



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Comportamento alimentar de *Sciurus ingrami* (Mammalia: Rodentia): interação trófica com a palmeira jerivá *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) e o coleóptero concorrente *Revena rubiginosa*.

Jennifer Tezuka Macêdo

Trabalho de Conclusão de curso apresentado como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas no Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu

Orientadora: Silvia Mitiko Nishida

BOTUCATU
2014



César Claro
Trevellin

Agradecimentos

Agradeço:

ao ilustrador César pelos lindos desenhos que enriqueceram este trabalho.

À Suyen e à Bianca pelo apoio na coleta de material.

À Profª Elza pelas sugestões durante a revisão deste trabalho.

À orientadora Profª Silvia pela ajuda no desenvolvimento do trabalho, pela paciência e pelos ensinamentos.

Aos gestores do Jardim Botânico que autorizaram uso do espaço para este estudo.

Ao Departamento de Fisiologia por aceitar a realização do estágio curricular obrigatório.

Ao Departamento de Botânica que autorizou a realização deste estudo de 2011 a 2013 nas dependências do jardim Botânico.

Ao Prof Doutor Adriano Wagner Ballarin do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas do câmpus da Fazenda Lageado Unesp-Botucatu, que possibilitou o ensaio sobre a força de ruptura e ao Sr Ailton pelo auxílio técnico.

INTRODUÇÃO

Os esquilos são roedores pertencentes à família Sciuridae com 272 espécies distribuídas em 51 gêneros (Nowak, 1999) e a alimentação consiste principalmente de frutos, além de folhas, flores, fungos e insetos. As espécies de esquilos neotropicais alimentam-se, preferencialmente, dos frutos das palmeiras que possuem o endocarpo lignificado (Heaney & Thorington, 1978; Glanz 1984; Paschoal & Galetti, 1995; Bordignon & Monteiro-Filho, 1999; Eisenberg & Redford 1999; Bordignon & Monteiro-Filho 2000), sendo considerados os principais vertebrados responsáveis pela dispersão das sementes da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Silva & Tabarelli, 2001; Pimentel, 2002). Os frutos das palmeiras Arecaceae são considerados recursos-chave nos ecossistemas neotropicais porque a frutificação é abundante, estável ao longo do ano e, como consequência, importante recurso alimentar nos períodos de escassez sazonal de outras fontes nutricionais (Terborgh, 1986; Andreazzi, Pires & Fernandez, 2009; Jordano et.al., 2006). A espécie de esquilo estudada, *Sciurus ingrami* (Thomas, 1901) conhecida popularmente como serelepe ou caxinguelê é de hábito arborícola, diurno e distribui-se do Sul da Bahia até o Rio Grande do Sul (Lorenzi, 1992). Os frutos da palmeira *S. romanzoffiana*, conhecida popularmente como palmeira-jerivá é o principal item da dieta de *S. ingrami* (Paschoal & Galetti, 1995). Esta palmeira é uma espécie heliófita, pioneira atingindo de 10 a 20 metros de altura. É nativa do Brasil, Uruguai e Argentina e, no território brasileiro ocorre do litoral do Ceará até o Rio Grande do Sul distribuindo-se no interior dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul (Lorenzi et al, 2010; 2004; Soares et al., 2014). Frutifica-se o ano inteiro e o fruto é do tipo drupa, globoso, com um fino epicarpo, mesocarpo fibroso que quando maduro torna-se amarelo-alaranjado, mucilaginoso e adocicado. Uma ampla rede de aves (Sazima, 2008; Messias & Alves, 2009), mamíferos (Galetti, Paschoal & Pedroni, 1992; Messias & Alves, 2009) e artrópodes (Alves-Costa, & Knogge, 2005; Donatti, 2004) alimentam-se de frutos de jerivá, atuando como predadores ou dispersores de semente. O endocarpo lenhoso e lignificado que abriga uma única semente oleaginosa e bastante nutritiva oferece muita resistência aos comedores de endosperma, mas o serelepe é capaz de roê-lo produzindo uma abertura suficiente que permite extraí-lo (Maia et al., 1987). O ponto estratégico da abertura situa-se geralmente do lado oposto à gibosidade interna (Bordignon, Margarido

