



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

TAMMY KOZUE YAMASHITA DE ARAUJO

**PREDUÇÃO DE SEMENTES DE *Astrocaryum aculeatissimum* (ARECACEAE) POR
Caryoborus serripes (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) EM
FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA, RJ.**

**Prof.^a. Dr.^a. ALEXANDRA PIRES
Orientadora**

**SEROPÉDICA, RJ.
Dezembro – 2010**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

TAMMY KOZUE YAMASHITA DE ARAUJO

**PREDUÇÃO DE SEMENTES DE *Astrocaryum aculeatissimum* (ARECACEAE) POR
Caryoborus serripes (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) EM
FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA, RJ.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof^ª. Dr^ª. ALEXANDRA PIRES
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ.
Dezembro – 2010

**PREDAÇÃO DE SEMENTES DE *Astrocaryum aculeatissimum* (ARECACEAE) POR
Caryoborus serripes (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) EM
FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA, RJ.**

Comissão Examinadora

Monografia aprovada em 09 de dezembro de 2010.

**Prof^a. Dr^a. Alexandra Pires
UFRRJ / IF / DCA
Orientadora**

**Prof^o. Dr^o. Acacio Geraldo de Carvalho
UFRRJ / IF / DPF
Membro**

**Prof^a. Dr^a. Viviane Grenha da Silva
UFRJ / Departamento de Ecologia
Membro**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Sonia e Hamilton, e a minha irmã, Tathi, por todo o apoio e carinho a mim dedicado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, por todo apoio, carinho e amor.

À toda a família Cevadacea (2006-1), a convivência diária por 4 anos em Seropédica nos fez unidos. Amo vocês!!!

À minha companheira de quarto, Flávia Ozório, obrigada pela paciência nesses últimos meses, por todos os gestos carinhosos e palavras de conforto!!! Amo você!

Às minhas amigas insulanas, Rafaela Fintelman e Carolina Rodrigues, porque mesmo não encontrando com vocês nesses últimos meses estão sempre presentes nos meus pensamentos.

À minha querida orientadora, Alexandra ou simplesmente Alê, pela orientação, correções e comentários muito pertinentes na minha monografia, apoio, paciência, carinho, amizade, e ajuda no campo!!!

Aos colegas do Laboratório de Estudo e Conservação de Florestas (LECF), pelos seminários que sempre me enriquecem. Em especial, à Ana Helena, pela ajuda nas idas ao campo e pelas palavras de carinho e apoio sempre nos momentos precisos!

Ao André Barbosa Pereira, obrigada por me aturar nos meus momentos de desespero, por sempre me ajudar e pela companhia.

À Idea Wild pela doação do equipamento de campo.

À FAPERJ, pela bolsa de iniciação científica.

Aos professores Acacio Geraldo de Carvalho e Viviane Grenha da Silva pela participação em minha banca.

RESUMO

As palmeiras são componentes importantes das florestas tropicais e seus frutos e sementes servem de recursos chave em época de escassez para muitos animais vertebrados e invertebrados, como os besouros, os quais estão entre seus principais predadores. Os besouros bruquíneos são capazes de predação até 100 % das sementes de palmeiras que permanecem sob as plantas-mães, afetando assim o sucesso reprodutivo de várias espécies. A fragmentação florestal pode afetar os padrões de dispersão e predação de sementes de palmeiras devido à alterações na abundância ou perda de seus dispersores. O aumento da predação por besouros em fragmentos florestais, onde os dispersores estão ausentes ou tem populações reduzidas, se dá principalmente pelo fato dos vertebrados não removerem os frutos para longe das plantas-mães. Sendo assim é esperado que a fragmentação afete também o padrão de oviposição dos bruquíneos devido ao maior acúmulo de sementes sob as plantas-mães. Dessa forma, esse estudo avaliou o efeito da fragmentação florestal sobre a predação de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* pelo bruquíneo *Caryoborus serripes*, através da comparação entre dois fragmentos pequenos (19 e 57 ha) e dois grandes (2400 e 3500 ha) de Mata Atlântica localizados nos municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu, no estado do Rio de Janeiro. Foram amostrados 53 indivíduos adultos de *A. aculeatissimum*, sendo 33 nos fragmentos grandes e 20 nos pequenos. Para avaliar se as taxas de predação de sementes de *A. aculeatissimum* por bruquíneos foram afetadas pelo tamanho dos fragmentos e se o tamanho dos endocarpos de *A. aculeatissimum* diferiu entre fragmentos grandes e pequenos foi utilizado teste *t*. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para verificar se o número de casulos de bruquíneos por endocarpo diferiu entre os tipos de fragmentos. A influência do tamanho dos endocarpos e da taxa de infestação por escolitíneos (*Coccotrypes* sp.) no número de casulos de bruquíneos foi verificada através de regressões lineares. A proporção de sementes predadas por bruquíneos foi maior nos fragmentos pequenos (pequenos: média \pm dp = $0,47 \pm 0,21$, grandes: $0,26 \pm 0,26$; $t = 3,12$, $p < 0,01$). Com relação ao diâmetro dos endocarpos coletados, não houve diferença significativa entre os fragmentos (pequenos = $32,4 \pm 3,4$ mm, grandes = $32,7 \pm 5,7$ mm; $t = 0,53$, $p > 0,05$). O diâmetro apresentou uma relação positiva e significativa com o número de casulos tanto nos fragmentos pequenos ($r^2 = 0,11$, $F = 48,53$, $p < 0,0001$) quanto para os grandes ($r^2 = 0,07$, $F = 8,59$, $p < 0,01$). O número de casulos por endocarpo foi menor nos fragmentos pequenos (pequenos: $3,8 \pm 2,3$, grandes: $5,6 \pm 2,9$; $U' = 32113$, $p < 0,0001$). O número de orifícios de entrada de escolitíneos (*Coccotrypes* sp.) por semente não afetou o número de casulos de *C. serripes* nos fragmentos grandes ($F = 0,86$, $p > 0,05$). No entanto, nos fragmentos pequenos, a taxa de infestação por escolitíneos teve uma influência negativa e significativa no número de casulos de *C. serripes* ($F = 12,87$, $p < 0,001$). Os resultados encontrados indicam que a fragmentação florestal afetou as taxas de predação de sementes de *A. aculeatissimum* por *C. serripes*. Parte desse resultado pode se dever à alterações nos padrões de oviposição dessa espécie, já que nos fragmentos pequenos foram encontrados menos casulos por endocarpo. As maiores taxas de predação encontradas nos fragmentos pequenos, por sua vez, sugerem que nesses locais o recrutamento de novos indivíduos dessa palmeira possa ser prejudicado.

Palavras chave: Oviposição, fragmentação de habitats, perda de dispersores, besouros.

