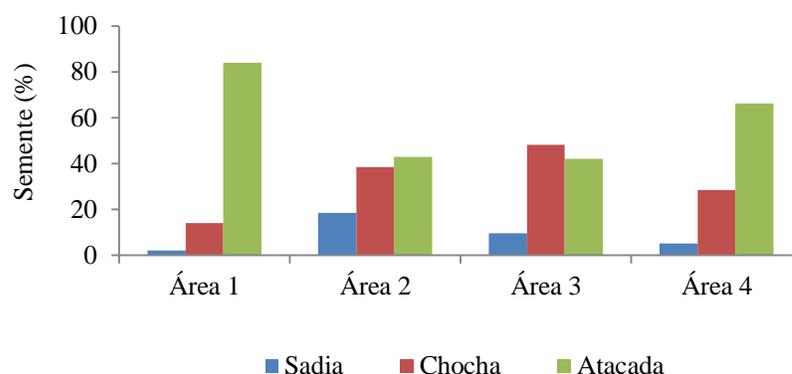
**Figura 30:** Qualidade das sementes beneficiadas em porcentagem.

SANTOS *et al.* (1985), estudando a predação de sementes desta espécie arbórea (*A. lebeck*) em Viçosa, Minas Gerais, registraram que 70% das sementes foram danificadas por bruquídeos, já KAGEYAMA & PIÑA-RODRIGUES (1993), perdas de até 50% de sementes colhidas no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e NASCIMENTO (2006), média de 51% de sementes atacadas em estudo de predação por insetos bruquídeos em árvores desta espécie em arborização no município de Seropédica, RJ. Portanto, o resultado obtido neste trabalho corroboram os resultados dos demais autores.

Levando-se em conta que grande parte das sementes chochas são abortadas pela planta mãe quando de seu desenvolvimento devido ao ataque dos insetos, esta porcentagem, encontrada acima, pode ser ainda maior para número de sementes atacadas.

A predação de sementes por insetos a nível local foi de 83%, 43%, 42% e 66% das sementes da Área 1, Área 2, Área 3 e Área 4, respectivamente (Figura 31). A maior porcentagem de sementes atacadas foi registrada em matrizes da Área 1, área esta que possui maior grau de antropização e influência de poluentes provenientes de veículos automotores devido se encontrar no canteiro central da rodovia o que pode ter influenciado na maior taxa de sementes atacadas.

A Área 2 por se localizar à margem da rodovia e apresentar menor grau de antropização e influência da poluição do ar, registrou porcentagem de sementes atacadas duas vezes inferior a registrada para matrizes da Área 1. Embora haja grande diferença de sementes atacadas entre estas duas áreas, não verificou grande diferença para o percentual de sementes atacadas da Área 2 para a Área 3, sendo esta diferença registrada de apenas 1% menor para matrizes da Área 3.



**Figura 31:** Porcentagem de sementes saudáveis, chochas e atacadas de *A. lebeck* por área de coleta.

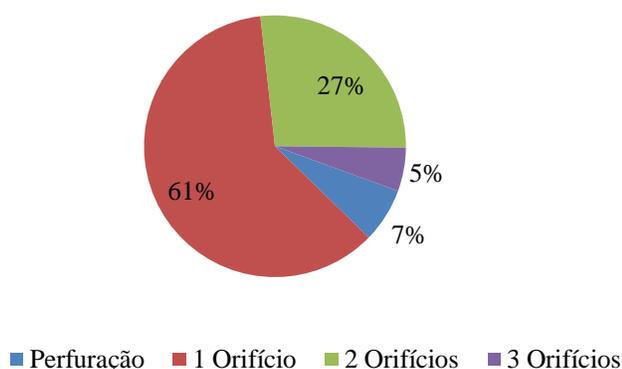
Estas diferenças para matrizes agrupadas talvez possa ser explicada, além do grau de antropização da área e influência da poluição do ar por veículos automotores, a existência de fragmentos florestais próximos às estas áreas (Área 2 e 3), o que tenha permitido a presença de inimigos naturais.

As matrizes da Área 4, apesar de possuir grau de antropização da área e influência da poluição do ar por veículos automotores intermediária às áreas 2 e 3, registrou porcentagem de sementes atacadas superior (cerca de 23% a mais) às registradas para esta duas áreas de matrizes agrupadas, tornando-se evidente o grau de isolamento das matrizes diretamente proporcional ao número de sementes danificadas por insetos, além das condições ambientais de cada área em questão.

Segundo LINK *et al.* (1988) e YANAGIZAWA *et al.* (2000), o tamanho e o grau de agrupamento das plantas hospedeiras, além de outras características associadas a estas, estão intrinsecamente relacionadas à ocorrência e a intensidade de predação em suas sementes, pois árvores isoladas apresentam maior número de vagens atacadas e de sementes danificadas.

Para sementes chochas, registrou-se o inverso, sendo o maior percentual em matrizes agrupadas da Área 3 e o menor em matrizes da Área 1, o que evidencia a morte das larvas em penetração e maior resposta pelas matrizes nas áreas de menor impacto.

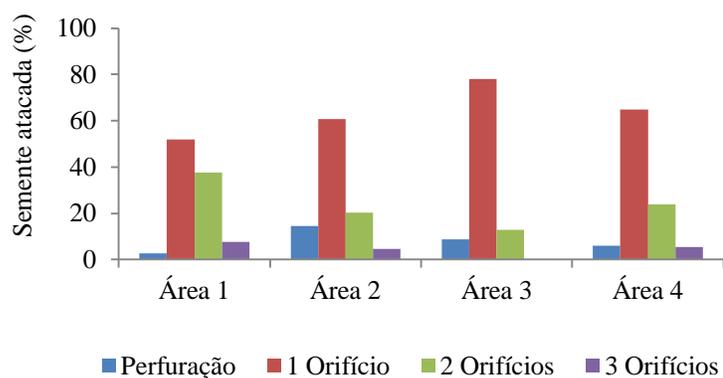
Avaliando-se as sementes atacadas por larvas de bruquídeos em porcentagem de orifícios, registrou-se que 61% das sementes atacadas por bruquídeos apresentaram um orifício de emergência de insetos adultos, 27% dois orifícios, 5% três ou mais orifícios de emergências e 7% das sementes com apenas perfurações do tegumento pela entrada de larvas em direção ao interior da semente (Figura 32).



**Figura 32:** Percentual de sementes de *A. lebbbeck* atacadas com perfuração de larvas, 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de Bruchidae.

SCHELIN *et al.* (2004) também observaram redução em número de sementes de *Acacia macrostachya* com mais de uma larva sugerindo que a redução na proporção e número de sementes com número crescente de larvas por semente pode ser um mecanismo pelo qual as diferentes espécies de bruquídeos evitam competição por alimento e espaço limitado para completarem o seu ciclo de vida.

Analisando-se as categorias das sementes atacadas quanto ao local de amostragens, verificou-se um aumento em sementes com um orifício de emergência e redução em sementes com mais de dois orifícios à medida que o grau de antropização e níveis de influência da poluição do ar por veículos automotores diminuíram entre áreas de matrizes agrupadas (Áreas 1, 2 e 3) (Figura 33). As matrizes isoladas (Área 4) se assemelharam às agrupadas da Área 2 em porcentagem para as três categorias de sementes atacadas.

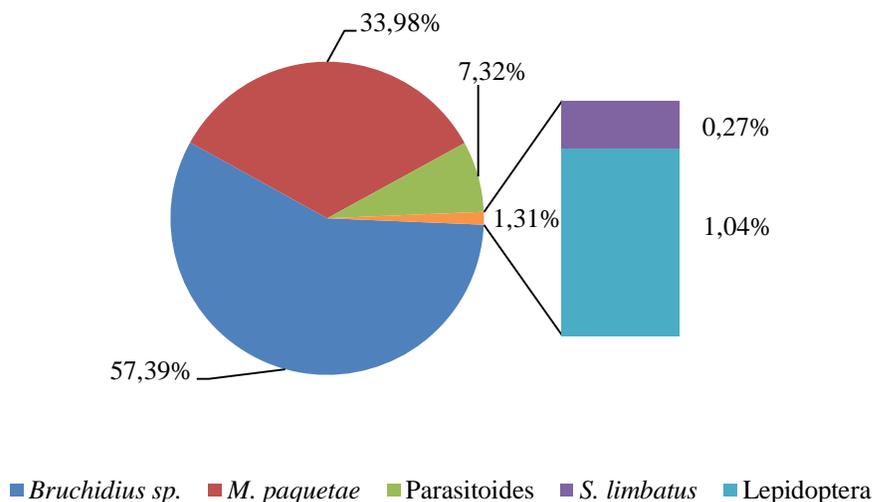


**Figura 33:** Porcentagem de sementes de *A. lebeck* atacadas com 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de Bruchidae.

