

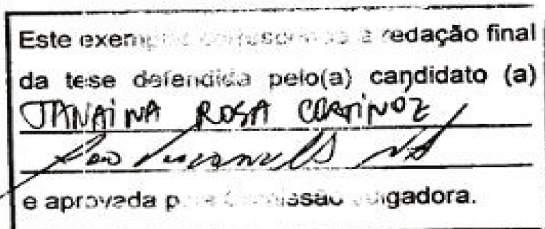
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**JANAINA ROSA CORTINOZ**



**PAPEL DE DISPERSORES/PREDADORES VERTEBRADOS E PARASITÓIDES  
NA TAXA DE PREDÇÃO DE SEMENTES POR BESOUROS EM  
FRAGMENTOS FLORESTAIS DO SUDESTE BRASILEIRO**



Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. João Vasconcellos Neto

Campinas  
2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C818p</b> | <p>Cortinoz, Janaina Rosa</p> <p>Papel de vertebrados dispersores/predadores de sementes e parasitóides na taxa de predação de sementes por besouros em fragmentos florestais do sudeste brasileiro / Janaina Rosa Cortinoz. – Campinas, SP: [s.n.], 2011.</p> <p>Orientador: João Vasconcellos Neto.<br/>Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.</p> <p>1. <i>Syagrus romanzoffiana</i>. 2. Predação de sementes. 3. Sementes - Dispersão. 4. Fenologia reprodutiva. 5. Fragmentação florestal. I. Vasconcellos-Neto, João, 1952-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">(scs/ib)</p> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Título em inglês:** The role of vertebrate seed disperses/predators and parasitoids wasps on the rate of seed predation by beetles in forest fragments in southeastern Brazil.

**Palavras-chave em inglês:** *Syagrus romanzoffiana*; Seed predation; Seed dispersal; Reproductive phenology; Forest fragmentation.

**Área de concentração:** Ecologia.

**Titulação:** Mestre em Ecologia.

**Banca examinadora:** João Vasconcellos Neto, Wesley Rodrigues Silva, Marco Aurélio Pizo Ferreira.

**Data da defesa:** 14/02/2011.

**Programa de Pós-Graduação:** Ecologia.



Campinas, 14 de fevereiro de 2011

### BANCA EXAMINADORA

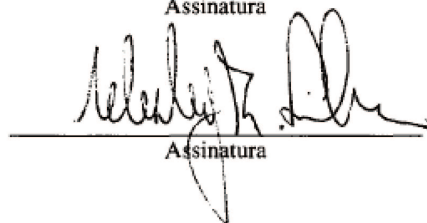
Prof. Dr. João Vasconcellos Neto (Orientador)

  
Assinatura

Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira

  
Assinatura

Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva

  
Assinatura

Prof. Dr. André Victor Lucci Freitas

  
Assinatura

Prof. Dr. Ricardo Ferreira Monteiro

  
Assinatura

**Dedico esse trabalho à**  
**minha família.**

“Meu enleio vem de que um tapete é feito de tantos fios  
que não posso me resignar a seguir um fio só;  
meu enredamento vem de que uma história  
é feita de muitas histórias.”

Clarice Lispector

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao João pela orientação e amizade ao longo desses anos. Por confiar em minha capacidade na execução do trabalho e pela paciência frente minhas teimosias. Por estar sempre disponível para procurar tanto por coquinhos quanto por mochilas desaparecidas pela cidade.

À FAPESP pela bolsa concedida para a realização deste trabalho e a CAPES pelos meses iniciais de bolsa.

À Prefeitura de Jundiaí por autorizar a realização deste trabalho na Serra do Japi, pela estrutura e apoio na Base Ecológica. Ao meu amigo Seu Lauro pela presteza, cuidado e carinho com que me tratou durante todo esse tempo. Ao Ronaldo por ajudar sempre que necessário. À Pâmela pela ajuda no trabalho de campo. Aos guardas pela proteção e risadas.

À administração da Reserva Municipal Mata de Santa Genebra por permitir que eu realizasse o estudo na área. Aos seguranças pelo café quente em dia de chuva e pela preocupação enquanto eu estava trabalhando.

À administração do Bosque dos Jequitibás por permitir a realização das coletas na área do Bosque.

Aos professores André Victor Lucci Freitas, Ricardo Ferreira Monteiro e Wesley Rodrigues Silva por aceitarem o convite para participarem da pré-banca.

Ao Prof. Dr. Carlos Flechtmann pela identificação dos besouros escolitídeos.

À Profa. Dra. Cibele Stramare Ribeiro-Costa pela identificação dos besouros bruquídeos.

À Profa. Dra. Angélica Maria Penteado M. Dias pela identificação das vespas parasitóides.

Aos amigos do laboratório: Adriana Salomão, Adriana Moraes, Danielle, Flavia, Jober, Gabriela, Godói, Mateus, Melissa, Suzana e Thais pela amizade construída durante esses anos de

convivência harmoniosa. Por ajudarem sempre que preciso, pelo riso fácil e pelas conversas aleatórias que tanto gosto.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Animal: Ricardo pela ajuda com os coquinhos, à Sueli por sempre ser tão solícita e ao Adilson por talhar a madeira na qual eu quebrava os coquinhos, facilitando e muito o trabalho.

Ao Wesley que me suportou quebrando coquinhos com um martelo durante semanas na sala ao lado da sua.

Aos amigos da pós e do departamento Adriano, Ana, Camila Castilho, Camila Vieira, Carlão, Cau, Daniel, Daniela, Eduardo, Gabi, Guilherme, Kamila, Leo, Lucas, Luisa, Marcela, Paula, Paulinho, Pedro, Renê e Sebá, pela amizade, carinho, risadas e companhia... por tudo o que aprendo com vocês seja relacionado ao trabalho ou não.

À Adriana, Chris Caselli, Daniel, Julia Sfair, Leonardo, Paulo Enrique e Sebastian por sempre tirarem minhas dúvidas sobre análises estatísticas circulares e lineares. Aprendi muito com vocês.

Aos amigos e professores dos Cursos de Campo que foram essenciais na minha formação.

Aos amigos do já saudoso Clube do Café: César, Christini, Eduardo, Enéas, Jober, Paulo Enrique e Thaís por tornarem o campo menos cansativo e muito mais divertido.

Quero agradecer aos “catadores de coquinho” Pedro e Daniel pela disposição em andar pelo campus com sacos plásticos, luvas, podão e um sorriso no rosto.

À todos aqueles que já fizeram a famosa piadinha: Jana, vai catar coquinho.

À Elen, Janaina, Marcão, Melissa, Rodrigo e Vini por tornarem a minha vida em Campinas uma vida boa. Em especial quero agradecer a Elen e Mel pelas idas ao Japi sempre que precisei.

Às minhas “crises” favoritas, Chris Caselli e Chris Correa por serem minhas amigas, por

me ajudarem de todas as formas possíveis sem nem hesitar.

À Josinha e ao Gorgon por serem amigos tão queridos e corrigirem meus textos.

Às pessoas com quem morei ao longo desses anos aqui em Barão... na primeira república com Denise, Marcio Araujo, Marcos e Alysson, na segunda com Chris Caselli, Chris Correa, Enéas, Paulo Enrique e Jovi, e, por último com Marcio Uehara e Cris Matavelli. Agradeço a vocês todos pelo ótimo tempo que passamos juntos, pela amizade tão preciosa para mim e por nunca reclamarem do cheiro dos coquinhos.

Ao Orestes por tantas coisas... por ser meu melhor ajudante de campo (mesmo palpitando), pela ajuda embaixo de sol ou chuva, durante a semana, finais de semana e feriados, pelas idas ao Japi, por me acompanhar na caça a coquinhos. Por ser meu melhor amigo, por todo carinho, compreensão, companhia, tempo e amor dedicados a mim.

E finalmente quero agradecer à minha família pelo amor e apoio, por torcerem por mim e nunca me deixarem esquecer das minhas raízes e valores, e, por compreenderem minha ausência.



## ÍNDICE

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Resumo.....                     | ix |
| Abstract.....                   | xi |
| Introdução Geral.....           | 1  |
| Referências Bibliográficas..... | 7  |

### **Capítulo 1: Efeito de vertebrados predadores de sementes na predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) por besouros sob a planta-mãe**

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Resumo.....                     | 16 |
| Abstract.....                   | 17 |
| Introdução.....                 | 18 |
| Material e Métodos.....         | 20 |
| Resultados.....                 | 26 |
| Discussão.....                  | 30 |
| Referências Bibliográficas..... | 36 |

### **Capítulo 2: Produção de frutos, predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) e interações tri-tróficas em áreas fragmentadas**

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Resumo.....                     | 44 |
| Abstract.....                   | 46 |
| Introdução.....                 | 48 |
| Material e Métodos.....         | 51 |
| Resultados.....                 | 66 |
| Discussão.....                  | 82 |
| Referências Bibliográficas..... | 93 |

|                     |            |
|---------------------|------------|
| <b>Síntese.....</b> | <b>109</b> |
|---------------------|------------|

## RESUMO

Plantas com sementes grandes, como palmeiras, são mais afetadas em áreas defaunadas. A redução de dispersores de sementes resulta em maior acúmulo de sementes sob a planta-mãe, onde a predação é mais intensa. Roedores e besouros são os principais predadores de sementes de palmeiras e podem interagir entre si, competindo por sementes, ou com roedores predando larvas de besouros ao consumirem sementes previamente infestadas. Ainda, besouros podem ter suas larvas atacadas por vespas parasitóides. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da dispersão e predação de sementes da palmeira *Syagrus romanzoffiana* por vertebrados sobre a predação de sementes por besouros e o ataque de parasitóides em locais que diferem entre si quanto à presença de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes. As coletas foram realizadas na Serra do Japi em Jundiaí, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra, Bosque dos Jequitibás e no campus da Universidade Estadual de Campinas, em Campinas. A predação de sementes por vertebrados e besouros foi comparada entre as áreas. Dados a respeito da fenologia reprodutiva da palmeira e taxas mensais de remoção de frutos por vertebrados e predação de sementes pré e pós-dispersão por besouros foram coletados para avaliar como as interações ocorrem ao longo do período de frutificação da planta. A predação de sementes por besouros foi negativamente relacionada à predação por vertebrados, sendo maior em áreas onde vertebrados predadores de sementes estão ausentes ou em baixas densidades, como Unicamp e Mata de Santa Genebra. A predação por bruquídeos foi menor na presença de esquilos na Serra do Japi e cutias no Bosque dos Jequitibás, mas a predação por curculionídeos foi menor apenas na Serra do Japi. O que pode indicar que o consumo de sementes por vertebrados deve reduzir a quantidade de sementes disponíveis para besouros bruquídeos, e/ou que há predação intraguilda de larvas de bruquídeos por esquilos e cutias, mas que cutias, provavelmente rejeitam sementes atacadas por curculionídeos. A produção de flores e frutos imaturos foi semelhante entre as áreas, mas o encontro de frutos maduros foi menor na Serra do Japi e com o pico de produção deslocado em relação

às outras áreas, possivelmente devido à alta predação de sementes por esquilos nesse local. A predação de sementes pré-dispersão pelo besouro *Revena rubiginosa* (Curculionidae) ocorreu em todos os meses e o período de oviposição dos besouros não apresentou relação com a disponibilidade de frutos imaturos. Besouros das famílias Bruchidae e Scolytidae predaram as sementes pós-dispersão, que foi maior onde a remoção de sementes por vertebrados foi menor e não esteve relacionada à disponibilidade de frutos maduros e à predação pré-dispersão. Larvas de *R. rubiginosa* e de bruquídeos foram atacadas por vespas parasitóides da família Braconidae na Unicamp e Mata de Santa Genebra. O período de oviposição das vespas não apresentou relação com as taxas de predação dos besouros, e sim com o clima. Dessa forma, como não foram encontrados indícios que sementes sejam recursos limitantes para besouros, a predação de sementes por esses insetos parece ser limitada pela remoção e predação de sementes por vertebrados. Na ausência de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes que controlem a predação por besouros o ataque de parasitóides às larvas é maior.

## ABSTRACT

Plants with large seeds such as palm trees are more affected in defaunated areas. The absence of seed dispersers results in a higher accumulation of seeds beneath the parent plant, where seed predation is more intense. Rodents and beetles are major predators of palm seed and can interact with each other, competing for seeds. Rodents can also prey on beetles' larvae when consume seed previously infested, and beetles may have their larvae attacked by parasitoid wasps. Thus, the aim of this work was investigate the effects of seed dispersal and predation of the palm *Syagrus romanzoffiana* by vertebrates on seed predation by beetles and the parasitoid attack in areas that differ with regard to the presence of vertebrate seed dispersers and/or predators. Data was collected at four sites. One of them at Jundiá, at Serra do Japi, and other three at Campinas, SP: Mata de Santa Genebra Municipal Reserve, Bosque dos Jequitibás and Campinas State University's Campus. Seed predation by vertebrates and beetles was compared between areas. Data regarding to the reproductive phenology and monthly rates of pre- and post-dispersal seed predation by beetles were also collected to assess how the interaction occurs throughout of the fruiting season of the plant. Seed predation by beetles was negatively related to seed predation by vertebrates, being higher in areas where vertebrate seed predators are absent or present in low densities, as at Unicamp and Mata de Santa Genebra. Seed predation by bruchids beetles was lower in the presence of the squirrels at Serra do Japi and agoutis at Bosque dos Jequitibás, but seed predation by weevils was lower only at Serra do Japi. These findings may indicate that the consumption of *S. romanzoffiana* seeds by vertebrates should reduce the amount of seeds available for bruchids beetles, and/or there are intraguild predation on larvae of bruchids by squirrels and agoutis, but agoutis probably reject seeds infested by weevils larvae. The flower and unripe fruit production was similar in all areas, but ripe fruit production was smaller at Serra do Japi, with a displaced peak when compared to the other sites, probably due to the high seed predation by squirrel in this area. Pre-dispersal seed predation by the beetle *Revena rubiginosa* (Curculionidae) occurred in all months and the period of

beetles' oviposition was not related to the unripe fruits availability. Bruchids and scolytids beetles prey on post dispersed seeds, which was greater where the seed removal by vertebrate was lower. Also the post dispersal seed predation was not related to the ripe fruits availability neither to the pre dispersal seed predation. Larvae of *R. rubiginosa* and bruchids were attacked by braconids wasps at Unicamp and Mata de Santa Genebra. The oviposition by parasitoids was not related to the rates of seed predation by beetles, but was related to the climate. Thus, in the lack of evidence that seeds are a restrict resource, the seed predation by these insects seems to be limited by seed removal and predation by vertebrates. In the absence of vertebrate seed dispersers and/or predators, which control the seed predation by beetles, the attack by parasitoids wasps is higher.

## INTRODUÇÃO GERAL

### *Família Palmae ou Arecaceae*

Plantas pertencentes à família Palmae ou Arecaceae são consideradas espécies-chave nos Neotrópicos por frutificarem ao longo de todo o ano, inclusive em períodos de escassez de recursos (Terborgh 1986, Peres 1994, Galetti & Aleixo 1998, Genini *et al.* 2009) e seus frutos altamente calóricos serem consumidos por grande número de vertebrados, principalmente roedores e primatas (Henderson 2002, Andreazzi *et al.* 2009). Dentre as 16 tribos que compõe a família Palmae, as tribos Cocoeae sem espinhos e Areceae são de grande importância nos estudos de dispersão e predação de sementes de palmeiras, apresentando os frutos e sementes mais calóricos em relação aos das demais tribos e fazendo parte da dieta de muitos animais (Henderson 2002).

A tribo Areceae possui 80 gêneros, sendo sua maioria encontrada nos trópicos do Velho Mundo, e poucos são neotropicais, como o gênero *Euterpe*, que tem grande apelo econômico devido à produção do palmito e açaí. Em geral seus frutos são pequenos, cerca de 1 cm, avermelhados ou atro-purpúreos, com mesocarpo com suco rico em carboidratos ou óleo e com endocarpo ausente ou fino. Por sua vez, a tribo Cocoeae, possui 14 gêneros, sendo dez neotropicais, contabilizando 83 espécies de palmeiras na região tropical e subtropical, como as espécies pertencentes aos gêneros *Attalea* e *Syagrus*. Em geral os frutos têm em média três centímetros, com mesocarpo e endosperma ricos em gorduras, e o endosperma é envolvido por endocarpo rígido (Henderson 2002). Tais características nutricionais podem tornar a dispersão de sementes de palmeiras um risco, visto que os dispersores também podem preda as sementes (Henderson 2002).

Os frutos podem apresentar elevado tempo de desenvolvimento, variando de poucos meses até três anos, dependendo da espécie. Além disso, uma vez que o fruto tenha amadurecido, as sementes possuem alta viabilidade resultando em longo tempo de exposição aos predadores

(Henderson 2002). Assim, embora o endocarpo possa limitar o acesso ao endosperma, geralmente sem compostos secundários contra predadores generalistas, a predação é considerada o destino mais provável das sementes de palmeiras (Henderson 2002), a qual ocorre nas fases pré e pós-dispersão do fruto (Silvius 2002, Alves-Costa 2004, Beck 2006, Salm 2006).

Os principais predadores de sementes de palmeiras são roedores, ungulados e besouros (Janzen 1971, Wilson & Janzen 1972, Brewer 2001, Henderson 2002, Silvius 2002, Alves-Costa 2004, Beck 2006, Salm 2006, Keuroghlian & Eaton 2009). Roedores como esquilos, cutias e aqueles pertencentes aos gêneros *Cerradomys*, *Clyomys* e *Proechimys* são predadores de sementes de palmeiras, mas por possuírem hábitos estocadores, enterram algumas sementes funcionando como dispersores (Smythe 1978, Galetti *et al.* 1992, Forget *et al.* 1994, Paschoal & Galetti 1995, Bordignon & Monteiro-Filho 1999, Alves-Costa 2004, Pimentel & Tabarelli 2004, Alvarenga & Talamoni 2006, Galetti *et al.* 2006, Almeida & Galetti 2007, Galvez & Jansen 2007, Andreazzi *et al.* 2009, Grenha 2010).

Sementes de palmeiras representam importante fonte de recurso para esquilos (Galetti *et al.* 1992, Paschoal & Galetti 1995, Bordignon & Monteiro-Filho 1999, Alves-Costa 2004, Alvarenga & Talamoni 2006), mas não dispersam tantas sementes quanto as cutias, que são consideradas elementos chave na dispersão de sementes de algumas palmeiras (Galetti *et al.* 2006). Ungulados como porcos-do-mato também consomem frutos e sementes de palmeira (Beck 2006, Fleury & Galetti 2006, Keuroghlian & Eaton 2009), principalmente dos gêneros *Astrocaryum*, *Attalea*, *Euterpe* e *Syagrus* (Beck 2006). Porcos-do-mato são considerados legítimos predadores de sementes de palmeiras, mas durante o consumo de frutos algumas sementes são dispersas (Beck 2006).

A relação entre palmeiras e coleópteros predadores é muito específica e as famílias Bruchidae, Scolytidae e Curculionidae englobam os principais predadores (Wilson & Janzen 1972, Delobel 1995, Guix & Ruiz 1997, Pizo & Simão 2001, Henderson 2002, Alves-Costa 2004). Grande

parte das sementes produzidas por uma palmeira é predada por besouros, podendo às vezes serem completamente destruídas (Wright 1983, Fragoso 1997, Alves-Costa & Knogge 2005). Há cerca de 20 espécies de bruquídeos associadas à cerca de 100 espécies de palmeiras (Henderson 2002). Besouros bruquídeos e curculionídeos ovipõem sobre os frutos e as larvas se desenvolvem no interior da semente, havendo registros de infestação pré e pós-dispersão do fruto (Southgate 1979, Delobel *et al.* 1995, Alves-Costa & Knogge 2005, Grenha *et al.* 2008). Por sua vez, no caso de sementes serem predadas por besouros escolitídeos, fêmeas adultas perfuram o endocarpo e ovipõe dentro da semente, onde as larvas se alimentam do endosperma (Blumberg & Kehat 1982, Vives 2004). Do mesmo modo que o observado em bruquídeos, a predação por escolitídeos pode ser pré e pós-dispersão (Janzen 1971, Blumberg & Kehat 1982, Delobel *et al.* 1995, Pizo & Simão 2001, Pizo & Vieira 2004; von Allmen *et al.* 2004).

#### *Interações entre vertebrados dispersores e/ou predadores e besouros predadores de sementes de palmeiras*

Como frutos e sementes de palmeiras são recursos tanto para vertebrados quanto para invertebrados, alguns trabalhos têm utilizado palmeiras como objeto de estudo, tendo como enfoque as interações entre dispersores e predadores de sementes (Forget *et al.* 1994, Guix & Ruiz 1995, 1997, 2000, Fragoso 1997, Silvius 2002, Alves-Costa 2004, Fleury & Galetti 2006, Almeida & Galetti 2007, von Allmen *et al.* 2004, Pimentel & Tabarelli 2004, Grenha 2010). Tais trabalhos têm demonstrado que a utilização de frutos e sementes por vertebrados e/ou invertebrados pode alterar padrões de dispersão e predação de sementes.

A dispersão de sementes por vertebrados pode reduzir a predação por besouros, que são mais sensíveis a alterações na densidade das sementes (Wilson & Janzen 1972, Fragoso 1997, Quiroga-Castro & Roldan 2001, Pimentel & Tabarelli 2004), mas o consumo da polpa aliado a não-



dispersão da semente pode aumentar as taxas de predação de sementes (Janzen 1971, Silvius & Fragoso 2002). Ovipor em frutos intactos pode elevar o risco de ovos e larvas serem predados no momento em que frugívoros e/ou predadores consumam a polpa e/ou a semente. Além disso, a polpa pode conter substâncias abrasivas resultando na destruição do ovo ou da larva (Silvius & Fragoso 2002).

Em alguns casos tem sido observado deslocamento temporal entre a oviposição por besouros e o consumo dos frutos e sementes por frugívoros (Forget *et al.* 1994, Silvius & Fragoso 2002, von Allmen *et al.* 2004). Enquanto besouros utilizam as sementes no início da frutificação, os vertebrados consomem polpa e semente no final da estação o que asseguraria a sobrevivência dos besouros (Forget *et al.* 1994, Silvius & Fragoso 2002, von Allmen *et al.* 2004). No entanto, ocorrências de predação intraguildd têm sido registradas, na qual vertebrados que agem como predadores de sementes predam acidental ou propositalmente as larvas desses insetos (Forget *et al.* 1994, Silvius 2002, Alves-Costa 2004, Bonal & Muñoz 2007, Galvez & Jansen 2007, Grenha 2010).

No entanto, a força das interações entre frutos, vertebrados e insetos predadores pode variar de acordo com o local (Sallabancks & Courtney 1992) ou de acordo com a presença ou ausência de vertebrados e/ou invertebrados. Fatores antrópicos como caça e fragmentação de habitat reduzem a riqueza e abundância de vertebrados, principalmente de médio e grande porte, que são preferidos por caçadores ou que necessitam de maior área de vida, o que deve afetar a dispersão de sementes, mais precisamente as grandes como as de palmeiras (Wright *et al.* 2000, Wright, 2003, Beckman & Muller-Landau 2007). Como resultado da defaunação, a quantidade de sementes sob a planta-mãe é aumentada, o que deve elevar a predação de sementes (Janzen 1970, Connell 1971, Wilson & Janzen 1972, Wright & Duber 2001). Além disso, predadores de topo podem ser extintos ou reduzidos localmente em áreas com caça ou fragmentadas, resultando em aumento da densidade de roedores que predam as sementes; e devido à redução dos dispersores, a predação das sementes

por insetos, geralmente besouros, é maior (Wright *et al.* 2000, Alves-Costa 2004, Fleury & Galetti 2006, Galetti *et al.* 2006, Almeida & Galetti 2007, Beckman & Muller-Landau 2007, Fadini *et al.* 2009, Andreazzi *et al.* 2009).

*Syagrus romanzoffiana* (Chamisso) Glassman (Arecaceae)

A palmeira *Syagrus romanzoffiana*, conhecida como jerivá, é uma espécie pioneira, rara na mata primária da encosta atlântica e com ocorrência descontínua nas matas de altitude. É comum em florestas semidecíduas no sudeste do Brasil, Goiás e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, podendo variar morfológicamente conforme a região de ocorrência (Lorenzi 2000). Atinge a altura de 10-20 m, com estipe de 30-40 cm de diâmetro e folhas de dois a três metros de comprimento. Cada planta produz dois cachos de 80-120 cm de comprimento ao mesmo tempo, cada cacho produz em média 790 frutos e o seu fruto é uma drupa ovóide com cerca de 2,5 cm de diâmetro, com exocarpo carnoso e endocarpo lenhoso (Galetti *et al.* 1992, Lorenzi 2000). O jerivá floresce quase o ano inteiro, com maior intensidade de setembro a março e a maturação dos frutos ocorre de fevereiro-agosto (Lorenzi 2000).

Os frutos e sementes de jerivá têm grande importância na dieta de muitos vertebrados, tendo como dispersores primatas (*Alouatta guariba* e *Leontopithecus chrysopygus*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), morcegos frugívoros (*Artibeus lituratus*) (Passos 1999, Miranda & Passos 2004, Facure & Monteiro-Filho 1996, Rocha *et al.* 2004, Guix & Ruiz 2000), aves como jacus (*Penelope superciliaris*) (Guix & Ruiz 1997, 2000) e periquitos (Sazima 2008), ungulados como antas (*Tapirus terrestris*) (Olmos 1997) e répteis como teiús (*Tupinambis merianae*) (Presch 1973, Sazima & Haddad 1992). Outros vertebrados, como roedores (esquilos e cutias), e ungulados como porcos-do-mato são predadores das sementes de *S. romanzoffiana* (Galetti *et al.* 1992, Paschoal & Galetti 1995, Bordignon & Monteiro-Filho 1999, Alves-Costa 2004, Alvarenga & Talamoni 2006, Fleury & Galetti 2006).

Sementes de jerivá compõem grande parte da dieta de esquilos, que se alimentam do endosperma de frutos imaturos, maduros e secos, atingindo até 70% dos itens alimentares consumidos (Galetti *et al.* 1992, Alves-Costa 2004, Paschoal & Galetti 1995, Alvarenga & Talamoni 2006, Fleury & Galetti 2006).

A predação de sementes também é feita por invertebrados, como besouros das famílias Curculionidae e Bruchidae. O ataque por *Revena rubiginosa* (Curculionidae), ocorre pré-dispersão, antes de o fruto amadurecer, cerca de 60 dias após o fim da floração. A larva sai por um orifício único com cerca de 2 mm de diâmetro no terço superior da semente, após o amadurecimento do fruto (Alves-Costa & Knogge 2005). Bruquídeos do gênero *Pachymerus*, por sua vez, apresentam fase de infestação pela larva principalmente pós-dispersão. Após o amadurecimento do fruto, o adulto sai por um orifício único com cerca de 3 mm de diâmetro localizado no terço superior do endocarpo (Alves-Costa 2004). Ainda, as larvas de besouros curculionídeos e bruquídeos podem ser atacadas por vespas parasitóides (Wilson & Janzen 1972, Traveset 1992, Delobel *et al.* 1995, Alves-Costa 2004, Grenha 2008). Esse ataque de larvas por vespas parasitóides poderia reduzir a pressão de predação de sementes por besouros (Delobel *et al.* 1995).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar como a predação de sementes por besouros varia de acordo com a dispersão e predação de sementes por vertebrados e com o ataque a larvas por vespas parasitóides em locais com tamanhos e história de conservação distintos. O esperado era que a predação de sementes por besouros fosse reduzida nos locais onde vertebrados estivessem presentes, devido à remoção e predação de sementes por vertebrados.

O sistema utilizado no estudo foi composto pela palmeira *Syagrus romanzoffiana*, vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes e besouros predadores de sementes. O trabalho foi realizado em quatro localidades no estado de São Paulo: Bosque dos Jequitibás, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Universidade Estadual de Campinas, todos localizados em Campinas e na

Serra do Japi, em Jundiá. As áreas diferem entre si quanto ao tamanho, conservação e presença de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes de jerivá. O trabalho foi dividido em dois capítulos, o primeiro tratou do destino de sementes de *S. romanzoffiana* em locais onde vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes estão presentes ou não. O segundo capítulo visou acompanhar as interações entre as palmeiras, dispersores e predadores de sementes e seus inimigos naturais ao longo do ano.

### Referências Bibliográficas

- Almeida, L. B., Galetti, M. 2007. Seed Dispersal and Spatial Distribution of *Attalea geraensis* (Arecaceae) in two Remnants of Cerrado in Southeastern Brazil. **Acta Oecologica**, 32: 180-187.
- Alvarenga, C.A. & Talamoni, S.A. 2006. Foraging behaviour of the Brazilian squirrel *Sciurus aestuans* (Rodentia, Siuridae) **Acta Theriologica**, 51: 69-74.
- Alves-Costa, C.P. 2004. **Efeitos da defaunação de mamíferos herbívoros na comunidade vegetal**. Tese de Doutorado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.
- Alves-Costa, C.P. & Knogge, C. 2005 Larval competition in weevils *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) preying on seeds of the palm *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). **Naturwissenschaften**, 92: 265-268.
- Andreazzi, C.S., Pires, A.S. & Fernandez, F.A.S. 2009. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. **Oecologia Brasiliensis**, 13: 554-574.
- Beck, H. 2006. A review of peccary-palm interactions and their ecological ramifications across the neotropics. **Journal of Mammalogy**, 87: 519-530.
- Beckman, N. G. & Muller-Landau, H. C. 2007. Differential Effects of Hunting on Pre-Dispersal Seed Predation and Primary and Secondary Seed Removal of Two Neotropical Tree Species.

**Biotropica**, 39: 328-339.

Blumberg, D & Kehat M. 1982. Biological studies of the date stone beetle, *Coccotrypes dactyliperda*.

**Phytoparasitica**, 10: 73-78.

Bonal, R. & Muñoz, A. 2007. Multi-trophic effects of ungulate intraguild predation on acorn weevils.

**Oecologia**, 152: 533-540.

Bordignon, M. & Monteiro-Filho, E.L.A. 1999. Seasonal food resources of the squirrel *Sciurus ingrami* (Thomas, 1901) in a secondary araucaria forest in southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 34: 137-140.

Brewer, S. W. 2001. Predation and dispersal of large and small seeds of a tropical palm. **Oikos**, 92: 245–255.

Connell, J. H. 1971. On the role of the natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: **Dynamics of Number in Populations. Proceedings of the advanced study institute** (eds Den Boer, P. J. & Gradwell, G.). Center for Agricultural publication and documentation, Wageningen, The Netherlands, pp. 298-312.

Delobel, A., Couturier, G., Kahn, F. & Nilsson, J.A. 1995. Trophic relationships between palms and bruchids (Coleoptera: Bruchidae: Pachymerini) in Peruvian Amazonia. **Amazoniana**, XIII: 209-219.