ABSTRACT

Palms are important components in tropical forests, and their fruits and seeds serve as keystone resources in fruit scarcity periods for most vertebrates and invertebrates, such as beetles, which are among its main seed predators. Bruchid beetles are able to prey up to 100% of palm seeds that remain under the parent plants, thus affecting the reproductive success of several species. Forest fragmentation may affect patterns of palm seeds dispersal and predation due to changes in abundance or loss of their dispersers. Increased predation by beetles in forest fragments, where their dispersers are absent or have reduced populations, is caused mainly by the fact that vertebrates do not remove fruits away from parent plants. Therefore, it is expected that fragmentation also affects bruchine oviposition patterns due to high accumulation of seeds under parent palms. Thus, this study evaluated the effects of forest fragmentation on seed predation of *Astrocaryum aculeatissimum* by the bruchine *Caryoborus serripes*, by comparing two small Atlantic Forest fragments (19 and 57 ha) and two large ones (2400 and 3500 ha) located in the municipalities of Silva Jardim and Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. We sampled 53 adult individuals of *A. aculeatissimum*, 33 in large fragments and 20 in small. To evaluate if bruchine seed predation rates were affected by the size of the fragments and if size of the endocarp differed between large and small fragments the *t* test was used. The Mann-Whitney test was used to verify if the number of bruchine cocoons per endocarp differed between fragments. The influence of endocarp size and scolytine infestation rates in number of cocoons was checked through linear regressions. The proportion of seeds preyed upon by bruchine was higher in small fragments (small: mean 0.47 ± 0.21 , large: 0.26 ± 0.26 ; $t = 3.12$, $p < 0.01$). Considering the diameter of the collected endocarps, there was no significant difference between the fragments (small = 32.4 ± 3.4 mm, large = 32.7 ± 5.7 mm; $t = 0.53$, $p > 0.05$). The diameter have a positive and significant relationship with the number of cocoons at small ($r^2 = 0.11$, $F = 48.53$, $p < 0,0001$) and large ($r^2 = 0.07$, $F = 8.59$, $p < 0.01$) fragments. The number of cocoon per endocarp was lower in small fragments (small: 3.8 ± 2.3 , large: 5.6 ± 2.9 ; $U' = 32113$, $p < 0.0001$). The number of scolytine entrance holes (*Coccotrypes* sp.) per seed did not affected the number of *C. serripes* cocoons in the larger fragments ($F = 0.86$, $p > 0.05$). However, at the small ones, the infestation rate by scolytines have a negative and significant influence in the number of *C. serripes* cocoons ($F = 12.87$, $p < 0.001$). The found results indicate that forest fragmentation affected the seed predation rates of *A. aculeatissimum* by *C. serripes*. Part of this result could be due to alterations in the oviposition patterns of this beetle as at the small fragments were found less cocoons by endocarp. The higher predation rates at small fragments, by its turn, suggest that in these places the recruitment of new individuals of this palm could be negatively affected.

Key words: Oviposition, habitat fragmentation, loss of dispersers, beetles.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 A Importância dos Bruquíneos como Predadores de Sementes.....	2
2.2 Fragmentação Florestal e a Predação de Sementes de Palmeiras por Bruquíneos.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3.1 Área de Estudo.....	5
3.2 Espécies Estudadas.....	6
3.3 Coleta e Análise dos Dados.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5. CONCLUSÃO.....	12
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização geográfica e imagem de satélite dos fragmentos estudados nos municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu, RJ. Fonte: Google Earth.....6
- Figura 2.** Indivíduo adulto, cacho, frutos e plântula de *Astrocaryum aculeatissimum*. Fonte:PIRES (2006).....7
- Figura 3.** Indivíduo adulto de *Caryoborus serripes* encontrado em uma semente de *Astrocaryum aculeatissimum*.....8
- Figura 4.** Endocarpos de *Astrocaryum aculeatissimum* predados por *Caryoborus serripes*. (A) Orifícios de saída deixados pelos besouros e (B) Casulos encontrados no interior dos endocarpos.....9
- Figura 5.** Proporção de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* predadas por *Caryoborus serripes* em fragmentos pequenos (19 e 57 ha) e grandes (2400 e 3500 ha) de Mata Atlântica localizados no norte do estado do Rio de Janeiro. As barras verticais indicam o desvio padrão. Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).....11
- Figura 6.** Número de casulos de *Caryoborus serripes* encontrados por endocarpo de *Astrocaryum aculeatissimum* em fragmentos pequenos (19 e 57 ha) e grandes (2400 e 3500 ha) de Mata Atlântica localizados no norte do estado do Rio de Janeiro. As barras verticais indicam o desvio padrão. Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).....11

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Taxas de predação de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* por *Caryoborus serripes*.....3
- Tabela 2.** Principais características dos fragmentos de Mata Atlântica, localizados no norte do estado do Rio de Janeiro, amostrados no presente estudo (tabela modificada a partir de Pires, 2006).....5

1. INTRODUÇÃO

As palmeiras são componentes importantes das florestas tropicais, devido à sua riqueza, abundância, ocorrência em todos os estratos e pela produção de frutos em quase todo ano (LORENZI *et al.*, 2004). Seus frutos servem de recursos chave em época de escassez para muitos animais vertebrados (TERBORGH, 1986) e invertebrados como os besouros, os quais estão entre seus principais predadores (JOHNSON *et al.*, 1995). Os besouros da tribo Pachymerini, subfamília Bruchinae, são predadores altamente especializados e por isso são chamados de besouros das palmeiras (DELOBEL *et al.*, 1995). Esses invertebrados são capazes de predação até 100 % das sementes que permanecem sob as plantas-mães (JANZEN, 1971; FORGET *et al.*, 1994; DELOBEL *et al.*, 1995; PEDERSEN, 1995), afetando assim o sucesso reprodutivo de várias espécies. Outro grupo de besouros que também são importantes predadores de sementes de palmeiras são os escolitíneos do gênero *Coccotrypes* sp. (ZELDON & COLLEGE, 2002). Bruquíneos e escolitíneos podem predação simultaneamente as sementes de uma mesma espécie de palmeira, sendo ainda pouco conhecido como se dá a interação entre eles no interior das sementes (PIRES *et al.*, 2010; JANSEN *et al.*, 2010).

A fragmentação florestal pode afetar as interações ecológicas através de seus efeitos nos animais e nas plantas. Alguns estudos têm demonstrado que esse processo afeta os padrões de dispersão e predação de sementes de palmeiras devido à alterações na abundância ou perda de seus dispersores de sementes (WRIGHT *et al.*, 2000; WRIGHT & DUBER, 2001; GALETTI *et al.*, 2006; PIRES, 2006). O aumento da predação por besouros em fragmentos florestais (SIEMENS & JOHNSON, 1996; WRIGHT *et al.*, 2000; WRIGHT & DUBER, 2001; GALETTI *et al.*, 2006; PIRES, 2006), onde os dispersores estão ausentes ou tem populações reduzidas, se dá principalmente pelo fato dos vertebrados não removerem os frutos para longe da planta-mãe. O acúmulo de sementes nesse local, por sua vez, pode levar à maiores taxas de predação por besouros devido ao aumento da atratividade a esses animais (WILSON & JANZEN, 1972; SIEMENS & JOHNSON, 1996) e ao fato da predação por esses invertebrados ser geralmente denso-dependente (RAMOS *et al.*, 2001).