Sementes secas com perfurações no tegumento indicam o insucesso das larvas em seu desenvolvimento larval no interior das sementes, sendo as maiores taxas observadas nas áreas 2 e 3. O alto índice de insucesso no desenvolvimento de larvas de bruquídeos também tem sido observado por FIGUEIREDO *et al.* (2008) em sementes de *Parkia platycephala*, relatando que além do parasitismo, este índice pode estar associado a fatores abióticos como extremos de temperatura, umidade relativa do ar e aspectos do clima relacionados a época de maturação dos frutos.

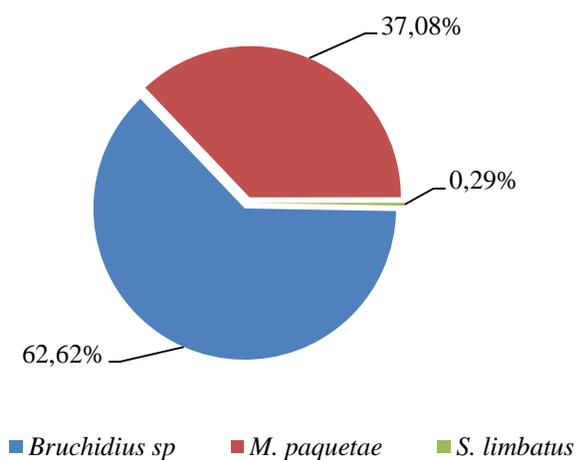
#### 4.5 Quantificação dos insetos predadores de sementes de *A. lebeck* e seus parasitóides

Para frutos de *A. lebeck* de quarentena em laboratório, registrou-se a ocorrência de 5571 insetos emergentes, sendo 5163 (92,68%) indivíduos de insetos predadores de sementes distribuídos nas seguintes espécies: *Bruchidius* sp. (57,39%), *Merobruchus paquetae* (33,98%), *Stator limbatus* (0,27%), além de uma espécie da ordem Lepidoptera não identificada (1,04%). O restante dos insetos emergentes foram identificados como insetos parasitóides da ordem Hymenoptera, com cerca de 7,32% dos indivíduos emergentes (Figura 34).



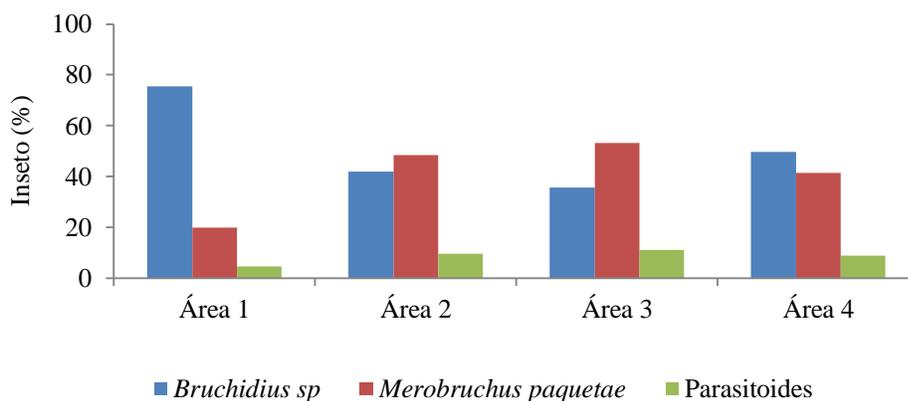
**Figura 34:** Porcentagem final de insetos emergentes em amostras de frutos de matrizes de *A. lebbeck* em quarentena.

Dos insetos da família Bruchidae emergentes, 62,62% dos indivíduos foram insetos pertencentes à espécie *Bruchidius sp.*, 37,08% à espécie *M. paquetae* e 0,29% à espécie *S. limbatus*. O número de indivíduos da espécie *Bruchidius sp.* apresentou-se quase que duas vezes superior ao número de indivíduos da espécie *M. paquetae* (Figura 35).



**Figura 35:** Porcentagem de insetos da família Bruchidae emergentes em amostras de frutos de *A. lebbeck* de quarentena.

Avaliando-se o percentual das espécies de bruquídeos de maior ocorrência e número de himenópteros parasitóides emergentes por área de coleta de frutos, observou-se que houve uma redução do percentual de insetos da espécie *Bruchidius* sp. proporcionalmente ao grau de antropização da área e nível de poluição do ar por veículos automotores, 75%, 42% e 36% de indivíduos para as áreas 1, 2 e 3, respectivamente. Porém, registrando-se o inverso para a população da espécie *M. paquetae* que aumentou em número de indivíduos, 20%, 48% e 53% dos indivíduos para as áreas 1, 2 e 3, respectivamente (Figura 36). Para matrizes isoladas (Área 4), a espécie *Bruchidius* sp. registrou 50% dos indivíduos e a espécie *M. paquetae* 42% dos indivíduos.



**Figura 36:** Porcentagem de insetos por espécie ocorrentes por área de amostragens de frutos de *A. lebeck*.

Analisando-se o número de indivíduos das duas espécies de bruquídeos, *Bruchidius* sp. e *M. paquetae*, por sua área de ocorrência, registrou-se maior ocorrência em número de indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. em frutos de *A. lebeck* provenientes da Área 1 com 1887 (59%) indivíduos emergentes em laboratório, a Área 2 com cerca de um terço dos indivíduos ocorrentes na Área 1, 505 (16%) indivíduos, a Área 3 com 214 (7%) indivíduos se posicionando como a área de menor ocorrência de emergência de indivíduos desta espécie (Tabela 10). A Área 4, apresentou-se com 591 (18%) indivíduos se assemelhando à Área 2 em número de indivíduos.

Indivíduos da espécie *M. paquetae* apresentaram ocorrências com poucas variações entre as áreas, sendo a Área 1 com 498 (26%) indivíduos, a Área 2 com o maior número de ocorrências, 582 (31%), a Área 3 com o menor número de insetos 318 (17%) indivíduos. A Área 4 se assemelhou em número de indivíduos da Área 1, 495 (26%).

**Tabela 10:** Número de insetos bruquídeos da espécie *Bruchidius* sp., *M. paquetae*, himenópteros parasitóides e espécies parasitóides ocorrentes em sementes de *A. lebbeck* atacadas por área, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Número de indivíduo			Espécie ocorrente (parasitóide)
	<i>Bruchidius</i> sp.	<i>M. paquetae</i>	Parasitóide	
1	1887	498	105	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Bracon</i> sp.
2	505	582	104	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp.
3	214	318	43	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp., <i>Bracon</i> sp. e <i>Phanerotoma</i> sp.
4	591	495	99	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp., <i>Bracon</i> sp. e <i>Phanerotoma</i> sp.

Somando-se o número de indivíduos das duas espécies *Bruchidius* sp. e *M. paquetae* em matrizes agrupadas por área de ocorrência, verificou-se que a Área 1 registrou o maior número de indivíduos bruquídeos, 2385 indivíduos, a Área 2 metade do número da primeira com 1087 indivíduos e a Área 3, um quarto da primeira e metade do número da segunda Área com 532 bruquídeos mostrando forte queda em número de indivíduos com a redução do grau de antropização da área e nível de influência da poluição do ar por veículos automotores.