Facure, K.G. & Monteiro-Filho, E.L.A. 1996. Feeding habits of the Crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southeastern Brazil. **Mammalia**, 60: 147-149.

Fleury, M. & Galetti, M. 2006. Forest fragment size and microhabitat effects on palm seed predation. **Biological Conservation**, 131: 1-13.

Forget, P. M, Munoz, E., Leigh Jr, E. G. 1994. Predation by rodents and bruchid beetles on seeds of *Scheelea* palms on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, 26: 420-426.

Fragoso, J.M.V. 1997. Tapir-generated seed shadows: scale-dependent patchiness in the Amazon rain

- forest. **Journal of Ecology**, 85: 519–529.
- Galetti, M., Paschoal, M. & Pedroni, F. 1992. Predation on palm nut (*Syagrus romanzoffiana*) by squirrels (*Sciurus ingrami*) in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 8: 121-123.
- Galetti, M. & Aleixo, A. 1998. Effects of the harvesting of a keystone palm on frugivores in the Atlantic Forest Of Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 35: 286-293.
- Galetti, M., Donatti, C., Pires, A., Guimarães Jr, P. & 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: 141-149.
- Galvez, 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.
- Genini, J., Galetti, M & Morellato, L. P. C. 2009. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, 204:131–145.
- Grenha, 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: 50-56.
- Grenha, V. 2010. **Demografia e predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Arecaceae) em Restingas do Estado do Rio de Janeiro, RJ**. Tese de doutorado. Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.
- Guix, J.C.; Ruiz, X. 1995. Toucans and thrushes as potential dispersers of seed-predatory weevil larvae in southeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, 73: 745-748.
- Guix, J.C., Ruiz, X. 1997. Weevil Larvae Dispersal by Guans in Southeastern Brazil. **Biotropica**, 29: 522-525.
- Guix, J.C., Ruiz, X. 2000. Plant-disperser-pest evolutionary triads: how widespread are they? **Orsis**,

15: 121-126.

Henderson, A. 2002. **Evolution and Ecology of Palms**. The New York Botanical Garden Press, New York.

Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist**, 104: 501-528.

Janzen, D. H. 1971. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 2: 465-492.

Keuroghlian, A. & Eaton, D. P. 2009. Removal of palm fruits and ecosystem engineering in palm stands by white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) and others frugivores in a isolate Atlantic Forest fragment. **Biodiversity and Conservation**, 18: 1733-1750.

Lorenzi, H. 2000. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Editora Plantarum, vol. 1, 3<sup>a</sup> ed., 352p.

Miranda, J.M.D. & Passos, F.C. 2004. Hábito alimentar de *Alouatta guariba* (Humboldt) (Primates, Atelidae) em Floresta de Araucária, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(4): 821-826.

Olmos, F. 1997. Tapirs as Seed Dispersers and Predator. In: **Tapirs: status survey and conservation action plan**. Brooks, D. M., Bodmer, R. E. and Matola, S. (Eds.), pp.3-9. IUCN/SSC Tapir Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Paschoal, M. & Galetti, M. 1995. Seasonal food use by Neotropical Squirrel *Sciurus ingrami* in Southeastern Brazil. **Biotropica**, 27: 268-273.

Passos, F.C. 1999. Dieta de um grupo de mico-leão-preto, *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan) (Mammalia, Callitrichidae), na Estação Ecológica dos Caetetus, São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 269-278.

- Peres, C. A. 1994. Composition, Density and Fruiting Phenology of Arborescent Palms in a Amazonian Terra Firme Forest. **Biotropica**, 26: 285-294.
- Pimentel, D.S. & Tabarelli, M. 2004. Seed Dispersal of the Palm *Attalea oleifera* in a Remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica** 36: 74–84.
- Pizo, M. A. & Simão, I. 2001. Seed deposition patterns and the survival of seeds and seedlings of the palm *Euterpe edulis*. **Acta Oecologica**, 22: 229-233.
- Pizo, M. A. & Vieira, E. M. 2004. Palm harvesting affects seed predation of *Euterpe edulis*, a threatened palm of the Brazilian Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Biologia**, 64:669-676.
- Presch, W. 1973. A review of the tegu lizards genus *Tupinambis* (Sauria: Teiidae) from South America. **Copeia**, 4: 740-746.
- Quiroga-Castro, V.D. & Roldán, A. 2001. The Fate of *Attalea phalerata* (Palmae) Seeds Dispersed to a Tapir Latrine. **Biotropica**, 33: 472-477.
- Rocha, V.J., Reis, N.R. & Sekiama, M.L. 2004. Dieta e dispersão de sementes por *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnivora, Canidae), em um fragmento florestal no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21: 871-876.
- Sallabanks R. & Courtney, S. P. 1992. Frugivory, Seed Predation, and Insect-Vertebrate Interactions. **Annual Review of Entomology**, 37: 377- 400.
- Salm, R. 2006. Invertebrate and vertebrate seed predation in the Amazonian palm *Attalea maripa*. **Biotropica**, 38: 558-560.
- Sazima, I. 2008. O periquito *Brotogeris tirica* come e dispersa os frutos da palmeira *Syagrus romanzoffiana* no sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, 8: 231-234.
- Sazima, I. & Haddad, C.F.B. 1992. Répteis da Serra do Japi. In: Morellato, L.P.C. (Ed.), **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**.



Universidade Estadual de Campinas/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Campinas, SP. p.212-235.

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.

Silvius, K. M. & Fragoso, J.M.V. 2002. Pulp handling by vertebrate seed dispersers increases palm seed predation by bruchid beetles in the northern Amazon. **Journal of Ecology**, 90: 1024–1032.

Smythe, N. 1978. The Natural History of the Central American Agouti (*Dasyprocta punctata*). **Smithsonian Contributions to Zoology**, 257: 52.

Southgate, B. J. 1979. Biology of the Bruchidae. **Annual Review of Entomology**, 24: 449–473

Terborgh, J. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: A. Estrada and T. H. Fleming (ed). **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 371-384.

Traveset, A. 1992. Effect of Vertebrate Frugivores on Bruchid Beetles That Prey on *Acacia farnesiana* Seeds. **Oikos**, 63: 200-206.

Vives, S. G. 2004. Evolución e importancia del ataque y biología de *Coccotrypes dactyliperda* (Curculionidae: Scolytinae) perforador del fruto de la palmera datilera. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, 30: 497-506.

von Allmen, C., L. P. C. Morellato and M. A. Pizo. 2004. Seed predation under high seed density condition: the palm *Euterpe edulis* in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, 20: 471-474.

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. 1983. The dispersion of eggs by a bruchid beetle among *Scheelea* palm seeds and the effect of distance to the parent palm. **Ecology**, 64: 1016-1021.

- Wright, S. J. 2003. The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. **Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics**, 6: 73-86.
- 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.
- Wright, S.J. & Duber, H.C. 2001. Poachers and forest fragmentation alter seed dispersal, seed survival, and seedling recruitment in the palm *Attalea butyracea*, with implications for tropical tree diversity. **Biotropica**, 33: 583-595.



EFEITO DE VERTEBRADOS PREDADORES DE SEMENTES NA PREDACÃO DE SEMENTES DE  
*SYAGRUS ROMANZOFFIANA* (ARECACEAE) POR BESOUROS SOB A PLANTA-MÃE

## Resumo

A predação é o destino mais comum para sementes de palmeiras, e roedores e besouros são os principais predadores. Roedores podem consumir as sementes antes de ocorrer a oviposição por besouros, competindo com os insetos, e podem preda larvas de besouros ao consumir sementes previamente infestadas. Assim a predação de sementes por besouros deve variar de acordo com a presença ou ausência de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes. A predação de sementes foi medida em quatro localidades que diferem entre si quanto à presença de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes de *Syagrus romanzoffiana*, como esquilos e cutias, sendo as áreas a Serra do Japi em Jundiá, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra, Bosque dos Jequitibás e no campus da Universidade Estadual de Campinas. A predação por besouros foi maior em áreas onde vertebrados predadores de sementes estão ausentes ou em baixas densidades, como Unicamp e Reserva Municipal Mata de Santa Genebra, respectivamente. A predação por bruquídeos foi menor na presença de vertebrados predadores, como esquilos na Serra do Japi e cutias no Bosque dos Jequitibás, mas a predação por curculionídeos foi menor apenas na Serra do Japi. A predação de sementes por bruquídeos e curculionídeos foi negativamente relacionada à predação por vertebrados. O consumo de sementes por esses vertebrados deve reduzir a quantidade de sementes disponíveis para besouros bruquídeos, ou há predação intraguilida de larvas de bruquídeos por esquilos e cutias. O mesmo deve ocorrer para a interação entre esquilos e curculionídeos, que atacam as sementes pré-dispersão. Quanto à relação negativa entre a predação por curculionídeos e cutias, provavelmente as cutias rejeitam sementes atacadas por curculionídeos. Assim, de acordo com a composição e abundância de espécies de vertebrados predadores e/ou dispersores de sementes, a predação de sementes por besouros pode ser reduzida ou não ser afetada.

## **Abstract**

Predation is the most common fate for palm seeds, with rodents and beetles being the major predators. Rodents can compete with insects by eating seeds before beetles ovipose on them, and they can also prey the beetles' larvae when consuming seeds previously infested. Thus, the seed predation by beetles should vary in presence or absence of vertebrate seed dispersers and/or predators. Seed predation was measured at four sites, which differed regarding the presence of vertebrate seed dispersers and/or predators of the palm *Syagrus romanzoffiana*, as squirrels and agoutis. The sites are the Serra do Japi in Jundiaí, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra, Bosque dos Jequitibás and Universidade Estadual de Campinas in Campinas. Seed predation by beetles was higher in areas where vertebrate seed predators are absent or they are in low density, as Unicamp and Reserva Municipal Mata de Santa Genebra, respectively. While the seed predation by bruchid beetles was minor in sites where there were vertebrate seed predators, namely squirrels at Serra do Japi and agoutis at Bosque dos Jequitibás, the seed predation by weevil beetles was smaller only at Serra do Japi. Seed predation by bruchids and weevil beetles was negatively related to predation by vertebrates. The consumption of *S. romanzoffiana* seeds by those vertebrates should reduce the number of available seeds for bruchid beetles. An alternative explanation could be the occurrence of intraguild predation, where squirrels and agoutis prey on the larvae of bruchids. Furthermore, in the case of weevil predation, the high consumption of *S. romanzoffiana* seeds by squirrels on the bunch palm seems to affect the predation by that pre-dispersal seed predator. About the negative relation between the seed predation by weevils and agoutis, since weevils prey on the pre-dispersal seeds and agoutis on the post-dispersed, agoutis should reject infested seeds. As a conclusion, according with the composition and abundance of vertebrate seed dispersers and/or predators, the seed predation by beetles can be reduced or not affect.

## **Introdução**

Palmeiras são consideradas recursos-chave para vertebrados na região Neotropical (Terborgh 1986, Galetti & Aleixo 1998) integrando a dieta de diversos grupos, principalmente primatas e roedores (Andreazzi *et al.* 2009). No entanto, a dispersão de suas sementes é arriscada, visto que dispersores também podem preda as sementes (Henderson 2002). A predação é tida como o destino mais comum para sementes de palmeiras e ocorre pré ou pós-dispersão, sendo realizada por vertebrados e invertebrados, geralmente roedores e besouros (Henderson 2002).

Devido à utilização de frutos e sementes de palmeiras por vertebrados e invertebrados, frugívoros e predadores de sementes compõem um sistema que tem sido um excelente modelo para estudos de interações entre animais e plantas (Andreazzi *et al.* 2009). Vertebrados podem alterar a quantidade de sementes de palmeiras predadas por invertebrados (Pimentel & Tabarelli 2004) ao dispersarem as sementes para longe da planta-mãe, dificultando o encontro por besouros bruquídeos (Fragoso 1997, Quiroga-Castro & Roldán 2001, Pimentel & Tabarelli 2004, Almeida & Galetti 2007). Ainda pode ocorrer predação intraguilda, onde vertebrados ao consumirem sementes de palmeiras infestadas por besouros, predam suas larvas (Forget *et al.* 1994, Silviu 2002, Alves-Costa 2004, Grenha 2010). Dessa forma, os vertebrados podem agir como competidores e como predadores em relação aos besouros. Por outro lado, em alguns casos a predação de sementes por besouros só ocorre após o manuseio do fruto por vertebrados, que removem parte da polpa que age como barreira contra a oviposição por besouros em frutos maduros (Forget *et al.* 1994, Quiroga-Castro & Roldán 2001, Silviu & Fragoso 2002, Pimentel & Tabarelli 2004). Assim, sementes não-dispersas de frutos consumidos por vertebrados têm alta chance de serem predadas por esses insetos (Fragoso 1997).

No entanto, o balanço dessas interações entre vertebrados e invertebrados pode ser alterado por ações antrópicas, como fragmentação de habitat e caça, que reduzem a abundância e a riqueza de vertebrados (Spears 1987, Rosenzweig 1995, Wright *et al.* 2000, Primack & Rodrigues 2001). Sementes de palmeiras são grandes e geralmente dispersas por vertebrados de médio e grande porte.

Como este grupo de vertebrados é mais afetado por fragmentação e caça, a dispersão de sementes desse grupo de plantas é reduzida, tendo como consequência o aumento da predação de sementes (Wright *et al.* 2000, Wright & Duber 2001, Wright 2003, Alves-Costa 2004, Fleury & Galetti 2006, Galetti *et al.* 2006, Almeida & Galetti 2007, Beckman & Muller-Landau 2007, Andreazzi *et al.* 2009, Fadini *et al.* 2009).

A palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Chamisso) Glassman (Arecaceae), conhecida como jerivá é comum em florestas semidecíduas no sudeste, centro-oeste e sul do Brasil (Lorenzi 2000). Atinge a altura de 10-20 m, com estipe de 30-40 cm de diâmetro e folhas de dois a três metros. Dois cachos de 80-120 cm de comprimento são produzidos simultaneamente por planta, com cada cacho produzindo em média 790 frutos, que são drupas ovóides com cerca de 2,5 cm de diâmetro, com exocarpo carnoso e endocarpo lenhoso (Galetti *et al.* 1992, Lorenzi 2000). As sementes de jerivá podem ser dispersas por mamíferos (Passos 1999, Miranda & Passos 2004, Facure & Monteiro-Filho 1996, Olmos 1997, Rocha *et al.* 2004, Guix & Ruiz 2000), aves (Guix & Ruiz 2000, Sazima 2008) e lagartos (Presch 1973, Sazima & Haddad 1992). Roedores como esquilos e cutias são tidos como predadores e dispersores das sementes de jerivá (Bordignon & Monteiro-Filho 1999, Paschoal & Galetti 1995, Alvarenga & Talamoni 2005, Galetti *et al.* 2006).

Os principais besouros predadores das sementes de jerivá pertencem às famílias Curculionidae e Bruchidae. O ataque pelo curculionídeo *Revena rubiginosa* ocorre pré-dispersão, antes de o fruto amadurecer, cerca de 60 dias após o fim da floração. A larva emerge por um orifício único com cerca de 2 mm de diâmetro no terço superior da semente, após o amadurecimento do fruto (Alves-Costa & Knogge 2005). Os bruquídeos, por sua vez, apresentam a fase de infestação pela larva pós-dispersão, após amadurecimento do fruto, onde os ovos são depositados sobre os frutos no chão. O adulto sai por um orifício único com cerca de 3 mm de diâmetro localizado no terço superior do endocarpo (Fragoso 1997, Silvius & Fragoso 2002).



Assim, baseado nas possíveis interações entre vertebrados e invertebrados predadores de sementes espera-se que a predação de sementes por besouros varie com a ausência ou presença de vertebrados dispersores/predadores de sementes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi (1) medir de forma exploratória a predação de sementes sob palmeiras em quatro localidades que diferem entre si quanto à presença de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes de jerivá, e (2) estabelecer relações entre a predação de sementes por vertebrados e por besouros. Espera-se que em locais onde vertebrados estejam presentes a predação por besouros seja menor, enquanto que na ausência ou baixa densidade de vertebrados, a predação por besouros seja maior, uma vez que tanto competidores quanto predadores estariam excluídos.

## **Material e Métodos**

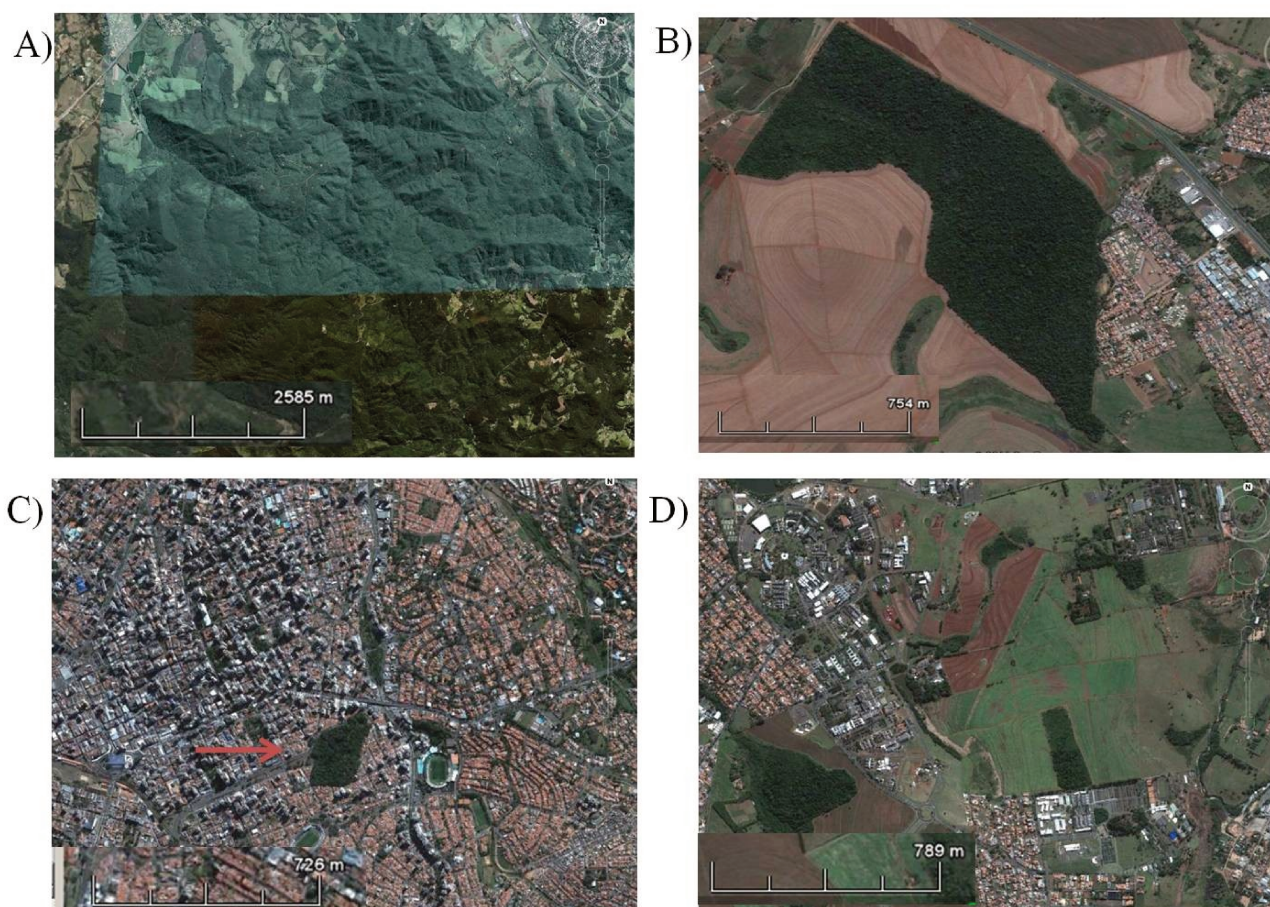
### *Áreas de Estudo*

O estudo foi realizado em quatro áreas com tamanhos e histórias de defaunação diferentes no estado de São Paulo, sendo elas a Serra do Japi, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra, Bosque dos Jequitibás e o campus da Universidade Estadual de Campinas, no período compreendido entre os anos de 2007 e 2008. O clima característico das quatro áreas é sazonal com duas estações bem definidas, uma seca e fria e outra chuvosa e quente (Mathes 1980, 1992, Pinto 1992).

A Serra do Japi (23°11'S, 46°52'W) possui cerca de 35,4 mil ha e está localizada nos municípios de Jundiaí, Cabreúva, Bom Jesus de Pirapora e Cajamar. A região apresenta uma cobertura florestal mesófila semidecídua de altitude, que se estende desde altitudes próximas a 750m até 1294m (Leitão-Filho 1992, Rodrigues & Shepherd 1992). A Reserva Municipal Mata de Santa Genebra é uma área florestal com cerca de 250 ha, situada no Município de Campinas (22°49'S, 47°06'W). O fragmento de floresta latifoliada subtropical semidecídua residual é cercado por áreas cultivadas e urbanas (Sazima 1988). O Bosque dos Jequitibás está situado na área central de Campinas (22° 55' S e

47°03'W). Apresenta altitude média de 666 m e área total de 10 ha, com área de mata com 2,33 ha, composta por espécies nativas e exóticas cultivadas (Matthes 1980). Também foram realizadas coletas em praças e jardins dentro da Cidade Universitária Zeferino Vaz, campus da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, com área de 345 ha (Figura 1).

Em relação a vertebrados predadores de sementes, os três fragmentos florestais possuem como predador o esquilo *Sciurus ingrami* (Sciuridae: Rodentia), que é encontrado em altas densidades no Japi e em densidades muito baixas na Santa Genebra e Bosque dos Jequitibás. No Bosque a densidades de cutias (*Dasyprocta leporina*) é alta, enquanto na Unicamp não há vertebrados predadores de sementes de palmeiras (obs. pessoal).



**Figura 1.** Áreas onde estudo foi realizado: A) Serra do Japi, em Jundiá (imagem gerada a 12 Km de altitude); B) Reserva Municipal Mata de Santa Genebra; C) Bosque dos Jequitibás e D) Campus da Universidade Estadual de Campinas –

UNICAMP, em Campinas (imagens geradas a 4 Km de altitude).

- *Histórico de predação por invertebrados e vertebrados sob a planta-mãe*

A partir das sementes encontradas sob plantas é possível inferir o histórico da predação por invertebrados e vertebrados em uma dada área. Na região embaixo da planta-mãe pode-se quantificar a predação de sementes pré-dispersão (Forget *et al.* 1999, Nakagawa *et al.* 2005) e o destino de sementes que não são dispersas (Fragoso 1997, Alves-Costa 2004). Assim, foram coletadas sementes de dez indivíduos de *S. romanzoffiana* no Japi, Santa Genebra e Unicamp, e de 19 palmeiras no Bosque. A área embaixo de cada palmeira foi dividida em quatro quadrantes, dos quais um foi sorteado e a serrapilheira contida em cerca de 12500 cm<sup>3</sup> (50 x 50 x 5 cm) deste quadrante foi coletada e as sementes foram triadas em laboratório. As sementes de jerivá coletadas podem pertencer a diferentes períodos de frutificação, mas, supõe-se que a velocidade de degradação seja semelhante entre os fragmentos, permitindo a comparação entre os mesmos (Alves-Costa 2004), embora a velocidade de degradação provavelmente seja mais baixa na Unicamp.

As sementes foram classificadas nas seguintes categorias: intactas (sem escoriações no endocarpo), predadas por invertebrados (furos grandes, médios e pequenos) e predadas por vertebrados (endocarpo injuriado e endosperma removido) (Figura 2). Dentro da categoria “predadas por invertebrados”, furo grande foi relacionado à predação por besouros bruquídeos; furo médio ao curculionídeo *Revena rubiginosa*; e os furos pequenos, até mesmo no poro germinativo, foram atribuídos a pequenos besouros (Alves-Costa 2004) (Figura 2). As sementes predadas por vertebrados, por sua vez, foram divididas em predadas por esquilos e por cutias (Figura 2). Frutos abortados e em estágio avançado de deterioração, que se quebravam facilmente, não foram contabilizados. A viabilidade da semente não foi considerada, desse modo sementes intactas não são sinônimas de viáveis.

Para verificar se a porcentagem de sementes em cada categoria de predação diferiu

entre Japi, Santa Genebra, Bosque e Unicamp foi realizada uma ANOVA de efeito misto. A quantidade de sementes em cada categoria (intacto, furo grande, furo médio, furo pequeno, vertebrados) foi considerada como variável resposta, as palmeiras foram consideradas fatores aleatórios, e área foi o fator fixo. Os dados foram transformados em arco seno da raiz quadrada (proporção de sementes em cada categoria).



**Figura 2.** Categorias de predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana*, (A) Furo grande, (B) Furo médio, (C) Furo pequeno, (D), (E), (F) e (G) são predadas por vertebrados, (D) e (E) por esquilos e (F) e (G) por cutias.

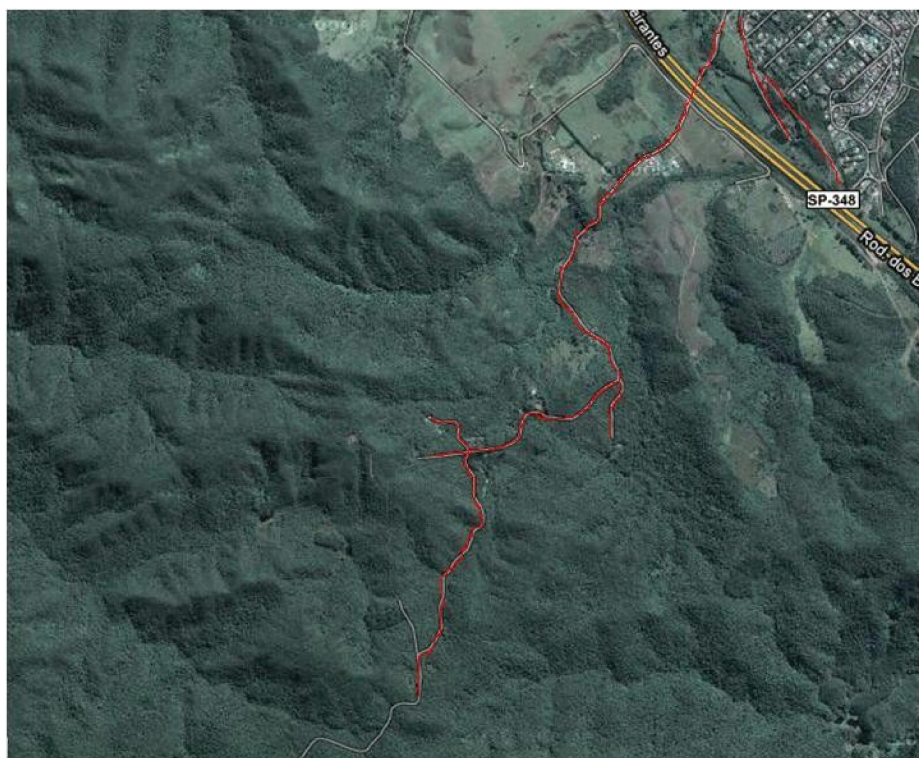
#### *Relação entre vertebrados e invertebrados predadores de sementes*

A fim de investigar se há relação entre a quantidade de sementes predadas por vertebrados e aquela predada por invertebrados, sementes de *S. romanzoffiana* foram coletadas no Japi e no Bosque. As coletas dentro de cada área foram realizadas sob palmeiras em locais nos quais os vertebrados estavam presentes, onde estavam ausentes e naqueles onde os vertebrados devem ocorrer em baixas densidades, ou onde há pouca visitação.

Na Serra do Japi, o vertebrado predador de sementes mais abundante é o esquilo (*Sciurus ingrami*) e as amostras de sementes foram coletadas desde o sopé da Serra a 750 m de altitude

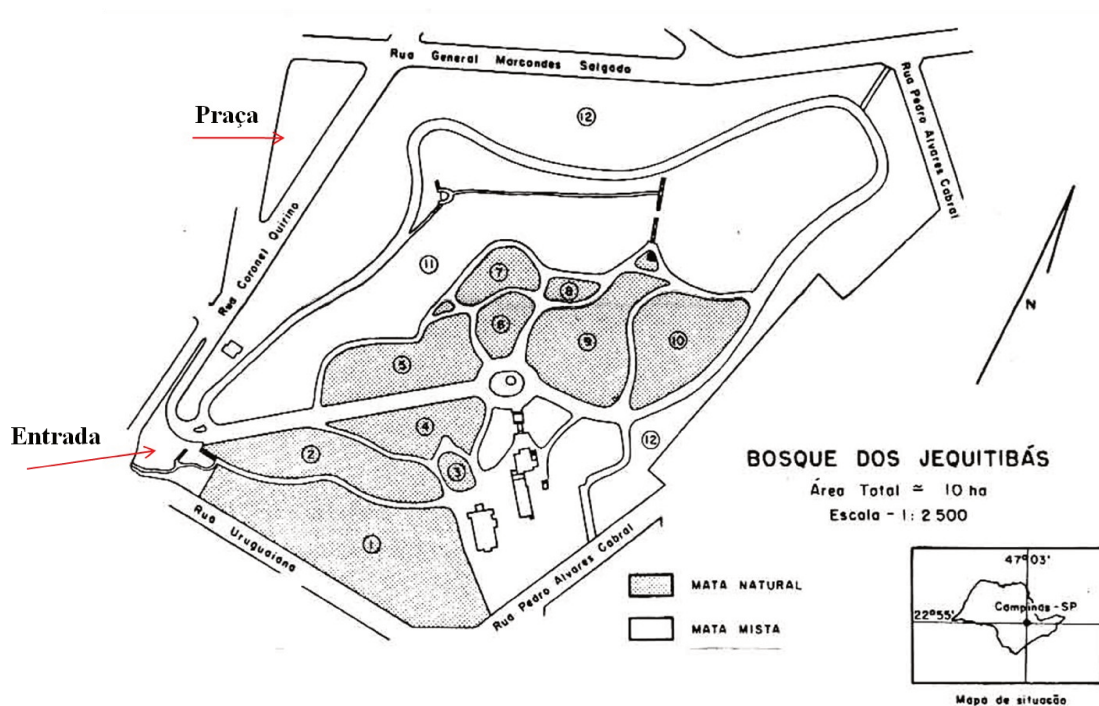


(próximo à área urbana) até o alto da Serra até cerca de 1100 m de altitude (dentro da Reserva Florestal) (Figura 3). Os pontos de coleta foram escolhidos baseados no encontro de palmeiras em locais próximos à borda da mata, onde a densidade de esquilos é maior, palmeiras isoladas margeando a estrada, onde a visitação de esquilos é menor e próximo a habitações e ruas no sopé da Serra onde esquilos são ausentes ou raros. Na Serra do Japi a redução na altitude é acompanhada por aumento de impactos antrópicos, como desmatamento para pastagem, práticas agrícolas, pequenas propriedades e urbanização, o que consequentemente leva à redução da fauna de vertebrados nessas áreas, dentre eles o esquilo (obs. pessoal. Cortinóz, J.R. & Vasconcellos-Neto, J.). Assim, para evitar que possíveis diferenças na predação de sementes por vertebrados ou invertebrados fossem atribuídas à altitude e não à atividade do outro agente predador (esquilos ou besouros), também foram coletadas sementes em baixas altitudes (entre 700-800 m), mas em locais onde havia esquilos em chácaras na estrada Jundiaí-Jarinu, que possuem áreas de mata dentro das propriedades.