Alguns estudos têm demonstrado que a quantidade de sementes disponíveis pode afetar não só as taxas de predação por bruquíneos, mas também o número de ovos depositados por semente (SIEMENS & JOHNSON, 1996; DELGADO *et al.*, 1997). É esperado que os besouros coloquem um ou poucos ovos por semente quando muitas sementes adequadas estejam disponíveis e um número maior de ovos por semente quando o número de sementes for limitado (SIEMENS & JOHNSON, 1996).

Pires (2006), amostrando os mesmos fragmentos considerados neste estudo encontrou três vezes mais endocarpos de *A. aculeatissimum* sob as plantas-mães nos menores fragmentos (n=3052) do que nos maiores (n=933). Segundo a autora esse acúmulo de frutos sob as plantas-mães nos fragmentos pequenos estaria relacionado a uma menor atividade e abundância dos animais que atuam como dispersores de sementes. Dessa forma, é esperado que devido a uma maior abundância de sementes sob as plantas-mães nos fragmentos pequenos, as taxas de predação e os padrões de oviposição dos bruquíneos sejam diferentes nesses locais quando comparados com áreas mais preservadas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi comparar as taxas de predação de sementes da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* entre fragmentos pequenos (<60 ha) e grandes (> 2000 ha) de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, avaliando ainda se os padrões de oviposição de *Caryoborus serripes* são afetados por esse processo. Adicionalmente, devido a uma possível influência de *Coccotrypes* sp. sobre *C. serripes*, a interação entre essas duas espécies também foi avaliada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Importância dos Bruquíneos como Predadores de Sementes

As espécies da subfamília Bruchinae (Chrysomelidae) se reproduzem em todo o continente exceto na Antártica, mas encontram-se em maior número nas regiões tropicais da Ásia, África e Américas Central e do Sul (SOUTHGATE, 1979). Esses besouros têm importância econômica porque predam, entre outras sementes, os grãos de legumes cultivados e consumidos pelo homem (JOHNSON & CENTER, 1974; SOUTHGATE, 1979).

A subfamília Bruchinae consiste de aproximadamente 1300 espécies, agrupadas em 56 gêneros (SOUTHGATE, 1979). Membros da tribo Pachymerini alimentam-se quase que exclusivamente de sementes de palmeiras e por isso são comumente chamados de besouros de palmeiras, e estão distribuídos em quatro gêneros: *Caryoborus*, *Caryobruchus*, *Pachymerus* e *Speciobruchus* (DELOBEL *et al.*, 1995; JOHNSON *et al.*, 1995).

Southgate (1979) descreveu o desenvolvimento dos bruquíneos da seguinte forma: o ovo é fixado firmemente nas vagens ou sementes por uma substância liberada no momento da oviposição, a larva recém eclodida penetra na parede da vagem ou da semente para buscar alimento, empupa e geralmente permanece dentro da semente até a emergência do adulto. A pupação pode ocorrer de três formas: (a) a larva empupa dentro da célula larval, (b) constrói um casulo ligado a semente ou a vagem ou (c) empupa na célula embaixo da terra ou entre a serrapilheira.

Os bruquíneos apresentam três guildas de oviposição caracterizadas por períodos e maneiras diferentes de postura (JOHNSON & ROMERO, 2004). Algumas espécies somente ovipositam nos frutos enquanto os mesmos estão presos à planta (guilda A ou guilda dos frutos maduros), outras somente em sementes expostas de frutos enquanto os mesmos ainda estão na planta (guilda B ou guilda das sementes maduras) e algumas apenas em sementes livres no substrato (guilda C ou guilda das sementes dispersadas). Uma espécie de planta pode ser infestada nas três condições, outras somente por duas e outras por apenas uma condição.

O comportamento de oviposição em bruquíneos é altamente plástico de forma que o número ótimo de ovos por sementes pode ser ajustado pelas fêmeas sob diferentes condições ambientais (GODFRAY *et al.*, 1991). O aumento da disponibilidade de sementes, por exemplo, pode fazer com que as fêmeas coloquem menos ovos por semente (SIEMENS & JOHNSON, 1996; RAMOS *et al.*, 2001). Além do número de sementes, o tamanho das mesmas (SIEMENS & JOHNSON, 1996; RAMOS *et al.*, 2001; COPE & FOX, 2003), o grau de maturidade ou estágio de decomposição dos frutos (DELOBEL *et al.*, 1995; PEDERSEN, 1995; DELGADO *et al.*, 1997; DELGADO, 2002) também podem afetar o nível de infestação por besouros bruquíneos. O número de ovos de *Stator generalis* aumentou com o tamanho das sementes de *Enterolobium cyclocarpum* (Fabaceae), até um número ótimo de ovos na semente, quando as sementes pequenas se tornam preferíveis para ser predadas do que as semente grandes (SIEMENS & JOHNSON, 1996). Já em um estudo realizado por Ramos e colaboradores (2001), o tamanho das sementes da palmeira *Acrocomia aculeata* não apresentou uma relação com a densidade de ovos do bruquíneo *Speciomerus revoili*. Com relação ao estágio de decomposição dos frutos, as sementes de *Phytelephas aequatorialis* sem mesocarpo apresentaram predação de 100% pelo bruquíneo *Caryoborus chiquensis*, enquanto que as sementes com o mesocarpo intacto tiveram 0 % (PEDERSEN, 1995).

O comportamento reprodutivo dos bruquíneos também pode ter sido selecionado a favor da emergência dos adultos e oviposição durante a primeira parte da estação chuvosa

quando os roedores estão satisfeitos por comida e quando as sementes de *Scheelea zonensis* se acumulam embaixo da planta-mãe (FORGET *et al.*, 1994).

As taxas de predação de sementes por besouros bruquíneos variam entre diferentes espécies de hospedeiro, mas costumam afetar uma grande proporção de sementes, especialmente no caso das palmeiras (ver alguns exemplos na Tabela 1). Esse dano é ainda mais intenso quanto mais próximas das plantas-mães encontram-se as sementes (STEFFLER *et al.*, 2008; DRACXLER *et al.*, no prelo).

Tabela 1. Taxas de predação de sementes de palmeiras por besouros bruquíneos.

Espécie de palmeira	Bruquíneo	Predação (%)	Referência
<i>Acrocomia aculeata</i>	<i>Speciomerus revoili</i>	21,9-68,1	Ramos <i>et al.</i> 2001
<i>Allagoptera arenaria</i>	<i>Pachymerus nucleorum</i>	20,6-29,3	Grenha <i>et al.</i> 2008
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i>	<i>Caryoborus serripes</i>	10-80	Dracxler <i>et al.</i> in press
<i>Astrocaryum chambira</i>	<i>Caryoborus serripes</i>	36* e 100**	Delgado <i>et al.</i> 1997
<i>Astrocaryum chonta</i>	<i>Caryoborus serripes</i>	59	Delobel <i>et al.</i> 1995
<i>Attalea dubia</i>	Não identificado	48,9	Steffler <i>et al.</i> 2008
<i>Attalea humilis</i>	<i>Speciomerus giganteus</i>	8-14	Andreazzi 2008
<i>Orbignya spectabilis</i>	<i>Pachymerus cardo</i>	9,6* e 92,3**	Delgado 2002
<i>Phytelphas aequatorialis</i>	<i>Caryoborus chiquensis</i>	0* e 100**	Pedersen 1995

* com mesocarpo, ** sem mesocarpo

2.2 Fragmentação Florestal e a Predação de Sementes de Palmeiras por Bruquíneos

Nas florestas tropicais com muitas relações mutualísticas, como aquelas entre os polinizadores e plantas ou dispersores e predadores de sementes e plantas, a perda de uma espécie pode ter efeitos negativos sobre as outras (CORDEIRO & HOWE, 2003). Uma das causas da perda de espécies nos trópicos é a fragmentação florestal, seguida pela caça e a introdução de espécies exóticas (WRIGHT & DUBER, 2001; COURCHAMP *et al.*, 2003).