O aumento da ocorrência dos insetos em áreas com maior impacto (nível de influência da poluição do ar por veículos automotores), sugerem a redução das defesas por parte das plantas como observaram BIGNAL et al. (2007) em danos provocados por insetos às espécies florestais *Quercus petraea* e *Fagus sylvatica* às margens de rodovias na Inglaterra. A Área 4 apresentou número de indivíduos de insetos semelhante aos da Área 2, 1086 indivíduos.

LINK & COSTA (1995) em análise da predação das sementes por insetos em amostragens periódicas de frutos de *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva) por duas espécies de insetos *Merobruchus bicoloripe* (Pic) (Coleoptera: Bruchidae) e *Lophopoeum timbouvae* (Lameere) (Coleoptera: Cerambycidae), observaram que o tipo de ambiente em que as árvores se encontram possui forte influência na dominância de uma espécie predadora de sementes.

Os insetos parasitóides não apresentaram variações em número de indivíduos para as Áreas 1, 2 e 4, apenas para a Área 3 com menos da metade dos indivíduos emergentes nas outras áreas, sendo a maior ocorrência registrada nas áreas 1 (105 indivíduos), Área 2 (104 indivíduos) e Área 4 (99 indivíduos) aproximadamente 30% dos indivíduos cada e, a Área 3 com o menor número de insetos (43 indivíduos), percentual de 10%, porém com o maior número de espécies ocorrentes.

Quanto ao número de espécies de himenópteros parasitóides ocorrentes na área de matrizes agrupadas, verificou-se um aumento de espécies à medida que houve o decréscimo do grau de antropização da área e nível de influência da poluição do ar por veículos automotores, sendo o número de espécies himenópteras ocorrentes nas seguintes áreas de: Área 1, 5 espécies; Área 2, 5 espécies e; Área 3, 7 espécies. Para matrizes isoladas (Área 4), foi registrado o mesmo número de espécies encontrado na Área 3 (matrizes agrupadas).

Analisando-se o número de insetos emergentes em frutos secos em quarentena quanto as matrizes de *A. lebbeck* por área, verificou-se diferenças em número de ocorrência de indivíduos

da espécie *Bruchidius* sp. entre matrizes e, para a espécie *M. paquetae*, ocorrência de forma uniforme com pouca variação em emergências de indivíduos (Tabela 11). Isto se deve, possivelmente, ao período de emergência dos insetos, principalmente indivíduos da espécie *Bruchidius* sp., para o repovoamento da população em reinfestação dos frutos em maturação antes de sua secagem, pois árvores de *A. lebeck* apresentaram maturação de frutos irregular sendo o alto número de ocorrência de emergência de insetos observado em matrizes que apresentaram maturação tardia de seus frutos.

**Tabela 11:** Número de indivíduos das espécies *Bruchidius* sp., *M. paquetae*, himenópteros parasitóides e espécies ocorrentes de parasitóides em frutos de *A. lebeck* de quarentena, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Matriz	Número de indivíduo			Espécie ocorrente (parasitóide)
		<i>Bruchidius</i> sp.	<i>M. paquetae</i>	Parasitóides	
1	1	597	156	15	<i>Horismenus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Bracon</i> sp.
	2	524	209	47	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp. e <i>Heterospilus</i> sp.
	3	766	133	43	<i>Horismenus</i> sp. e <i>Eupelmus</i> sp.
2	1	481	160	101	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp.
	2	11	298	1	<i>Eupelmus</i> sp.
	3	13	124	2	<i>Horismenus</i> sp.
3	1	35	75	9	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Phanerotoma</i> sp.
	2	68	118	6	<i>Eupelmus</i> sp. e <i>Heterospilus</i> sp.
	3	111	125	28	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Bracon</i> sp.
4	1	239	175	67	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Bracon</i> sp.
	2	284	201	19	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp.
	3	68	119	13	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Phanerotoma</i> sp.

Foi registrado diferença em número de espécies de himenópteros parasitóides ocorrentes por matrizes de *A. lebeck*, mesmo estas árvores se localizando em mesma área, sugerindo assim a ocorrência de espécies parasitóides limitada a um determinado tipo de ambiente (matriz hospedeira de Bruchidae).

Em termos de amplitude de nicho ecológico para espécies Bruchidae, verificou-se que a espécie *Bruchidius* sp. possui a menor amplitude com  $\beta_1 = 0,6068$  e a espécie *M. paquetae* a maior amplitude com  $\beta_2 = 0,960322$ , embora tenha metade dos indivíduos emergentes em frutos de quarentena. Foi registrada a maior eficiência na exploração dos recursos (posturas em frutos

no campo e emergências de insetos adultos em sementes) para a espécie *M. paquetae*, sendo também a espécie mais competitiva e com maior tolerância às condições ecológicas, refletindo se na maior sobreposição de nicho,  $\alpha_2 = 0,252974$  (*M. paquetae*) e  $\alpha_1 = 0,15985$  (*Bruchidius* sp.).

A ocorrência dos indivíduos parasitóides nas matrizes foi semelhante a distribuição dos indivíduos da espécie *Bruchidius* sp., possuindo maior ocorrência em matrizes que possuíram maior número de indivíduos bruquídeos desta espécie.

Quanto à época de amostragem de frutos (coleta) para quarentena, registrou-se a segunda época de amostragem como a de maior número de emergência de *Bruchidius* sp. em todos os locais de amostragem de frutos, enquanto que para a espécie *M. paquetae* não foi registrado muita variação em número de indivíduos para a primeira e segunda amostragem de frutos entre os locais somente para a terceira amostragem com baixo número de ocorrência de indivíduos, tornando-se evidente o período de emergência de indivíduos desta espécie ser menor em relação a indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. ou a oviposição em frutos em fase prematura (Tabela 12).

A espécie *Bruchidius* sp. também apresentaram baixa ocorrência de indivíduos em frutos da terceira amostragem o que se registra a fase final das emergências desses insetos em frutos no campo. Para as espécies de himenópteros, registrou-se ocorrência de forma bastante variada.

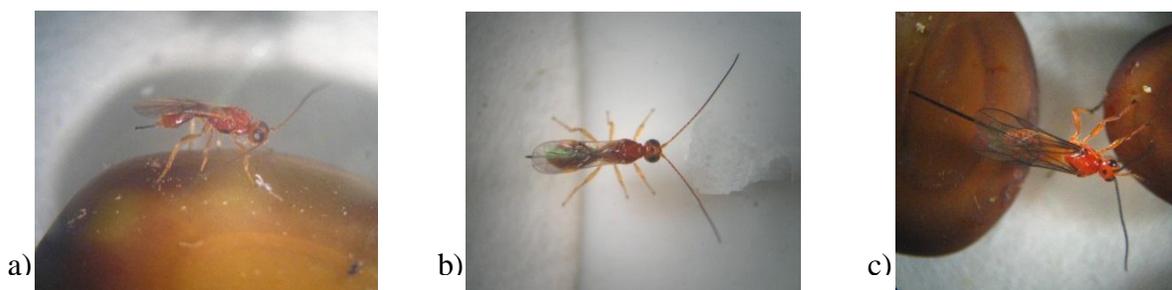
**Tabela 12:** Número de indivíduos das espécies *Bruchidius* sp, *M. paquetae*, parasitóides e espécies de parasitóides ocorrentes em frutos de *A. lebeck* de quarentena, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Coleta	Número de indivíduo			Espécie ocorrente (parasitóide)
		<i>Bruchidius</i> sp.	<i>M. paquetae</i>	Parasitóide	
	1	367	183	9	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp.
1	2	1234	235	89	<i>Horismenus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Heterospilus</i> sp.
	3	286	80	7	<i>Horismenus</i> sp. e <i>Eupelmus</i> sp. e <i>Bracon</i> sp.
	1	95	209	32	<i>Horismenus</i> sp. e <i>Eupelmus</i> sp.
2	2	229	228	24	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp.
	3	181	145	48	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp.
	1	84	122	30	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Bracon</i> sp.
3	2	93	128	5	<i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Stenocorse</i> sp.
	3	37	68	8	<i>Eupelmus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Phanerotoma</i> sp.
	1	165	239	19	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp. e <i>Bracon</i> sp.
4	2	355	184	55	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Eurytoma</i> sp., <i>Heterospilus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp., <i>Bracon</i> sp. e <i>Phanerotoma</i> sp.
	3	71	72	25	<i>Horismenus</i> sp., <i>Eupelmus</i> sp., <i>Stenocorse</i> sp. e <i>Phanerotoma</i> sp.