**Figura 3.** Trilha percorrida (linha vermelha) para a coleta de sementes de *Syagrus romanzoffiana* na Serra do Japi em Jundiaí, SP.

No Bosque dos Jequitibás o vertebrado predador de sementes presente é a cutia (*Dasyprocta leporina*). Como o Bosque é delimitado por cercas, o gradiente de cutias foi gerado da seguinte forma: as sementes de *S. romanzoffiana* foram coletadas dentro do Bosque onde a densidade de cutias é alta (Santos 2005), em palmeiras nas calçadas e entrada do Bosque, onde a presença de cutias é reduzida e em praças ao lado do Bosque, locais aos quais as cutias não têm acesso (Figura 4).



**Figura 4.** Mapa do Bosque dos Jequitibás, em Campinas, SP, adaptado de Matthes 1980. As setas indicam locais externos ao Bosque onde foram realizadas coletas de sementes.

Sementes de *S. romanzoffiana* foram coletadas sob 23 palmeiras no Japi e 27 no Bosque e em seu entorno. As sementes coletadas nas duas áreas foram triadas e aquelas com sinais de predação foram classificadas em predação por invertebrado (furo grande, furo médio) e por vertebrado (por esquilos e por cutias) (Figura 2).

Para testar se havia relação entre a predação de sementes de *S. romanzoffiana* por

vertebrados e a predação de sementes por invertebrados, as porcentagens de sementes predadas por cutias e besouros bruquídeos, cutias e besouros curculionídeos (*Revena rubiginosa*), esquilos e bruquídeos, esquilos e besouros curculionídeos (*R. rubiginosa*) foram realizadas quatro Análises de Correlação de Spearman.

## Resultados

### *Histórico de predação por invertebrados e vertebrados sob a planta mãe*

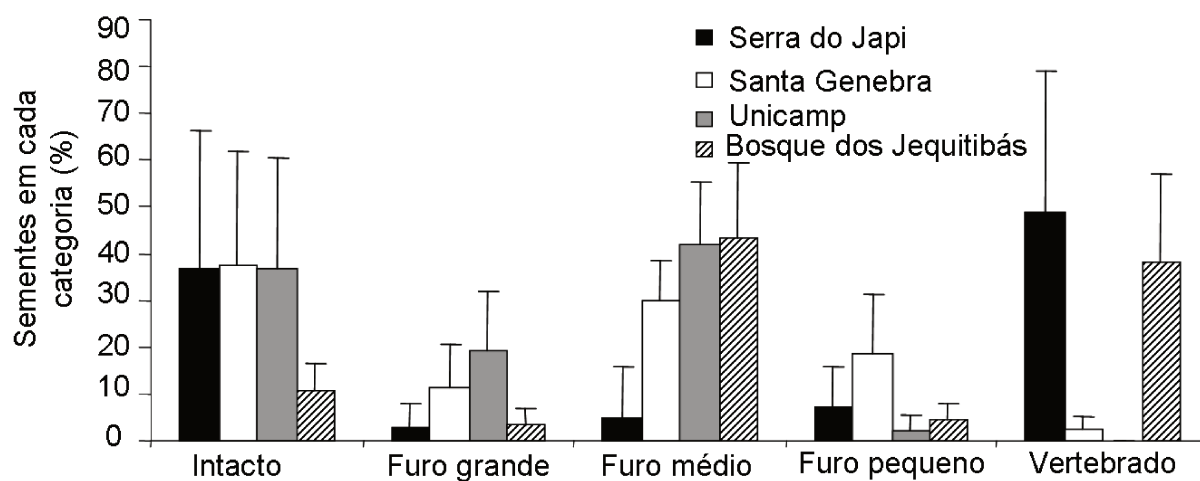
Ao todo 8432 sementes foram coletadas e as porcentagens médias de sementes de *S. romanzoffiana* em cada categoria (semente intacta, furo grande, furo médio, furo pequeno e vertebrados) diferiram entre as quatro áreas estudadas ( $F_{(3,25)} = 26,091$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 5). Das 2753 sementes coletadas na Unicamp 61,39% estavam predadas, na Mata de Santa Genebra a quantidade de sementes predadas atingiu 65,62% das 1821 coletadas, na Serra do Japi a predação foi registrada em 64,28% das 1411 sementes, e 89,91% das 2447 sementes estavam predadas no Bosque dos Jequitibás. A porcentagem de sementes intactas não diferiu entre Serra do Japi ( $\bar{X} = 37,60\%$ , DP= 32,98%), Mata de Santa Genebra ( $\bar{X} = 37,42\%$ , DP= 24,32%) e Unicamp ( $\bar{X} = 36,74\%$ , DP= 23,55%), mas foi significativamente menor no Bosque dos Jequitibás ( $\bar{X} = 8,10\%$ , DP= 4,82%) (Figura 5).

A porcentagem de sementes com furo grande, referente à saída de besouros bruquídeos foi maior na Unicamp e Santa Genebra, que no Japi e Bosque. A predação por bruquídeos no Bosque ( $\bar{X} = 2,94\%$ , DP= 2,87%) não diferiu da apresentada na Serra do Japi ( $\bar{X} = 2,53\%$ , DP= 5,50%), porém foi menor que a da Santa Genebra ( $\bar{X} = 11,42\%$ , DP= 9,09%) e Unicamp ( $\bar{X} = 19,10\%$ , DP= 12,68%). No Japi a predação por bruquídeos é menor que na Unicamp, mas não difere da Mata de Santa Genebra. Não houve diferença significativa na porcentagem de sementes predadas entre Mata de Santa Genebra e Unicamp (Figura 5).

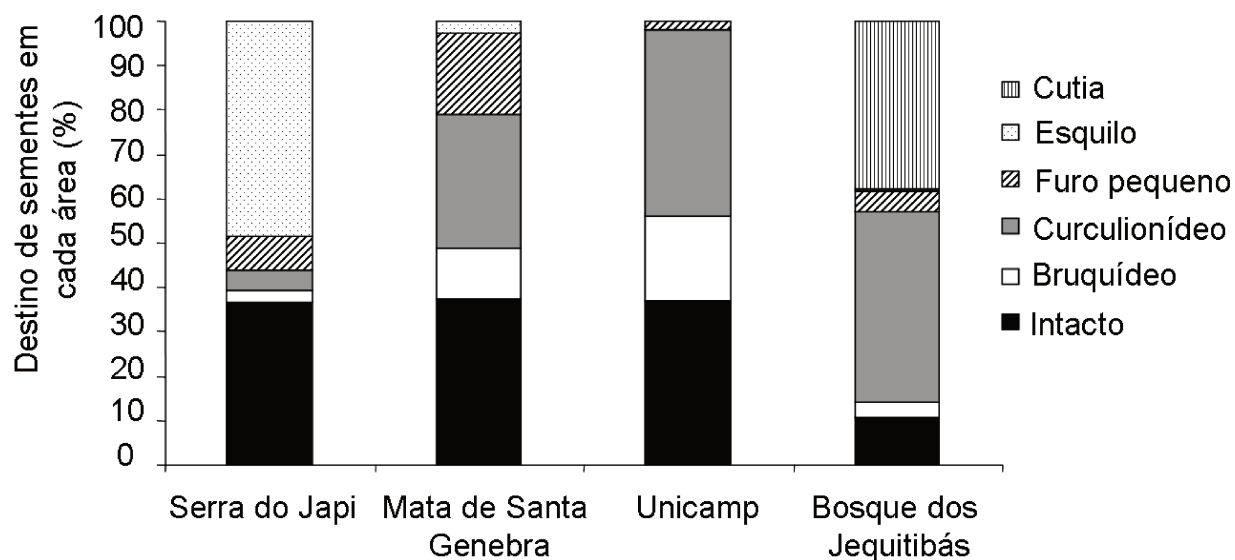
A porcentagem de sementes com furo médio, referente à predação por besouros curculionídeos, foi significativamente menor na Serra do Japi ( $\bar{X} = 4,82\%$ , DP= 11,82%). No entanto, as outras áreas não diferiram entre si, Mata de Santa Genebra ( $\bar{X} = 29,99\%$ , DP= 8,45%), Unicamp ( $\bar{X} = 41,77\%$ , DP= 13,50%) e Bosque dos Jequitibás ( $\bar{X} = 35,73$ , DP= 18,07%) (Figura 5). Quanto à presença de pequenos furos, a Mata de Santa Genebra ( $\bar{X} = 18,65\%$ , DP= 12,59%), embora não difira da Serra do Japi ( $\bar{X} = 5,79\%$ , DP= 7,40%), apresentou a maior porcentagem média de sementes nessa categoria que as demais áreas. Unicamp ( $\bar{X} = 2,04\%$ , DP= 3,35%), Bosque dos Jequitibás ( $\bar{X} = 3,68\%$ , DP= 2,99%) e Serra do Japi não diferiram entre si.

A porcentagem de sementes predadas por vertebrados foi significativamente mais alta na Serra do Japi ( $\bar{X} = 49,25\%$ , DP= 32,49%) e no Bosque dos Jequitibás ( $\bar{X} = 38,45\%$ , DP= 18,98%), os quais, porém, não diferiram entre si. A Mata de Santa Genebra ( $\bar{X} = 2,5\%$ , DP= 2,68%) apresentou baixa predação por vertebrados e na Unicamp não houve registro de ataques por vertebrados (Figura 5 e 6). Todas as sementes predadas por vertebrados na Serra do Japi e Mata de Santa Genebra, apresentaram abertura triangular no endocarpo, característica do uso por esquilos (Figura 2). Na Serra do Japi, metade do número total de sementes foi predada por esses roedores. No Bosque dos Jequitibás dentre as sementes predadas por vertebrados, 1,17% foram predadas pelo único esquilo presente no local, enquanto as restantes (98,83%) foram predadas por cutias (Figura 6).





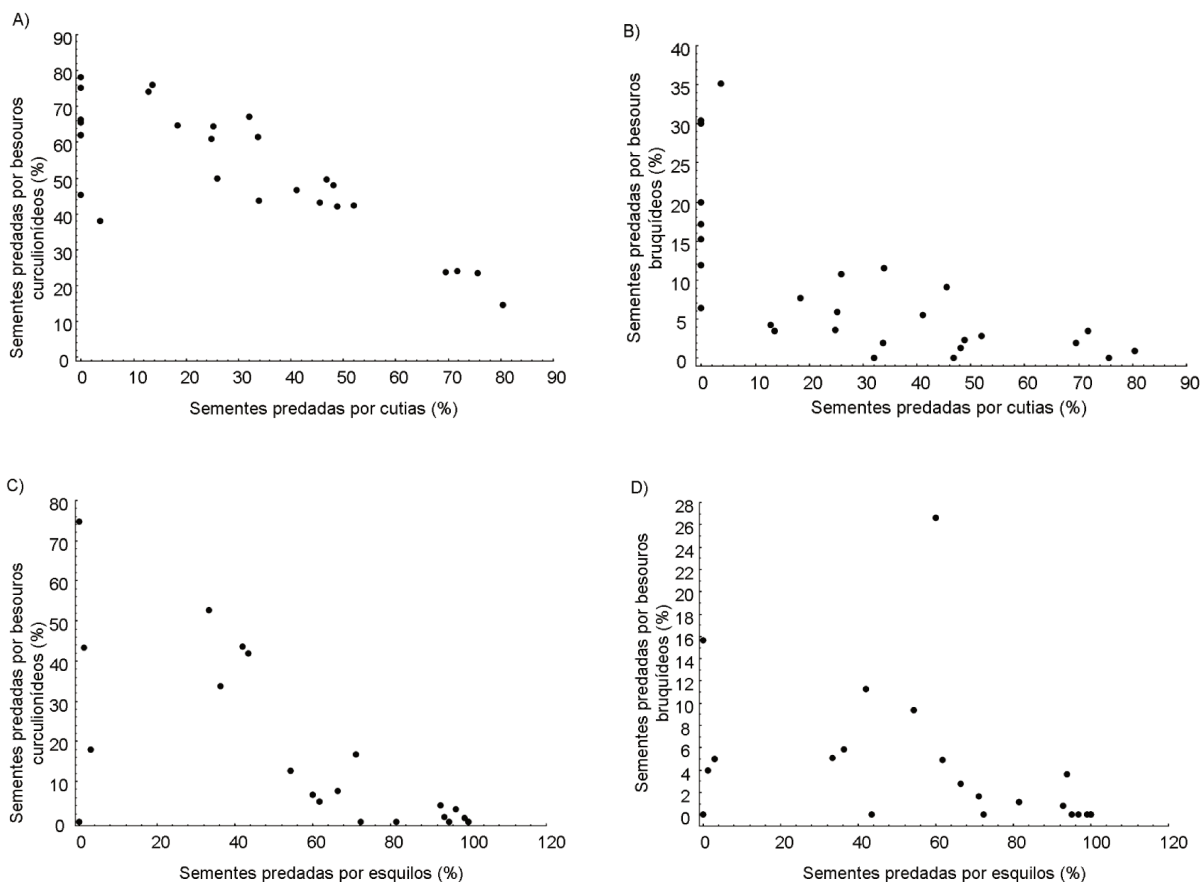
**Figura 5.** Porcentagem e desvio padrão de sementes intactas, com furos grandes, médios e pequenos, e predadas por vertebrados sob palmeiras adultas de *Syagrus romanzoffiana* na Serra do Japi, Mata de Santa Genebra, Universidade Estadual de Campinas e Bosque dos Jequitibás.



**Figura 6.** Destino de sementes de *Syagrus romanzoffiana* e agente predador (besouros bruquídeos e curculionídeos, cutias e esquilos) na Serra do Japi, Mata de Santa Genebra, Universidade Estadual de Campinas e Bosque dos Jequitibás.

### *Relação entre vertebrados e invertebrados predadores de sementes*

No Bosque dos Jequitibás foram coletadas 3.401 sementes de *S. romanzoffiana* e na Serra do Japi 3.403 sementes. Houve relação negativa entre a quantidade de sementes de jerivá predadas por vertebrados e por invertebrados. No Bosque dos Jequitibás, conforme aumenta a predação por cutias diminui a predação por bruquídeos ( $R = -0,778$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 7.a), e o mesmo foi observado quando comparada a predação de sementes por cutias e por besouros curculionídeos ( $R = -0,747$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 7.b). Padrão semelhante foi encontrado quando vertebrado predador de sementes é o esquilo, na Serra do Japi. Conforme aumenta a predação de sementes de por esquilos, a predação de sementes por bruquídeos diminui ( $R = -0,6339$ ;  $p = 0,001$ ) (Figura 7.c). E conforme aumenta a predação por esquilos, a predação por curculionídeos é reduzida ( $R = -0,7245$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 7.d).



**Figura 7.** Relação entre a porcentagem média de sementes de *Syagrus romanzoffiana* predadas por (a) cutias e por besouros curculionídeos e por (b) cutias e por besouros bruquídeos no Bosque dos Jequitibás, Campinas, SP. Relação entre a porcentagem média de sementes de *Syagrus romanzoffiana* predadas por (c) esquilos e por (d) besouros curculionídeos e por esquilos e por besouros bruquídeos na Serra do Japi, Jundiaí, SP. Cada ponto representa uma palmeira.

## Discussão

A predação de sementes sob a planta-mãe foi semelhante entre as quatro áreas, variando somente o tipo de predador. A porcentagem de sementes de *S. romanzoffiana* intactas foi similar entre as áreas de estudo, apresentando menor quantidade de sementes nessa categoria apenas no Bosque dos Jequitibás. A quantidade semelhante de sementes intactas encontradas na Unicamp, Santa Genebra e Japi pode estar relacionada à saciação do predador, devido à grande produção de frutos (Janzen 1969, 1971) por palmeira. Embora a saciação de predadores de sementes seja

atingida mais rapidamente em alta densidade de plantas (Janzen 1971), e o número de palmeiras em relação ao tamanho da área tenha variado entre os locais de estudos, como as palmeiras chegam a produzir quase 800 frutos por cacho (Galetti *et al.* 1992), talvez a saciação ocorra mesmo em diferentes densidades de plantas. O Bosque, devido ao seu tamanho, possivelmente tem quantidade de itens alimentares mais limitada para as cutias e para os demais animais que vivem fora de jaulas, tornando *S. romanzoffiana* um recurso-chave esses vertebrados.

A predação de sementes por *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) foi semelhante em três das quatro áreas, sendo menor no Japi. A baixa predação por este besouro encontrada na Serra do Japi parece estar relacionada ao consumo das sementes por esquilos (*Sciurus ingrami*), já que este é o único local a possuir alta densidade desse roedor. Alguns trabalhos sugerem que esquilos podem se alimentar de larvas de besouros predadores de sementes de palmeiras (Silvius 2002, Alves-Costa 2004). Assim, ao consumirem frutos ainda verdes ou maduros (Galetti *et al.* 1992) diretamente do cacho, esquilos poderiam destruir larvas de *R. rubiginosa* presentes dentro do endocarpo (Alves-Costa 2004). Esquilos podem aprender a distinguir entre frutos de infestados ou não por besouros (Muñoz & Bonal 2008), e o consumo de larvas de besouros por vertebrados predadores de sementes pode ser intencional ou acidental (Silvius 2002). No entanto os resultados são controversos, visto que enquanto alguns trabalhos indicam que os esquilos preferem frutos sem larvas de besouros (Muñoz & Bonal 2008), outros indicam que roedores, entre eles esquilos, consomem as larvas (Silvius 2002).

Assim, a alta predação de sementes por besouros curculionídeos nas outras áreas, pode ser atribuída à ausência de vertebrados que predem as sementes e as larvas ainda no cacho, como os esquilos, que não são encontrados na Unicamp e existem em densidades muito baixas na Santa Genebra e no Bosque (obs. pessoal). Sem a destruição das larvas de *R. rubiginosa* essas emergem da semente, penetram no solo e empupam. Ao emergirem da pupa, os novos adultos iniciam um

novo ciclo, atacando posteriormente novos frutos da palmeira (Alves-Costa & Knogge 2005).

No Bosque, cutias (*Dasyprocta leporina*) predam sementes de jerivá e foi encontrada relação negativa entre a predação de sementes por besouros curculionídeos e cutias. Uma vez que as larvas emergem das sementes assim que o fruto amadurece (Alves-Costa & Knogge 2005), é possível que quando as cutias encontrem os frutos de jerivá, muitas larvas já tenham emergido das sementes, que vazias, poderiam ser descartadas pelos roedores. Assim, o acúmulo de sementes portando o furo característico da saída de curculionídeos seria consequência da distinção realizada por cutias, entre sementes viáveis, com larvas ou, cuja larva já emergiu. Dessa forma, a predação por cutias variaria em função da predação por curculionídeos, e em palmeiras onde a predação por besouros curculionídeos seja alta, a predação por cutias tenderá a ser baixa.

Segundo Thompson & Willson (1978) quanto maior o tempo de espera de uma planta para ter seus frutos dispersos, maior a chance de que esses sejam destruídos por invertebrados. Em palmeiras tem se demonstrado que sementes podem ser protegidas da oviposição de bruquídeos quando os frutos são removidos das proximidades da planta-mãe (Fragoso 1997, Quiroga-Castro & Roldán 2001). Dessa forma, as diferenças na predação de sementes por bruquídeos entre as áreas pode estar relacionada à remoção de frutos e sementes debaixo da planta-mãe em cada local.

Nos locais onde o acúmulo esperado de sementes no chão é alto, como Unicamp e Santa Genebra, o ataque às sementes por besouros bruquídeos foi maior que no Japi e Bosque, onde o acúmulo esperado é menor. Na Unicamp, há poucos vertebrados dispersores de jerivá, encontrando-se basicamente morcegos e gambás, e não há vertebrados predadores das sementes, resultando em um grande acúmulo de frutos sob a planta-mãe. Na Santa Genebra, por ser um fragmento de pequeno tamanho, pequenos mamíferos como marsupiais e roedores, principalmente gambás, podem ser mais abundantes, devido à extinção local de predadores de

topo (Facure & Giaretta 1996, Fleury & Galetti 2006). Embora gambás sejam consumidores de frutos de palmeiras, não são bons dispersores, depositando a maior parte das sementes sob a planta-mãe, onde a predação de sementes por bruquídeos é mais alta (Pimentel & Tabarelli 2004). No Japi, por sua vez, o acúmulo de sementes sob a planta deve ser menor, devido a maior quantidade de frugívoros nessa área que nas demais. Ainda, espera-se que remoção secundária dos frutos de jerivá na Serra seja alta, pois esquilos podem consumir sementes de frutos cuja polpa foi consumida por outros animais ou secaram e permaneceram sob a planta-mãe (Galetti *et al.* 1992, Silviu 2002, Alvarenga & Talamoni 2005). No Bosque, a remoção secundária deve ocorrer em sua maioria por cutias, que assim como esquilos, podem agir como dispersores de sementes, devido ao hábito de estocar frutos (Smythe 1978, Alves-Costa 2004, Galetti *et al.* 2006). Assim, no Japi e Bosque normalmente não deve haver muitas sementes sob as plantas para serem atacadas por besouros bruquídeos.

Ainda, a baixa predação de sementes por bruquídeos no Japi e Bosque pode estar relacionada à predação de sementes por vertebrados nessas áreas. Onde o consumo de sementes por vertebrados foi maior a predação por bruquídeos foi menor, como observado por Alves Costa (2004) e Galetti *et al.* (2006). Na Serra do Japi onde a predação de sementes por vertebrados, exclusivamente por esquilos (*Sciurus ingrami*) foi alta, a predação de sementes por besouros foi extremamente baixa, quando comparada às outras áreas. Sementes de *Syagrus romanzoffiana* são itens alimentares de grande importância para os esquilos, podendo compor de 46 a 70% da dieta desses roedores (Galetti *et al.* 1992, Alvarenga & Talamoni 2005). Cutias e esquilos podem competir com bruquídeos consumindo sementes antes que esses depositem seus ovos (Sallabanks & Courtney 1992) ou podem preda os besouros consumindo suas larvas ao predarem sementes infestadas (Sallabanks & Courtney 1992, Forget *et al.* 1994, Silviu 2002, Grenha 2010). A relação negativa entre a predação de sementes por cutias ou esquilos e a predação de sementes

por bruquídeos pode ser uma evidência do consumo de larvas, mas para melhor compreensão dessa interações experimentos de predação de sementes por vertebrados e besouros devem ser realizados.

Assim como as sementes intactas, os pequenos furos encontrados nas sementes também foram semelhantes entre as áreas. Há sugestões que tais furos possam ser feitos por pequenos besouros ou formigas (Alves-Costa 2004). Formigas podem também entrar nas sementes pelos poros germinativos (Alves-Costa 2004) ou pelos furos deixados pela saída do curculionídeo *R. rubiginosa*, construindo ninhos em seu interior (Silva *et al.* 2009). Na Santa Genebra foram encontradas mais sementes portando pequenos furos em relação às outras áreas, mas a ausência de informações a respeito de quem são os predadores não permitem maiores explicações para os resultados encontrados.

Embora não haja neste trabalho várias réplicas de locais contendo esquilos ou cutias, os padrões encontrados são fortes e permite concluir que a predação de sementes por besouros pode variar de acordo com as espécies de vertebrados presentes no sistema, e se esses são dispersores e/ou predadores das sementes. Pois, apesar de alguns estudos demonstraram que pode haver alteração na composição de espécies de besouros em áreas fragmentadas em relação as contínuas (Didham *et al.* 1998, Davies & Margules 2002, Andresen 2003), a maioria dos estudos relacionando fragmentação de habitat e predação de sementes por besouros, principalmente bruquídeos, geralmente associam as variações nas taxas de predação à presença de vertebrados dispersores e predadores de sementes, principalmente roedores (Wright & Duber 2001, Alves-Costa 2004, Galetti *et al.* 2006). Até mesmo registrando altas taxas de predação de sementes por bruquídeos em áreas com baixa defaunação (Alves-Costa 2004).

Em locais onde a dispersão de sementes é reduzida a predação pré e pós-dispersão das sementes por besouros é elevada. Na presença de esquilos predando sementes de frutos verdes,

maduros e secos, a predação por besouros como o curculionídeo *Revena rubiginosa* e por bruquídeos é reduzida. Já na presença de cutias a predação por bruquídeos é reduzida, mas o consumo de sementes por esses roedores parece não afetar a predação de sementes por curculionídeos. Assim, por predarem as sementes pós-dispersão, besouros bruquídeos devem ser mais afetados pela presença de vertebrados frugívoros que podem remover e/ou predar as sementes nas cercanias na planta-mãe, que curculionídeos que predam as sementes pré-dispersão. No entanto, visto que vertebrados podem predar larvas ao consumir as sementes, (Sallabanks & Courtney 1992, Forget *et al.* 1994, Silvius 2002, Grenha 2010) e que a predação foi medida através da contagem de sementes portando sinais de predação, pode ser que sementes predadas por besouros e posteriormente consumidas por vertebrados tenha sido atribuídas aos últimos, subestimando a predação por invertebrados.

Alguns trabalhos a respeito de predação de sementes de palmeiras relacionam a sobrevivência das sementes à defaunação. No entanto, os resultados obtidos permitem inferir que mesmo na ausência de vertebrados predadores de sementes, como esquilos e cutias, a predação de sementes pré e pós-dispersão também pode ser alta, sendo, porém realizada por besouros. Experimentos que elucidem a capacidade dos vertebrados em discriminar sementes predadas por besouros tornarão mais claro o papel dos vertebrados na predação de sementes por invertebrados. Ao aliar dados de dispersão e predação de sementes por vertebrados e predação por invertebrados, pode-se permitir a melhor compreensão de como ocorrem as interações entre os níveis tróficos e ainda ser de grande utilidade para o desenvolvimento de técnicas de manejo de fragmentos florestais.

## **Referências Bibliográficas**



- Almeida, L. B. & Galetti, M. 2007. Seed dispersal and spatial distribution of *Attalea geraensis* (Arecaceae) in two remnants of Cerrado in Southeastern Brazil. **Acta Oecologica**, 32: 180-187.
- Alvarenga, C.A. & Talamoni, S.A. 2005. Nests of the brazilian squirrel *Sciurus ingrami* Thomas (Rodentia, Sciuridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 22: 816-818.
- Alves-Costa, C.P. 2004. **Efeitos da defaunação de mamíferos herbívoros na comunidade vegetal**. Tese de Doutorado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.
- Alves-Costa, C.P. & Knogge, C. 2005. Larval competition in weevils *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) preying on seeds of the palm *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). **Naturwissenschaften**, 92: 265-268.
- Andreazzi, C.S., Pires, A.S. & Fernandez, F.A.S. 2009. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. **Oecologia Brasiliensis**, 13:554-574.
- Andresen, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, 26: 87-97.
- Benitez-Malvido, J. 1998. Impact of Forest Fragmentation on Seedling Abundance in a Tropical Rain Forest. **Conservation Biology**, 12: 380-389.
- Bordignon, M. & Monteiro-Filho, E.L.A. 1999. Seasonal food resources of the squirrel *Sciurus ingrami* (Thomas, 1901) in a secondary aracucaria forest in southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 34: 137-140.
- Davies, K. F. & Margules, C. R. 2002. Effects of habitat fragmentation on carabid beetles: experimental evidence. **Journal of Animal Ecology**, 67: 460-471.
- Didham, R. K., Hammond, P. M., Lawton, J. H., Eggleton, P., Stork, N. E. 1998. Beetles species

- responses to tropical forest fragmentation. **Ecological Monographs**, 68: 295-323.
- Delobel, A., Couturier, G., Kahn, F. & Nilsson, J.A. 1995. Trophic relationships between palms and bruchids (Coleoptera: Bruchidae: Pachymerini) in Peruvian Amazonia. **Amazoniana**, XIII: 209-219.
- Facure, K.G. & Giaretta, A. A. 1996. Food habits of carnivores in a costal Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Mammalia**, 60: 499-502.
- Facure, K.G. & Monteiro-Filho, E.L.A. 1996. Feeding habits of the Crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southeastern Brazil. **Mammalia**, 60: 147-149.
- Fleury, M. & Galetti, M. 2006. Forest fragment size and microhabitat effects on palm seed predation. **Biological Conservation**, 131: 1-13.
- Forget, P. M, Munoz, E., Leigh Jr, E. G. 1994. Predation by Rodents and Bruchid Beetles on Seeds of Scheelea Palms on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, 26: 420-426.
- Forget, P., Kitajima, K. & Foster, B. R. 1999. Pre- and post-dispersal seed predation in *Tachigali versicolor* (Caesalpinaceae): Effects of timing of fruiting and variation among trees. **Journal of Tropical Ecology**, 15:61-81.
- Fragoso, J.M.V. 1997. Tapir-generated seed shadows: scaledependent patchiness in the Amazon rain forest. **Journal of Ecology**, 85: 519–529.
- Frost, S.W. 1959. **Insect life and Insect Natural History**. New York, dover Publications, INC.L
- Galetti, M., Paschoal, M. & Pedroni, F. 1992. Predation on palm nut (*Syagrus romanzoffiana*) by squirrels (*Sciurus ingrami*) in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 8: 121-123.
- Galetti, M. & Pedroni, F. 1994. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduos forest in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 10: 27-39.