& Lange, 1996) sendo que há diferenças individuais quanto à forma de abertura. O serelepe poderia ser considerado um predador de sementes de *S. romanzoffiana*, não fosse indícios de que ele carrega e esconde algumas sementes enterrando-as (Galetti et al., 1991; Begnini, 2008), ou seja, supondo-se não se lembre de todos os sítios de armazenamento e que algumas sementes germinem apesar de predador de sementes poderia ser considerado um potencial dispersor secundário desta palmeira (Guix, 2006; Guiz & Ruiz, 2000). Além do serelepe, o endosperma de *S. romanzoffiana* é intensamente predado por coleópteros como a *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae e *Pachymerus cardo* (Coleoptera: Bruchidae) nas fases pré e pós-dispersão, respectivamente. *R. rubiginosa* é considerada predador específico das sementes de *S. romanzoffiana*. Até a presente não se sabe se o serelepe é capaz de discriminar os frutos saudáveis dos não saudáveis.

Considerando-se que a fenologia estuda a ocorrência de eventos repetitivos, ou seja, a sazonalidade dos fenômenos biológicos (Reis et al, 2005) o monitoramento das fenofases da palmeira-jerivá e do comportamento alimentar poderia revelar se o serelepe inclui outros itens na dieta ao longo do ano. Assim, os objetivos do presente trabalho foram os de contribuir para o estudo do comportamento alimentar do serelepe, descrevendo e produzindo um etograma sobre o comportamento de frugivoria do esquilo na palmeira-jerivá (*S. romanzoffiana*), verificar a hipótese de que o serelepe seleciona frutos verdes para o consumo, comparando os tipos de abertura e, por fim, analisar a importância trófica da palmeira na dieta do esquilo ao longo do ano.

Material e Métodos

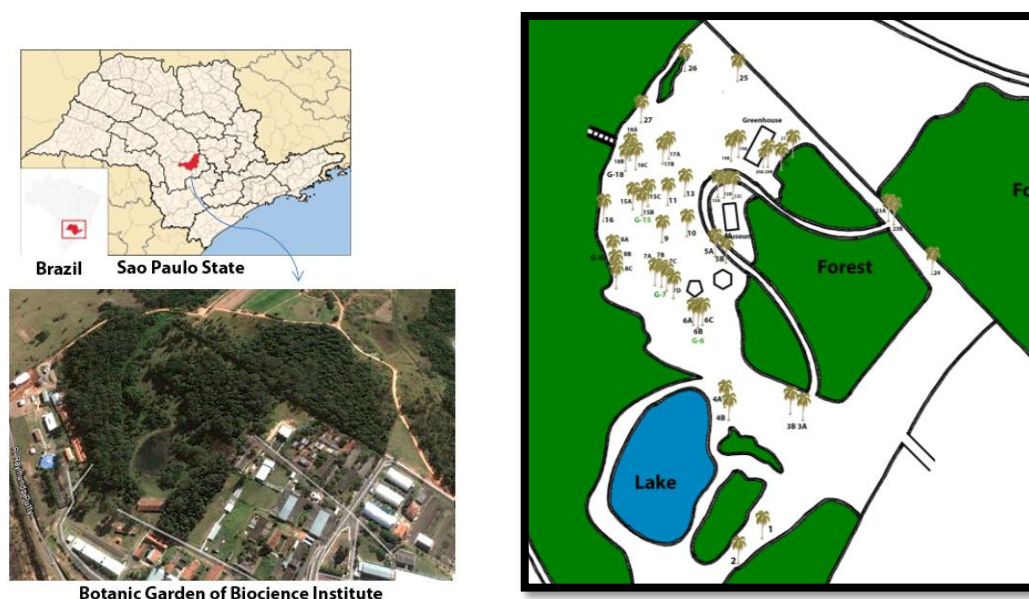


Figura 1. Localização do município de Botucatu no Estado de São Paulo-Brasil, vista aérea do Jardim Botânico do Instituto de Biociências da UNESP do campus de Botucatu, SP, Brasil e a distribuição espacial da população de 50 indivíduos de *Syagrus romanzoffiana*.