Nas figuras 37 e 38 estão os insetos parasitóides encontrados nas amostras de frutos de *A. lebbeck* de quarentena em laboratório.



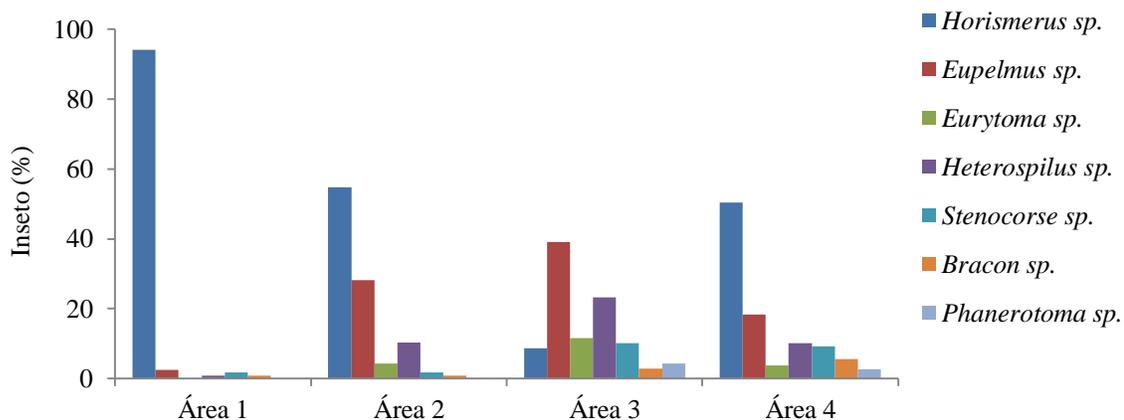
**Figura 37:** Espécies himenópteras (parasitóides): a) *Horismenus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), b) *Eupelmus* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae), c) *Eurytoma* sp. (Hymenoptera: Eurytomidae).



**Figura 38:** Espécies himenópteras (parasitóides): a) *Heterospilus* sp. (Hymenoptera: Braconidae, Doryctinae), b) *Stenocorse* sp. (Hymenoptera: Braconidae, Doryctinae), c) *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae, Braconinae).

Analisando-se o número de indivíduos de himenópteros por área de ocorrência, registrou-se dos indivíduos ocorrentes na Área 1, percentual de 94% para a espécie *Horismenus* sp., 3% para *Eupelmus* sp. e os 3% restante pertencentes às espécies *Stenocorse* sp., *Heterospilus* sp. e *Bracon* sp. (Figura 39). Na Área 2, obteve-se 55% para a espécie *Horismenus* sp., 28% para *Eupelmus* sp., 10% para *Heterospilus* sp., 4% para *Eurytoma* sp. e o restante 3% nas espécies *Stenocorse* sp. e *Bracon* sp. Na Área 3, a espécie *Eupelmus* sp. se apresentou com maior número, 39% dos indivíduos, a espécie *Heterospilus* sp., 23%, *Eurytoma* sp., 12%, *Stenocorse* sp. 10%, *Horismenus* sp. 9% e o 5% restante nas espécies *Bracon* sp. e *Phanerotoma* sp. Já na Área 4, obteve-se 51% para a espécie *Horismenus* sp., 18% para *Eupelmus* sp., 10% *Heterospilus* sp., 9% para *Stenocorse* sp., 5% para *Bracon* sp. e o restante 6% distribuídos nas espécies *Eurytoma* sp. e *Phanerotoma* sp.

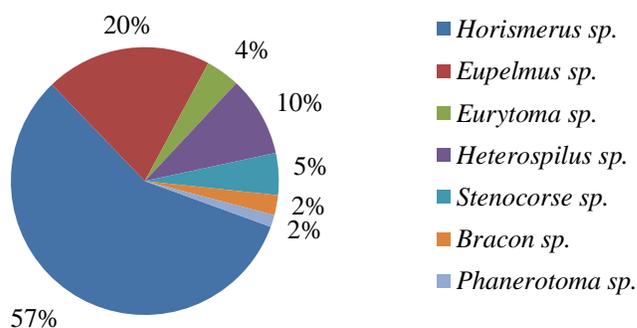
MADEIRA *et al.* (2003) observaram que as taxas de ataque de parasitóides não aumenta com as taxas de ataque dos predadores de sementes e que os parasitóides parecem regular seu ataque de acordo com o ataque dos predadores de sementes.



**Figura 39:** Percentual de insetos parasitóides ocorrentes em sementes de *A. lebeck* atacadas por área de amostragens de frutos.

Verificou-se uma redução no número de ocorrência para a espécie *Horismenus sp.* e aumento para as espécies *Eupelmus sp.*, *Heterospilus sp.*, *Eurytoma sp.* e *Stenocorse sp.* à medida que o grau de antropização da área e nível de influência da poluição do ar diminuiu por local. A Área 4, apesar de possuir número superior de espécies emergentes à Área 1 e 2 se assemelharam entre si em número de ocorrências de indivíduos parasitóides (Tabela 10).

Avaliando-se o total de indivíduos parasitóides emergentes em toda a área de estudo, registrou-se percentuais de 58% dos indivíduos emergentes pertencentes à espécie *Horismenus sp.*, 20% à *Eupelmus sp.*, 10% à *Heterospilus sp.*, 5% à *Stenocorse sp.*, 4% à *Eurytoma sp.* e o restante às espécies *Bracon sp.* e *Phanerotoma sp.* (Figura 40).



**Figura 40:** Percentual geral de insetos himenópteros parasitóides ocorrentes em amostras de frutos de *A. lebeck* de quarentena em laboratório.

Indivíduos de himenópteros parasitóides ocorrentes em amostragens de frutos para emergência de insetos predadores de sementes pré-dispersão tem sido relatado por HETZ & JOHNSON (1988), SIEMENS *et al.* (1991), SARI & RIBEIRO-COSTA (2005), SILVA *et al.*

(2007) e FIGUEIREDO *et al.* (2008) em bruquídeos, principalmente parasitóides das famílias Braconidae, Eulophidae e Eupelmidae.

#### 4.6 Flutuação populacional das espécies *Bruchidius* sp. e *M. paquetae*

Antes que os frutos de *A. lebeck* da primeira amostragem fossem postos em quarentena, procedeu-se a contagem dos orifícios de emergências dos insetos nos frutos, verificando-se que dos 597 frutos amostrados, 328 já se apresentavam com orifícios de emergências de insetos, os quais no término das emergências dos insetos representaram um percentual de 43,13% de todos os orifícios de emergências por insetos bruquídeos desses frutos em beneficiamento (Tabela 13).

Observou-se que os insetos em início de suas emergências em frutos no campo emergem de apenas um orifício devido às sementes se encontrarem colabadas à parede dos frutos pela máxima pressão de enchimento e por ainda estar em fase inicial de desidratação o que não se observou para frutos totalmente secos em que suas sementes em estágio final de desidratação apresentaram dimensões reduzidas devido à perda de água de seu interior, que com a rigidez da parede dos frutos permitem que as mesmas fiquem soltas no interior dos lóbulos facilitando a fuga dos insetos por orifícios de outrem e a oviposição de outros insetos que utilizam desses orifícios para a postura em sementes ou larvas de bruquídeos como também para seu refúgio das condições adversas do ambiente externo.