- Galetti M, Aleixo A. 1998. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 35: 286–293.
- Galetti, M. & Sazima, I. 2006. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Natureza & Conservação**, 4: 58-63.
- Guix, J.C. & Ruiz, X. 1995. Toucans and thrushes as potential dispersers of seed-predatory weevil larvae in southeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, 73: 745-748.
- Guix, J.C. & Ruiz, X. 1997. Weevil Larvae Dispersal by Guans in Southeastern Brazil. **Biotropica**, 29: 522-525.
- Guix, J.C. & Ruiz, X. 2000. Plant-disperser-pest evolutionary triads: how widespread are they? **Orsis** 15, 121-126.
- Henderson, A. 2002. **Evolution and Ecology of Palms**. The New York Botanical Garden Press, New York, 259.
- Janzen, D .H. 1969. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. **Evolution**, 23:1-27.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist**, 104: 501-28.
- Janzen, D. H. 1971. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 2: 465-492.
- Leitão-Filho, H.L. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. In: **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. (L.P.C. Morelato, ed.). Editora da UNICAMP, p. 40-63.
- Lorenzi, H. 2000. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Editora Plantarum, vol. 1, 3ª ed., 352p.
- Matthes, L. A. F. 1980. **Composição Florística, Estrutura, e Fenologia de uma Floresta Residual do**

- Planalto Paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas – SP).** Dissertação de Mestrado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, Unicamp.
- Matthes, L. A. F. 1992. **Dinâmica da sucessão secundária em mata após a ocorrência de fogo - Santa Genebra-Campinas, São Paulo.** Tese de Doutorado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, Unicamp.
- Miranda, J.M.D. & Passos, F.C. 2004. Hábito alimentar de *Alouatta guariba* (Humboldt) (Primates, Atelidae) em Floresta de Araucária, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21: 821-826.
- Muñoz, A. & Bonal, R. 2008. Seed choice by rodents: learning or inheritance? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 62: 913–922.
- Nakagawa, M., Takeuchi, Y., Kenta, T. & Nakashizuka, T. 2005. Predispersal seed predation by insects vs. vertebrates in six dipterocarp species in Sarawak, Malaysia. **Biotropica**, 37: 389-396.
- Olmos, F. 1997. Tapirs as Seed Dispersers and Predator. In: **Tapirs: status survey and conservation action plan.** Brooks, D. M., Bodmer, R. E. and Matola, S. (Eds.), pp.3-9. IUCN/SSC Tapir Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Paschoal, M. & Galetti, M. 1995. Seasonal food use by Neotropical Squirrel *Sciurus ingrami* in Southeastern Brazil. **Biotropica**, 27: 268-273.
- Passos, F.C. 1999. Dieta de um grupo de mico-leão-preto, *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan) (Mammalia, Callitrichidae), na Estação Ecológica dos Caetetus, São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 269-278.
- Pimentel, D.S. & Tabarelli, M. 2004. Seed Dispersal of the Palm *Attalea oleifera* in a Remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, 36: 74–84.
- Pinto, H.S. 1992. Clima da Serra do Japi. In: **História natural da Serra do Japi: ecologia e**

- preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil.** (L.P.C. Morelatto, ed.). Editora da UNICAMP, p.30-38.
- Presch, W. 1973. A review of the tegu lizards genus *Tupinambis* (Sauria: Teiidae) from South America. **Copeia** , 4: 740-746.
- Primack, R.B.& Rodrigues, E. 2001. **Biologia da Conservação**. 328p, viii, Londrina, 2001.
- Quiroga-Castro, V.D. & Roldán, A. 2001. The Fate of *Attalea phalerata* (Palmae) Seeds Dispersed to a Tapir Latrine. **Biotropica**, 33: 472-477.
- Rocha, V.J., Reis, N.R. & Sekiama, M.L. 2004. Dieta e dispersão de sementes por *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnívora, Canidae), em um fragmento florestal no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21: 594-600.
- Rodrigues, R. R. & Shepherd, G. J. 1992. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. In: **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil.** (L. P. C. Morellato org.), Editora da Unicamp, Campinas.
- Sallabanks R. & Courtney, S. P. 1992. Frugivory, Seed Predation, and Insect-Vertebrate Interactions. **Annual Review of Entomology**, 37: 377-400.
- Santos, E. F. 2005. **Ecologia da cutia *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758) em um fragmento florestal urbano em Campinas – SP.** Tese de Doutorado. Rio Claro. Universidade Estadual Paulista – UNESP.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., Margules, C. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, 5: 18-32.
- Sazima, I. 1988. Um estudo de biologia comportamental da jararaca, *Bothrops jararaca*, com uso de marcas naturais. **Memórias Instituto Butantã**, 50: 83-99.

- Sazima, I. & Haddad, C.F.B. 1992. Répteis da Serra do Japi. In: Morellato, L.P.C. (Ed.), **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Universidade Estadual de Campinas/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Campinas, SP. p.212-235.
- Sazima, I. 2008. The parakeet *Brotogeris tirica* feeds on and disperses the fruits of the palm *Syagrus romanzoffiana* in the Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, 8: 231-234.
- Shafer, C.L. 1990. **Nature reserves: Island Theory and Conservation Practice**. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Silva, J.M.C. & Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, 404: 72-74.
- Silva, F.R., Begnini, R. M., Klier, V.A., Scherer, K.Z., Lopes, B.C., Castellani, T.T. 2009. Utilização de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) por formigas em floresta secundária no Sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, 38: 873-875.
- 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.
- Silvius, K. M. & Fragoso, J.M.V. 2002. Pulp handling by vertebrate seed dispersers increases palm seed predation by bruchid beetles in the northern Amazon. **Journal of Ecology**. 90: 1024-1032.
- Smythe, N. 1978. The Natural History of the Central American Agouti (*Dasyprocta punctata*). **Smithsonian Contributions to Zoology**, 257: 52p.
- Spears, E. E. 1987. Island and mainland pollination ecology of *Centrosoma virginianum* and *Opuntia stricta*. **Journal of Ecology**, 75: 351-362.
- Terborgh, J. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: A. Estrada and T. H. Fleming (ed). **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 371-384.
- Thompson, J.N. & Willson, M.F. 1978. Disturbance and the dispersal of fleshy fruits. **Science**, 20:

1161-1163.

Wilcove, D.S., May, R.M. 1986. National park boundaries and ecological realities. **Nature** 324: 206-207.

Wright, J., Zeballos, H., Domingues, I., Gallardo, M. M., Moreno, M. C. & Ibañez, R. 2000. Poachers Alter Mammal Abundance, Seed Dispersal, and Seed Predation in a Neotropical Forest. **Conservation Biology**, 14: 227-239.

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.

**PRODUÇÃO DE FRUTOS, PREDACÃO DE SEMENTES DE *SYAGRUS ROMANZOFFIANA*  
(ARECACEAE) E INTERAÇÕES TRI-TRÓFICAS EM ÁREAS FRAGMENTADAS**

**Resumo**

Embora seja sabido que a predação de sementes pode variar de acordo com o local e com



a presença de dispersores e predadores de sementes, poucos estudos comparativos visam compreender essas interações ao longo do período de frutificação da planta. No presente trabalho foi medida a produção e consumo de frutos e predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana* pré e pós-dispersão. As coletas foram realizadas na Serra do Japi, em Jundiaí, Mata de Santa Genebra e Unicamp, em Campinas. Enquanto a produção de flores e frutos imaturos foi semelhante nas três áreas, frutos maduros foram produzidos ao longo de todo ano com pico em julho na Mata de Santa Genebra e Unicamp, e em apenas alguns meses com pico em novembro na Serra do Japi. A predação de sementes pré-dispersão foi maior em locais onde vertebrados predadores de sementes de *S. romanzoffiana* estão ausentes, ou em baixas densidades, como na Unicamp e Mata de Santa Genebra. A predação de sementes pré-dispersão pelo besouro *Revena rubiginosa* (Curculionidae) ocorreu em todos os meses e o período de oviposição dos besouros não esteve relacionado à disponibilidade de frutos imaturos, sendo maior em meses mais quentes na Serra do Japi. A predação de sementes pós-dispersão foi maior onde a remoção de sementes por vertebrados foi menor. As maiores taxas de predação por insetos ocorreram na Unicamp, seguida de Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. Besouros das famílias Bruchidae e Scolytidae predaram as sementes nas três áreas, com maior ataque de bruquídeos na Unicamp e de escolítídeos na Serra do Japi. A infestação de sementes pós-dispersão não esteve relacionada à disponibilidade de frutos maduros e à predação pré-dispersão. Larvas de *R. rubiginosa* e de bruquídeos foram atacadas por vespas parasitóides da família Braconidae na Unicamp e Mata de Santa Genebra. O período de oviposição das vespas não apresentou relação com as taxas de predação dos besouros. Na Unicamp o ataque às larvas do curculionídeo foi maior em meses mais frios. A baixa e deslocada produção de frutos maduros, e menores taxas de predação de sementes por besouros na Serra do Japi, pode estar associada ao alto consumo de sementes por esquilos nessa área. Assim, na ausência de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes a

predação de sementes por besouros e o ataque de parasitóides às larvas é maior e mais constante ao longo do ano que em locais onde há dispersores. No entanto, não foram encontrados indícios de que ocorra competição entre besouros, provavelmente devido a grande produção de sementes pelas palmeiras, saciando os predadores.

**Palavras-Chave:** palmeiras; predação de sementes; dispersão de sementes; *Syagrus romanzoffiana*; *Revena rubiginosa*; Bruchidae; Scolytidae; fenologia reprodutiva; fragmentação

## **Abstract**

Seed predation may vary with location and with presence of seed dispersers and predators,

but few comparative studies have intended to understand these interactions along the plants fruiting period. In this work was measured the production and consumption of *Syagrus romanzoffiana* fruits and the pre- and post-dispersal seed predation of this palm. This study was held in three sites: Serra do Japi, in Jundiaí; Reserva Municipal Mata de Santa Genebra and Unicamp, in Campinas. While flower and unripe fruit production were similar for palms of the three areas, ripe fruit production occurred throughout the year in Santa Genebra and Unicamp (with peak in July), but in just a few months in Serra do Japi (with a peak in November). Pre-dispersal seed predation was higher in areas where vertebrate seed predator of *S. romanzoffiana* are absent or present in low densities, as observed in Unicamp and Mata de Santa Genebra. Pre-dispersal seed predation by *Revena rubiginosa* (Curculionidae) occurred in all months at Unicamp. The oviposition of these beetles was not related with the unripe fruits availability. The oviposition was higher in warmer months in the Serra do Japi. Post-dispersal seed predation was higher in the areas where the seed removal by vertebrates was smaller. The highest predation rates by insects occurred at Unicamp, followed by Mata de Santa Genebra and Serra do Japi. Bruchidae and Scolytidae beetles preyed seeds in all three areas, with greater attack of bruchids beetles at Unicamp and seed predation by scolytids beetles at Serra do Japi. Post-dispersal seed infestation by beetles was not related to the ripe fruit availability, neither to the pre-dispersal seed predation. Weevils and bruchids larvae were attacked by braconids parasitoid wasps at Unicamp and Mata de Santa Genebra. The wasps oviposition period showed no relationship with beetles predation rates. At Unicamp the weevil's larvae attacks were higher in colder months. The low and displaced production of ripe fruit and the lower rates of seed predation by beetles in Serra do Japi may be associated with the higher seed consumption by squirrels in this area. In the absence of vertebrate seed dispersers and/or predators, the seed predation by beetles and parasitoids attack to the beetles larvae are higher and more constant throughout the year than where there are seed

dispersers. However, no evidence of competition between beetles was found, probably due to the high production of seeds by palms, satiating seed predators.

## **Introdução**

A predação de sementes pode diminuir o sucesso reprodutivo de plantas, uma vez que

reduz o número de plântulas (Janzen 1970), o que pode afetar o tamanho futuro e a dinâmica das populações de plantas (Kolb *et al.* 2007). A dispersão de sementes por frugívoros pode reduzir a predação de sementes tornando sua localização imprevisível no espaço, no tempo e na densidade em que são depositadas, dificultando o encontro por predadores (Janzen 1970, Connell 1971, Willson & Whelan 1990, Sallabanks & Courtney 1992, Wright & Duber 2001).

A força dessas interações entre frutos, dispersores e predadores de sementes pode variar de acordo com o local (Sallabanks & Courtney 1992, van Kinklen & Flack 2008). Fatores como fragmentação, redução de habitat e caça promovem a redução de populações de dispersores de sementes, especialmente vertebrados de médio e grande porte, que geralmente, são mais sensíveis a tais distúrbios. Plantas com sementes grandes, como palmeiras, são mais afetadas, uma vez que são dispersas por estes vertebrados (Wright *et al.* 2000, Wright 2003, Beckman & Muller-Landau 2007). Taxas de predação de sementes de palmeiras diferem entre áreas e estão relacionadas à densidade de dispersores e predadores de sementes, sendo que a predação é maior em fragmentos florestais pequenos e/ou nos quais havia caça (Wright *et al.* 2000, Alves-Costa 2004, Fleury & Galetti 2006, Galetti *et al.* 2006, Almeida & Galetti 2007, Beckman & Muller-Landau 2007, Fadini *et al.* 2009, Andreazzi *et al.* 2009). A perda de dispersores de sementes resulta em maior acúmulo de sementes sob a planta-mãe (Wright & Duber 2001) onde a predação de sementes, principalmente por insetos, é mais acentuada (Janzen 1970, Connell 1971, Wilson & Janzen 1972).

Os principais predadores de sementes de palmeiras são besouros das famílias Bruchidae, Scolytidae e Curculionidae (Delobel 1995, Guix & Ruiz 1997, Pizo & Simão 2001, Henderson 2002, Alves-Costa 2004), ungulados e roedores (Janzen 1971, Wilson & Janzen 1972, Brewer 2001, Henderson 2002, Silvius 2002, Alves-Costa 2004, Beck 2006, Salm 2006, Keuroghlian & Eaton 2009). Entretanto, roedores, como esquilos e cutias, que são predadores de sementes, também podem agir como dispersores, estocando e enterrando algumas sementes (Bordignon & Monteiro-

Filho 1999, Paschoal & Galetti 1995, Alvarenga & Talamoni 2005). A predação de sementes de palmeiras por roedores e besouros pode variar entre si de acordo com a área, de forma que em locais com presença de roedores a predação por besouros é menor, e na ausência desses vertebrados a predação é maior (Alves-Costa 2004, Galetti *et al.* 2006, Almeida & Galetti 2007, Capítulo 1).

Roedores e besouros devem competir por sementes e sementes estocadas por roedores podem escapar da predação por besouros. Ainda, roedores podem consumir, de forma acidental ou intencional, larvas de besouros ao predarem sementes de palmeiras reduzindo a população desses insetos (Forget *et al.* 1994, Silvius 2002, Alves-Costa 2004, Galetti *et al.* 2006, Bonal & Muñoz 2007, Grenha 2010, Capítulo 1). Assim, além da dispersão de sementes por vertebrados (Sallabanks & Courtney 1992, Fragoso 1997, Quiroga-Castro & Roldán 2001, Silvius & Fragoso 2002, Pimentel & Tabarelli 2004) a predação de sementes por besouros também pode ser reduzida pela ação de inimigos naturais, como predadores intraguildd e parasitóides (Delobel *et al.* 1995, Costa-Alves 2004, Grenha 2010). Embora pouco estudado, há vespas parasitóides que atacam ovos de besouros sobre os frutos, e larvas e pupas no interior da semente o que poderia reduzir a população futura de besouros (Southgate 1979, Traveset 1992, Delobel *et al.* 1995, Alves-Costa & Knogge 2005, Grenha *et al.* 2008).

Entretanto, muitos estudos a respeito de predação têm sido como uma fotografia momentânea, representando um olhar pontual no espaço e no tempo (Kolb *et al.* 2007), não refletindo as variações espaciais e temporais nas taxas de predação de sementes (Willson & Whelan 1990, Crawley 1992, van Kinklen & Flack 2008). A magnitude da predação pode ser determinada por fatores como: o estágio de desenvolvimento da semente no momento do ataque (imatura ou madura), predação pré ou pós-dispersão (van Kinklen & Flack 2008), variações na amplitude dos períodos de frutificação, e presença, abundância e atividade dos predadores de sementes (Willson & Whelan 1990). Aspectos das interações entre a fenologia da palmeira, disponibilidade de frutos e

sementes e predadores de sementes e seus inimigos naturais não têm sido abordados por estudos comparativos, envolvendo locais com diferentes graus de defaunação.

*Syagrus romanzoffiana* (Chamisso) Glassman (Arecaceae), conhecida como jerivá, é uma palmeira comum em florestas semidecíduas. Cada cacho produzido pela palmeira pode conter cerca de 790 frutos, e dois cachos podem ser produzidos simultaneamente (Galetti *et al.* 1992). Seus frutos são drupas ovóides com aproximadamente 2,5 cm de diâmetro, com exocarpo carnoso e endocarpo lenhoso (Galetti *et al.* 1992, Lorenzi 2000) tendo grande importância na dieta de muitos vertebrados (Presch 1973, Sazima & Haddad 1992, Facure & Monteiro-Filho 1996, Olmos 1997, Passos 1999, Guix & Ruiz 2000, Miranda & Passos 2004, Rocha *et al.* 2004, Sazima 2008). Suas sementes são predadas por ungulados, como porcos-do-mato, roedores como cutias e esquilos, e besouros curculionídeos e bruquídeos (Galetti *et al.* 1992, Alves-Costa 2004, Fleury & Galetti 2006). O curculionídeo *Revena rubiginosa* ovipõe sobre os frutos na fase de pré-dispersão, cerca de 60 dias após o fim da floração. A presença da larva consumindo o endosperma não afeta o desenvolvimento do fruto (Alves-Costa & Knogge 2005). Após o amadurecimento do fruto, a larva deixa a semente por um orifício com cerca de 2 mm de diâmetro e empupa no solo (Alves-Costa & Knogge 2005). Por sua vez, os bruquídeos apresentam a fase de infestação pela larva pós-dispersão do fruto. Neste caso, a larva preda a semente e o adulto sai por um orifício único com cerca de 5 mm de diâmetro (Fragoso, 1997; Silvius & Fragoso, 2002, Alves-Costa 2004, Grenha 2010).

Os estudos existentes sobre a interação entre dispersores e predadores de sementes de palmeiras em sua maioria relacionam apenas besouros bruquídeos e dispersores/predadores de sementes vertebrados. Alguns trabalhos apontam que há deslocamento temporal entre o período de uso de sementes por besouros e o consumo de frutos e sementes por vertebrados (Forget *et al.* 1994, von Allmen *et al.* 2004), mas as palmeiras utilizadas geralmente apresentavam período de frutificação com duração média de quatro meses (Forget *et al.* 1994, Fragoso 1997, Silvius & Fragoso 2002, Pimentel

& Tabarelli 2004). No caso de *S. romanzoffiana* é possível encontrar frutos ao longo de todo o ano (Lorenzi 2000) e há ao menos duas espécies de besouros predadores que apresentam divergências espaciais e temporais quanto à fase em que atacam as sementes. Talvez a predação de sementes pré-dispersão por *R. rubiginosa* possa influenciar a predação de sementes pós-dispersão, visto que uma menor quantidade de sementes estaria disponível para oviposição por besouros. Ainda, as taxas de predação de sementes de *S. romanzoffiana* por besouros variam de acordo com a presença de vertebrados predadores de sementes (Capítulo 1), mas não há informações a respeito de como essas interações ocorrem ao longo do ano e do período de frutificação da palmeira.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi de medir a produção e predação de sementes em três localidades que diferem entre si quanto à presença de vertebrados dispersores e/ou predadores de sementes. Mais especificamente neste capítulo se visou 1) acompanhar a fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana* nas três áreas; 2) medir ao longo do ano a predação de sementes pré-dispersão pelo besouro *Revena rubiginosa* (Curculionidae) nas três áreas e relacioná-la à fenologia da palmeira; 3) medir a predação de sementes pós-dispersão relacionando-a à predação pré-dispersão e à fenologia da palmeira e identificar os besouros predadores nas três áreas; 4) medir a taxa de ataque a larvas de besouros curculionídeos e bruquídeos por vespas parasitóides relacionando a predação de sementes pelos besouros; e 5) estimar a remoção de frutos maduros sob a planta-mãe por vertebrados nos fragmentos florestais.

## **Material e Métodos**

### *- Áreas de Estudo*

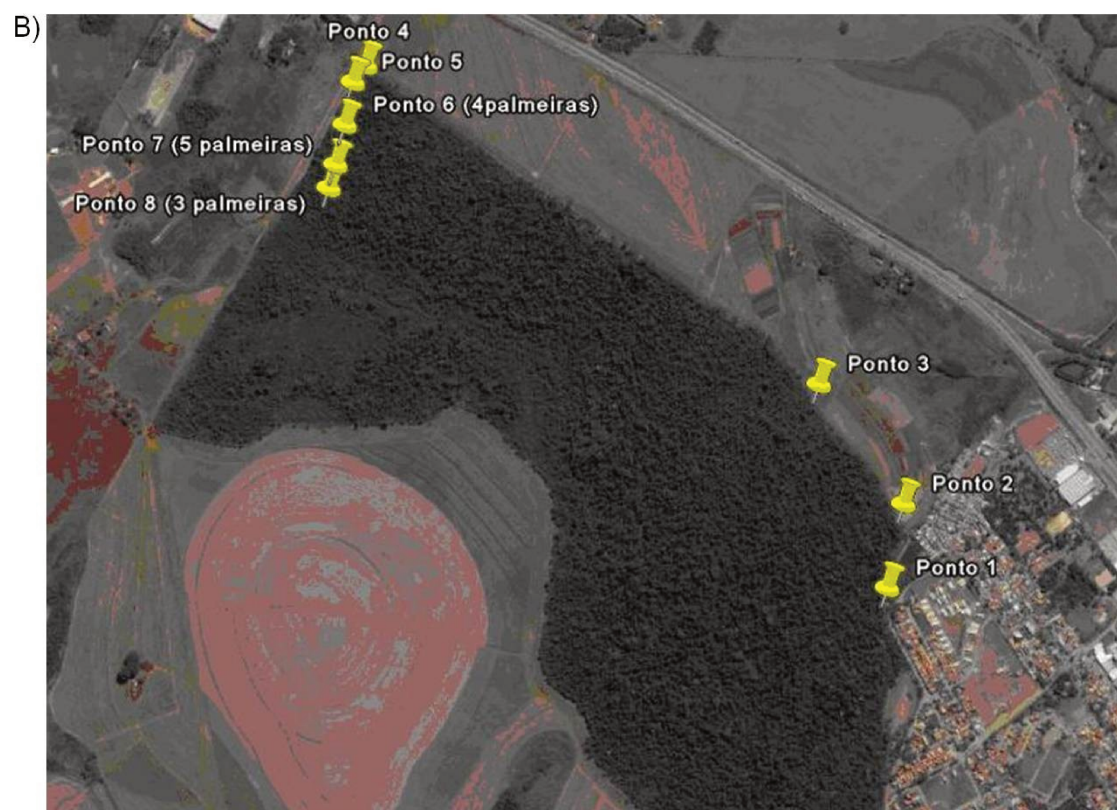
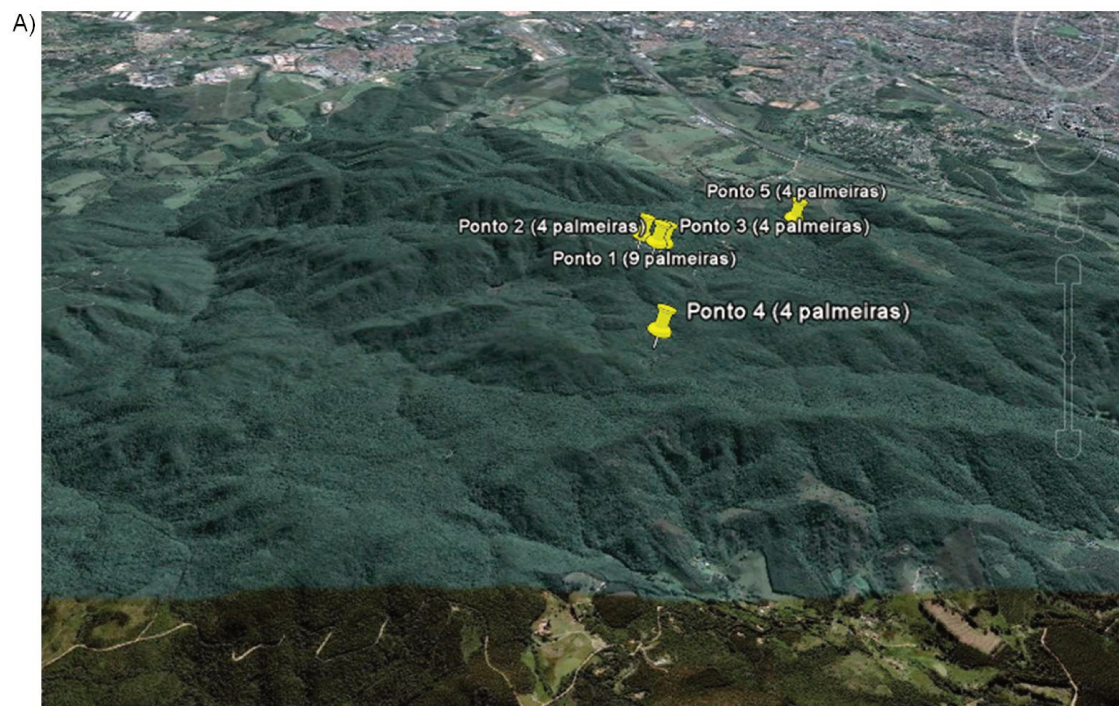
O estudo foi realizado em dois fragmentos florestais de Mata Atlântica com tamanhos e histórias de defaunação diferentes, sendo eles a Serra do Japi e a Reserva Municipal de Santa Genebra, e em área urbana no campus da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. O clima característico das três áreas é sazonal com duas estações bem definidas, uma seca e fria e outra



chuvosa e quente (Mathes 1992).

A Reserva Florestal da Serra do Japi (23°11'S, 46°52'W) possui cerca de 35 mil ha e está localizada nos municípios de Jundiaí, Cabreúva, Bom Jesus de Pirapora e Cajamar, estado de São Paulo, Brasil. A região apresenta uma cobertura florestal mesófila semidecídua de altitude que se estende desde altitudes próximas a 750m até 1294m (Leitão-Filho 1992, Rodrigues & Shepherd 1992). A Reserva Municipal de Santa Genebra é uma área florestal com cerca de 250 ha, situada no Município de Campinas (22°49'S, 47°06'W), Estado de São Paulo, Brasil. O fragmento de floresta latifoliada subtropical semidecídua é cercado por áreas cultivadas e habitações humanas (Sazima 1988). Coletas ainda foram realizadas em praças e jardins dentro da Cidade Universitária Zeferino Vaz, campus da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. Os pontos de coleta de dados estão indicados na Figura 1.

Em relação a vertebrados predadores de sementes, os dois fragmentos florestais possuem como predador o esquilo *Sciurus ingrami* (Sciuridae: Rodentia), que é encontrado em altas densidades na Serra do Japi e em densidades muito baixas na Reserva de Santa Genebra (obs. pessoal), enquanto no campus da Unicamp não há vertebrados predadores de sementes de palmeiras (obs. pessoal). Na Unicamp, a maioria das palmeiras encontra-se agrupada, devido o plantio com função de paisagismo. No Japi, enquanto algumas palmeiras estão agrupadas, outras encontram-se isoladas. Na Santa Genebra, por sua vez, raramente uma palmeira se encontra a menos de 50m de um coespecífico.





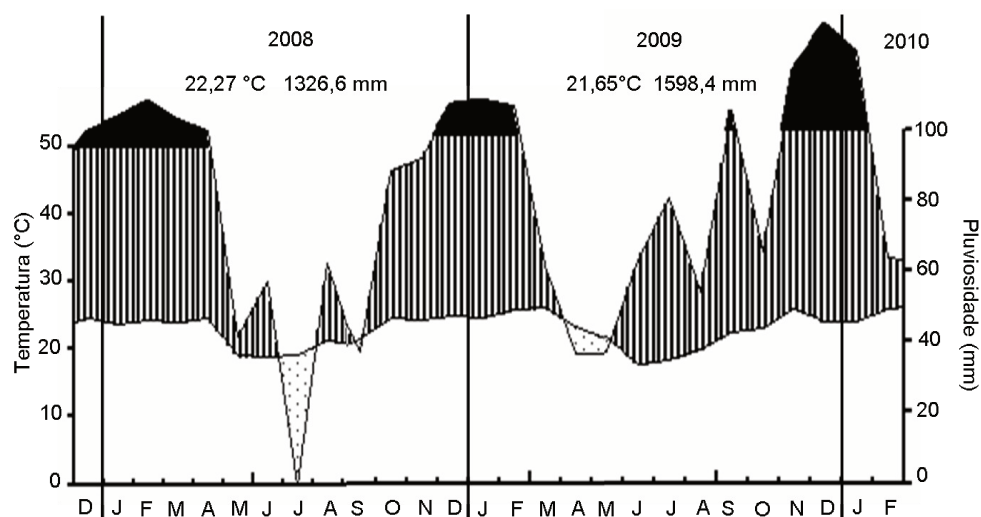


**Figura 1.** Localização dos pontos de coleta de dados na (A) Serra do Japi, Jundiaí, SP; (B) Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e (C) Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas, SP. Os pontos amarelos indicam a localização das palmeiras.

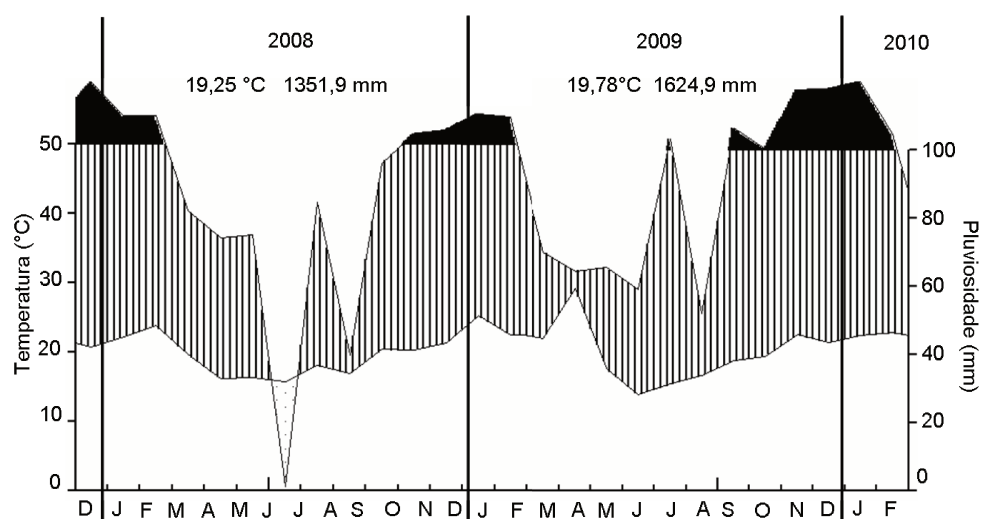
#### - Dados Climáticos

Para determinar a influência do clima na fenologia reprodutiva da palmeira *Syagrus romanzoffiana* e na predação de suas sementes por besouros, dados climáticos (temperatura e pluviosidade) de Jundiaí e de Campinas foram obtidos no site do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Os dados referentes ao período de janeiro de 2008 a janeiro de 2010 estão apresentados na forma de diagrama climático de Walter e Lieth (1968) (Figura 2). Em Jundiaí os dados foram coletados na Estação Experimental de Jundiaí (EEJ), situada 710m de altitude e a oito quilômetros da área onde o estudo foi realizado, que possui em média 900 m de altitude. Assim, foram subtraídos 1,14°C dos dados originais, ou seja, 0,6°C a cada 100 m de elevação, segundo Ogden & Powell (1979).

A



B



**Figura 2.** Diagrama Climático de Campinas (A) e da Serra do Japi, Jundiá (B) baseado em dados meteorológicos coletados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) entre janeiro de 2008 e janeiro de 2010 (segundo o método de Walter, 1971). A área com pontos representa períodos com baixa umidade. A área hachurada indica períodos úmidos (taxa de precipitação excede taxa potencial de evaporação). A área preta se refere aos períodos superúmidos (>100 mm).

### - Fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana*

Para determinar se a fenologia reprodutiva de *S. romanzoffiana* responde ao clima e se o uso de frutos e sementes por vertebrados e besouros tem relação com a disponibilidade de frutos foram coletados dados a respeito da produção de flores e frutos da palmeira nas três áreas. Em cada local foi medida a quantidade de palmeiras portando cachos com flores, frutos imaturos (frutos verdes recém-produzidos) e frutos maduros (frutos com coloração alaranjada). O número de palmeiras

visitadas variou entre as áreas, sendo entre 20 e 30 palmeiras no Japi, 13 e 16 na Santa Genebra e 20 e 30 na Unicamp. A quantidade de palmeiras cujos dados fenológicos variou dentro de cada área, conforme novas palmeiras eram encontradas nas áreas, ou quando a chegada até uma palmeira era dificultada devido a queda de árvores nos fragmentos, ou quando palmeiras eram podadas na Unicamp. As coletas foram mensais e ocorreram no período compreendido entre julho de 2008 e janeiro de 2010.

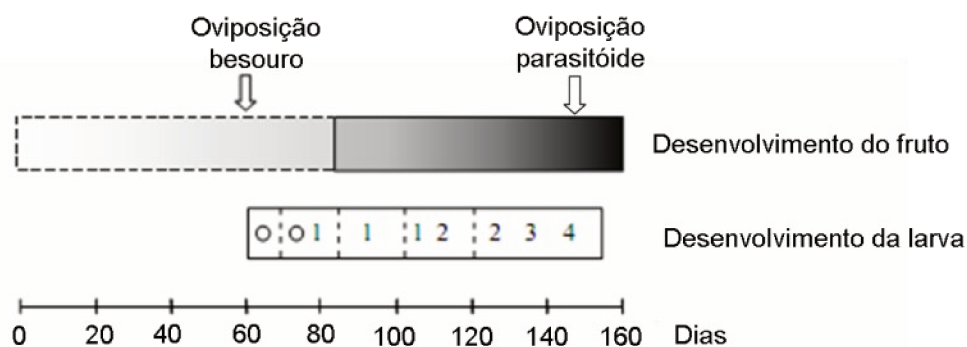
Para testar se a fenologia reprodutiva de *S. romanzoffiana* apresenta sazonalidade foram realizadas análises de estatística circular, como proposto por Morellato e colaboradores (2000). Assim para analisar se a produção de cada fenofase foi uniforme ao longo do ano ou se houve picos de produção foi calculada a porcentagem de palmeiras com flores, frutos imaturos e frutos maduros em cada mês nas três áreas estudadas. Foi calculada a média mensal de palmeiras portando cada fenofase em cada área. Para os cálculos, os meses de coleta de dados de produção de flores, frutos imaturos e maduros foram transformados em ângulos separados entre si por intervalos de 30°. Dessa forma, a janeiro (mês 1) foi atribuído o intervalo de 0 a 30° e assim por diante até dezembro (mês 12) que foi representado pelo intervalo de 331 a 360°. Na análise foi gerado o ângulo médio ( $\mu$ ) que indica a data média da ocorrência da fenofase, a dispersão angular, o comprimento do vetor médio ( $r$ ), que mede a concentração em torno de  $\mu$  e um intervalo de confiança da distribuição de cada fenofase. O teste de Rayleigh foi realizado para testar a uniformidade dos dados, quando o  $p$  é menor que o nível de alfa escolhido, no caso 0,05, se rejeita a hipótese nula que os dados se distribuem uniformemente, indicando que existe uma direção preferida. As análises de estatística circular foram feitas utilizando a versão demonstrativa do programa Oriana 3.0 (Kovach 2009).

A produção de flores, frutos imaturos e maduros nos três locais foi relacionada à temperatura média mensal e à precipitação acumulada por mês em cada área utilizando o teste de Correlação de Spearman, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal mesmo após a transformação dos mesmos. Visto que plantas podem demorar a responder às alterações climáticas (Romero &

Vasconcellos-Neto 2003) as correlações foram realizadas com até três meses de defasagem na produção de cada fenofase.

### - Predação de sementes pré-dispersão por *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) e ataque por vespas parasitóides

Fêmeas de *R. rubiginosa* ovipõem sobre os frutos imaturos de *S. romanzoffiana* cerca de 60 dias após o fim da floração da palmeira (Alves-Costa & Knogge 2005). O tempo de desenvolvimento dos frutos é de aproximadamente seis meses e o amadurecimento do fruto coincide com o término do desenvolvimento da larva, que após esse período abandona a semente e empupa no solo (Alves-Costa & Knogge 2005). Ainda, entre o quarto e quinto mês de desenvolvimento do fruto, o que corresponde ao quarto instar larval, as larvas de *R. rubiginosa* podem ser atacadas por vespas parasitóides (Alves-Costa & Knogge 2005) (Figura 3). Deste modo, a coleta mensal de frutos maduros permite tanto estimar a predação de sementes por *R. rubiginosa* quanto inferir os períodos nos quais a oviposição pelo besouro e o ataque por parasitóides pode ter ocorrido, cerca de quatro meses e um mês antes da coleta, respectivamente (Figura 3, Tabela 1).



**Figura 3.** Esquema adaptado de Alves-Costa & Knogge (2005) indicando o número de dias de cada estágio do desenvolvimento de *Revena rubiginosa* (partindo de ovos “0” ao quarto instar) em relação ao desenvolvimento do fruto de *Syagrus romanzoffiana* (endocarpo macio (linha pontilhada); endocarpo rígido (linha contínua) e solidificação do endosperma (branco a preto)). As setas indicam as oviposições.

**Tabela 1.** Meses em que as larvas de *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) emergem e meses nos quais pode haver ocorrido a oviposição pelas fêmeas de besouros e vespas parasitóides.

| <b>Emergência da larva</b> | <b>Possível oviposição pelo besouro</b> | <b>Possível oviposição por vespas parasitóides</b> |
|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Janeiro                    | Outubro                                 | Dezembro                                           |
| Fevereiro                  | Novembro                                | Janeiro                                            |
| Março                      | Dezembro                                | Fevereiro                                          |
| Abril                      | Janeiro                                 | Março                                              |
| Maio                       | Fevereiro                               | Abril                                              |
| Junho                      | Março                                   | Maio                                               |
| Julho                      | Abril                                   | Junho                                              |
| Agosto                     | Maio                                    | Julho                                              |
| Setembro                   | Junho                                   | Agosto                                             |
| Outubro                    | Julho                                   | Setembro                                           |
| Novembro                   | Agosto                                  | Outubro                                            |
| Dezembro                   | Setembro                                | Novembro                                           |

Para estimar as taxas de predação de sementes de *S. romanzoffiana* por *R. rubiginosa* e o ataque por vespas parasitóides em cada área, foram coletadas amostras com 100 frutos maduros recém-caídos do cacho de cinco palmeiras. Quando não havia cinco indivíduos frutificando ou havia menos de 100 frutos sob a palmeira a maior quantidade possível de frutos foi coletada por palmeira. Desta forma foram calculadas as quantidade média, utilizando-se a quantidade estimada em cada palmeira. A predação de sementes por besouros curculionídeos em cada área foi estimada entre julho de 2008 e janeiro de 2010.

Os frutos foram armazenados individualmente em recipiente fechado em condições ambiente em laboratório. As sementes foram vistoriadas, ao longo de 30 dias para a contagem de larvas ou parasitóides que emergiam. As sementes foram classificadas da seguinte forma: “Intactas” quando não foram predadas, “Predação por Curculionídeo” quando larvas emergiram das sementes ou essas apresentavam o orifício de saída da larva, e, “Parasitóide” quando foi registrada a

emergência de vespas parasitóides ou a presença de casulos no interior das sementes. As taxas mensais de predação de sementes por *R. rubiginosa* foram medidas somando as categorias “Predação por Curculionídeo” e “Parasitóide” e calculando-se a porcentagem de sementes predadas por palmeira por mês em cada local.

Como em muitos meses não houve frutos maduros ou havia apenas uma palmeira frutificando não havendo variância, não foi possível a realização de um teste paramétrico de medidas repetidas, uma vez que a comparação mês a mês seria inviável. Dessa forma, as sementes de cada mês foram somadas e foi calculado o número total de sementes predadas em cada área. Para analisar se a predação de sementes pré-dispersão variou de acordo com a área foi realizado um teste de Qui Quadrado comparando a predação de sementes por *R. rubiginosa* observada em cada área com a predação esperada. A taxa esperada de predação para cada área foi calculada multiplicando a quantidade de sementes predadas nas três áreas e a quantidade total de sementes coletadas no local dividido pela quantidade de sementes coletadas nas três áreas. Para testar se o ataque às larvas do besouro por vespas parasitóides variou entre as áreas também foi realizado um teste de Qui Quadrado comparando o número total de larvas atacadas observado com o valor esperado em cada área. O ataque esperado para cada área foi calculado multiplicando a quantidade de larvas atacadas nas três áreas e a quantidade total de sementes predadas por *R. rubiginosa* no local dividido pela quantidade total de sementes predadas nas três áreas.

Como há duas possibilidades de medida de predação (período de oviposição e emergência das larvas) cada uma foi utilizada para testar hipóteses e relações distintas. Para averiguar se a infestação de sementes por *R. rubiginosa* e o ataque das larvas por vespas parasitóides se distribuem uniformemente ao longo do ano ou se há ocorrência de picos de oviposição e ataque foram realizadas análises de estatística circular para cada área. Essas análises foram efetuadas considerando o mês da oviposição pelo besouro e o mês de oviposição do parasitóides. Por exemplo,



pressupõe-se que se uma semente coletada em junho foi predada por *R. rubiginosa* e a larva foi atacada por parasitóide, o besouro provavelmente ovipôs em março e a o ataque pela vespa ocorreu cerca de um mês antes da coleta, ou seja, nesse caso em maio. Os meses foram transformados em ângulos e para os cálculos foi utilizada a porcentagem de sementes predadas e a porcentagem de larvas atacadas por parasitóides em cada mês. Quando houve coleta de dados de um mesmo mês nos anos de 2008 e 2009 foi calculada a porcentagem média de sementes predadas pelo besouro e de larvas atacadas por parasitóides.

Para avaliar se o possível período de oviposição por *R. rubiginosa* e de ataque as larvas por parasitóides são influenciados pelo clima ou pela disponibilidade de frutos e de larvas, respectivamente, foram realizadas análises de correlação. Essas análises foram efetuadas considerando o mês da oviposição pelo besouro e o mês de oviposição do parasitóide. Para testar se a oviposição por *R. rubiginosa* tem relação com a produção de frutos, a porcentagem média mensal de sementes atacadas foi relacionada à produção de frutos imaturos. Para averiguar se o ataque às larvas de *R. rubiginosa* por vespas parasitóides tem relação com a infestação das sementes por *R. rubiginosa*, a porcentagem média de larvas atacadas por vespas parasitóides foi correlacionada à porcentagem média de sementes predadas a cada mês, considerando o registro da predação (larva ou orifício de saída) e não a possível data da oviposição.

As correlações com clima foram realizadas com defasagem temporal de até três meses, uma vez que organismos podem demorar a responder a mudanças climáticas. Para avaliar se o clima tem influência sobre a oviposição por *R. rubiginosa* e sobre o ataque por parasitóides, a temperatura média e a precipitação acumulada mensal foram relacionadas aos meses em que provavelmente ocorreram as oviposições (Figura 3, Tabela 1). Dessa forma, as análises foram feitas utilizando os dados climáticos desses meses. Todas as correlações foram realizadas por meio de testes de Correlação de Spearman, uma vez que os dados não apresentaram distribuições normais, mesmo

após terem sido transformados.

#### **- Predação de sementes pós-dispersão e ataque de parasitóides às larvas de besouros bruquídeos**

Para determinar qual o destino de sementes de *S. romanzoffiana* que não foram predadas pré-dispersão por *R. rubiginosa* e que permanecem sob a planta-mãe, foi medida a predação de sementes pós-dispersão por besouros nas três áreas. Para obter as taxas de predação de sementes foram instaladas cinco gaiolas (20X20 cm) contendo 100 frutos maduros de *S. romanzoffiana* cada, sob palmeiras em cada área por mês (Figura 4). As gaiolas foram utilizadas para evitar que frutos e sementes fossem consumidos por vertebrados e foram construídas com a tela comercialmente chamada de “tela de viveiro”. Os frutos utilizados no experimento eram recém-caídos dos cachos das palmeiras e foram selecionados frutos que não apresentassem evidências de predação por curculionídeo. Ainda, como larvas de besouros bruquídeos podem ser atacadas por vespas parasitóides, nesse experimento também se objetivou medir o ataque às larvas por parasitóides. Para medir o ataque por parasitóides cada gaiola permaneceu no campo por quatro meses para possibilitar que larvas de bruquídeos que predaram as sementes pudessem ser atacadas. A cada mês, novas gaiolas foram instaladas e o experimento foi realizado entre fevereiro e novembro de 2009.



**Figura 4.** Gaiola construída com tela de viveiro portando frutos maduros de *S. romanzoffiana* para medir a predação de sementes por besouros.

Após esse período as gaiolas foram recolhidas e cada semente foi armazenada individualmente em recipiente fechado no laboratório em condições ambiente. As sementes foram vistoriadas quinzenalmente para verificar a emergência de besouros adultos e parasitóides. Os besouros predadores e vespas parasitóides encontrados foram identificados por especialistas. No entanto, o tempo de desenvolvimento de bruquídeos foi extremamente variável demorando muitas vezes mais de um ano para o besouro emergir, assim, para quantificar a predação todas as sementes foram quebradas. Ao quebrar as sementes foi comum o encontro de larvas e pupas de bruquídeos. Assim, baseando-se na identificação dos besouros adultos por especialistas, essas foram identificadas em laboratório utilizando o trabalho de Casari & Teixeira (1997).

A predação de sementes foi classificada da seguinte forma: “Intactas” para sementes que não foram atacadas, “Predação por Bruquídeos” ou “Predação por Escolitídeos” quando besouros adultos emergiram das sementes, e, “Parasitóide” quando parasitóides emergiram ou casulos foram encontrados no interior das sementes. Para emergir da semente o bruquídeo constrói um orifício com em média 5 mm de diâmetro, enquanto o orifício construído pelo escolitídeo tem cerca de 1 mm. Assim, foram incluídas na classe “Predação por Bruquídeos” sementes portando orifício grande (5 mm), cujo bruquídeo emergiu ainda no campo, e também larvas e pupas que morreram no interior da semente ou que foram destruídas durante a quebra da semente não viabilizando a identificação. A predação pós-dispersão por besouros foi medida somando todas as classes de predação, para medir a predação de sementes por besouros bruquídeos as classes “Predação por Bruquídeos” e “Parasitóide” foram somadas e para a predação por escolitídeos foram utilizados apenas os dados referentes a esse predador. Para calcular a proporção de sementes predadas foram excluídas do número total de sementes dispostas em cada área sementes que ao serem quebradas estavam podres. As taxas de predação mensais foram calculadas fazendo uma média da porcentagem de sementes predadas por gaiola por mês (considerando

o mês em que os frutos foram dispostos no campo) para cada local.

Como muitas gaiolas desapareceram durante o decorrer do experimento não foi possível realizar análises de variância de medidas repetidas. A perda de gaiolas contendo sementes foi maior na Serra do Japi, onde algumas gaiolas foram encontradas completamente retorcidas e sem frutos. Possivelmente as gaiolas foram danificadas por esquilos, quatis e gambás. No mês de abril de 2009 todas as gaiolas instaladas foram removidas ou danificadas, nos outros meses o dano foi mais pontual. Dessa forma as sementes predadas em cada mês foram somadas e foi calculado o número total de sementes predadas em cada área. Para analisar se a predação de sementes pós-dispersão variou de acordo com o local, foi realizado um teste de Qui Quadrado, comparando a predação de sementes pós-dispersão por besouros observada em cada área com a predação esperada caso a predação fosse igual entre áreas. A taxa esperada de predação para cada área foi calculada multiplicando a quantidade de sementes predadas nas três áreas e a quantidade total de sementes dispostas no local dividido pela quantidade de sementes dispostas nas três áreas. O mesmo procedimento foi realizado para testar a predação por bruquídeos e escolitídeos separadamente. Para testar se o ataque às larvas de bruquídeos por vespas parasitóides variou entre as áreas também, foi realizado um teste de Qui Quadrado, comparando o número total de larvas atacadas observado com o valor esperado em cada área. O ataque esperado para cada área foi calculado multiplicando a quantidade de larvas atacadas nas três áreas e a quantidade total de sementes predadas por bruquídeos no local dividido pela quantidade total de sementes predadas por bruquídeos nas três áreas.

Para determinar se a predação de sementes pós-dispersão por besouros bruquídeos e escolitídeos em cada local é influenciada pela disponibilidade de frutos maduros ou pela predação de sementes pré-dispersão ou por fatores climáticos, as taxas mensais de predação pós-dispersão e por cada besouro foi relacionada à produção de frutos maduros, à predação de sementes pré-dispersão e a temperatura e pluviosidade. Como organismos podem demorar a responder a mudanças no clima,

as correlações envolvendo temperatura e pluviosidade foram realizadas com até três meses de defasagem temporal. Para determinar se a predação de sementes por besouros bruquídeos pode ser influenciada pela predação por escolitídeos, as taxas de predação mensal por cada besouro foram relacionadas entre si.

Para avaliar se o ataque por vespas parasitóides é influenciado pela predação por bruquídeos, as taxas mensais de predação por bruquídeos foram correlacionadas às taxas de ataque por parasitóides no mês. Não foram realizadas correlações entre o ataque por parasitóides de bruquídeos e o clima, visto que não há informação sobre em que fase do desenvolvimento dos besouros ocorre o ataque. Todas as correlações foram realizadas por meio de testes de Correlação de Spearman, uma vez que os dados não apresentaram distribuições normais, mesmo após terem sido transformados.

#### **- Remoção e predação de frutos e sementes por vertebrados sob a planta mãe**

Visto que os fragmentos florestais Serra do Japi e Reserva Municipal Mata de Santa Genebra diferem quanto à área e conservação, e que a dispersão de sementes por vertebrados pode influenciar a sobrevivência da semente, visou-se testar se o consumo de frutos de *S. romanzoffiana* por vertebrados e conseqüentemente o destino das sementes varia entre os fragmentos. Para tanto foi realizado um experimento para medir a remoção de frutos maduros do chão por vertebrados nos dois locais. Nesse caso o campus da Unicamp não foi utilizado, uma vez que vertebrados dispersores de *S. romanzoffiana* são extremamente raros no local, consistindo apenas de poucos gambás, praticamente não havendo remoção de frutos do chão.

Como o consumo de frutos por vertebrados pode ser maior ou menor de acordo com a disponibilidade de recursos no ambiente, o experimento foi realizado ao longo de um ano e consistiu na disposição de 100 frutos maduros dentro de um quadrado de madeira (50X50 cm) sob cinco palmeiras

em cada área (Figura 5). Os frutos puderam ser acessados por vertebrados e após cerca de 30 dias de exposição, o destino dos frutos foi verificado e classificado nas seguintes categorias: “Intactos” quando não apresentavam escoriações no exo e mesocarpo; “Chupados” para frutos cujo exo e mesocarpo foram parcial ou totalmente removidos; “Predados”: frutos cujo endocarpo foi quebrado; e “Removidos”: para os frutos que não se encontravam na área delimitada pela madeira e suas imediações, esses frutos podem ter sido dispersos ou predados. Após a contagem dos frutos, novos frutos eram colocados nas estações e o experimento foi executado no período compreendido entre fevereiro de 2009 a janeiro de 2010.



**Figura 5.** Frutos maduros de *Syagrus romanzoffiana* utilizados para medir a remoção de frutos sob a planta mãe.

Para analisar se os fragmentos florestais Serra do Japi e Mata de Santa Genebra diferiam quanto ao destino dos frutos maduros de *S. romanzoffiana*, e se as proporções em cada categoria de destino variavam de acordo com mês foi utilizada uma ANOVA de dois fatores com medidas repetidas. A proporção de frutos em cada categoria em cada mês foi a variável resposta, enquanto a área e o destino foram considerados como variáveis preditoras, palmeira foi considerada como bloco. Para obedecer às premissas para testes paramétricos, as variáveis dependentes foram transformadas em arco seno da raiz quadrada da proporção de frutos em cada categoria de uso.

## Resultados

### - Fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana*

A produção de flores ocorre praticamente ao longo de todo o ano nas três áreas com picos de floração em dezembro na Mata de Santa Genebra e Unicamp e em janeiro na Serra do Japi (Figura 5, Tabela 2). A produção de inflorescências relacionou-se positivamente com a temperatura, com maior número de palmeiras com flores nos meses mais quentes. Os efeitos do aumento da temperatura ocorreram no mesmo mês na Mata de Santa Genebra ( $r = 0,633$ ,  $p = 0,005$ ) e Unicamp ( $r = 0,690$ ,  $p = 0,006$ ), mas na Serra do Japi o efeito se dá no mês seguinte ao aumento da temperatura ( $r = 0,752$ ,  $p = 0,0002$ ). O mesmo padrão foi observado nas correlações entre pluviosidade e produção de flores, com o efeito ocorrendo no mesmo mês para Mata de Santa Genebra ( $r = 0,703$ ,  $p = 0,001$ ) e Unicamp ( $r = 0,641$ ,  $p = 0,004$ ), e com um mês de defasagem na Serra do Japi ( $r = 0,724$ ,  $p = 0,0005$ ) (Anexo1).

A produção de frutos imaturos também foi registrada ao longo de todo o ano, e o pico de palmeiras com cachos portando essa fenofase foi registrado cerca de um mês após a produção de flores em janeiro na Mata de Santa Genebra e Unicamp e fevereiro na Serra do Japi (Tabela 2). A produção de frutos imaturos não esteve relacionada à temperatura na Unicamp, mas essa relação foi encontrada na Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. O aumento da temperatura foi acompanhado de aumento na quantidade de palmeiras com frutos imaturos no mesmo mês na Mata de Santa Genebra ( $r = 0,768$ ,  $p = 0,0002$ ) e com dois meses de defasagem na Serra do Japi ( $r = 0,680$ ,  $p = 0,001$ ) (Anexo 1). Não houve relação entre a pluviosidade e frutos imaturos na Unicamp, porém foram encontradas mais palmeiras com frutos imaturos um mês após o aumento da pluviosidade na Mata de Santa Genebra ( $r = 0,715$ ,  $p = 0,001$ ) e após dois meses na Serra do Japi ( $r = 0,585$ ,  $p = 0,008$ ).

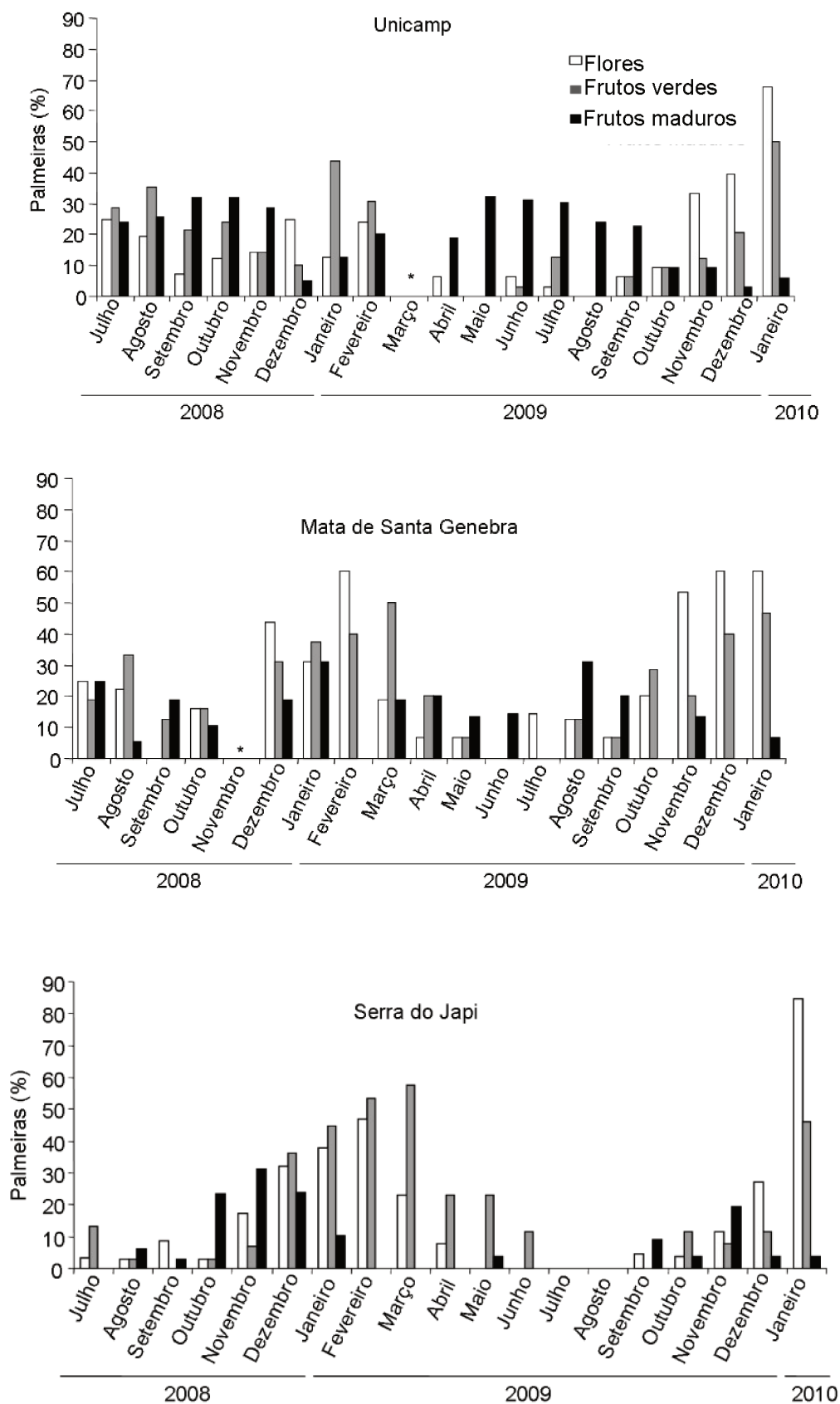
A produção de frutos maduros ocorreu ao longo de todo o ano na Unicamp e na Mata de Santa Genebra. O pico de frutos maduros nessas áreas ocorreu no mês de julho, embora o comprimento do vetor seja pequeno, indicando baixa sazonalidade. A produção de frutos maduros apresentou relação

negativa com a temperatura no mesmo mês ( $r = -0,548$ ,  $p = 0,018$ ) e pluviosidade, não havendo defasagem nítida, mas com ligeira tendência para um mês ( $r = -0,723$ ,  $p = 0,0007$ ) na Unicamp (Anexo 1). Por outro lado, não foi encontrada relação entre produção de frutos maduros e as variáveis climáticas na Mata de Santa Genebra. Na Serra do Japi, a produção de frutos maduros apresentou relação positiva com a temperatura ( $r = 0,517$ ,  $p = 0,02$ ) e pluviosidade ( $r = 0,485$ ,  $p = 0,035$ ) no mesmo mês (Anexo 1), e com o pico da produção de frutos maduros ocorrendo no mês de novembro (Tabela 2).



**Tabela 2.** Resultados das análises de estatística circular para a ocorrência de picos fenológicos de *Syagrus romanzoffiana* no campus da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. O teste de Rayleigh foi realizado com nível de significância de 0,05.

|                             |                          | <b>Unicamp</b>        | <b>Mata de Santa Genebra</b> | <b>Serra do Japi</b>  |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
| Produção de Flores          | Ângulo médio ( $\mu$ )   | 345,59°<br>(Dezembro) | 358,41°<br>(Dezembro)        | 21,09°<br>(Janeiro)   |
|                             | Desvio padrão circular   | 73,12°                | 68,76°                       | 46,77°                |
|                             | Comprimento do vetor (r) | 0,44                  | 0,49                         | 0,72                  |
|                             | Teste de Rayleigh (P)    | < 0,001               | < 0,001                      | < 0,001               |
| Produção de Frutos Imaturos | Ângulo médio ( $\mu$ )   | 339,37°<br>(Dezembro) | 17,65°<br>(Janeiro)          | 56,25°<br>(Fevereiro) |
|                             | Desvio padrão circular   | 92,97°                | 78,37°                       | 59,29°                |
|                             | Comprimento do vetor (r) | 0,27                  | 0,39                         | 0,59                  |
|                             | Teste de Rayleigh (P)    | < 0,001               | < 0,001                      | < 0,001               |
| Produção de Frutos Maduros  | Ângulo médio ( $\mu$ )   | 197,72°<br>(Julho)    | 186,19°<br>(Julho)           | 311,65°<br>(Novembro) |
|                             | Desvio padrão circular   | 90,86°                | 114,80°                      | 46,19°                |
|                             | Comprimento do vetor (r) | 0,28                  | 0,13                         | 0,72                  |
|                             | Teste de Rayleigh (P)    | < 0,001               | 0,05                         | < 0,001               |



**Figura 5.** Porcentagens de palmeiras portando cada uma das fenofases reprodutivas (flores, frutos imaturos e frutos

maduros) no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. (\*) não houve coletas de dados.