Área de Estudo. O estudo foi realizado no Jardim Botânico do Instituto de Biociências (JB), situado no campus da UNESP de Botucatu, Distrito de Rubião Júnior, município de Botucatu, São Paulo, Brasil (22°52'20"S e 48°26'37"W). O JB compreende uma área de 184.860m² (18ha) contendo fragmentos de floresta estacional semidecidual, remanescentes de floresta ripícola e muitas espécies de plantas exóticas arbustivas e arbóreas (PAVANELLI et.al, 2013). O local é habitado por uma rica avifauna (Nishida et al, 2012) e mastofauna que inclui pelo menos 16 espécies, entre elas, o esquilo *S. ingrami* com uma população estimada de 6-10 indivíduos (observação pessoal). O período de estudo compreendeu de junho de dezembro 2011 a dezembro de 2012 nos horários de pico de atividade da espécie ou seja, entre 8 e 11 horas da manhã e das 13 as 15 horas (Bordignon &Monteiro-Filho, 1992). A proporção sexual de machos e fêmeas e a idade dos indivíduos observados não foi determinada. A distribuição das palmeiras *S. romanzoffiana* estão apresentadas na Figura1 com a ocorrência de 50 indivíduos produtivos.

Etograma e consumo alimentar

Para o registro do comportamento alimentar utilizou-se os métodos de animal focal e “*ad libitum*” (Altmann, 1974). Além da observação direta usou-se binóculos (Leidory 8x40 WA), caderno de campo e planilha de coleta de dados, vídeo-filmagem (máquina digital compacta Sony HX-1) e um cronômetro digital (Cronobio SW2018). Em 2011 totalizando esforço amostral de 270 horas foram observados, sistematicamente, entre os meses de maio a novembro o comportamento alimentar de 8 indivíduos. Denominou-se de refeição, o registro a partir do instante em que o serelepe visitava a palmeira, iniciava a alimentação e ia embora. Em cada refeição anotou-se a totalidade das sementes manipuladas e as efetivamente consumidas. O conjunto de dados observados e filmados serviram para a confecção do etograma do comportamento alimentar. Com um paquímetro digital de precisão (Miututoyo) a espessura (mm) da parede do endocarpo roído de 30 frutos foi medida.

Tempo gasto na manipulação do frutos e os tipos de abertura do endocarpo.

Em 2012, foram realizados 14 registros (10 frutos consumidos/evento/animal) visando comparar as táticas de abertura do endocarpo e determinar o tempo gasto na

manipulação dos frutos por tipo de abertura (triangular e com tampa). Em cada sessão um pano largo foi estendido no chão em volta do tronco para a coleta dos frutos caídos que foram inspecionados individualmente. Para medir o tempo de consumo (minutos) o cronômetro foi acionado no momento que começava a descascar e desligado quando o serelepe jogava o fruto. Depois de terminada a refeição, todos os frutos derrubados foram examinados quanto ao padrão geométrico de abertura do endocarpo e se foram ou não consumidos.

Para uma melhor avaliação dos frutos descartados e que não foram consumidos, no mês de junho coletou-se, do chão, dentro de um raio de 2 metros, frutos de 3 palmeiras diferentes onde o serelepe se alimentava, incluindo frutos sem a manipulação do serelepe, que haviam caído espontaneamente e os que foram desprezadas pelo serelepe, identificados por meio de vestígios típicos deixados nos frutos. O conteúdo dos frutos foi examinado quebrando-os, individualmente com um martelo ou examinando a presença de orifício de saída para as larvas de besouro predadores de sementes de *S. romanzofiana* (da Silva et al., 2007)..

Análise comparativa de dureza do endocarpo

Ainda em junho, coletou-se amostras de frutos intactos verdes e maduros diretamente nos cachos correspondentes aos estágios consumidos pelo serelepe para comparar a resistência sob pressão de uma prensa hidráulica. Foram analisados 15 amostras de cada estágio, determinando-se a força máxima (Kgf/mm) necessária para provocar a ruptura do endocarpo. A análise foi realizada na Faculdade de Ciências Agrônômicas do câmpus da Fazenda Lageado Unesp-Botucatu, com a colaboração do Prof Doutor Adriano Wagner Ballarin do Departamento de Engenharia Rural. As amostras de frutos maduros e verdes foram colhidas no dia anterior às medidas, cuidadosamente despulpados e armazenados em caixas de isopor para transporte. No dia seguinte, foram determinados a massa (g) e o volume (mL) do endocarpo fresco, os diâmetros longitudinais (mm) e transversais (mm) e por fim, submetidos individualmente à carga da máquina de ensaio universal (EMIC) para o teste de resistência. Após a ruptura mediu-se a espessura das parede do lado oposto à gibosidade interna.