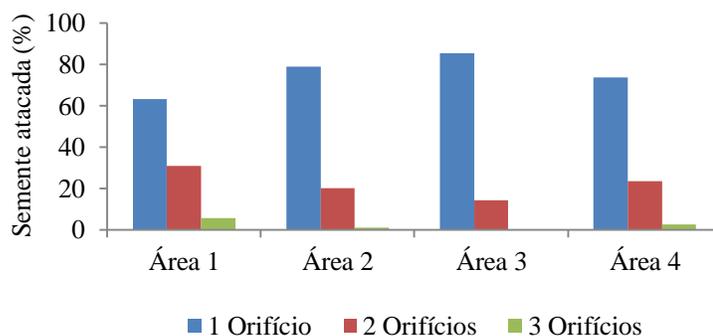
**Tabela 13:** Número de orifícios em frutos da primeira amostragem antes da quarentena e após a emergência dos insetos, porcentagem dos orifícios antes da quarentena, número de insetos emergentes e porcentagem de insetos em fuga pelo mesmo orifício de emergência de outrem em frutos de *A. lebeck* de quarentena, Seropédica, RJ. 2009.

Área	Orifício em fruto (coleta)	Número de fruto	Orifício em fruto (beneficiamento)	Número de fruto	% de orifício em fruto (coleta)	Número de inseto	% de inseto em fuga pelo mesmo orifício
1	389	115	819	150	47,50	559	13,61
2	132	53	439	150	30,07	336	6,20
3	182	70	390	147	46,67	238	7,14
4	279	90	629	150	44,36	423	10,40
Total	982	328	2277	597	43,13	1556	10,28

Registrou-se nos resultados da tabela acima, um percentual de 10,28 % de insetos que se utilizaram de orifícios de outrem para sua fuga ao ambiente exterior. Observou-se que o percentual de insetos que se utilizam de orifícios de outrem para a fuga é dependente da velocidade de secagem dos frutos e desidratação das sementes em seu interior, além da densidade de insetos no interior das sementes, espaço suficiente entre o exocarpo e a semente para o deslocamento do inseto até o orifício para sua fuga.

Diante disto, registrou-se variações em percentuais de insetos se utilizando de orifícios de outrem de 13,61% na Área 1, área que também apresentou o maior número de sementes com dois ou mais orifícios de emergência de insetos, cerca de 36%. Já os frutos das matrizes provenientes da Área 4 (matrizes isoladas) com 10,4% de insetos em fuga, apresentando 26% de suas sementes com dois ou mais orifícios de emergências (Figura 41).

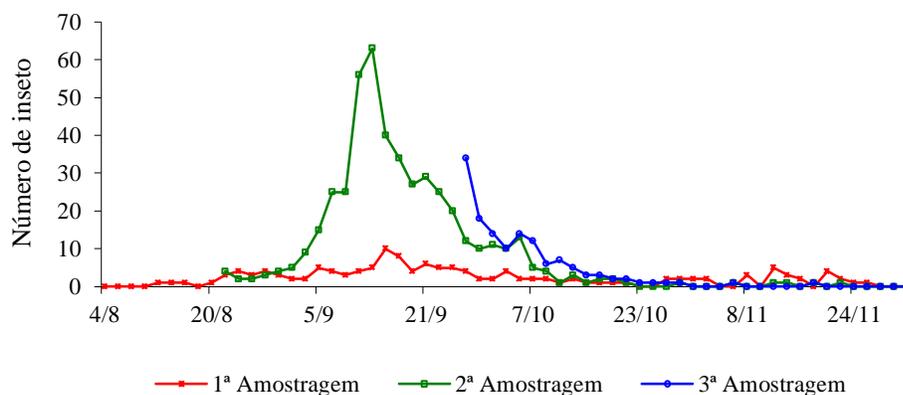
As outras áreas apresentaram percentuais de sementes com dois orifícios de emergências a baixo de 20% e quase ou nenhuma semente com três ou mais orifícios o que pode ter influenciado no percentual de insetos em fuga pelo mesmo orifício.



**Figura 41:** Percentual de sementes atacadas com 1, 2, 3 ou mais orifícios de emergência de Bruchidae na primeira amostragem de frutos *A. lebbeck*.

Verificou-se ainda que 38,69 % dos insetos já haviam emergido no campo no momento das coletas dos frutos para a primeira amostragem fazendo com que o gráfico da flutuação populacional dos insetos para a amostragem de frutos fosse construído com o percentual de 61,31% dos insetos bruquídeos emergentes das amostras da primeira amostragem em quarentena.

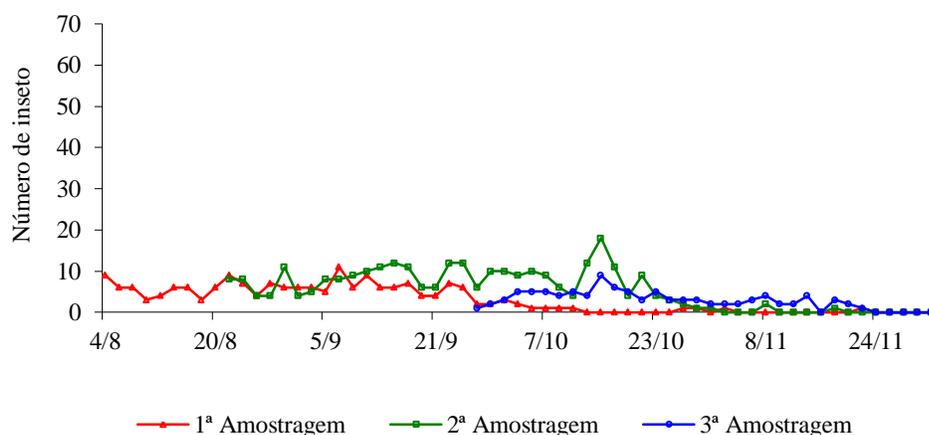
Na flutuação populacional dos bruquídeos em sementes de *A. lebbeck*, verificou-se baixo número de insetos em ocorrência na primeira amostragem para a espécie *Bruchidius* sp. com as maiores médias de ocorrências acontecendo no mês de setembro, 30 dias após a amostragem dos frutos no campo (Figura 42). Já na segunda amostragem, registrou-se grande número de ocorrências de insetos apresentando pico de emergências em meados de setembro e na terceira amostragem, registro de maior média de ocorrência no primeiro dia de contagem dos insetos que se prosseguiram em decadência juntamente com as ocorrências de amostragens anteriores até o dia 23 de outubro.



**Figura 42:** Flutuação de indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. em amostras de frutos de *A. lebbeck* em quarentena.

Os insetos desta espécie de bruquídeos (*Bruchidius* sp.) apresentaram período de emergência bastante homogêneo e definido entre as amostragens de frutos o que se observa que na primeira amostragem de frutos a densidade de posturas em frutos foi menor devido ao reduzido número de insetos em oviposição e quando do repovoamento dos insetos pela segunda geração, os primeiros frutos já se encontravam em estágios avançados de maturação ou a morte dos insetos pela rápida perda de água das sementes nos frutos após a coleta.

A outra espécie de bruquídeo de ocorrência em sementes de *A. lebeck* (*M. paquetae*) apresentou médias de ocorrências bastante homogêneas e com poucas variações ao longo de seu período de emergência para todas as amostragens de frutos, registrando pico de emergência definida em meados do mês de outubro para as duas últimas amostragens de frutos no campo (Figura 43).



**Figura 43:** Flutuação de indivíduos da espécie *M. paquetae* em amostras de frutos de *A. lebeck* em quarentena.

Observou-se diferenças no período de emergência dos insetos para as duas espécies, onde indivíduos da espécie *Bruchidius* sp. apresentaram sincronização de emergências e em consequência maior número de indivíduos no mês de setembro o que não aconteceu com a espécie *M. paquetae* que apresentaram emergências regulares ao longo do tempo, o que pode ser explicado como estratégia da oviposição regular em frutos no campo em todos os estágios de maturação o que seria um estratégia de evitar a competição inter e/ou intraespecífica entre indivíduos no interior da semente pela diferença de estágios larvais.