O processo de fragmentação florestal resulta em diversos efeitos na estrutura da paisagem como a perda do habitat, o aumento no número de manchas florestais, a diminuição do seu tamanho e um maior isolamento (FAHRIG, 2003). Assim, a fragmentação florestal pode agravar os efeitos da defaunação porque: (1) inicialmente reduz e isola as populações de vertebrados avessos ao habitat da matriz circundante; (2) reduz a recolonização de áreas altamente defaunadas das áreas adjacentes, não defaunadas; (3) aumenta a relação perímetro-área e o total do centro do habitat florestal tornando acessível para os caçadores, e além disso (4) reduz a área adequada do habitat para espécies que evitam as bordas florestais (PERES, 2001). Ainda segundo Laurance e colaboradores (2002), os fragmentos são fortemente influenciados pela matriz circundante (isto é, o mosaico de habitats modificados que circundam os fragmentos de floresta), a qual é afetada pela conectividade da paisagem, intensidade dos efeitos de borda, espécies invasoras e frequência ou intensidade de distúrbios, como tempestades e fogo.

Em geral as espécies que são mais vulneráveis à fragmentação florestal tendem a responder negativamente à formação de bordas, necessitam de áreas extensas, e/ou não são tolerantes à matriz, enquanto que as espécies que são resilientes aos efeitos da fragmentação florestal geralmente têm características opostas (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009).

Assim, ao longo do tempo, as comunidades fragmentadas irão se tornar cada vez mais dominadas por espécies generalistas de matriz tolerante, oportunistas adaptadas à perturbação e com os requisitos de pequena área (LAURANCE *et al.*, 2002). Assim, quando uma floresta é fragmentada, muitas espécies desaparecem ou se tornam mais raras, enquanto outras não são afetadas ou até se tornam mais abundantes (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). E como o processo de fragmentação florestal prossegue ao longo dos trópicos, a integridade da floresta irá suportar cada vez menos relações mutualísticas eficazes entre plantas e animais (CORDEIRO & HOWE, 2003). Entre as espécies de vertebrados mais afetadas pela fragmentação estão aves e mamíferos de médio e grande porte que atuam como importantes dispersores e predadores de sementes de palmeiras (SILVA & TABARELLI, 2001; CORDEIRO & HOWE, 2003; TERBORGH *et al.*, 2008; ANDREAZZI *et al.*, 2009).

As baixas taxas de predação ou a ausência de remoção de sementes por roedores ou grandes dispersores de sementes em fragmentos podem contribuir para o aumento nas taxas de predação por besouros embaixo das plantas-mães devido ao acúmulo de sementes nesses locais (SIMENS & JOHNSON, 1996; RAMOS *et al.*, 2001; WRIGHT & DUBER, 2001; GALETTI *et al.*, 2006; STEFFLER *et al.*, 2008). Assim, a perda de mamíferos dispersores e predadores de sementes como cutias, esquilos, ratos-de-espinho, pacas, tem efeitos diretos e indiretos na regeneração das palmeiras (WRIGHT *et al.*, 2000). Os efeitos diretos incluem a redução da dispersão de sementes para longe da planta-mãe e sobrevivência das sementes e plântulas, e os indiretos dizem respeito às mudanças nas interações entre os roedores, bruquíneos e as sementes. Assim, quando a abundância dos roedores é baixa ocorre um acúmulo de sementes embaixo da planta-mãe que leva a um aumento da predação de sementes por invertebrados e por conseguinte a uma alteração no recrutamento de plântulas (WRIGHT *et al.*, 2000; WRIGHT & DUBER, 2001; STEFFLER *et al.*, 2008).

Poucos estudos descreveram os efeitos da fragmentação florestal sobre a predação de sementes de palmeiras por besouros. Em um estudo realizado no Panamá, Wright e colaboradores (2000) observaram que a predação de sementes de palmeiras por besouros foi maior onde a abundância por roedores foi menor. Esses autores encontraram que houve uma proporção significativamente maior de sementes predadas por besouros nos lugares altamente defaunados para *Attalea butyraceae*, mas não para *Astrocaryum aculeatissimum*. Já Wright & Duber (2001) observaram que a proporção de sementes de *Attalea butyraceae* predadas por bruquíneos diminuiu com a distância das palmeiras reprodutivas e diferiu de acordo com o tamanho e os níveis de proteção das áreas, sendo maior para os lugares defaunados e de tamanho reduzido. Em um estudo realizado na Mata Atlântica no Rio de Janeiro e São Paulo, a proporção de sementes de *A. aculeatissimum* predadas por besouros foi maior (maior que 50%) nos pequenos fragmentos com alto nível de defaunação do que em áreas maiores e protegidas (GALETTI *et al.*, 2006). Por outro lado, em um estudo realizado na Mata Atlântica no Rio de Janeiro, Andreazzi (2008) observou que a proporção de sementes de *Attalea humilis* predadas pelo bruquíneo *Speciomerus giganteus* foi baixa (8% a 14%), e não diferiu entre os remanescentes de diferentes tamanhos. Por fim, Andreazzi (2008) analisou a proporção de sementes de palmeiras predadas por besouros (bruquíneos + escolitíneos) e verificou que existia uma variação de 42,8% a 96,6% do total coletado em cada área, sendo maior no fragmento grande. Com isso, observou-se que em geral ocorreu um maior acúmulo de semente de palmeira embaixo das plantas-mães devido à perda de seus dispersores nos menores fragmentos levando, na maioria dos casos, ao aumento da proporção de sementes predadas por besouros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, nos municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu. Foram estudados dois fragmentos pequenos (19 e 57 ha), localizados em propriedades particulares, e dois grandes (2400 e 3500 ha) que foram as Reservas Biológicas União e Poço das Antas (Tabela 2, Figura 1). Os fragmentos são circundados predominantemente por pastagens e pequenas culturas agrícolas.

O clima na região é tropical úmido com temperaturas médias mensais variando de 21,8 a 29,0 ° C e precipitação média anual de 1995 mm. Os meses de junho a agosto são os mais frios e menos chuvosos e os meses de setembro a março são os mais chuvosos e de maiores temperaturas (PESSOA, 2003).