Fenologia do jerivá e a dieta alternativa do serelepe

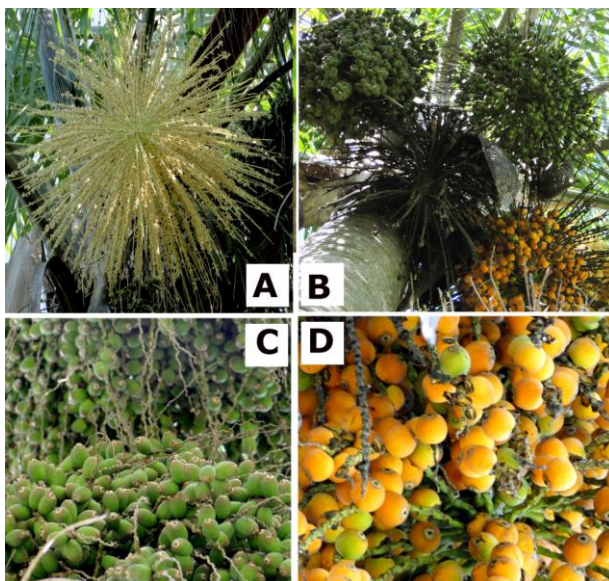


Figura 2. Fenofases de *S. romanzoffiana*: A- inflorescência; B-cachos com frutos verdes e maduros num mesmo indivíduo; C- frutos verdes preferidos por *S. ingrami*; D-frutos maduros.

O início da floração foi considerado a partir da abertura da espata com a exposição da inflorescência de cor amarelo creme (Figura 2A) até a queda das flores. A frutificação correspondeu ao aparecimento dos frutos imaturos até o seu amadurecimento (Figura 2B). As infrutescências foram classificadas em verdes (frutos com epicarpo verde escuro, exocarpo de cor creme com pouca mucilagem (Figura 2C) e maduros (epicarpo e exocarpo amarelo alaranjados contendo cuja polpa adocicada e mucilaginosa

(Figura 2D). Visando conhecer o padrão reprodutivo das palmeiras no JB, foram identificados 45 indivíduos em idade reprodutiva, etiquetados e monitorados mensalmente, de janeiro a dezembro ano de 2012. Por meio de inspeção visual da copa, a olho nu ou com auxílio de binóculos, a ocorrência das diferentes fenofases foi registrada, conforme Begnini (2008). Em cada inspeção, anotou-se o número total de inflorescências e de infrutescências verdes e maduras, assim como evidências diretas e indiretas de serelepes alimentando-se nas palmeiras e fazendo uso de itens alternativos.

Estudo prospectivo do endocarpo. Notando-se que havia depósitos de endocarpos acumulados de anos anteriores sob as palmeiras, amostras foram coletadas para se verificar que padrões dominantes de roedura foram deixados no endocarpo. Com uma trena demarcou-se um raio de 2m a partir do estipe e, com uma pá, cavou-se amostras de 891 endocarpos de 10 palmeiras escolhidas aleatoriamente. Após a coleta, os tipos de abertura foram identificados e classificados.

RESULTADOS

Etograma e consumo alimentar

O horário do dia em que o serelepe foi observado alimentando-se no Jardim Botânico era entre as 6 e 14 horas. Antes de se alimentar, o serelepe apresentou a fase de procura, colheita do fruto e transporte:

- **Procurar:** o serelepe chega à palmeira, pelo chão escalando a estipe (Figura 3A) ou do galho de uma árvore vizinha e aproxima-se do cacho de frutos.
- **Apanhar:** Com a boca apanha o fruto, estando na estipe ou no próprio cacho (Fig. 3A).
- **Carregar:** Com o fruto na boca, carrega-o para um sítio de alimentação na própria palmeira (no cacho, pecíolo ou estipe) ou distante dela, num galho de uma outra árvore (Fig.3B).

Depois de encontrar um local para iniciar a manipulação do fruto, tinha sequência etapas estereotipadas do comportamento alimentar: descascar, roer e comer e ingerir que podia acontecer com o animal sentado sobre as patas traseiras, segurando o fruto com as duas mãos (Fig. 3D1, 3D2 e 3D3), ou deitado em decúbito ventral (Fig.3C), agarrado ao tronco pelas unhas das patas posteriores, cabeça voltada na direção do solo, cotovelos dobrados e segurando o fruto com as duas mãos.