## 5 CONCLUSÕES

Para concluir, tem-se que:

1. O período que antecede à desidratação dos frutos e sementes é o período de maior êxito para que os insetos predadores de sementes pré-dispersão que depositam seus ovos sobre a superfície dos frutos atinjam o interior da semente para seu desenvolvimento larval.
2. Frutos que atingem a maturação prematuramente possuem maior comprimento e número de sementes sadias, além de serem os precursores de insetos Bruchidae da segunda geração para a composição da população em infestação de frutos em maturação subsequente.
3. Frutos com maturação tardia possuem maior número de posturas em sua superfície e maior número de larvas no interior de suas sementes.
4. A competição por recursos no interior das sementes por larvas é favorecida com o maior número de ovos depositados pelas fêmeas em frutos com maturação tardia no campo.
5. A predação e intensidade de danos em sementes por insetos são favorecidos com o aumento do nível da perturbação da área e influência da poluição do ar proveniente de veículos automotores, além do isolamento das matrizes.
6. O número de sementes abortadas é favorecido com a redução do nível de antropização da área.
7. As espécies de insetos *Bruchidius* sp. e *Merobruchus paquetae* são os principais predadores de sementes de *Albizzia lebeck*.
8. As espécies himenópteras parasitóides de Bruchidae, *Bruchidius* sp. e *Merobruchus paquetae*, ocorrentes em frutos de *Albizzia lebeck* são: *Horismenus* sp., *Eupelmus* sp., *Eurytoma* sp., *Heterospilus* sp., *Stenocorse* sp., *Bracon* sp. e *Phanerotoma* sp.
9. O nível de perturbação da área possui forte influência no número de indivíduos predadores de sementes de *Albizzia lebeck* e seus parasitóides como também no número de espécies de himenópteras ocorrentes em cada área.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFORESTREE DATABASE. In.: World Agroforestry Centre: Transforming Lives and Landscapes. Disponível em: < <http://www.worldagroforestry.org/> > Acesso: 12/06/2008.

ARRUDA, E. R. O Barbatimão. **Arquivos do serviço florestal**, Rio de Janeiro, v.4, 1950. p.101-117.

ASHMORE, M. Plants and pollution. In.: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. Second edition. Oxford: Blackwell Science, p.568-581, 1997.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. Fourth edition, Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 759p.

BIGNAL, K. L.; ASHMORE, M. R.; HEADLEY, A. D.; STEWART, K.; WEIGERT, K. Ecological impacts of air pollution from road transport on local vegetation. **Applied Geochemistry**, v. 22, p.1265-1271, 2007.

BITTENCOURT, M. A. L.; BERTI FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n.1, p. 65-68, 2004.

BOHART, G. E.; KOERBER, T. W. Insects and seed production. In.: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed Biology: Insects, and Seed collection, Storage, Testing, and Certification**. Vol. III, Academic Press. New York and London. p.1-53, 1972.

BONDAR, G. Notas biológicas sobre bruquídeos observados no Brasil. **Arquivos do Instituto de Biologia Vegetal**, v. 3, p. 7-44, 1936.

BOREN, J.C.; LOCHMILLER, R.L.; LESLIE, D. M.; D. M. ENGLE. Amino acid concentrations in seed of preferred forages of bobwhites. **Journal of Range Management**, v.48, n.2, p.141-144, 1995.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. Rio de Janeiro: Aliança para o progresso. 1969. 651p.

BORROR, D.J.; T RIPLEHORN, C.A.; J OHNSON, N.F. An introduction to the study of insects. Sixth edition. Flórida: **Saunders College Publishing**, 1989. 875p.

CAMPAN, E.D.M.; CALLEJAS, A.; RAHIER, M.; BENREY, B. Interpopulation Variation in a Larval Parasitoid of Bruchids, *Stenocorse bruchivora* (Hymenoptera: Braconidae): Host Plant Effects. **Environmental Entomology**, v.34, n.2, p. 457-465, 2005.

CARLINI C. R.; GROSSI-DE-SÁ M. F. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. **Toxicon**, v. 40, p.15-39, 2002.

CENTER, T.D.; C.D. JOHNSON. Coevolution of some seed beetles (Coleoptera: Bruchidae) and their hosts. **Ecology**, v. 55, p.1096-1103, 1974.

CRAWLEY, Population dynamics. In.: CRAWLEY, M.J. (Ed.). **Natural Enemies: the Population Biology of Predators, Parasites and Diseases**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p.40-89, 1992a.

CRAWLEY, Seed predator and population dynamics. In.: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities**. CAB International, Wallingford. p. 157-191, 1992b.

CRAWLEY, M. J. Life history and environment. In.: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. 2 ed. Oxford: Blackwell Science, p.73-131, 1997a.

CRAWLEY, M. J. Plant-Herbivore dynamics . In.: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. 2 ed. Oxford: Blackwell Science, p.401-474, 1997b.

CUEVAS-REYES, P.; QUESADA, M.; HANSON, P.; OYAMA, K. Interactions Among Three Trophic Levels and Diversity of Parasitoids: A Case of Top-Down Processes in Mexican Tropical Dry Forest. **Environmental Entomology**, v.36, n.4, p.792-800, 2007.

DALL'OGGIO, O. T.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, F. A.; PINTO, R. Himenópteros parasitóides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 123-129, 2002.

DE CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In.: FERREIRA, A. G. & BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.51-67, 2004.

DE STEVEN, D. Reproductive consequences of insect seed predation in *Hamamelis virginiana*. **Ecology**, v. 64. n.1, p.89-98, 1983.

DUNPHY, B.K.; HAMRICK, J. L. Gene flow among established Puerto Rican populations of the exotic tree species, *Albizia lebbek*. **Heredity**, v. 94, p.418-425, 2005.

DUTRA, A. S.; FILHO, S. M.; DINIZ, F. O. Dormência, substrato e temperatura para germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbek* (L.)). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.3, p.291-296, 2007.

FERRAZ, F. C.; CARVALHO, A. G. Ocorrência e danos por *Pygiopachymerus lineola* (Chevrolat, 1871) (Coleoptera:Bruchidae) em frutos de *Cassia fistula* no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Biotemas**, v.14, n.1, p.137-140, 2001.

FERRAZ, F. C.; CARVALHO, A.G., SOUSA, N, J. Eficiência de armadilhas de impacto para levantamento de coleopteros em vegetação ciliar em Pinheiral, RJ. In: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóias, SP, **Anais...** v.2, p. 142-145, 1998.

- FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, A. G. Avaliação de frutos de *Albizzia lebbek* e danos causados por *Merobruchus paquetae*. **Revista de Agricultura. Piracicaba, SP**, v.78, n.1, p.67-76, 2003.
- FIGUEIREDO, P. S.; GIRNOS, E. C.; SANTOS, L. S. Predação e parasitismo em sementes de duas populações de *Parkia platycephala* Benth., em áreas de cerrado no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.2, p.245-251, 2008.
- GALLO, D.; NAKANO, O. SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. R. A.; ALVES, S. B. VENDRAMIM, J. D. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: CERES, 1988. 649p.
- GUEDES, R. N. C.; GUEDES, N. M. P.; SMITH, R. H. Larval competition within seeds: From the behaviour process to the ecological outcome in the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. **Austral Ecology**, v.32, p.697-707, 2007.
- HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed). **Seed Biology: Insects, and Seed collection, Storage, Testing, and Certification**. Vol. III, Academic Press. New York and London. p.145-245, 1972.
- HETZ, M.; C.D. JOHNSON. Hymenopterous parasites of some bruchid beetles of North and Central America. **Journal Stored Products Research**, v.24, p.131-143, 1988.
- HOLTZ, A. M.; OLIVEIRA, H. G.; PALLINI, A.; VENZON, M.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, C. L.; MARINHO, J. S.; ROSADO, M. C. Desempenho de *Thyrintina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em Eucalipto e Goiaba: o Hospedeiro Nativo Não é um Bom Hospedeiro? **Neotropical Entomology**, v.32, n.3, p. 427-431, 2003.
- HOWE, R. W. Insects attacking seeds during storage. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Seed Biology: Insects, and Seed collection, Storage, Testing, and Certification**. Vol. III, Academic Press. New York and London. p.247-300, 1972.
- HOWE, H. F.; WESTLEY, L.C. Ecology of pollination and seed dispersal. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. 2 ed. Oxford: Blackwell Science. p.262-283, 1997.
- JANZEN, D. H. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. **Evolution**, v.23, p.1-27, 1969.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v.104, p.501-528, 1970.
- JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review Ecology and Systematics**, v. 2, p.465-492, 1971.
- JANZEN, D.H. Escape of *Cassia grandis* L. beans from predators in time and space. **Ecology**, v. 52, p. 964-979, 1971.