A vegetação predominante na região é a Floresta Ombrófila Densa Submontana (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). Descrições detalhadas da composição florística dos fragmentos estudados podem ser obtidas em CARUTA *et al.* (1978), GUIMARÃES *et al.* (1988), RODRIGUES (2004), CARVALHO (2005). Pires (2006) descreveu a diversidade de palmeiras da área estudada, tendo encontrado as seguintes espécies nativas: *Astrocaryum aculeatissimum*, *Attalea humilis*, *Bactris setosa*, *Bactris vulgaris*, *Desmoncus polyacanthos*, *Euterpe edulis*, *Geonoma pauciflora*, *Geonoma rubescens*, *Geonoma schottiana*, *Polyandrococos caudescens*. Além dessas foram encontradas também algumas espécies exóticas, como *Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis*, *Raphia taedigera* e *Roystonea oleracea*.

Tabela 2. Principais características dos fragmentos de Mata Atlântica, localizados no norte do estado do Rio de Janeiro, amostrados no presente estudo (tabela modificada a partir de PIRES, 2006).

Nome	Área (ha)	Isolamento (anos)	Localização geográfica
Afetiva-Jorge	19	< 40	23K0760400 UTM7495000
Santa Helena	57	< 40	23K0773000 UTM7506250
União	2400	> 37	23K0803350 UTM7515630
Poço das Antas	3500	> 40	23K0778840 UTM7505080

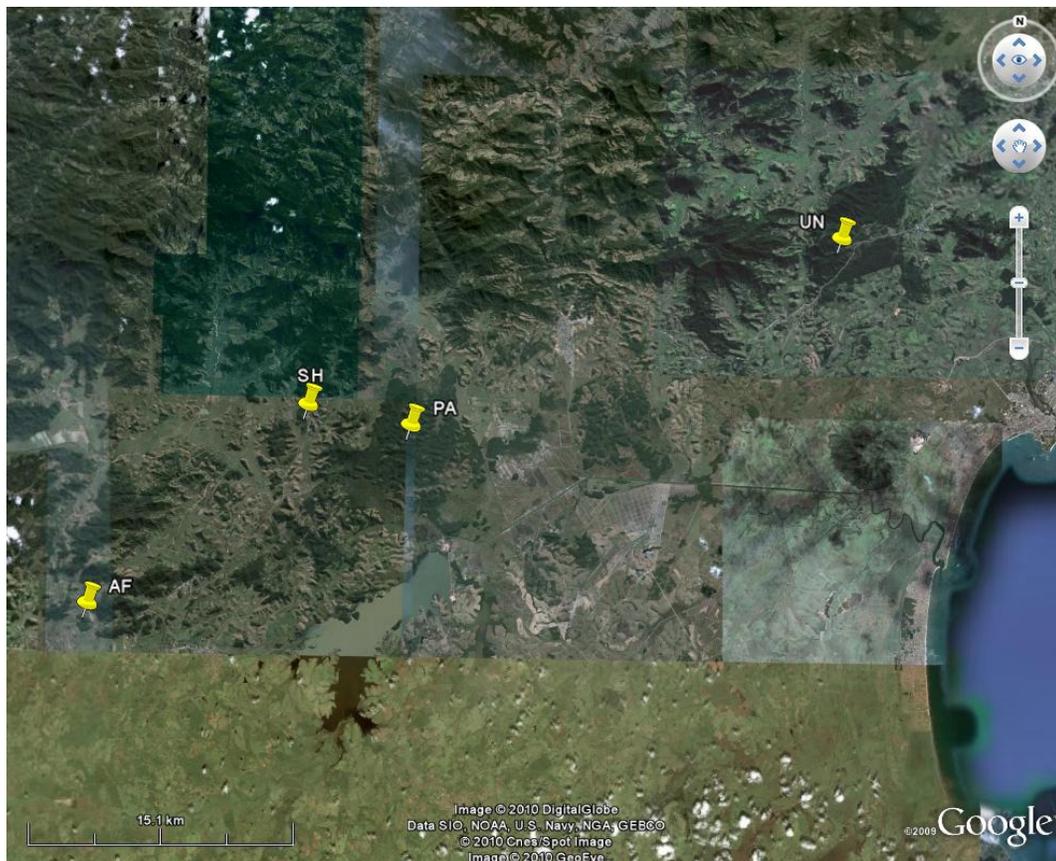


Figura 1. Localização geográfica e imagem de satélite dos fragmentos estudados nos municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu, RJ. Fonte: Google Earth. Acesso em dezembro de 2010.

3.2 Espécies Estudadas

A palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* (Figura 2) ocorre na costa Atlântica do Brasil, da Bahia até Santa Catarina. Os troncos, agregados ou solitários, são espinhosos e tem entre 4 e 8 m de altura e 12 a 15 cm de diâmetro. O fruto é do tipo drupa, obovóide ou piriforme, recoberto por um tomento castanho com pequenos espinhos negros decíduos. Os frutos têm mesocarpo muito fino e fibroso, com coloração amarela quando maduro, possuem uma única semente e variam de 3,5 a 4,5cm de comprimento e de 3,0 a 3,5cm de diâmetro (HENDERSON *et al.*, 1995). Por possuírem apenas uma semente nos seus frutos, o número de larvas que completam seu desenvolvimento é geralmente dependente do tamanho do fruto (DELOBEL *et al.*, 1995). Na região estudada o pico de floração de *A. aculeatissimum* ocorre em março e frutos maduros são encontrados de julho a dezembro (PIRES, 2006).



Figura 2. Indivíduo adulto, cacho, frutos e plântula de *Astrocaryum aculeatissimum*. Fonte: PIRES (2006).

Essa espécie de palmeira é dispersada principalmente por cutias, além de pacas e pequenos roedores (FORGET *et al.*, 1994; GALETTI *et al.*, 2006; PIRES, 2006). As cutias consomem as sementes onde as encontram ou as enterram para posterior consumo, de forma que algumas destas são esquecidas e escapam da predação por besouros, e com isso sobrevivem até o estágio de plântula (GALETTI *et al.*, 2006). Besouros bruquíneos (*Caryoborus serripes*) e escolitíneos (*Coccotrypes* sp.) são os principais predadores invertebrados das sementes de *A. aculeatissimum* (PIRES 2006, DRACXLER *et al.*, no prelo).

O bruquíneo *Caryoborus serripes* (Figura 3) é o principal predador invertebrado de sementes de *A. aculeatissimum* (PIRES, 2006) e de outras palmeiras do gênero (DELOBEL *et al.*, 1995), infestando as sementes quando os frutos maduros encontram-se sobre o solo (JOHNSON & ROMERO, 2004). É um predador altamente especializado, pois está associado somente ao gênero *Astrocaryum* (DELOBEL *et al.*, 1995). A espécie encontra-se distribuída na Bolívia, Brasil (Acre, Amazonas, Espírito Santo, Maranhão, Rio de Janeiro e Pará), Equador, Guiana Francesa, Guiana, Peru e Suriname (NILSSON & JOHNSON, 1993). O comprimento total do corpo (pronoto-élitro) é de 7,4 a 10,8 mm para machos e de 6,3 a 12,9 mm para fêmeas (NILSSON & JOHNSON, 1993). As fêmeas de *C. serripes* colocam seus ovos em grupos de 2 a 6, os quais tem de 1,1 a 1,3 mm de comprimento (DELOBEL *et al.* 1995; DELGADO *et al.*, 1997).