### **- Predação de sementes pré-dispersão por *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) e ataque por vespas parasitóides**

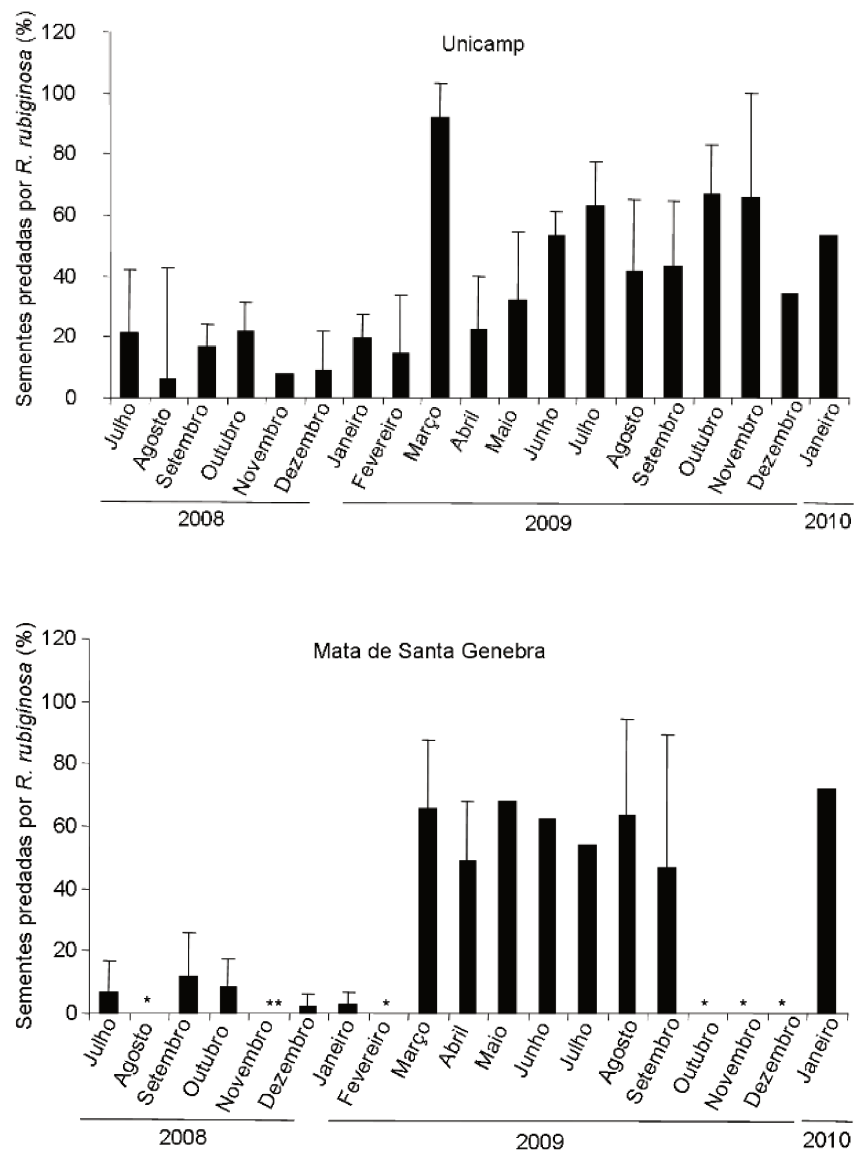
Como a estimativa de predação pré-dispersão por *R. rubiginosa* foi feita baseada na coleta de frutos maduros e a produção desses variou entre as áreas, não foi possível comparar estatisticamente a predação mensal entre os três locais, pois a medida de predação foi restringida pela disponibilidade de frutos maduros. Isso não significa necessariamente que não houve oviposição por besouros nos frutos imaturos quatro meses antes da coleta dos dados. As médias mensais de predação pré-dispersão por *R. rubiginosa* baseada na emergência das larvas em cada área e estão dispostas na Figura 6.

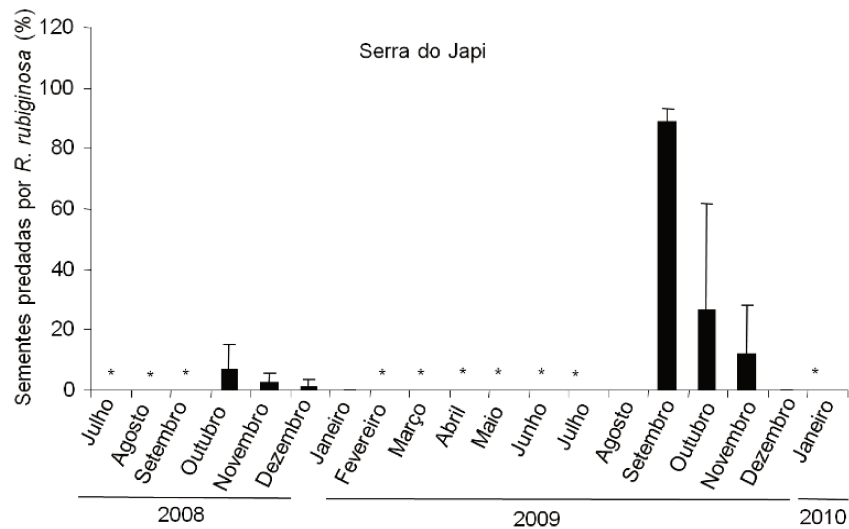
A porcentagem de sementes predadas ao longo do ano diferiu entre as áreas ( $\chi^2_{(2)} = 454$ ,  $p < 0,001$ ), sendo maior que o esperado na Mata de Santa Genebra onde 31% das 2853 sementes coletadas durante o estudo estavam predadas e Unicamp, com a predação atingindo 30 % das sementes em um total de 7984 coletadas. Na Serra do Japi a infestação por *R. rubiginosa* foi quase três vezes menor que nas outras áreas e abaixo do esperado, com somente 11% das 4052 sementes predadas (Figuras 6, 7).

Na Unicamp a infestação de frutos imaturos por *R. rubiginosa* ocorreu em todos os meses, e embora na análise de estatística circular o valor do teste de Rayleigh tenha sido significativo, indicando que a predação não se distribui uniformemente ao longo do ano, o comprimento do vetor ( $r$ ) é de apenas 0,1, (Tabela 3) indicando baixa sazonalidade. A maior concentração de ataque foi registrada entre os meses de março e maio, o que resulta em maior emergência de larvas no segundo semestre (Figura 6). Na Mata de Santa Genebra a infestação das sementes por *R. rubiginosa* também ocorreu ao longo de todos os meses e o pico encontra-se no mês de fevereiro, o que também

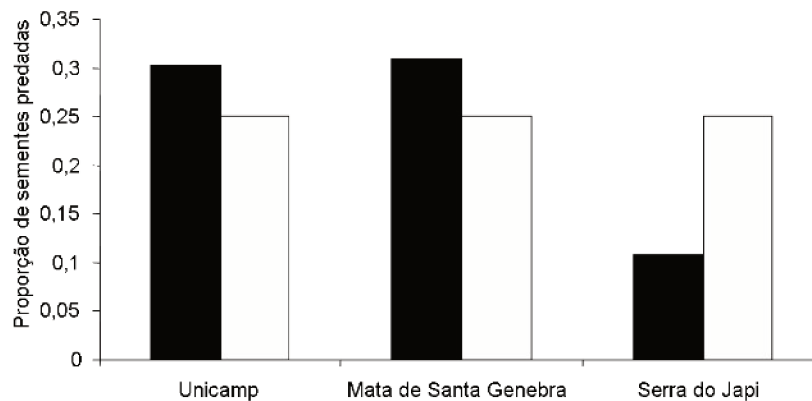
resultaria em maior quantidade de larvas deixando as sementes no segundo semestre, como observado na emergência mensal de larvas nessa área (Figura 6).

Na Serra do Japi, o pico de ataque de besouros a frutos imaturos ocorreu no mês de maio, com mais larvas emergindo no segundo semestre. No entanto, como o período de ataque pelo besouro é estimado a partir da coleta de frutos maduros e o encontro desses ocorreu em poucas ocasiões na Serra do Japi, o pico de ataque por besouros nessa área pode ter sido influenciado, embora esteja dentro do intervalo de confiança de predação observada na Unicamp (Tabela 3).





**Figura 6.** Predação média mensal de sementes de *S. romanzoffiana* por *Revena rubiginosa* (Curculionidae) baseada no mês em que as larvas emergiram das sementes no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. (\*) ausência de cachos com frutos maduros (\*\*) não houve coleta de dados.



**Figura 7.** Diferenças na proporção de sementes predadas pré-dispersão por *Revena rubiginosa* (Curculionidae) no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. As barras pretas representam a predação observada, enquanto as barras brancas a predação esperada.

A disponibilidade de frutos imaturos no período de oviposição pelo besouro não influenciou as taxas mensais de predação, uma vez que não foi encontrada relação entre tais variáveis nas três áreas, Unicamp ( $r = -0,468$ ,  $p = 0,14$ ), Mata de Santa Genebra ( $r = 0,298$ ,  $p = 0,403$ ) e Serra do Japi ( $r = 0,600$ ,  $p = 0,400$ ). O ataque por *R. rubiginosa* não esteve relaciona

do à temperatura ou pluviosidade na Mata de Santa Genebra e na Unicamp, mas foi encontrada relação positiva entre o período de oviposição e a temperatura com dois meses de defasagem ( $r=0,827$ ,  $p= 0,003$ ) na Serra do Japi (Anexo 2).

**Tabela 3.** Resultados das análises de estatística circular para a ocorrência de picos de predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana* por *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) e de ataque de vespas parasitóides às larvas no campus da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. O teste de Rayleigh foi realizado com nível de significância de 0,05.

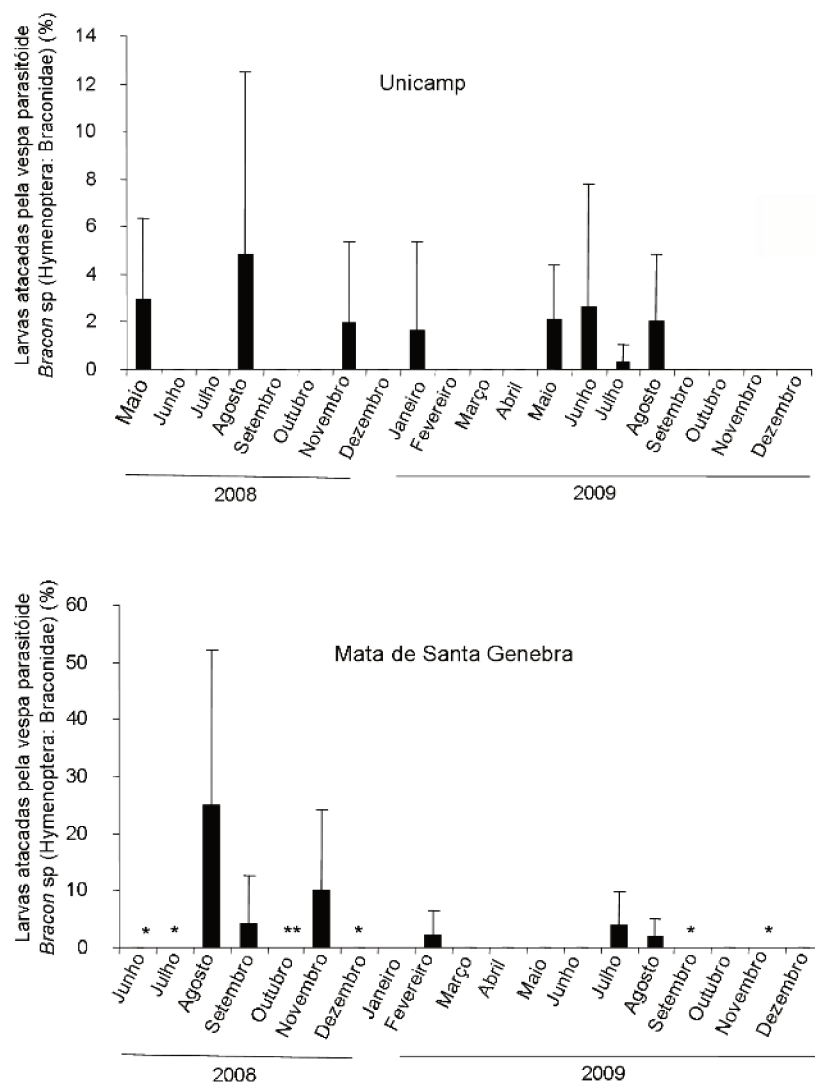
|                                                                |                          | Unicamp            | Mata de Santa Genebra | Serra do Japi     |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| Predação de sementes por <i>Revena rubiginosa</i>              | Ângulo médio ( $\mu$ )   | 111,55°<br>(Abril) | 42,03°<br>(Fevereiro) | 146,20°<br>(Maio) |
|                                                                | Desvio padrão circular   | 121,95°            | 33,46°                | 23,15°            |
|                                                                | Comprimento do vetor (r) | 0,104              | 0,41                  | 0,92              |
|                                                                | Teste de Rayleigh (P)    | 0,018              | < 0,001               | < 0,001           |
| Ataque de vespas parasitóides a larvas de <i>R. rubiginosa</i> | Ângulo médio ( $\mu$ )   | 208,45°<br>(Julho) | 284,15°<br>(Outubro)  |                   |
|                                                                | Desvio padrão circular   | 94,04°             | 55,15°                |                   |
|                                                                | Comprimento do vetor (r) | 0,26               | 0,63                  |                   |
|                                                                | Teste de Rayleigh (P)    | 0,52               | < 0,001               |                   |

A larva do curculionídeo *R. rubiginosa* foi atacada por vespas parasitóides dos gêneros de *Bracon* (Hymenoptera: Braconidae) e *Calliephialtes* (Hymenoptera: Ichneumonidae), tanto das sementes oriundas da Mata de Santa Genebra quanto da Unicamp. O gênero *Bracon* foi registrado em todos os meses em que houve ataque, enquanto para *Calliephialtes* foram encontrados apenas três indivíduos no mês de setembro de 2008. Não foram encontradas evidências de larvas atacadas por parasitóides na Serra do Japi.

O ataque de parasitóides às larvas de *R. rubiginosa* ocorreu em vários meses ao longo do ano, não apresentando sinais de sazonalidade na Unicamp (teste de Rayleigh  $p = 0,52$ ). Na Mata de

Santa Genebra não foi possível avaliar o ataque das vespas referente aos meses de julho de 2008, janeiro, setembro e novembro de 2009, por não haver frutos maduros para a coleta nos meses de agosto de 2008 e fevereiro, outubro e dezembro de 2009 (Figura 8).

Não foi encontrada relação entre a taxa de ataque por parasitóides e a taxa de predação de sementes de *S. romanzoffiana* por *R. rubiginosa* na Unicamp ( $r = 0,018$ ,  $p = 0,945$ ) e Mata de Santa Genebra ( $r = -0,153$ ,  $p = 0,586$ ). No entanto, o ataque às larvas por vespas parasitóides, considerando o período do ataque (um mês antes da coleta de dados), pode ser influenciado pelo clima. Foi encontrada relação negativa entre a possível data de oviposição dos parasitóides e a temperatura no mesmo mês na Unicamp ( $r = -0,467$ ,  $p = 0,038$ ) e com dois meses de defasagem na Mata de Santa Genebra ( $r = -0,559$ ,  $p = 0,0376$ ). Não foi encontrada relação entre o ataque de parasitóides e a pluviosidade na Unicamp, mas há relação negativa entre as variáveis na Mata de Santa Genebra com defasagem de três meses ( $r = -0,550$ ,  $p = 0,041$ ) (Anexo 2).



**Figura 8.** Porcentagem média e desvio padrão de larvas de *Revena rubiginosa* (Curculionidae) atacadas pela vespa parasitóide *Bracon* sp no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp e Reserva Municipal Mata de Santa Genebra. As barras pretas representam o mês em que o ataque ocorreu (um mês antes da coleta dos frutos maduros) segundo Alves-Costa & Knogge (2005). (\*) ausência de cachos com frutos maduros (\*\*) não houve coleta de dados.

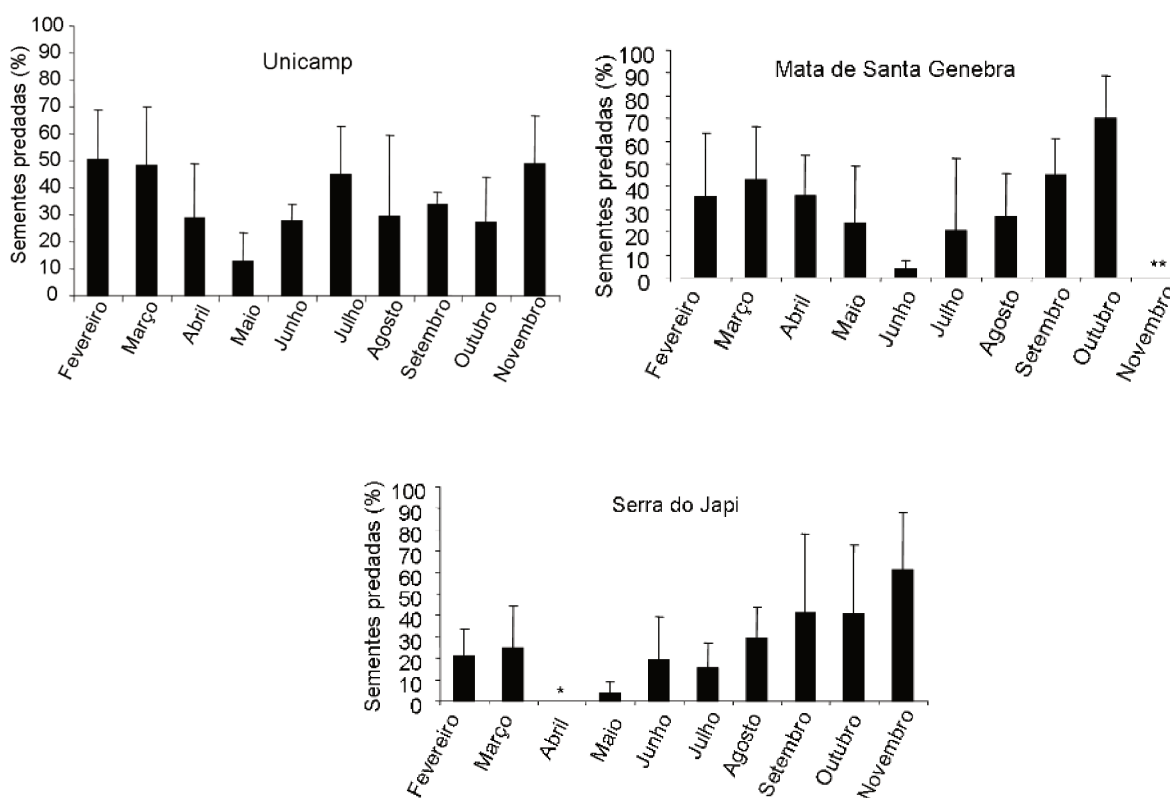
#### - Predação de sementes pós-dispersão e ataque de parasitóides à larvas de besouros bruquídeos

Três espécies de besouros foram registradas predando sementes pós-dispersas de *S. romanzoffiana* nas três áreas, *Pachymerus cardo* e *P. nucleorum*, ambas pertencentes à família Bruchidae e *Coccotrypes dactyliperda* que pertence à família Scolytidae. Grande parte das sementes predadas por bruquídeos só pode ter a predação registrada, após a quebra das sementes. As larvas em

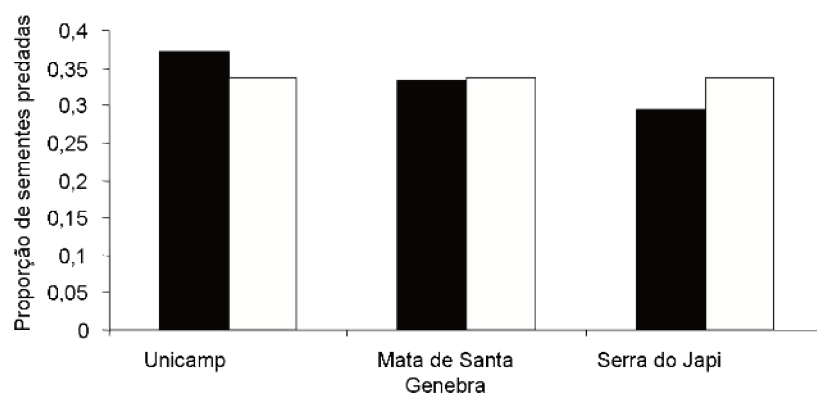


diversos estágios de desenvolvimento e pupas encontradas foram identificadas.

A predação de sementes pós-dispersão por besouros, ou seja, a porcentagem total de sementes predadas, difere entre as áreas ( $\chi^2_{(2)} = 23,73$ ,  $p < 0,001$ ), sendo maior que o esperado na Unicamp, próximo ao esperado na Mata de Santa Genebra e abaixo do esperado na Serra do Japi (Figuras 9 e 10). A predação de sementes foi maior na Unicamp e menor na Serra do Japi, com 37% das 3408 sementes dispostas na Unicamp tendo sido predadas, 33% das 2920 na Mata de Santa Genebra e 30% das 2301 na Serra do Japi.



**Figura 9.** Porcentagem de sementes predadas pós-dispersão por besouros no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. Os dados são referentes aos meses em que os frutos foram dispostos no campo. (\*) gaiolas com frutos desapareceram (\*\*) não houve coleta de dados.



**Figura 10.** Proporção de sementes predadas pós-dispersão por besouros no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. As barras pretas representam a predação observada, enquanto as barras brancas a predação esperada.

Nas três áreas não houve relação entre a porcentagem de sementes predadas pós-dispersão e porcentagem de sementes predadas pré-dispersão por *R. rubiginosa* (Unicamp  $R = 0,666$ ;  $p = 0,855$ , Santa Genebra  $R = -0,286$ ;  $p = 0,534$ , Serra do Japi  $R = -0,800$ ;  $p = 0,200$ ). A produção de frutos maduros, baseada na porcentagem de palmeiras apresentando tal fenofase, também não influenciou na predação de sementes pós-dispersão (Unicamp  $R = -0,335$ ;  $p = 0,378$ , Santa Genebra  $R = 0,119$ ;  $p = 0,760$ , Serra do Japi  $R = 0,587$ ;  $p = 0,096$ ), indicando que a predação por besouros não está relacionada à disponibilidade de frutos. No entanto, a temperatura e a predação de sementes pós-dispersão estiveram negativamente correlacionadas com três meses de defasagem na Mata de Santa Genebra ( $r = -0,745$ ,  $p = 0,008$ ) e na Serra do Japi ( $r = -0,836$ ,  $p = 0,001$ ).

Considerando apenas as sementes predadas, a predação por besouros da família Bruchidae também diferiu entre as áreas ( $\chi^2_{(2)} = 880,25$ ,  $p < 0,001$ ). Enquanto bruquídeos atacaram 97% das 1264 sementes predadas na Unicamp, somente 31% das 970 sementes predadas na Santa Genebra e 2% das 679 sementes predadas na Serra do Japi foram predadas por tais besouros.

O ataque mensal de sementes por bruquídeos não apresentou relação com a produção mensal de frutos maduros de *S. romanzoffiana* em nenhuma das três áreas (Unicamp  $r = 0,211$ ,  $p = 0,586$ ;

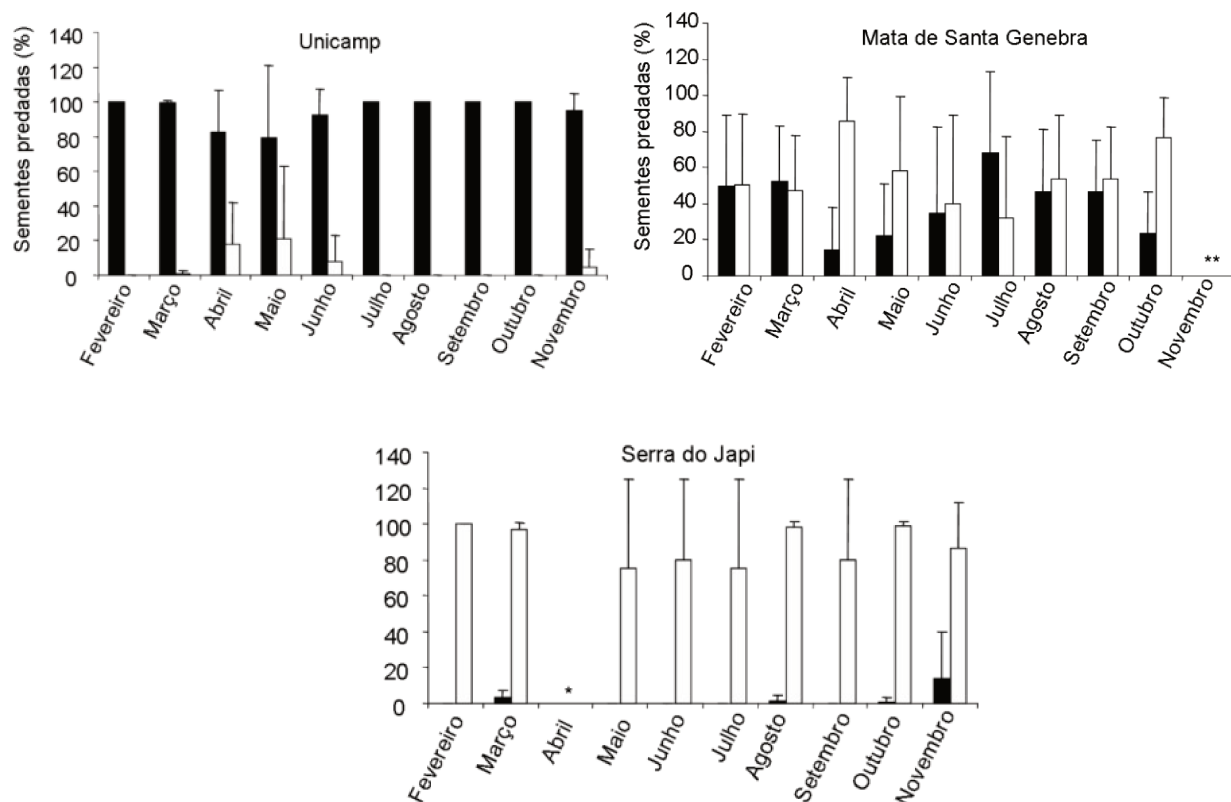
Mata de Santa Genebra  $r = 0,179$ ,  $p = 0,645$ ; Serra do Japi  $r = -0,385$ ,  $p = 0,306$ ). Também não foi encontrada relação entre a porcentagem mensal de sementes predadas por bruquídeos e a porcentagem mensal de sementes predadas pré-dispersão (Unicamp  $R = -0,258$ ,  $p = 0,472$ ; Mata de Santa Genebra  $R = -0,321$ ,  $p = 0,482$ ; Serra do Japi  $R = 0,261$ ,  $p = 0,467$ ).

A infestação de sementes por bruquídeos esteve positivamente relacionada a fatores climáticos em algumas áreas. A porcentagem mensal de sementes atacadas por bruquídeos apresentou relação com a temperatura no mesmo mês na Mata de Santa Genebra ( $r = 0,666$ ,  $p = 0,049$ ) e com a pluviosidade com um mês de defasagem na Unicamp ( $r = 0,712$ ,  $p = 0,018$ ) (Anexo 3). Em todas as correlações utilizando dados mensais, os meses considerados foram aqueles nos quais as sementes foram dispostas no campo.

O restante das sementes predadas foi atacado pelo escolítídeo *Coccotrypes dactyliperda*, que, como os demais besouros, apresentou diferenças nas taxas de predação entre áreas ( $X^2_{(2)} = 620,62$ ,  $p < 0,001$ ). Ao contrário do observado para bruquídeos, a predação por escolítídeos foi maior na Serra do Japi com 98% das sementes predadas tendo sido infestadas por *C. dactyliperda*, seguida pela Mata de Santa Genebra com 69% e Unicamp com a menor predação de sementes por escolítídeos com apenas 3% das sementes atacadas. Na Figura 11 estão dispostas as taxas mensais de sementes atacadas por bruquídeos e escolítídeos nas três áreas.

A porcentagem de palmeiras portando frutos maduros também não influenciou a predação por escolítídeos (Unicamp  $R = 0,055$ ;  $p = 0,888$ , Santa Genebra  $R = -0,136$ ;  $p = 0,727$ , Serra do Japi  $R = 0,587$ ;  $p = 0,096$ ). A porcentagem de sementes predadas por *C. dactyliperda* não teve relação com a porcentagem de sementes predadas pré-dispersão por *R. rubiginosa* nas três áreas (Unicamp  $R = -0,149$ ;  $p = 0,682$ ; Santa Genebra  $R = -0,286$ ;  $p = 0,535$ , Serra do Japi  $R = -0,800$ ;  $p = 0,200$ ). O mesmo foi encontrado para a predação por predação por bruquídeos (Unicamp  $R = -0,498$ ;  $p = 0,143$ ; Santa Genebra  $R = 0,500$ ;  $p = 0,170$ , Serra do Japi  $R = 0,621$ ;  $p = 0,074$ ), indicando que não há competição

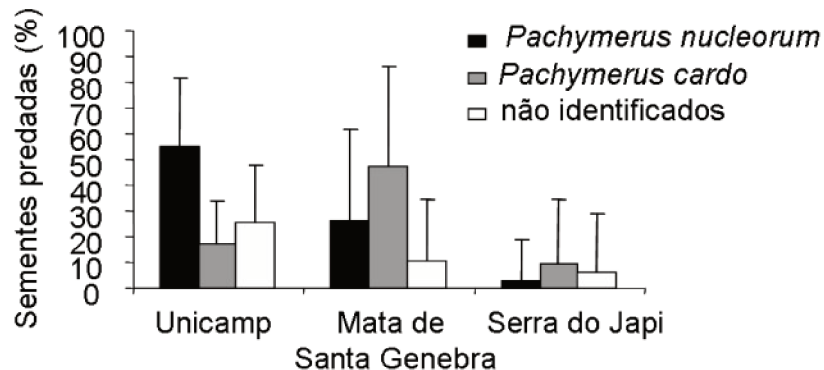
entre os besouros. No entanto, o ataque por escolitídeos apresentou relação negativa com três meses de defasagem na Serra do Japi ( $r = -0,833$ ,  $p = 0,052$ ), relação positiva com dois meses de defasagem na Unicamp ( $r = 0,717$ ,  $p = 0,019$ ) e no mesmo mês na Mata de Santa Genebra ( $r = 0,683$ ,  $p = 0,042$ ) (Anexo 3).



**Figura 11.** Porcentagem mensal de sementes atacadas pós-dispersão por besouros bruquídeos (barras pretas) e por besouros escolitídeos (barras brancas) no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. Os dados são referentes aos meses em que os frutos foram dispostos no campo. (\*) gaiolas com frutos desapareceram (\*\*) não houve coleta de dados.

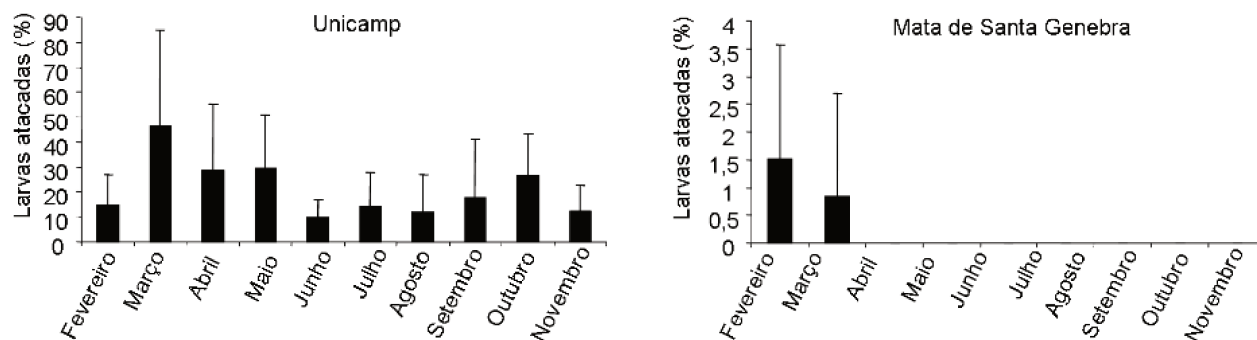
Embora nem todos os bruquídeos tenham sido identificados, devido alto grau de deterioração da larva ou ataque de parasitóides, a predação por cada espécie de bruquídeo também diferiu de acordo com área ( $\chi^2_{(2)} = 102,28$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 12). A predação por *Pachymerus nucleorum* foi maior que o esperado na Unicamp e menor que o esperado nos fragmentos florestais. O contrário foi encontrado para *P. cardo*, que foi menor que o esperado na Unicamp e maior que o esperado nos

fragmentos. Após a remoção das gaiolas do campo, em muitas ocasiões, foi constatado que os besouros já haviam deixado a semente. Como o tempo de desenvolvimento do bruquídeo *P. cardo* é de cerca quatro meses e de *P. nucleorum* de sete meses (Casari & Pereira 1997) e as gaiolas contendo frutos maduros permaneceram no campo por quatro meses e, pressupôs-se que as sementes vazias foram predadas por *P. cardo*.