- JANZEN, D. H. Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. **Journal of Ecology**, v.68, p. 929-952, 1980.
- JOHNSON, C.D. Interactions between bruchid (Coleoptera) feeding guilds and behavioral patterns of fruits of the Leguminosae. **Environment Entomologic**, v.10, p. 249-253, 1981.
- JOHNSON, C. D. Adaptive radiation of *Acanthoscelides* in seeds: examples of legume-bruchid interactions. C. H. STIRTON & J. L. ZARUCCHI (eds.). Advances in legume biology. **Monographs in Systematic Botany**, v. 29, p.747-779, 1989.
- JOHNSON, C.D.; D.H. SIEMENS. Oviposition behavior, guilds, host relationships and new host and distribution records for the genus *Merobruchus* Bridwell (Coleoptera: Bruchidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 51, n.1, p. 13-21, 1997.
- JOHNSON, C. D.; ROMERO, J.; RAIMÚNDEZ-URRUTIA, E. Ecology of *Amblycerus crussipunctatus* Ribeiro-Costa (Coleoptera:Bruchidae) in seeds of Humiriaceae, a new host family for bruchids, with an ecological comparison to other species of *Amblycerus*. **The Coleopterists Bulletin**, v.55, n.1, p.37-48, 2001.
- JOHNSON, C.D.; J. ROMERO. A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 404-408, 2004.
- JOKER, D. *Albizia lebbek* (L.) Benth. SEED LEAFLET Danida Forest Seed Centre Denmark N°. 7, September of 2000. Disponível em: < <http://www.dfsc.dk> >.
- KAGEYAMA, P.Y.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Fatores que afetam a produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Org.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p.19-46, 1993.
- KARBAN, R.; I. T. BALDWIN. **Induce responses to herbivory**. Chicago, University of Chicago Press, 1997. 317p.
- KASHIWABA, K.; TOMOOKA, N.; KAGA, A.; HAN, O.K.; VAUGHAN, D. A. Characterization of Resistance to Three Bruchid Species (*Callosobruchus* spp., Coleoptera, Bruchidae) in Cultivated Rice Bean (*Vigna umbellata*). **Journal of Economic Entomology**, v. 96, n.1, p. 207-213, 2003.
- KERGOAT, G. J.; DELOBEL, A.; FÉDIÈRE, G.; LE RÜ, B.; SILVAIN, J.F. Both host-plant phylogeny and chemistry have shaped the African seed-beetle radiation. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.35, p.602-611, 2005.
- KERGOAT, G.J.; SILVAIN, J.F.; BURANAPANICHPAN, S.; TUDA, M. When insects help to resolve plant phylogeny: evidence for a paraphyletic genus *Acacia* from the systematics and host-plant range of their seed-predators. **Zoologica Scripta**, v.36, n. 2, p.143-152, 2007.

KINGSOLVER, J. M.. Bruchidae. In: **American Beetles, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionidae**. ARNET JR., R.H. THOMAS, M. C. SKELLEY, P. E. & FRANK, J. H. (eds). CRC Press. p. 602-612, 2002.

KLIPS, R. A.; SWEENEY, P. M.; BAUMAN, E. K. F.; SNOW, A. A. Temporal and Geographic Variation in Predispersal Seed Predation on *Hibiscus moscheutos* L. (Malvaceae) in Ohio and Maryland, USA. **The American Midland Naturalist**, v.154, n. 2, p.286-295, 2005.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2<sup>a</sup> ed., São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

LEE, T. D. Patterns of fruit and seed production. In: J. LOVETT & L.L. DOUST (eds.). **Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies**. Oxford University press, Oxford. p. 179-201, 1988.

LIMA, C. A. M. **Insetos do Brasil**. Coleopteros. 3<sup>a</sup> parte - Escola Nacional de Agronomia . Rio de Janeiro, série didática, 1955.

LINK, D.; COSTA, E. C.; ROMAGNA, A. L. Danos causados por *Merobruchus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de angico, *Parapiptadenia rígida* (benth.) (Leguminosa). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6. Nova Prata, 1988. **Anais...**

LINK, D.; COSTA, E. C. Dano causados por insetos em sementes de timbaúva, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Ciência Florestal**, v. 5, n. 1, p.113-122, 1995.

LISBOA, P. L. B. Predação em sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Palmae). **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 7, p. 764-767, 1975.

LOREA-BAROCIO, J. C.; ROMERO-NÁPOLES, J.; VALDEZ-CARRASCO, J.; CARRILLO-SÁNCHEZ, J. L. Especies y hospederas de los Bruchidae (Insecta: Coleoptera) del Estado de Jalisco, México. **Agrociencia**, v. 40, n. 4, p. 511-520, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.<sup>a</sup> ed. Nova Odessa, SP. Editora Plantarum. 1998. 368p.

LOUDA, S. M.; POTVIN, M. A. Effect of inflorescence-feeding insects on the demography and lifetime fitness of a native plant. **Ecology**, v.76, p.229-245, 1995.

MADEIRA, B. G.; SANTOS, R. M. DOS; BRAGA, D. L.; FAGUNDES, M. Predadores de sementes e seus parasitóides em *Enterolobium contortisiliquum* (Leguminosae: Mimosoideae). VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, v.1, 2003. 405p.

MBATA, G. N.; SHU, S.; PHILLIPS, T. W.; RAMASWAMY, S. B. Semiochemical cues used by *Pteromalus cerealellae* (Hymenoptera: Pteromalidae) to locate its host, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, n.2, p. 353-360, 2004.

MESSINA, F. J. Predictable modification of body size and competitive ability following a host shift by a seed beetle. **Evolution**, v.58, n.12, p. 2788-2797, 2004.

MITCHELL, R. The evolution of oviposition tactics in the bean weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). **Ecology**, v.56, p.696-702, 1975.

MOHANAN, C.; CHACKO, K. C. CHANDRAN, A.; VARMA, G. Seed health problems in tropical forest tree seeds and their impact on seedling production. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 2005. Disponível em: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp011.htm>.

MONTE, O. Breve notícia sobre uma praga de canafístula. **Chácaras e Quintais**, São Paulo vol.52, n.4, 1935. 481p.

MORSE, G. E.; FARRELL, B. D. Ecological and evolutionary diversification of the seed beetle genus stator (coleoptera: chrysomelidae: bruchinae). **Evolution**, v.59, n.6, p. 1315-1333, 2005.

NASCIMENTO, L. S. **Insetos associados a predação de sementes das essências florestais *Albizia lebeck* e *Pithecolobium tortum*, Seropédica, RJ.** Monografia. 47p. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006.

NAFRIA, J. M. N.; DURANTE, M. P. M. **Tratado de Entomologia**. Barcelona: Ediciones Omega S. A.,1985. 599p.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Tropical legumes: Resources for the Future. Washington: **National Academy of Sciences**, 1979. 331p.

NOGUEIRA, E. M. L.; ARRUDA, V. L. V.. Frutificação e danos em frutos e sementes de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosae, Papilionoideae) em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, SC. **Biotemas**, v.19, n.4, p. 41-48, 2006.

NOTMAN, E.; GORCHOV, D. L. Variation in Post-dispersal Seed Predation in Mature Peruvian Lowland Tropical Forest and Fallow Agricultural Sites. **Biotropica**, v.33, n.4, p.621-636, 2001.

PARROTTA, J. A. *Albizia lebeck* (L.) Benth. Siris. Leguminosae (Mimosaceae). **Legume family**. New Orleans, LA: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry; 1987. 5p. (SO-ITF-SM; 7).

PEDROSA-MACEDO, J. H. **Os coleópteros nos reflorestamentos brasileiros**. (Mimeografado). Curso sobre atualização em Proteção Florestal, realizado pela FUPEF. Curitiba, 1989. 13p.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Fatores que afetam a produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Org.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p.215-274, 1993.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Org.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p.47-81, 1993.