Figura 3. Indivíduo adulto de *Caryoborus serripes* encontrado em uma semente de *Astrocaryum aculeatissimum*.

3.3 Coleta e Análise dos Dados

As sementes analisadas neste estudo foram coletadas por Pires (2006) de abril a junho de 2003, que não diferenciou entre a predação de bruquíneos e a de escolitíneos, considerando as sementes predadas apenas por besouros. Em cada um dos fragmentos estudados foram coletados todos os endocarpos encontrados em um raio de dois metros a partir da base de indivíduos adultos. Cada indivíduo amostrado estava situado em locais planos, a pelo menos cinco metros de outro adulto co-específico, e a distância entre eles foi de pelo menos 50 metros.

Durante o ano de 2009 as sementes foram triadas para realizar uma análise detalhada da predação por bruquíneos e de seus padrões de oviposição. Devido ao grande número de endocarpos coletados por planta nos fragmentos pequenos (média \pm dp = 152,6 \pm 142,2), nos indivíduos com mais de 100 sementes coletadas foram feitas sub-amostragens dessas sementes, analisando-se cerca de 50 a 70 sementes por indivíduo nesses locais. Cada endocarpo analisado foi classificado previamente como intacto ou predado por bruquíneos de acordo com a existência do orifício de saída característicos (Figura 4A) deixados pelos animais (JANZEN 1971; FORGET *et al.*, 1994; WRIGHT & DUBER, 2001). Após esse procedimento, os endocarpos considerados previamente como intactos foram abertos para confirmar a inexistência de larvas ou pupas de *C. serripes* em seu interior.

Como diferenças entre os fragmentos no tamanho dos frutos poderiam afetar o número de ovos depositados pelos besouros (COPE & FOX, 2003), todos os endocarpos tiveram seu diâmetro medido com o auxílio de um paquímetro antes da abertura dos mesmos. O número de casulos encontrados no interior dos endocarpos predados por esses animais (Figura 4B) foi usado como um indicativo do número mínimo de ovos depositados nas sementes. Adicionalmente, devido a uma possível influência dos escolitíneos sobre os bruquíneos (JANSEN *et al.*, 2010), o número de orifícios de entrada desses besouros nos endocarpos - usada como uma medida de taxa de infestação (PIRES *et al.*, 2010; DRACXLER *et al.*, no prelo) - foi contado e relacionado com o número de casulos no interior das sementes através de regressões lineares.

Antes da análise dos dados, a normalidade dos mesmos foi checada através de testes de Kolmogorov-Smirnov. O teste *t* foi utilizado para avaliar se as taxas de predação de sementes da palmeira por besouros bruquíneos foram afetadas pelo tamanho dos fragmentos e se o tamanho dos endocarpos diferiu entre fragmentos grandes e pequenos. O teste de Mann-

Whitney foi utilizado para verificar se o número de casulos de bruquíneos por endocarpo diferiu entre os fragmentos. A influência do tamanho dos endocarpos no número de casulos de bruquíneos foi verificada através de regressões lineares.

(A)



(B)



Figura 4. Endocarpos de *Astrocaryum aculeatissimum* predados por *Caryoborus serripes*. (A) Orifícios de saída deixados pelos besouros e (B) Casulos encontrados no interior do endocarpo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 53 indivíduos adultos de *Astrocaryum aculeatissimum*, sendo 33 nos fragmentos grandes e 20 nos pequenos. A proporção de sementes predadas de *A. aculeatissimum* por *Caryoborus serripes* foi significativamente maior nos fragmentos pequenos (pequenos: $0,47 \pm 0,21$, grandes: $0,26 \pm 0,26$; $t = 3,12$; $p < 0,01$) (Figura 5), onde havia sido detectado um maior acúmulo de sementes sob as plantas-mães por Pires (2006). Esses resultados, que sugerem a inexistência de saciação do predador, estão de acordo com o que foi encontrado por outros autores que investigaram os efeitos da densidade de sementes na oviposição de besouros bruquíneos (SIEMENS & JOHNSON, 1996; RAMOS *et al.*, 2001). Porém, cabe ressaltar que nos fragmentos grandes essa taxa pode ter sido subestimada pelo fato dos roedores consumirem também sementes infestadas por besouros (JANZEN, 1971; SILVIUS, 2002; GALVEZ & JANSEN, 2007), as quais podem ter sido levadas para longe das plantas-mães.

Foram analisadas 525 sementes de *A. aculeatissimum* predadas por *C. serripes*, sendo 412 nos fragmentos pequenos e 113 nos grandes. Com relação ao diâmetro dos endocarpos coletados de *A. aculeatissimum*, não houve diferença significativa entre os tipos de fragmentos (pequenos = $32,4 \pm 3,4$ mm, grandes = $32,7 \pm 5,7$ mm; $t = 0,53$, $p > 0,05$). O diâmetro dos endocarpos de *A. aculeatissimum* apresentou uma relação positiva e significativa com o número de casulos de *C. serripes*, ou seja, quanto maior o diâmetro maior o número de casulos nas sementes tanto para os fragmentos pequenos ($r^2 = 0,11$, $F = 48,53$, $p < 0,0001$) quanto para os grandes ($r^2 = 0,07$, $F = 8,59$, $p < 0,01$). Assim, houve uma relação esperada entre o tamanho das sementes de *A. aculeatissimum* e o número de casulos de *C. serripes*, já que os bruquíneos tendem a colocar mais ovos nas sementes com maior diâmetro porque estas devem conter mais recursos para o desenvolvimento de suas larvas (SIEMENS & JOHNSON, 1996; COPE & FOX, 2003).

Foram encontrados 1584 casulos de *C. serripes* nas sementes provenientes dos fragmentos pequenos e 628 nas dos grandes. O número de casulos de *C. serripes* por endocarpo de *A. aculeatissimum* foi significativamente menor nos fragmentos pequenos (pequenos: $3,8 \pm 2,3$, grandes: $5,6 \pm 2,9$; $U = 32113$, $p < 0,0001$, Figura 6). Esse resultado sugere que a fragmentação afetou o padrão de oviposição de *C. serripes*, já que nos menores fragmentos esses besouros devem ter colocado menos ovos por semente de *A. aculeatissimum* devido ao grande acúmulo desse recurso nessas áreas. Já nos fragmentos grandes, esses invertebrados colocariam mais ovos por semente devido ao número limitado de endocarpos disponíveis sob as plantas-mães em decorrência da alta remoção por roedores nesses locais (GALETTI *et al.*, 2006).