**Figura 12.** Porcentagem de sementes predadas pelos besouros bruquídeos *Pachymerus nucleorum* e *P. cardo* dentre o total de sementes predadas, no campus da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi.

Houve registro de ataque às larvas dos besouros bruquídeos por vespas parasitóides na Unicamp e Mata de Santa Genebra, sendo estes parasitóides pertencentes ao gênero *Heterospilus* (Hymenoptera: Doryctinae) (Figura 13). Não foi registrado evidências de bruquídeos atacados por parasitóides na Serra do Japi. Não houve relação entre a taxa de ataque por parasitóides e a taxa de predação de sementes de *S. romanzoffiana* por bruquídeos na Unicamp ( $R = -0,103$ ;  $p = 0,777$ ) e na Mata de Santa Genebra ( $R = 0,388$ ;  $p = 0,302$ ). Como não há como afirmar quando ocorreu o ataque das larvas por vespas parasitóides não foi possível estabelecer relação entre clima e oviposição pela vespa.

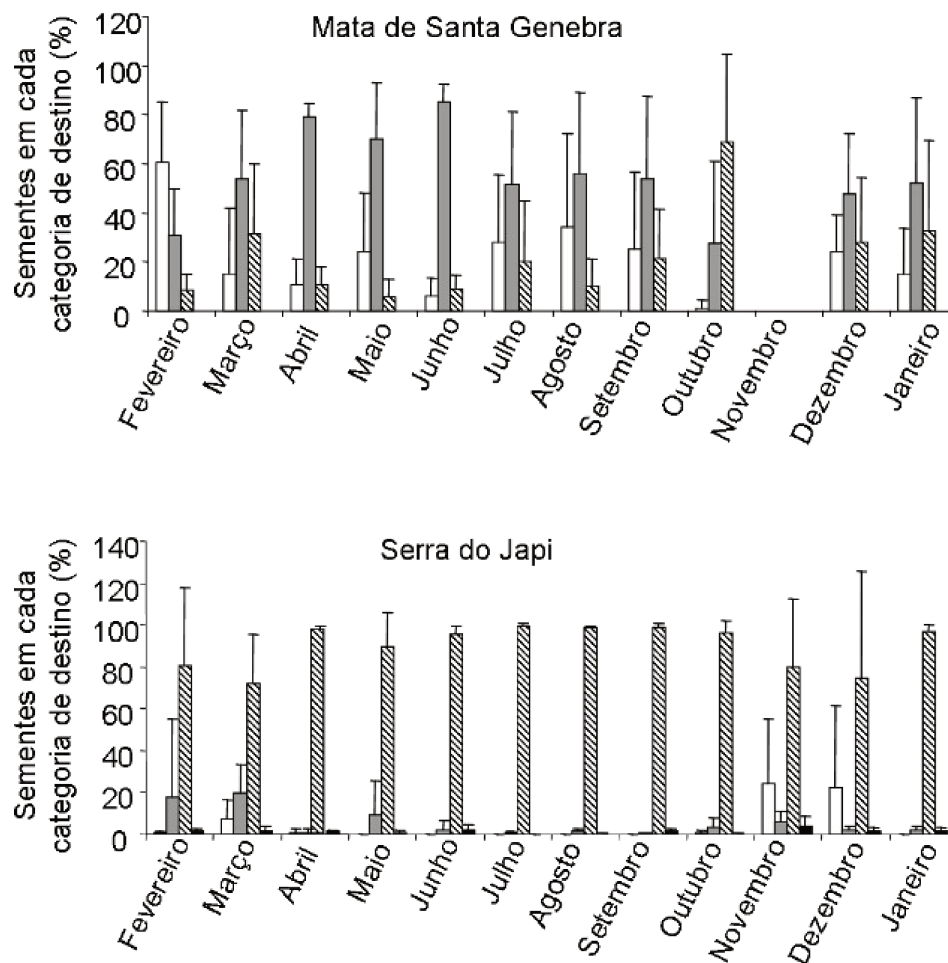


**Figura 13.** Porcentagem média mensal e desvio padrão de larvas de besouros da família Bruchidae atacadas por vespas parasitóides do gênero *Heterospilus* (Doryctinae). As barras representam os meses em que as sementes foram dispostas no campo à predação.

#### - Taxa de remoção e predação de frutos e sementes por vertebrados sob a planta-mãe

O consumo de frutos e sementes de *S. romanzoffiana* por vertebrados diferiu entre a Serra do Japi e Mata de Santa Genebra. A porcentagem de frutos maduros em cada categoria de destino (Intacto, Chupado, Removido e Predado) variou de acordo com a área e o mês em que o experimento foi realizado (Interação R1\*Destino\*Área:  $F_{30,320} = 3,171$ ,  $p < 0,00001$ ) (Figura 15). Na Mata de Santa Genebra foi mais comum o acúmulo de frutos intactos ou chupados sob a planta-mãe. Na Serra do Japi o destino mais freqüente dos frutos foi a remoção dos mesmos, atingindo mais de 90% dos frutos na maioria dos meses, enquanto na Santa Genebra apenas no mês de outubro foi registrado mais que 50% dos frutos removidos. Na Serra do Japi a variação entre os meses foi pequena, já no caso da Mata de Santa Genebra a porcentagem de frutos em cada categoria se alterou durante o ano (Figura 14).

Embora poucos frutos tenham sido encontrados nas estações experimentais apresentando o endocarpo quebrado, ou seja, com a semente predada, mais sementes devem ter sido predadas. Os frutos na categoria removidos podem ter sido tanto dispersos quanto predados. Só foram encontradas sementes predadas na Serra do Japi e as marcas deixadas nas sementes eram referentes à predação por esquilos.



**Figura 14.** Porcentagem média de destino de frutos maduros de *Syagrus romanzoffiana* sob a planta-mãe nos fragmentos florestais Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. As barras brancas representam frutos que permaneceram intactos sob a planta, as cinzas frutos chupados não-dispersos, as barras hachuradas representam frutos removidos e as pretas as sementes que foram encontradas predadas no local.

## Discussão

O local influenciou tanto a produção de frutos quanto a predação de sementes, embora a produção de flores e frutos imaturos de *Syagrus romanzoffiana* tenha sido semelhante nas três áreas. A produção de frutos maduros na Serra do Japi foi particularmente diferente em relação às outras duas áreas de estudo. A floração, embora ocorrendo ao longo de muitos meses, apresentou maior intensidade no período úmido, e na Serra do Japi ocorreu no período superúmido, de setembro a março. Mesmo havendo pequenas divergências quanto ao pico da fenofase, o padrão de floração observado

corroborar com as informações fenológicas descritas previamente para essa espécie (Lorenzi 2000, Genini *et al.* 2009) e com o padrão geral encontrado para outras espécies de palmeiras (Peres 1994, Genini *et al.* 2009). A produção de frutos verdes ocorreu ao longo de todo o ano nas três localidades seguindo a floração.

Devido ao padrão semelhante na floração e produção de frutos verdes nas três áreas, era esperada também uma semelhança quanto à oferta de frutos maduros. A Unicamp e a Mata de Santa Genebra apresentaram palmeiras com cachos de frutos maduros quase que o ano inteiro, sendo maior na primeira e com picos de maturação no período seco. As mudas das palmeiras da Unicamp, provavelmente, foram compradas e possuem características de populações provenientes de diversos locais, o que explicaria, aliada à maior disponibilidade de luz nessa área, a maior produção de frutos maduros em relação à Mata de Santa Genebra, já que os dois locais estão sujeitos às mesmas condições climáticas. Entretanto, como há poucos consumidores de jerivá na Unicamp, pode ser que o registro da ocorrência de frutos maduros seja facilitado, visto que não há remoção, contrastando com os fragmentos onde há animais se alimentando de frutos verdes e maduros diretamente dos cachos ou do chão.

Na Serra do Japi um padrão inesperado para palmeiras foi observado, uma vez que frutos maduros foram encontrados em sua maioria apenas no período úmido e superúmido, entre setembro e janeiro, enquanto o período de maturação dos frutos descrito por Lorenzi (2000) é de fevereiro a agosto.

A produção de novos cachos de frutos, ou seja, de frutos verdes, na Serra do Japi começou a aumentar em dezembro com pico entre fevereiro e março. Assim, de acordo com o período de desenvolvimento dos frutos, era esperado que frutos maduros começassem a surgir a partir de maio, com pico entre julho e agosto, o que não foi encontrado. O provável destino dos frutos verdes produzidos no primeiro semestre deve ser a predação por esquilos, visto que é muito comum observar,



na Serra do Japi, esquilos (*Sciurus ingrami*) consumindo em poucos dias cachos inteiros de frutos verdes de jerivá, possuindo entre três e cinco meses de desenvolvimento (Cortinóz, J. R. observação pessoal). Padrão semelhante foi encontrado por Alves-Costa (2004) onde, em algumas áreas nas quais a densidade de esquilos era alta não foi observada produção de frutos maduros, o que a autora também atribuiu ao consumo de frutos verdes por esquilos. Esquilos são predadores freqüentes das sementes de *S. romanzoffiana*, consumindo o endosperma das sementes de frutos verdes, maduros e secos, compondo até 70% da sua dieta com frutos e sementes de jerivá (Galetti *et al.* 1992, Paschoal & Galetti 1995, Alvarenga & Talamoni 2006).

Esquilos possivelmente consomem frutos verdes principalmente durante a estação seca, quando a disponibilidade de recursos para vertebrados frugívoros na área é reduzida (Morellato 1992). Na estação úmida, com o aumento de espécies zoocóricas frutificando (Morellato 1992), os esquilos diversificariam sua dieta consumindo outros itens alimentares, permitindo o amadurecimento dos frutos de jerivá. O trabalho de Paschoal e Galetti (1995) realizado na Mata de Santa Genebra, onde no período de realização do trabalho havia esquilos em alta densidade, demonstrou haver sazonalidade na dieta desses roedores. Os esquilos consumiram preferencialmente frutos e sementes de três espécies, totalizando 75% da dieta, embora tenham se alimentado de frutos de 12 famílias de plantas (Paschoal & Galetti 1995). *Syagrus romanzoffiana* foi a espécie mais consumida, compondo quase 40% da dieta dos esquilos, que consumiram as sementes no período entre abril e outubro (Paschoal & Galetti 1995), o que abrange grande parte do período em que não foram encontrados frutos maduros de jerivá na Serra do Japi, no presente trabalho. No trabalho de Alvarenga & Talamoni (2006), também é possível notar aumento no número de itens alimentares consumidos por esquilos na estação úmida, embora o trabalho tenha sido realizado apenas no período de frutificação da palmeira. Assim, talvez a disponibilidade de frutos maduros de *S. romanzoffiana* na Serra do Japi seja afetada pelo consumo de frutos verdes por esquilos durante a estação seca.

A intensa predação de sementes por esquilos pode alterar a dinâmica de populações e até interferir na comunidade. Em florestas de pinheiros na América do Norte esquilos podem alterar a sucessão ecológica em locais afetados por fogo, devido ao consumo elevado de cones de pinheiros que germinam após episódios de incêndios, em relação a locais onde esses roedores são ausentes (Benkman & Siepielski 2004). Assim, é possível que a predação de sementes de jerivá por esquilos além de influenciar a disponibilidade de frutos maduros da palmeira, ainda provavelmente, também possam alterar as interações entre a palmeira e outros dispersores e predadores de sementes, visto que os frutos e sementes deixam de estar disponíveis grande parte do ano. Essas interferências podem ser explicitadas ao se comparar as taxas de predação de sementes por besouros da Serra do Japi a da Mata de Santa Genebra e Unicamp. A predação de sementes pré e pós-dispersão por besouros foi maior Unicamp, seguida pela Mata de Santa Genebra e menor na Serra do Japi, corroborando estudos a respeito de predação de sementes, uma vez que no local maior e mais conservado a predação foi mais baixa que locais menores e menos conservados (Costa-Alves 2004, Fleury & Galetti 2006).

A predação pré-dispersão pela larva do besouro *R. rubiginosa* ocorreu ao longo de todo o ano e apenas 11% das sementes foram predadas na Serra do Japi, enquanto cerca de 30% das sementes de *S. romanzoffiana* foram predadas na Unicamp e Mata de Santa Genebra, resultado similar ao de Brewer (2001), que observou que um terço das sementes produzidas pela palmeira *Astrocaryum mexicanum* eram predadas durante o desenvolvimento do fruto, assim como Grenha e colaboradores (2008) encontraram para *Allagoptera arenaria*. Diferente dos resultados deste trabalho, Alves-Costa (2004) e Bracalioni (2009) não encontraram diferenças na predação de sementes de *S. romanzoffiana* por *R. rubiginosa* entre diferentes áreas. Beckman & Muller-Landau (2007) não encontraram diferença na predação de sementes pré-dispersão entre duas áreas com histórias de conservação distintas, mas apontam que o que diferiu foi o agente predador, sendo vertebrados os principais predadores em áreas protegidas e insetos em áreas expostas à caça, o que provavelmente ocorre para as áreas estudadas,

embora a predação por esquilos não tenha sido mensurada.

A elevada predação de sementes pelo curculionídeo na Unicamp e Mata de Santa Genebra pode ser devido a características da história de vida do besouro. O desenvolvimento da larva se completa exatamente durante o término do amadurecimento do fruto, e a mesma empupa no solo (Alves-Costa & Knogge 2005). Embora os adultos sejam alados, não há dados a respeito da capacidade de deslocamento e de registro de vôo para as espécies desse gênero (Bondar 1943). Muitas vezes os dispersores de sementes ao engolirem os frutos de *S. romanzoffiana* dispersam essas larvas (Guix & Ruiz 1995, 1997, 2000) o que por um lado pode ser visto como auxílio à dispersão de larvas (Guix & Ruiz 1997), mas pode, também, reduzir a quantidade futura de besouros adultos nas proximidades da planta-mãe. Na Unicamp, onde os dispersores são ausentes, e na Mata de Santa Genebra onde estão em menor riqueza e abundância, a grande maioria das larvas, senão todas, não é dispersa e permanece sob as plantas. Assim, podem completar seu desenvolvimento no solo, e quando adultos podem ovipor sobre frutos verdes das mesmas palmeiras cujas sementes predaram anteriormente.

Na Serra do Japi, embora estimativa mensal da predação de sementes pré-dispersão tenha sido limitada pela disponibilidade de frutos maduros, em alguns dos meses em que havia frutos maduros, o ataque por besouros destruiu cerca de 80% das sementes. Dessa maneira, talvez a predação por *R. rubiginosa* ocorra em altas taxas na Serra do Japi, e o que difere na Serra do Japi é apenas o período em que é possível quantificar a predação ou o período em que a larva é capaz de completar seu desenvolvimento, visto que não existem razões para acreditar que não haja oviposição pelos besouros sob frutos imaturos nos outros meses. Ao consumirem frutos verdes, os esquilos podem preda larvas de *R. rubiginosa*, esse tipo de predação intraguilda por esquilos e outros predadores de sementes de palmeiras já foi sugerido por outros autores (Forget *et al.* 1994, Silviu 2002, Alves-Costa 2004, Bonal & Muñoz 2007, Grenha 2010).

A presença de larvas pode aumentar as taxas de proteínas, lipídios e outros nutrientes nos

frutos (Piper 1986, Jordano 1987, Silvius & Fragoso 2002), desse modo, em períodos onde a oferta de alimento é menor, consumir sementes contendo endosperma e larva pode ser uma opção mais nutritiva para os esquilos. Se há o consumo de larvas em frutos e sementes, os frugívoros devem considerar a disponibilidade e padrões desses insetos (Silvius 2002), o que parece acontecer nesse sistema, visto que na Unicamp onde a predação pode ser medida ao longo de todo o ano, a predação por *R. rubiginosa* foi mais intensa na estação mais seca, justamente a estação na qual o consumo de frutos verdes por esquilos é maior na Serra do Japi. Assim, além de alterarem a produção de frutos maduros pela palmeira, os esquilos também devem afetar a sobrevivência de *R. rubiginosa*. Um trabalho que isole cachos de frutos verdes ou que meça o consumo desses frutos por esquilos poderá responder o quanto esses animais influenciam a disponibilidade de frutos maduros e a predação por curculionídeos na palmeira na Serra do Japi.

A taxa de mortalidade de *R. rubiginosa* é considerada baixa (Alves-Costa & Knogge 2005), talvez porque poucos vertebrados são capazes de consumir o endosperma das sementes de palmeiras, principalmente na fase pré-dispersão, e o ataque médio de parasitóides também foi baixo, embora tenha havido muita variação entre palmeiras. O ataque por vespas parasitóides ocorre no quarto instar da larva, entre o quarto e quinto mês de desenvolvimento do fruto (Alves-Costa & Knogge 2005). Nesse instar a larva começa a cortar o endocarpo lenhoso (Alves-Costa & Knogge 2005) e talvez os parasitóides se aproveitem desse orifício para depositarem seus ovos sobre a larva do curculionídeo. Na Unicamp, onde a predação de sementes foi maior e mais constante ao longo do ano, houve maior registro de ataque das vespas do gênero *Bracon* as larvas de *R. rubiginosa* do que na Santa Genebra. Embora a porcentagem de sementes predadas em alguns meses tenha sido superior na Santa Genebra em relação à Unicamp, a predação não foi constante, visto que a produção de frutos variou entre os meses.

Além disso, como parasitóides da família Braconidae tem preferência por locais abertos,

com pouco vento e temperaturas elevadas (Juillet 1960, 1964) os ataques devem ser mais freqüentes em áreas deterioradas. O ataque por parasitóides foi maior onde a predação pelo besouro foi mais intensa e onde espera-se que a remoção de frutos do cacho seja menor e a predação pré-dispersão de sementes por vertebrados inexistente, assim vespas parasitóides devem regular a população do besouro. O ataque de parasitóides não esteve relacionado com maior ou menor predação por besouros dentro de cada área, mas a relação negativa entre a porcentagem de ataque a larvas e temperatura e pluviosidade corroboram os dados de Cirelli & Dias (2003).

A predação de sementes pós-dispersão, por sua vez, parece variar de acordo com o grau de remoção dos frutos sob a planta-mãe. Onde não há remoção de sementes, como é o caso da Unicamp, a predação de sementes por besouros foi maior que nas demais áreas, onde a predação foi menor mesmo com a dispersão sendo evitada mantendo-se as sementes sob a planta através de gaiolas. Assim como a predação de sementes por besouros, a remoção de frutos por vertebrados variou entre os fragmentos. Na Santa Genebra, onde a maioria das sementes é chupada ou permanece intacta sob as palmeiras. A alta quantidade de sementes despulpadas não-dispersas nesta área, possivelmente se deve ao consumo dos frutos de jerivá por gambás, que não são bons dispersores de sementes de palmeiras, devido ao hábito de depositar grande parte das sementes sob a planta-mãe (Pimentel & Tabarelli 2004). Esse comportamento deve por sua vez influenciar o sucesso reprodutivo da palmeira, visto que na Santa Genebra a predação foi maior que na Serra do Japi, onde cerca de 90% das sementes são removidas. Esse padrão encontrado corrobora trabalhos anteriores com *Attalea maripa*, onde 97-100% dos endocarpos de frutos manuseados por primatas, roedores e ungulados (exceto antas), não são dispersos e estão sujeitos a 77% de mortalidade devido à infestação por bruquídeos (Fragoso 1997). Além da remoção das proximidades da planta-mãe, sementes também podem ser protegidas da predação pós-dispersão, quando são enterradas por pisoteio ou por besouros escarabeídeos (Silvius & Fragoso 2002).

Provavelmente, devido aos diferentes graus de remoção dos frutos por diversos dispersores

e predação das sementes por esquilos, a densidade de besouros nos fragmentos, principalmente na Serra do Japi é mantida baixa, já que a localização das sementes se torna imprevisível para os besouros. Dispersores e predadores de sementes podem atuar como competidores, mantendo baixa a quantidade de sementes disponíveis para a oviposição por besouros e ainda vertebrados predadores de sementes podem destruir as larvas dos besouros. Em *Attalea maripa* esquilos consomem sementes com e sem larvas de besouros bruquídeos, e cutias parecem preferir sementes com larva e endosperma ou apenas larvas, enquanto que porcos-do-mato consomem endocarpos de *A. maripa* preferencialmente quando há larvas e endosperma dentro do mesmo (Silvius 2002). Tais padrões de escolha de sementes podem contribuir para manter baixa a população de besouros em um dado local.

O tempo de desenvolvimento dos bruquídeos foi extremamente variável. Enquanto algumas sementes eram retiradas do campo já apresentando o orifício de saída do besouro adulto, na maioria dos casos a predação só pôde ser registrada após as sementes terem sido quebradas cerca de um ano e meio após o início do experimento. Quando se quebrou sementes de uma mesma amostra, pode-se notar larvas com grau variado de desenvolvimento, sendo que algumas vezes também foram encontradas pupas, larvas mortas de diversos tamanhos, e ainda, mesmo que raramente, também foram encontrados besouros adultos. Embora haja poucos registros de diapausa em bruquídeos (Donahaye *et al.* 1966, Ott 1991), é proposto que a diapausa ocorra na fase adulta do ciclo de vida do besouro (Donahaye *et al.* 1966, Ott 1991, Genha 2008). No entanto, o número de larvas encontradas dentro das sementes até 19 meses após os frutos terem sido dispostos no campo indica, na verdade, que uma possível diapausa ocorre na fase larval do desenvolvimento do besouro. Além disso, como a grande maioria das larvas identificadas pertencia à espécie *Pachymerus nucleorum*, provavelmente a diapausa deve ser mais freqüente nessa espécie que em *P. cardo*.

Outro padrão interessante é que comparando a predação pelas duas espécies de bruquídeos, a predação por *P. nucleorum* foi maior na Unicamp, enquanto *P. cardo* predou mais sementes nos

fragmentos florestais. Como *P. nucleorum* tem o desenvolvimento mais lento que *P. cardo* (sete e quatro meses, respectivamente), uma hipótese é que em fragmentos florestais onde há vertebrados predadores de sementes, o tempo em que besouro pode permanecer a salvo desses predadores dentro das sementes é menor que em locais onde esses são ausentes. Como esquilos são comuns na Serra do Japi e já foram na Mata de Santa Genebra, assim como cutias e pacas, pode ser que nesses locais tenham sido selecionados besouros de desenvolvimento mais rápido. Na Unicamp, como não há pressão de vertebrados predadores, ambas as espécies são encontradas com maior frequência. Outra hipótese é que *P. nucleorum* seja mais comum em área aberta, enquanto *P. cardo* seja mais comum em área fechada.

A diferença na predação pós-dispersão entre áreas é invertida para besouros escolítídeos, sendo muito baixa na Unicamp, e maior nos fragmentos. Um padrão semelhante foi encontrado por Pizo & Vieira (2004) testando a predação por escolítídeos em áreas onde há ou não a exploração de palmito. Nas áreas protegidas, ou seja, mais conservadas, a predação por escolítídeos foi maior que em áreas desprotegidas. Embora besouros escolítídeos do gênero *Coccotrypes* sejam conhecidos predadores de sementes de palmeiras (Janzen 1971, Delobel *et al.* 1995, Pizo & Simão 2001, Pizo & Vieira 2004; von Allmen *et al.* 2004), esse é o primeiro registro de predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana* por esses besouros. *C. dactyliperda* é conhecido por predação frutos verdes (Blumberg & Kehat 1982) e é tido como peste na predação de sementes da palmeira *Phoenix dactylifera*, predando mais de 50% das sementes. Fêmeas adultas perfuram o endocarpo e ovipõe em seu interior, onde as larvas se alimentam do endosperma e várias gerações podem ocorrer dentro de uma única semente (Blumberg & Kehat 1982, Vives 2004). A predação pelo escolítídeo é maior em períodos mais quentes (Vives 2004), como também foi encontrado nesse trabalho.

Visto que pouco se sabe sobre o comportamento de forrageio de besouros do gênero *Coccotrypes* (Pizo & Simão 2001), a formulação de hipóteses do porque a predação por esses besouros

é maior em locais onde há remoção e predação de sementes por vertebrados, que em locais onde as sementes permanecem sob a palmeira é prejudicada. Talvez *C. dactyliperda* seja afetado pela fragmentação e redução de habitat, uma vez que têm sido demonstrado que pode haver mudanças na composição de espécies de besouros entre fragmentos de tamanhos distintos e entre interior e borda (Didham *et al.* 1998, Davies & Margules 2002, Andresen 2003). Neste trabalho, a predação por *C. dactyliperda* foi maior nos dois fragmentos florestais e menor em área aberta. Algumas espécies de besouros são sensíveis a mudanças relacionadas à temperatura e umidade e em fragmentos menores o efeito de borda é mais intenso, sendo mais seco e quente e com serrapilheira de menor profundidade, local onde besouros podem se abrigar (Didham *et al.* 1998, Didham & Lawton 1999), talvez esses fatores afetem *C. dactyliperda*.

O mesmo argumento não é utilizado para explicar a maior predação de sementes, no menor fragmento (Santa Genebra) e em área aberta (Unicamp), pelos bruquídeos *C. cardo* e *C. nucleorum* e pelo curculionídeo *R. rubiginosa*. Há registros de bruquídeos e curculionídeos predando, respectivamente, 50% e 20% das sementes de jerivá em área com 35 mil ha e 60% e 10% em área com 1000 ha (Alves-Costa 2004), dessa forma, esses besouros não parecem ser afetados diretamente pelas mudanças causadas pela fragmentação, e sim por características de cada área.

Como observado na predação pré-dispersão, a alta predação de sementes por besouros bruquídeos na Unicamp foi seguida por alta taxa de ataque das larvas e pupas desses besouros por vespas parasitóides. Os registros existentes sobre ataque de bruquídeos por parasitóides são pontuais e pouco aprofundados. Geralmente há apenas relatos que o ataque ocorreu e não a respeito das variações ao longo do tempo (Wilson & Janzen 1972, Traveset 1992, Grenha 2008). Parasitóides têm papel importante na dinâmica de população dos bruquídeos e também das palmeiras, visto que diminuem a pressão de predação de sementes (Delobel *et al.* 1995). Devido ao desenvolvimento mais rápido de *P. cardo* em relação a *P. nucleorum* (Casari & Pereira 1997), provavelmente *P. cardo* deve ser o hospedeiro



dos parasitóides encontrados, uma vez que muitas vezes após a retirada das sementes do campo, em muitas os parasitóides já haviam emergido, ou em pouco tempo emergiam em laboratório.

Vários trabalhos demonstraram que a época de predação por bruquídeos apresenta deslocamento em relação à época de consumo de frutos por vertebrados. Bruquídeos utilizariam as sementes no início da estação de frutificação, quando há maior disponibilidade de recursos aos vertebrados (Forget *et al.* 1994, von Almen *et al.* 2004). A probabilidade de um dispersor de sementes agir como um predador parece estar relacionada à disponibilidade de alimento, pois em períodos de abundância de recursos o risco da predação de sementes é menor que em períodos de escassez de recursos (Janzen 1971, Henderson 2002). Assim, ovipondo no início da estação de frutificação, os besouros teriam chance maior de sobrevivência que ovipondo no final da estação (Forget *et al.* 1994, von Almen *et al.* 2004).

Neste estudo, o consumo de frutos foi constante ao longo do ano. Assim o deslocamento temporal parece não ocorrer para as interações entre besouros, vertebrados e frutos e sementes de *S. romanzoffiana*. Em nenhuma das quatro espécies de besouros que predam as sementes foi encontrada relação com a produção de frutos verdes ou maduros, ou com a predação por outros besouros, o que já foi encontrado para *P. nucleorum* predando *Allagoptera arenaria*, o que pode indicar que besouros predadores de sementes não apresentam regulação denso-dependente (Grenha *et al.* 2008). Entretanto, houve relação positiva com condições climáticas como pluviosidade e temperatura. Provavelmente, como as palmeiras produzem muitos frutos por cachos, deve haver saciação dos predadores, ou seja, sementes não são fatores limitantes para a predação, e sim o clima. No entanto, embora as informações de predação de sementes pós-dispersão não completem um ano de dados e praticamente em todos os meses houve predação, pode-se observar uma tendência maior na ação dos besouros em meses onde a temperatura e pluviosidade é mais elevada, enquanto o pico de frutificação de *S. romanzoffiana* ocorre nos meses mais frios e secos, o que pode sugerir um escape da palmeira à

predação de sementes por besouros. De forma geral, tanto para a produção de frutos quanto para a predação de sementes a sazonalidade parece ter maior influência na Serra do Japi.

Apesar da ausência de réplicas das áreas, o trabalho realizado permite concluir que a que a presença de vertebrados dispersores e predadores pode reduzir a predação de sementes pré e pós-dispersão por besouros, tornando o local e os vertebrados que se encontram no mesmo, bons preditores da probabilidade de uma semente ser predada ou não. Em locais desprovidos de dispersores a predação de sementes por besouros e o ataque de parasitóides às larvas é maior e mais constante ao longo do ano, que locais onde há dispersores. No entanto, o tamanho e a conservação do fragmento florestal interferem nesses padrões, uma vez que onde a dispersão de sementes ocorre em frequências mais baixas a predação por besouros é mais elevada que onde as sementes são geralmente dispersas ou predadas por vertebrados. Vertebrados predadores de sementes que predam nas fases pré e pós-dispersão dos frutos podem influenciar os períodos de disponibilidade de recursos para dispersores e predadores, além da possibilidade de predação das larvas, mantendo baixas as populações de besouros. Ainda, o consumo de frutos verdes por esquilos parece reduzir a disponibilidade de frutos maduros na Serra do Japi.