PUZZI, D. **Manual de armazenamento**. Ed. Ceres. São Paulo, SP, 1977. 405p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; A. S. COSTA. Comportamento de oviposição de Bruchidae (Coleoptera) predadores de sementes de *Cassia leptophylla* Vogel (Caesalpinaceae), morfologia dos ovos e descrição de uma nova espécie. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.19, n.1, p. 305-316, 2002.

ROHNER, C., WARD, D., Large mammalian herbivores and the conservation of arid *Acacia* stands in the Middle East. **Conservation Biology**, v.13, p.1162–1171, 1999.

ROJAS-ROUSSE, D. Persistent pods of the tree *Acacia caven*: a natural refuge for diverse insects including Bruchid beetles and parasitoids Trichogrammatidae, Pteromalidae and Eulophidae. **Journal of Insect Science**, v.8, p.1536-2442, 2006.

ROMERO, N., J. Los Bruchidae de México (Insecta: Coleoptera). In: LLORENTE, J. B. & J. J. MORRONE (eds). **Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento**. Vol. III. Facultad de Ciencias, UNAM. 2002. 710p.

SANTOS, G. P.; ANJOS, N. & ZANUNCO, J. C. Bionomia de *Merobruchus paquetae* Kingsolver, 1980 (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de *Albizia lebbek* Benth (Leguminosae: Mimosoideae). **Revista Árvore**, v.9, n.1, p.87-99, 1985.

SANTOS, G. P.; ARAÚJO, F. da S.; NETO, H. F.; MONTEIRO, A. J. A. Danos em sementes de *Cassia ferruginea* causados por *Zabrotes interstitialis*, *Pygiopachymerus lineola* (Coleoptera: Bruchidae) e um Lepidoptera (Pyralidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n.2, p. 311-316, 1994.

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.; ZANUNCIO, T. V.; LÉO, E. A.; DUARTE, N. F. Notas preliminares sobre danos causados por *Hexachaeta* sp. (Diptera:Tephritidae) em sementes de papagaio- *Aegiphila sellowiana* Cham., 1832 (Verbenaceae). Viçosa-MG, **Revista Cerne**, v.2, n.2, p. 152-160, 1996.

SARI, L.T.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; MEDEIROS, A.C.S. Insects Associated with Seeds of *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Fabaceae) in Tres Barras, Parana, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 31, n.3, p. 483-486, 2002.

SARI, L.T.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; ROPER, J.J.. Dinâmica populacional de bruquíneos (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n.1, p.169-174, 2005.

- SARI, L. T.; RIBEIRO-COSTA, C. S. Predação de sementes de *Senna multijuga* (Rich) H. S. Irwin & barneby (Caesalpinaceae) por Bruquíneos (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology**, v.34, n.3, p. 521-525, 2005.
- SCHELIN, M.; TIGABU, M.; ERIKSSON, I.; SAWADOGO, L.; ODEN, P. C. Predispersal seed predation in *Acacia macrostachya*, its impact on seed viability, and germination responses to scarification and dry heat treatments. **New Forest**. v. 27, n. 3, p. 251-267, 2004.
- SCHERER, K. Z.; ROMANOWSKI, H. P. Predação de *Megacerus baeri* (Pic, 1934) (Coleoptera: Bruchidae) sobre sementes de *Ipomoea imperati* (Convolvulaceae), na praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. **Revista Biotemas**, v.18, n.1, p. 39-55, 2005.
- SCHMALE, I.; WACKERS, F. L.; CARDONA, C.; DORN, S. Field Infestation of *Phaseolus vulgaris* by *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), Parasitoid Abundance, and Consequences for Storage Pest Control. **Environmental Entomology**, v. 31, n. 5, p. 859-863, 2002.
- SCHMALE, I.; WACKERS, F. L.; CARDONA, C.; DORN, S. Biological control of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), by the native parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) on small-scale farms in Colombia. **Journal of Stored Products Research**, v.42, p.31-41, 2006.
- SCHUPP, E. W. Annual variation in seedfall, postdispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. **Ecology**, v.71, p 504-515, 1992.
- SERRANO, M.A. Dispersão de *Albizia lebeck* (L.) Benth em área urbana - Cuiabá, MT. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.4, n.1, p.112-117, 2000.
- SIEMENS, D. H.; JOHNSON, C. D.; WOODMAN, R. L. Determinants of Host Range In Bruchid Beetles Woodman Source: **Ecology**, v. 72, n. 5, p. 1560-1566, 1991.
- SILVA, P. Bruquíneos associados às sementes de palmeiras na Bahia, Brasil (Coleoptera, Bruchidae). Sociedade Entomológica do Brasil, 18.1989. **Anais...** Sociedade Entomológica do Brasil, p.155-168, 1989.
- SILVA, L. A.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; ROSSI, M. N. A Preliminary Investigation of Pre-Dispersal Seed Predation by *Acanthoscelides schrankiae* Horn (Coleoptera: Bruchidae) in *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze Trees. **Neotropical Entomology**, v.36, n.2, p.197-202, 2007.
- SOUTHGATE, B. J. Biology of Bruchidae. **Annual Review of Entomology**, v. 24, p. 449-473, 1979.
- SOUZA, A. J. **Tegumento de sementes não-hospedeiras como barreiras contra a penetração do bruquídeo *Callosobruchus maculatus*: ênfase no tegumento de sementes de *Albizia* sp.** Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia), 2009, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes – RJ. 88p., 2009.

SPIRONELLO, W. R.; SAMPAIO, P.T. B.; RONCHI-TELES, B. Produção e predação de frutos em *Aniba rosaedora* Ducke var. *amazonica* Ducke (Lauraceae) em sistema de plantio sob floresta de terra firme na Amazônia Central. **Acta Botanica Brasileira**, v. 18, n. 4, p. 801-807, 2004.

SUNDARAVALLI, M.; PALIWAL, K. Effect of *Albizia lebbek* plantation on the nutrient cycling in a semiarid Grazingland. **Tropical Ecology**, v. 43, n. 2, p. 305-314, 2002.

TAKAKURA, K. The seed specialist seed predator *Bruchidus dorsalis* (Coleoptera: Bruchidae) plays a crucial role in the seed germination of its host plant, *Gleditsia japonica* (Leguminosae). **Functional Ecology**, v. 16, p. 252-257, 2002.

TAMURA, S., HIARA, T. Proximate factors affecting fruit set and seed mass of *Styrax obassia* in a masting year. **Ecoscience**, v. 5, p. 100-107, 1998.

VERNALHA, M. M. *Heilipus parvulus* Bohn, 1843, praga da imbuía *Phoebe porosa*, no Horto florestal de Vilha Velha. **Arquivo de Biologia e tecnologia**, Curitiba, v.8, n.3, p. 309-312, 1953.

VOLTOLINI, J. C.; ESTRADA, C. Seleção de sementes por predadores na escala da paisagem, de populações e de indivíduos. Floresta Tropical Pluvial Atlântica, VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Fortaleza, 2003. v.1, p. 274-275, 2003. **Anais...**

YAMADA, M.V. **Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonidae) em área de Mata Atlântica do Parque estadual do Jaraguá. São Paulo/SP.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: UFSCar, 2001. 79p.

YAMAMOTO, M. Influência de bruquídeos na produção de sementes de *Syagrus flexuosa* (Arecaceae) em uma área de cerrado sensu stricto. VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Fortaleza, 2003. v.1, p. 524-525, 2003. **Anais...**

YANAGIZAWA, Y.A.N.P.; FIDALGO, A.O.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Predação em capítulos de picão-preto e sua relação com o tamanho e o grau de agrupamento das plantas. **Planta Daninha**, Botucatu, v.18, n.1, p. 135-142, 2000.

ZHANG, J.; DRUMMOND, F. A.; LIEBMAN, M.; HARTKE, A. Insect Predation of Seeds and Plant Population Dynamics. Department of Applied Ecology and Environmental Sciences, University of Maine, Orono, Maine. **Technical Bulletin** 163, 1997. 32p.

ZIMMERMAN, M. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. In: J. LOVETT & L.L. DOUST (eds.). **Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies.** Oxford, University press, Oxford. p. 157-178, 1988.