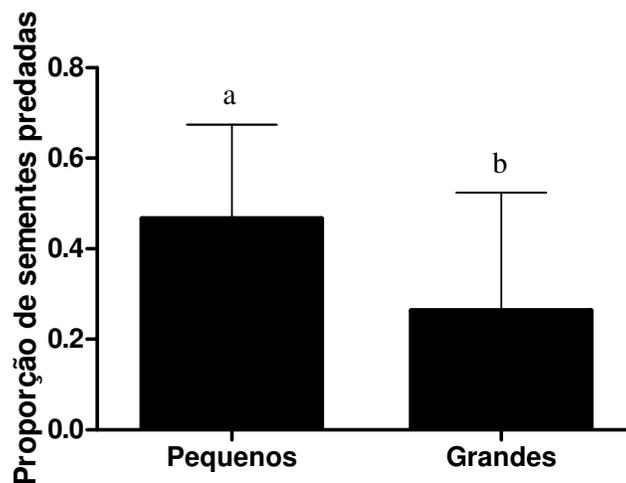


Figura 5. Proporção de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* predadas por *Caryoborus serripes* em fragmentos pequenos (19 e 57 ha) e grandes (2400 e 3500 ha) de Mata Atlântica localizados no norte do estado do Rio de Janeiro. As barras verticais indicam o desvio padrão. Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

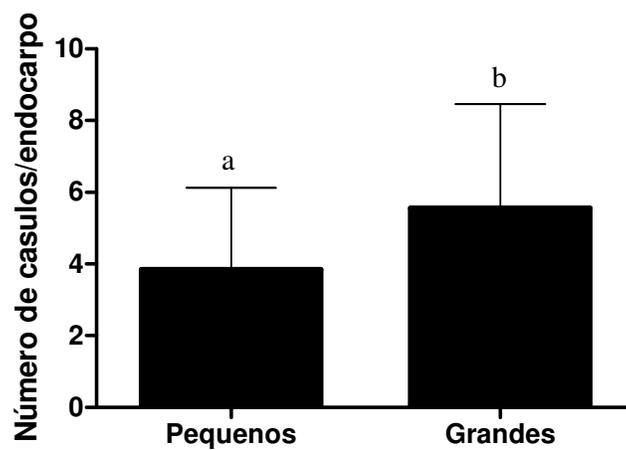


Figura 6. Número de casulos de *Caryoborus serripes* encontrados por endocarpo de *Astrocaryum aculeatissimum* em fragmentos pequenos (19 e 57 ha) e grandes (2400 e 3500 ha) de Mata Atlântica localizados no norte do estado do Rio de Janeiro. As barras verticais indicam o desvio padrão. Letras distintas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

O número de orifícios de entrada de escolitíneos (*Coccotrypes* sp.) por semente não afetou o número de casulos de *C. serripes* nos fragmentos grandes ($F = 0,86$, $p > 0,05$). No entanto, nos fragmentos pequenos, a taxa de infestação por escolitíneos teve uma influência negativa e significativa no número de casulos de *C. serripes* ($F = 12,87$, $p < 0,001$). Ou seja, quanto maior o número de escolitíneos, menor foi o número de casulos de *C. serripes* por endocarpo de *A. aculeatissimum* nos fragmentos pequenos. Pires e colaboradores (2010), estudando os mesmos fragmentos amostrados neste trabalho, encontraram que a proporção de sementes predadas por escolitíneos não diferiu entre fragmentos de diferentes tamanhos. Por sua vez, esses autores encontraram que as taxas de infestação de escolitíneos (número de orifícios de entrada por semente) foram maiores nos fragmentos pequenos.

Por usarem o mesmo recurso é esperado que haja uma competição entre bruquíneos e escolitíneos, no entanto, a relação desses dois besouros ainda é pouco compreendida. Em um estudo realizado com esse tema, Jansen e colaboradores (2010) sugeriram que a presença do bruquíneo *Pachymerus bactris* nas sementes da palmeira *Atrocaryum standleyanum* poderia ser negativamente afetada pela infestação por escolitíneos (*Coccotrypes* sp.), sugerindo que o mesmo seria responsável pela baixa sobrevivência dos bruquíneos. Sendo assim, mais estudos precisam ser realizados para uma melhor compreensão da relação entre bruquíneos e escolitíneos.

5. CONCLUSÃO

- A fragmentação florestal afetou as taxas de predação de *Caryoborus serripes* em sementes de *Astrocaryum aculeatissimum*, sendo encontradas mais sementes predadas nos menores fragmentos.
- Parte desse resultado pode se dever à alterações nos padrões de oviposição de *C. serripes*, já que nos fragmentos pequenos foram encontrados menos casulos por endocarpo de *A. aculeatissimum*, sugerindo que nesses locais os besouros distribuem suas posturas por um maior número de sementes. Porém, nos pequenos fragmentos essas alterações também poderiam ser devidas às altas taxas de infestação por escolitíneos.
- As maiores taxas de predação de *C. serripes* observadas nos fragmentos pequenos, por sua vez, devem afetar negativamente o recrutamento de novos indivíduos de *A. aculeatissimum*, comprometendo a regeneração dessa palmeira nesses locais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREAZZI, C.S., 2008.** *Efeitos da fragmentação florestal sobre a fenologia reprodutiva, dispersão e predação de sementes da palmeira Attalea humilis*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ANDREAZZI, C.S.; PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S., 2009.** Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. *Oecologia Brasiliensis* 13: 554-574.
- CARAUTA, J.P.P.; Vianna, M.C., Araújo, D.S.D. & Oliveira, R.F., 1978.** A vegetação de Poço das Antas. *Bradea* 2: 299-305.
- CARVALHO, F.A., 2005.** *Efeitos da Fragmentação Florestal na Florística e Estrutura da Mata Atlântica Submontana da Região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- COURCHAMP, F.; CHAPUIS, J.L. & PASCAL, M., 2003.** Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. *Biological Reviews* 78: 347–383.
- CORDEIRO, N.J. & HOWE, H.F., 2003.** Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 14052-14056.
- COPE, J.M. & FOX, C.W., 2003.** Oviposition decisions in the seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): effects of seed size on superparasitism. *Journal of Stored Products Research* 39: 355-365.
- DELGADO, C.; COUTURIER, G. & DELOBEL, A., 1997.** Oviposition of seed-beetle *Caryoborus serripes* (Sturm) (Coleoptera: Bruchidae) on palm (*Astrocaryum chambira*) fruits under natural conditions in Peru. *Annual de la Société Entomologique France* 33: 405-409.
- DELGADO, 2002.** The relationship between *Pachymerus cardo* (FAHRAEUS) (Coleoptera : Bruchidae) and the palm *Orbignya spectabilis* (C. MARTIUS) BURRET (Arecaceae: Cocoeae) in a terra firme forest, Brazilian Amazon. *Amazoniana* XVII: 169-171.
- DELOBEL, A.; COUTURIER, G.; KAHN, F. & NILSSON, J.A., 1995.** Trophic relationship between palms and bruchids (Coleoptera: Bruchidae: Pachymerini) in Peruvian Amazonia. *Amazoniana* XIII: 209-219.
- DRACXLER, C.; PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S., no prelo.** Invertebrate predators are not all the same: seed predation by bruchine and scolytine beetles affects palm recruitment in different ways. *Biotropica*.
- FAHRIG, L. 2003.** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487–515.