### **Referências Bibliográficas**

- Almeida, L. B., Galetti, M. 2007. Seed Dispersal and Spatial Distribution of *Attalea geraensis* (Arecaceae) in two Remnants of Cerrado in Southeastern Brazil. **Acta Oecologica**, 32: 180-187.
- Alvarenga, C.A. & Talamoni, S.A. 2005. Nests of the brazilian squirrel *Sciurus ingrami* Thomas (Rodentia, Sciuridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 22: 816-818.
- Alves-Costa, C.P. 2004. **Efeitos da defaunação de mamíferos herbívoros na comunidade vegetal**. Tese de Doutorado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.
- Alves-Costa, C.P. & Knogge, C. 2005. Larval competition in weevils *Revena rubiginosa* (Coleoptera:

- Curculionidae) preying on seeds of the palm *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). **Naturwissenschaften**, 92: 265-268.
- Andreazzi, C.S., Pires, A.S. & Fernandez, F.A.S. 2009. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. **Oecologia Brasiliensis**, 13: 554-574.
- Andresen, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, 26: 87-97.
- Beckman, N. G. & Muller-Landau, H. C. 2007. Differential Effects of Hunting on Pre-Dispersal Seed Predation and Primary and Secondary Seed Removal of Two Neotropical Tree Species. **Biotropica**, 39: 328-339.
- Benkman, C. W. & Siepielski, A. M. 2004. A keystone selective agent? Pine squirrel and the frequency of serotiny in lodgepole pine. **Ecology**, 85: 2082-2087.
- Blumberg, D & Kehat M. 1982. Biological studies of the date stone beetle, *Coccotrypes dactyliperda*. **Phytoparasitica**, 10: 73-78.
- Bonal, R. & Muñoz, A. 2007. Multi-trophic effects of ungulate intraguild predation on acorn weevils. **Oecologia**, 152: 533-540.
- Bondar, G. 1943. Notas entomológicas da Bahia XII. **Revista Brasileira de Entomologia**, 14: 94-99.
- Brewer, S. W. 2001. Predation and dispersal of large and small seeds of a tropical palm. **Oikos**, 92: 245–255.
- Brancalion, P. H. S. 2009. **Contribuição de adaptações locais e da plasticidade em sementes e plântulas para a ocorrência de *Euterpe edulis* e *Syagrus romanzoffiana* em três formações florestais do Estado de São Paulo**. Tese de doutorado. Piracicaba. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP/ESALQ.
- Casari, S. A. & Teixeira, E. P. 1997. Descriptions and biological notes of final larval instar and pupa of

- some seed beetles (Coleoptera: Bruchidae). **Annales de La Societe Entomologique de France**, 33: 295-321.
- Cirelli, K. R. N. & Penteado-Dias, A. M. 2003. Fenologia dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, 47: 99-105.
- Connell, J. H. 1971. On the role of the natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: **Dynamics of Number in Populations**. Proceedings of the advanced study institute (eds Den Boer, P. J. & Gradwell, G.). Center for Agricultural publication and documentation, Wageningen, The Netherlands, pp. 298-312.
- Crawley, M.J. 1992. Seed predators and plant population dynamics. *In* **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities** (M. Fenner, ed.). CABI, Wallingford, p.157-191.
- Davies, K. F. & Margules, C. R. 2002. Effects of habitat fragmentation on carabid beetles: experimental evidence. **Journal of Animal Ecology**, 67: 460-471.
- Delobel, A.; Couturier, G.; Kahn, F. & Nilsson, J.A. 1995. Trophic relationships between palms and bruchids (Coleoptera: Bruchidae: Pachymerini) in Peruvian Amazonia. **Amazoniana**, XIII: 209-219.
- Didham, R. K., Hammond, P. M., Lawton, J. H., Eggleton, P., Stork, N. E. 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. **Ecological Monographs**, 68: 295-323.
- Didham, R.K., & Lawton, J.H. 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica**, 31: 17-30.
- Donahaye, E.; S. Navarro & M. Calderon. 1966. Observations on the life-cycle of *Caryedon gonagra* (F.) on its natural hosts in Israel, *Acacia spriocarpa* and *A. tortilis*. **Tropical Science**, 8: 85-89.
- Facure, K.G. & Monteiro-Filho, E.L.A. 1996. Feeding habits of the Crab-eating fox, *Cerdocyon thous*

- (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southeastern Brazil. **Mammalia**, 60: 147-149.
- Fadini, R., Donatti, C., Fleury, M. & Galetti, M. 2009. Effects of frugivore impoverishment and seed predators on the recruitment of a keystone palm. **Acta Oecologica**, 35: 188-196.
- Fleury, M. & Galetti, M. 2006. Forest fragment size and microhabitat effects on palm seed predation. **Biological Conservation**, 131: 1-13.
- Forget, P. M, Munoz, E., Leigh Jr, E. G. 1994. Predation by Rodents and Bruchid Beetles on Seeds of Scheelea Palms on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, 26: 420-426.
- Fragoso, J.M.V. 1997. Tapir-generated seed shadows: scaledependent patchiness in the Amazon rain forest. **Journal of Ecology**, 85: 519–529.
- Galetti, M., Paschoal, M. & Pedroni, F. 1992. Predation on palm nut (*Syagrus romanzoffiana*) by squirrels (*Sciurus ingrami*) in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 8: 121-123.
- Galetti, M., Aleixo, A. 1998. Effects of the harvesting of a keystone palm on frugivores in the Atlantic Forest of Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 35: 286-293.
- Galetti, M., Donatti, C., Pires, A., Guimarães Jr, P. & 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: 141-149.
- Genini, J., Galetti, M & Morellato, L. P. C. 2009. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, 204:131–145.
- Grenha, 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: 50-56.
- Grenha, V. 2010. **Demografia e predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Arecaceae) em Restingas do Estado do Rio de Janeiro, RJ**. Tese de doutorado. Rio de Janeiro. Universidade

Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

- Guix, J.C.& Ruiz, X. 1995. Toucans and thrushes as potential dispersers of seed-predatory weevil larvae in southeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, 73: 745-748.
- Guix, J.C. & Ruiz, X. 1997. Weevil Larvae Dispersal by Guans in Southeastern Brazil. **Biotropica**, 29 (4): 522-525.
- Guix, J.C.& Ruiz, X. 2000. Plant-disperser-pest evolutionary triads: how widespread are they? **Orsis**, 15, 121-126.
- Henderson, A. 2002. **Evolution and Ecology of Palms**. The New York Botanical Garden Press, New York.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist**, 104: 501-528.
- Janzen, D. H. 1971. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 2: 465-492.
- Jordano, P. 1987. Avian fruit removal: effects of fruit variation, crop size, and insect damage. **Ecology**, 68: 1711–1723.
- Juillet, J. A. 1960. Some factors influencing the flight activity of hymenopterous parasites. **Canadian Journal of Zoology**, 38: 1057-1061.
- Juillet, J. A. 1964. Influence of weather on flight activity of parasitic hymenoptera. **Canadian Journal of Zoology**, 42: 1133-1141.
- Kolb, A., Ehrlén, J. & Eriksson. 2007. Ecological and evolutionary consequences of spatial and temporal variation in pre-dispersal seed predation. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, 9: 79-100.
- Kovach, W.L., 2009. **Oriana – Circular Statistics for Windows, ver. 3**. Kovach Computing Services,

Pentraeth, Wales, U.K.

Leitão-Filho, H. F. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. In **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. (L. P. C. Morellato org.), Editora da Unicamp, Campinas.

Lorenzi, H. 2000. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Editora Plantarum, vol. 1, 3<sup>a</sup> ed., 352p.

Matthes, L. A. F. 1992. **Dinâmica da sucessão secundária em mata após a ocorrência de fogo - Santa Genebra-Campinas, São Paulo**. Tese de Doutorado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, Unicamp.

Miranda, J.M.D. & Passos, F.C. 2004. Hábito alimentar de *Alouatta guariba* (Humboldt) (Primates, Atelidae) em Floresta de Araucária, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21: 821-826.

Morellato, L. P. C. 1992. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. (L. P. C. Morellato org.), Editora da Unicamp, Campinas.

Morellato, L.P.C., Talora, C.D., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, C.E.E., Zipparo, V., 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, 32: 811–823.

Ogden, J. & Powell, J. A. 1979. A quantitative description of the forest vegetation on an altitudinal gradient in the Mount Field National Park, Tasmania, and a discussion of its history and dynamics. **Australian Journal of Ecology**, 4: 293-325.

Olmos, F. 1997. Tapirs as Seed Dispersers and Predator. In: **Tapirs: status survey and conservation action plan**. Brooks, D. M., Bodmer, R. E. and Matola, S. (Eds.), pp.3-9. IUCN/SSC Tapir Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Ott, J. R. 1991. The biology of *Acanthoscelides alboscuteatus* (Coleoptera:Bruchidae) on its host

- plant, *Ludwigia alternifolia* (L.) (Onagraceae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington** 93: 641–651.
- Paschoal, M. & Galetti, M. 1995. Seasonal food use by the neotropical squirrel *Sciurus ingrami* in Southeastern Brazil. **Biotropica**, 27: 268-273.
- Passos, F.C. 1999. Dieta de um grupo de mico-leão-preto, *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan) (Mammalia, Callitrichidae), na Estação Ecológica dos Caetetus, São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 269-278.
- Peres, C. A. 1994. Composition, Density and Fruiting Phenology of Arborescent Palms in a Amazonian Terra Firme Forest. **Biotropica**, 26: 285-294.
- Pimentel, D.S. & Tabarelli, M. 2004. Seed Dispersal of the Palm *Attalea oleifera* in a Remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, 36: 74–84.
- Pinto, H.S. 1992. Clima da Serra do Japi. In: **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. (L.P.C. Morelato, ed.). Editora da UNICAMP, p.30-38.
- Piper, J. 1986. Effects of habitat and size of fruit display on removal of *Smilacina stellata* (Liliaceae). **Canadian Journal of Botany**, 64: 1050–1054.
- Pizo, M. A. e I. Simão. 2001. Seed deposition patterns and the survival of seeds and seedlings of the palm *Euterpe edulis*. **Acta Oecologica** 22: 229-233.
- Pizo, M. A. & Vieira, E. M. 2004. Palm harvesting affects seed predation of *Euterpe edulis*, a threatened palm of the Brazilian Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Biologia**, 64:669-676.
- Presch, W. 1973. A review of the tegu lizards genus *Tupinambis* (Sauria: Teiidae) from South America. **Copeia** , 4: 740-746.
- Quiroga-Castro, V.D. & Roldán, A. 2001. The Fate of *Attalea phalerata* (Palmae) Seeds Dispersed to a



Tapir Latrine. **Biotropica**, 33: 472-477.

Rocha, V.J.; Reis, N.R.; Sekiama, M.L. 2004. Dieta e dispersão de sementes por *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnívora, Canidae), em um fragmento florestal no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21: 871-876.

Rodrigues, R. R. & Shepherd, G. J. 1992. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. In: **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. (L. P. C. Morellato org.), Editora da Unicamp, Campinas.

Romero, G.Q. & Vasconcellos-Neto, J. 2003. Natural history of *Misumenops argenteus* Thomisidae): seasonality and diet on *Trichogoniopsis adenantha* (Asteraceae). **Journal of Arachnology**, 31: 297-304.

Sallabanks R. & Courtney, S. P. 1992. Frugivory, Seed Predation, and Insect-Vertebrate Interactions. **Annual Review of Entomology**, 37: 377-400.

Sazima, I. 2008. O periquito *Brotogeris tirica* come e dispersa os frutos da palmeira *Syagrus romanzoffiana* no sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, 8: 231-234.

Sazima, I. & Haddad, C.F.B. 1992. Répteis da Serra do Japi. In: Morellato, L.P.C. (Ed.), **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Universidade Estadual de Campinas/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Campinas, SP. p.212-235.

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.

Silvius, K. M. & Fragoso, J.M.V. 2002. Pulp handling by vertebrate seed dispersers increases palm seed predation by bruchid beetles in the northern Amazon. **Journal of Ecology**, 90: 1024 1032.

- Solbrech, C. & Sillen-Tullberg, B. 1986. Seed production and seed predation in a patchy and time-varying environment. Dynamics of a milkweed-tephritid fly system. **Oecologia**, 71, 51–58.
- Southgate, B. J. 1979. Biology of the Bruchidae. **Annual Review of Entomology**, 24: 449–473
- Terborgh, J. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: A. Estrada and T. H. Fleming (ed). **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 371-384.
- Traveset, A. 1992. Effect of Vertebrate Frugivores on Bruchid Beetles That Prey on *Acacia farnesiana* Seeds. **Oikos**, 63: 200-206.
- van Kinklen, R. D. & Flack, L. K. 2008. What limits predation rates by the specialist seed-feeder *Penthobruchus germaini* on an invasive shrub? **Journal of Applied Ecology**, 45: 1600-1611.
- Vives, S. G. 2004. Evolución e importancia del ataque y biología de *Coccotrypes dactyliperda* (Curculionidae: Scolytinae) perforador del fruto de la palmera datilera. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, 30: 497-506.
- von Allmen, C., L. P. C. Morellato and M. A. Pizo. 2004. **Seed predation under high seed density condition: the palm *Euterpe edulis* in the Brazilian Atlantic Forest**. **Journal of Tropical Ecology** 20: 471-474.
- Walter, F. W. & Lieth, H. 1971. Klimadiagram - Weltatlas Jena. Gustav Fisher Verlag. In H. Walter (Ed.), **Ecology of tropical and subtropical vegetation**. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- 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.
- Willson, M. F. & Whelan, C. J. 1990 Variation in Postdispersal Survival of Vertebrate-Dispersed Seeds: Effects of Density, Habitat, Location, Season, and Species. **Oikos**, 57: 191-198.
- Wright, S. J. 2003. The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. **Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics**, 6: 73-86.
- 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.

Wright, S.J. & Duber, H.C. 2001. Poachers and forest fragmentation alter seed dispersal, seed survival, and seedling recruitment in the palm *Attalea butyracea*, with implications for tropical tree diversity. **Biotropica**, 33: 583-595.

**Anexo 1.** Coeficientes de correlação de Spearman entre a porcentagem de indivíduos de *Syagrus romanzoffiana* portando cachos em cada fenofase reprodutiva e temperatura e pluviosidade com um, dois e três meses de defasagem no campus da Unicamp, na Reserva Municipal Mata de Santa Genebra e Serra do Japi. Os valores de p encontram-se entre parênteses e

resultados significativos estão em negrito.

| Fenofase       | Local                 | Variável     | Defasagem (em meses)     |                          |                      |                      |
|----------------|-----------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
|                |                       | Climática    | 0                        | 1                        | 2                    | 3                    |
| Floração       | Unicamp               | Temperatura  | 0,619 <b>(0,06)</b>      | 0,405 (0,095)            | 0183 (0,466)         | 0,126 (0,617)        |
|                |                       | Pluviosidade | 0,641 <b>(0,004)</b>     | 0,522 <b>(0,026)</b>     | 0,431 (0,074)        | 0,136 (0,592)        |
|                | Mata de Santa Genebra | Temperatura  | 0,633 <b>(0,005)</b>     | 0,365 (0,136)            | 0,202 (0,421)        | -0,087<br>(0,726)    |
|                |                       | Pluviosidade | 0,703 <b>(0,001)</b>     | 0,674 <b>(0,002)</b>     | 0,538 <b>(0,021)</b> | -0,093<br>(0,713)    |
|                | Serra do Japi         | Temperatura  | 0,727<br><b>(0,0002)</b> | 0,752<br><b>(0,0001)</b> | 0,401(0,079)         | 0,100 (0,674)        |
|                |                       | Pluviosidade | 0,646 <b>(0,003)</b>     | 0,724<br><b>(0,0005)</b> | 0,571 <b>(0,011)</b> | 0,266 (0,271)        |
|                | Unicamp               | Temperatura  | 0,407 (0,105)            | 0,327 (0,199)            | 0,238 (0,358)        | 0,108 (0,680)        |
|                |                       | Pluviosidade | 0,336 (0,188)            | 0,326 (0,202)            | 0,301 (0,240)        | 0,191 (0,462)        |
|                | Frutos Imaturos       | Temperatura  | 0,768<br><b>(0,0002)</b> | 0,692 <b>(0,001)</b>     | 0,359 (0,143)        | 0 (1)                |
|                |                       | Pluviosidade | 0,462 (0,053)            | 0,715 <b>(0,001)</b>     | 0,703 <b>(0,001)</b> | 0,389 (0,110)        |
| Frutos Maduros | Serra do Japi         | Temperatura  | 0,419 (0,065)            | 0,595 <b>(0,006)</b>     | 0,680 <b>(0,001)</b> | 0,506 <b>(0,002)</b> |
|                |                       | Pluviosidade | 0,243 (0,317)            | 0,585 <b>(0,008)</b>     | 0,569 <b>(0,011)</b> | 0,552 <b>(0,014)</b> |
|                | Unicamp               | Temperatura  | -0,548<br><b>(0,018)</b> | -0,487<br><b>(0,039)</b> | -0,169<br>(0,503)    | 0,188 (0,451)        |
|                |                       |              |                          |                          |                      |                      |

|               |              |               |               |               |         |
|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------|
|               |              | -0,678        | -0,723        | -0,669        | -0,230  |
|               | Pluviosidade | (0,001)       | (0,0007)      | (0,002)       | (0,357) |
| Mata de       |              | -0,111        | -0,131        | -0,099        | -0,185  |
| Santa         | Temperatura  | (0,656)       | (0,897)       | (0,694)       | (0,463) |
| Genebra       |              | -0,387        | -0,152        | -0,075        | -0,075  |
|               | Pluviosidade | (0,112)       | (0,547)       | (0,767)       | (0,767) |
|               | Temperatura  | 0,517 (0,020) | 0,205 (0,387) | 0,051 (0,832) | -0,303  |
| Serra do Japi |              |               |               |               | -0,377  |
|               | Pluviosidade | 0,485 (0,035) | 0,116 (0,635) | 0,001 (0,997) | (0,112) |

**Anexo 2.** Coeficientes de correlação de Spearman (temperatura e pluviosidade) entre variáveis climáticas e a porcentagem de sementes predadas por *R. rubiginosa* e o clima, e a porcentagem de larvas de *Revena rubiginosa* atacadas por vespas parasitóides com um, dois e três meses de defasagem no campus da Unicamp e na Reserva Municipal Mata de Santa Genebra. Os dados utilizados são referentes ao período de oviposição pelo besouro (quatro meses antes da coleta de frutos) e pelo parasitóide (um mês antes da coleta de frutos). Os valores de p encontram-se entre parênteses e os resultados significativos estão em negrito.

| Local | Variável | Defasagens (em meses) |
|-------|----------|-----------------------|
|-------|----------|-----------------------|

|                                        |               | <b>Climática</b> | <b>0</b>       | <b>1</b> | <b>2</b>       | <b>3</b>       |
|----------------------------------------|---------------|------------------|----------------|----------|----------------|----------------|
| Oviposição<br><i>Revena rubiginosa</i> | Unicamp       | Temperatura      | -0,070         | 0,014    | 0,009          | 0,070          |
|                                        |               | Pluviosidade     | (0,778)        | (0,954)  | (0,971)        | (0,775)        |
|                                        |               |                  | 0,140          | 0,037    | -0,175         | -0,081         |
|                                        | Santa         | Temperatura      | (0,566)        | (0,881)  | (0,472)        | (0,742)        |
|                                        |               |                  | 0,530          | 0,358    | 0,024          | 0,086          |
|                                        |               | Temperatura      | <b>(0,051)</b> | (0,214)  | (0,934)        | (0,771)        |
|                                        | Genebra       | Pluviosidade     |                | 0,222    | 0,310          | 0,257          |
|                                        |               |                  | 0,323          | (0,446)  | (0,281)        | (0,375)        |
|                                        |               | Temperatura      | (0,260)        |          |                |                |
|                                        | Serra do Japi | Pluviosidade     | -0,0365        | 0,425    | 0,827          | 0,693          |
|                                        |               |                  |                |          |                |                |
|                                        |               | Temperatura      | (0,920)        | (0,220)  | <b>(0,003)</b> | <b>(0,026)</b> |
| Ataque de<br>Parasitóide               | Unicamp       | Pluviosidade     | 0,395          | -0,563   | 0,300          | 0,180          |
|                                        |               |                  | (0,332)        | (0,146)  | (0,471)        | (0,670)        |
|                                        |               | Temperatura      | -0,467         | -0,464   | -0,046         | 0,324          |
|                                        | Santa         | Pluviosidade     | <b>(0,038)</b> | (0,648)  | (0,852)        | (0,163)        |
|                                        |               |                  | -0,219         | -0,300   | -0,282         | -0,065         |
|                                        |               | Temperatura      | (0,354)        | (0,198)  | (0,2 27)       | (0,784)        |
|                                        | Genebra       | Pluviosidade     | -0,084         | -0,646   | -0,559         | -0,470         |
|                                        |               |                  | (0,775)        | (0,226)  | <b>(0,038)</b> | (0,090)        |
|                                        |               | Temperatura      | 0,126          | -0,146   | -0,467         | -0,550         |
|                                        |               |                  | (0,666)        | (0,618)  | (0,092)        | <b>(0,041)</b> |
|                                        |               |                  |                |          |                |                |
|                                        |               |                  |                |          |                |                |
|                                        |               |                  |                |          |                |                |

**Anexo 3.** Coeficientes de correlação de Spearman entre a predação pós-dispersão de sementes de *Syagrus romanzoffiana* geral, por besouros da família Bruchidae e pelo besouro *Coccotrypes dactyliperda* (Scolytidae) e temperatura e pluviosidade com um, dois e três meses de defasagem no campus da Unicamp e na Reserva Municipal Mata de Santa Genebra. Os valores de p encontram-se entre parênteses e os resultados significativos estão em negrito.

| Predação                     | Local   | Variável Climática | Defasagem (em meses) |                   |                   |                   |
|------------------------------|---------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                              |         |                    | 0                    | 1                 | 2                 | 3                 |
| Predação Pós Dispersão Geral | Unicamp | Temperatura        | -0,010<br>(0,762)    | -0,364<br>(0,245) | -0,461<br>(0,131) | -0,552<br>(0,062) |
|                              |         | Pluviosidade       | 0,245<br>(0,443)     | 0,084<br>(0,795)  | 0,154<br>(0,633)  | -0,392<br>(0,208) |

|                       |                                 |              |                           |                           |                            |                            |                           |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Bruchidae             | Mata de Santa Genebra           | Temperatura  | 0,118<br>(0,729)          | -0,136<br>(0,689)         | -0,464<br>(0,151)          | -0,745<br>( <b>0,008</b> ) |                           |
|                       |                                 | Pluviosidade | -0,118<br>(0,729)         | -0,173<br>(0,611)         | 0,154<br>(0,650)           | 0,054<br>(0,873)           |                           |
|                       | Serra do Japi                   | Temperatura  | -0,909<br>(0,790)         | -0,400<br>(0,223)         | -0,736<br>( <b>0,010</b> ) | -0,836<br>( <b>0,001</b> ) |                           |
|                       |                                 | Pluviosidade | 0,272<br>(0,417)          | 0,018<br>(0,958)          | 0,072<br>(0,832)           | -0,481<br>(0,133)          |                           |
|                       | Unicamp                         | Temperatura  | 0,529<br>(0,143)          | 0,274<br>(0,476)          | -0,036<br>(0,926)          | -0,274<br>(0,476)          |                           |
|                       |                                 | Pluviosidade | 0,055<br>(0,889)          | 0,456<br>(0,217)          | 0,256<br>(0,507)           | -0,128<br>(0,743)          |                           |
|                       | Mata de Santa Genebra           | Temperatura  | 0,666<br>( <b>0,049</b> ) | 0,133<br>(0,732)          | -0,400<br>(0,286)          | -0,666<br>( <b>0,049</b> ) |                           |
|                       |                                 | Pluviosidade | 0,433<br>(0,244)          | 0,583<br>(0,099)          | 0,600<br>(0,088)           | 0,166<br>(0,668)           |                           |
|                       | Serra do Japi                   | Temperatura  | 0,551<br>(0,098)          | 0,006<br>(0,987)          | -0,200<br>(0,560)          | -0,297<br>(0,405)          |                           |
|                       |                                 | Pluviosidade | 0,721<br>( <b>0,018</b> ) | 0,721<br>( <b>0,018</b> ) | 0,479<br>(0,161)           | -0,176<br>(0,627)          |                           |
|                       | <i>Coccotrypes dactyliperda</i> | Unicamp      | Temperatura               | 0,123<br>(0,735)          | 0,614<br>(0,058)           | 0,718<br>( <b>0,019</b> )  | 0,575<br>( <b>0,082</b> ) |
|                       |                                 |              | Pluviosidade              | -0,459<br>(0,182)         | -0,472<br>(0,168)          | 0,200<br>(0,579)           | 0,498<br>(0,143)          |
| Mata de Santa Genebra |                                 | Temperatura  | 0,683<br>( <b>0,042</b> ) | 0,550<br>(0,125)          | 0,200<br>(0,606)           | -0,400<br>(0,286)          |                           |
|                       |                                 | Pluviosidade | 0,083<br>(0,831)          | 0,367<br>(0,332)          | 0,417<br>(0,264)           | 0,583<br>(0,099)           |                           |



---

|               |              |                  |                  |                   |                         |
|---------------|--------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------|
| Serra do Japi | Temperatura  | 0,567<br>(0,112) | 0,083<br>(0,831) | -0,500<br>(0,170) | 0,833<br><b>(0,052)</b> |
|               | Pluviosidade | 0,433<br>(0,244) | 0,133<br>(0,732) | 0,150<br>(0,700)  | -0,550<br>(0,125)       |

---



---

**SÍNTESE**

- A predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) sob a planta-mãe diferiu entre as quatro áreas estudadas. Enquanto a quantidade de sementes encontradas sem sinais de predação foi semelhante na Serra do Japi, Mata de Santa Genebra, Unicamp, essa foi menor no Bosque dos Jequitibás. Na Mata de Santa Genebra e Unicamp foram encontradas mais sementes portando sinais de predação por bruquídeos que nas demais áreas, que não diferiram entre si. Já em relação à predação por curculionídeos, que ocorre pré-dispersão, a menor taxa de sementes predadas foi encontrada na Serra do Japi, não diferindo entre as outras três áreas. Por sua vez, a predação de sementes por vertebrados foi maior na Serra do Japi e Bosque dos Jequitibás, muito baixa na Mata de Santa Genebra e ausente na Unicamp. Todas as sementes predadas por vertebrados na Serra do

Japi e Mata de Santa Genebra apresentaram sinais de predação por esquilos, os quais podem predar as sementes nas fases pré e pós-dispersão. No Bosque dos Jequitibás a maioria das sementes predadas por vertebrados foi atacada por cutias e poucas sementes apresentaram sinais de predação por esquilos. Foi encontrada relação negativa entre a predação de sementes por esquilos e cutias e a predação de sementes por bruquídeos e curculionídeos.

- A produção de flores de *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) ocorreu ao longo de todo o ano nas três áreas de estudo, com maior intensidade nos meses mais quentes e chuvosos. Os picos de produção de flores foram registrados nos meses de dezembro na Mata de Santa Genebra e Unicamp e em janeiro na Serra do Japi. A produção de frutos imaturos segue a floração, ocorrendo durante todo o ano, com picos de produção um mês após o pico das flores. Quanto à produção de frutos maduros, diferenças foram encontradas entre as áreas. Frutos maduros foram encontrados em todos os meses na Unicamp e em grande parte do ano na Mata de Santa Genebra, com maior intensidade em períodos mais frios e secos, com picos de amadurecimento ocorrendo no mês julho. Na Serra do Japi houve o registro de frutos maduros em poucos meses, com pico de amadurecimento em novembro, contrariando os padrões fenológicos já descritos para essa espécie de palmeira. A predação de sementes de *S. romanzoffiana* pelo besouro curculionídeo *Revena rubiginosa* foi maior na Unicamp e Mata de Santa Genebra, e cerca de três vezes menor na Serra do Japi. A infestação de frutos imaturos por esse besouro ocorreu em todos os meses, não apresentando relação com a produção de frutos imaturos, mas sendo maior na Serra do Japi em meses mais quentes. As larvas de *R. rubiginosa* foram atacadas por vespas parasitóides pertencentes ao gênero *Bracon* (Braconidae) na Unicamp e Mata de Santa Genebra, não havendo registros na Serra do Japi. O ataque de parasitóides ocorreu em vários meses ao longo do ano na Unicamp, e foi registrado em poucos meses na Mata de Santa Genebra, mas não apresentou em nenhuma das duas áreas relação com a

quantidade de larvas de *R. rubiginosa*, mas parece aumentar em meses mais frios e secos. A predação de sementes pós-dispersão por besouros diferiu entre as áreas, sendo maior na Unicamp, seguida pela Mata de Santa Genebra e menor na Serra do Japi. A predação de sementes pós-dispersão não variou de acordo com a predação de sementes pré-dispersão, e o mesmo foi observado para a produção de frutos maduros. Três espécies de besouros foram registradas como predadoras de sementes: os bruquídeos *Pachymerus cardo* e *P. nucleorum* e o escolítídeo *Coccotrypes dactyliperda*. A predação por bruquídeos foi maior na Unicamp, e menor na Mata de Santa Genebra, enquanto no Japi apenas 2% das sementes predadas tiveram bruquídeos como agente predador. O contrário foi observado para besouros escolítídeos, cujo ataque foi maior na Serra do Japi e Mata de Santa Genebra e menor na Unicamp. As larvas de bruquídeos foram atacadas por vespas parasitóides na Unicamp e Mata de Santa Genebra, não foram registrados ataques na Serra do Japi e o ataque não esteve relacionado à maior ou menor infestação de sementes por bruquídeos. O consumo de frutos e sementes de *S. romanzoffiana* por vertebrados diferiu entre a Serra do Japi e Mata de Santa Genebra. Enquanto na Mata de Santa Genebra foi mais comum o acúmulo de frutos intactos ou chupados sob a planta-mãe, na Serra do Japi o destino mais freqüente dos frutos foi a remoção dos mesmos, atingindo mais de 90% dos frutos na maioria dos meses.

Este estudo contribuiu para um melhor entendimento sobre como a presença de vertebrados predadores e/ou dispersores de sementes podem alterar padrões de predação de sementes por besouros em áreas fragmentadas. Foi demonstrado que em locais onde vertebrados predadores e/ou dispersores de sementes estão presentes a produção de frutos pode ser alterada, o que por sua vez pode influenciar padrões de predação de sementes pré e pós-dispersão por besouros. Embora tenham sido registradas quatro espécies de besouros predadores de sementes, um predador pré-dispersão e três predadores pós-dispersão, não foram encontradas evidências de que a predação pré-dispersão influencie a pós-dispersão. Também não foram encontradas evidências de que besouros predadores de sementes pós-

dispersão compitam por sementes, seja em áreas defaunadas ou mais conservadas, o que indica que a palmeira deve produzir sementes o suficiente para saciar os predadores. Dessa forma, a dispersão/predação de sementes por vertebrados parece ser o fator que mais influencia a predação por besouros entre áreas, uma vez que onde a remoção foi maior a predação por besouros foi menor. Áreas que experimentaram maior predação de sementes por besouros, apresentaram também maior taxa de ataque às larvas de besouros por vespas parasitóides, no entanto, essa interação tri-trófica ainda é pouco estudada.