- FORGET, P.M.; MUNOZ, E. & LEIGH, E.G.JR., 1994.** Predation by rodents and bruchid beetles on seeds of *Scheelea* palms on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 26: 420-426.
- GALETTI, M.; DONATTI, C.I.; PIRES, A.S.; GUIMARÃES, P.R. & JORDANO, P., 2006.** Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 141-150.
- GÁLVEZ, D. & JANSEN, P. A. 2007.** Bruchid beetle infestation and the value of *Attalea butyracea* endocarps for neotropical rodents. *Journal of Tropical Ecology* 23: 381–384.
- GUIMARÃES, E.F.; MAUTONE, L. & MATTOS-FILHO, A., 1988.** Considerações sobre a floresta pluvial baixo montana: composição florística em área remanescente no município de Silva jardim, estado do Rio de Janeiro. *Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza* 23: 45-54.
- GODFRAY, H.C.J.; PARTRIDGE, L. & HARVEY, P.H., 1991.** Clutch size. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 22: 409-429.
- GREHA, V; MACEDO, M.V. & MONTEIRO, R.F, 2008.** Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O’Kuntze (Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 52(1): 50-56.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G. & BERNAL, R., 1995.** *Field Guide to the Palms of the Americas*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- JANSEN, P.A.; BONGERS, F. & HEMERIK, L., 2004.** Seed mass and mast seeding enhance dispersal by a neotropical scatter-hoarding rodent. *Ecological Monograph* 74: 569-589.
- JANSEN, P.A.; ELSCHOT, K.; VERTKERK, P.J. & WRIGHT, S.J., 2010.** Seed predation and defleshing in the agouti-dispersed palm *Atrocaryum standleyanum*. *Journal of Tropical Ecology* 26: 473-480.
- JANZEN, D.H., 1971.** Association of a rainforest palm and seed-eating beetles in Puerto Rico. *Ecology* 53: 258-261.
- JOHNSON, C.D. & CENTER, T. D., 1974.** Coevolution of some beetles (Coleoptera: Bruchidae) and their hosts. *Ecology* 55: 1096-1103.
- JOHNSON, C.D.; ZONA, S. & NILSSON, J.A. 1995.** Bruchid beetles and palm seeds: recorded relationships. *Principes* 39: 25–35.
- JOHNSON, D.J. & ROMERO, J. 2004.** A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera). *Revista Brasileira de Entomologia* 48: 401-408.

- LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E.M.; DIDHAM, R.K.; STOUFFER, P.C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.O.; LAURANCE, S.G. & SAMPAIO, E. 2002.** Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.
- LAURANCE, W.F. & VASCONCELOS, H.L., 2009.** Consequências ecológicas da fragmentação florestal na amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13(3): 434-451.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C. & FERREIRA, E., 2004.** *Palmeiras no Brasil: Nativas e Exóticas*. Editora Plantarum, Nova Odessa, SP.
- NILSSON, J.A. & JOHNSON, C.D., 1993.** A taxonomic revision of palm bruchids (Pachymerini) and a description of the world genera of Pachimerinae (Coleoptera: Bruchidae). *Memmoirs of the American Entomological Society* 41: 1-104.
- OLIVEIRA-FILHO, A. & FONTES, M.A.L., 2000.** Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- PEDERSEN, H.B., 1995.** Predation of *Phytelephas aequatorialis* seeds (“vegetable ivory”) by the bruchids beetle *Caryoborus chiriquensis*. *Principes* 39: 89-94.
- PERES, CA. 2001.** Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian forest vertebrates. *Conservation Biology* 15: 1490–1505.
- PESSOA, S.V.A., 2003.** *Aspectos da Fragmentação em Remanescentes Florestais da Planície Costeira do estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- PIRES, A.S., 2006.** *Perda de Diversidade de Palmeiras em Fragmentos de Mata Atlântica: Padrões e Processos*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- PIRES, A.S.; YAMASHITA, T.K.; CRISOSTOMO, A.C. & GALETTI, M., 2010.** Seed accumulation beneath parent palms affects seed predation by bruchid and scolytid beetles in small fragments of the Brazilian Atlantic Forest. Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation, Abstracts.
- RAMOS, F.A.; MARTINS, I.; FARIAS, J.M.; SILVA, I.C.S.; COSTA, D.C. & MIRANDA, A.P., 2001.** Oviposition and predation by *Speciomerus revoili* (Coleoptera: Bruchidae) on seeds of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae) in Brasília, DF, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 61: 449-454.
- RODRIGUES, P.J.F.P., 2004.** *A Vegetação da Reserva Biológica União e os Efeitos de Borda na Mata Atlântica Fragmentada*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

- SIEMENS, D.H. & JOHNSON, C.D., 1996.** Bruchid oviposition patterns beneath guanacaste trees (Mimosaceae) in Venezuela: probable consequences of extinct seed dispersers. *Biotropica* 28: 96-104.
- SILVA, J.M.C. & TABARELLI, M., 2001.** The future of the Atlantic forest in northeastern Brazil. *Conservation Biology* 15: 819-820.
- SILVIUS, K. M. 2002.** Spatio-temporal patterns of palm endocarp use by three Amazonian forest mammals: granivory or 'grubivory'? *Journal of Tropical Ecology* 18: 707-723.
- SOUTHGATE, B. J. 1979.** Biology of the Bruchidae. *Annual Review of Entomology* 24: 449-473.
- STEFFLER, C.E.; DONATTI, C.I. & GALETTI, M., 2008.** Seed predation of *Attalea dubia* (Arecaceae) in an Island in the Atlantic Rainforest of Brazil. *Palms* 52: 133-140.
- TERBORGH, J., 1986.** Keystone plant resources in the tropical forest. Pp 330-340 in Soulé, M.E. (ed.), *Conservation Biology*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- TERBORGH, J.; NUÑEZ-ITURRI, G.; PITMAN, N.C.A.; VALVERDE, F. H. C.; ALVAREZ, P.; SWAMY, V.; PRINGLE, E.G. & PAINE, C.E.T., 2008.** Tree recruitment in an empty forest. *Ecology*, 89: 1757-1768.
- ZELEDON, E. & COLLEGE, S., 2002.** Seed predation by specialist bark beetles in two palm species: *Iriatea deltoid* and *Welfia regia*. OTS. Disponível em: <http://www.ots.duke.edu/en/education/reu/2002/projects/esther_zeledon.pdf>. Acesso em 19 setembro de 2010.
- WILSON, D.E. & JANZEN, D.H., 1972.** Predation on *Scheelea* palm seeds by bruchid beetles: seed density and distance from the parent palm. *Ecology* 53: 954-959.
- WRIGHT, S.J. & DUBER, H.C., 2001.** Poachers and forest fragmentation alter seed dispersal, seed survival, and seedling recruitment in the palm *Attalea butyraceae*, with implications for tropical tree diversity. *Biotropica* 33: 583-595.
- WRIGHT, S.J., ZEBALLOS, H., DOMÍNGUEZ, I., GALLARDO, M.M., MORENO, M.C., IBÁÑEZ, R., 2000.** Poachers alter mammal abundance, seed dispersal, and seed predation in a neotropical forest. *Conservation Biology* 14: 227-239.