- **Descascar:** Segurando o fruto com as mãos pelas extremidades do eixo maior, com os dentes incisivos, remove rapidamente, várias lascas do epicarpo e mesocarpo. (Fig.3D1), deixando o endocarpo parcial ou integralmente à vista.
- **Roer:** Segura o endocarpo pelas extremidades do eixo menor, gira o fruto algumas vezes até achar o ponto de apoio para os dentes incisivos superiores, enquanto os dentes incisivos inferiores roem (Fig.3D2) produzindo sons rítmicos da roedura que denuncia, certamente, a sua presença na palmeira.
- **Comer:** Completada a abertura do endocarpo, com os dentes incisivos remove pedaços do endosperma e, numa rápida sucessão de eventos mastigatórios, ingere o alimento (Fig.3D3) até consumi-lo completamente.
- **Descartar o endocarpo:** Consumido o endosperma, larga o endocarpo, reiniciando o ciclo alimentar.

- **Desprezar o fruto:** jogar fora o fruto (descascado parcialmente com ou sem início de roedura) e procurar outro. Os frutos desprezados estavam sem endosperma (vazios) ou continham larvas vivas ou mortas de coleóptero (Fig.3E; Figura 4).

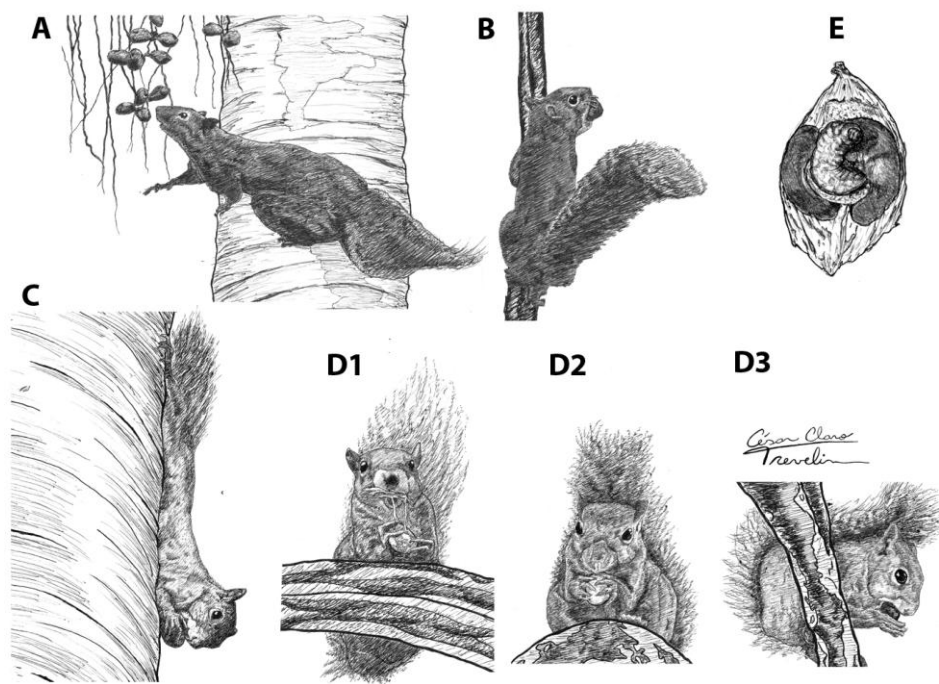


Figura 3. Esquema mostrando a sequência do comportamento alimentar de *Sciurus ingrami* durante o consumo de frutos da palmeira jerivá. **A:** procurar/apanhar; **B:** carregar; **C:** comer deitado; **D1:** comer sentado e descascando; **D2:** comer sentado e roendo; **D3:** comer sentado e extraíndo o endosperma. **E:** um fruto desprezado contendo uma larva de Curculionidae.

De um total de 406 frutos a manipulação por indivíduo foi de $27,9 \pm 13,0$ frutos por refeição sendo que 82% eram frutos com epicarpo verde escuro mas com endocarpo lignificado contendo endosperma solidificado (Figura 4, a esquerda). Ainda nesta figura observa-se o endocarpo roído com abertura triangular e sem o endosperma que foi consumido. O serelepe desprezou intencionalmente 3,7% dos frutos colhidos (Figura 4, ao centro) sendo que havia a) tipo I: exocarpo parcialmente removido com endocarpo intacto e b) tipo II: endocarpo parcialmente roído com uma abertura pequena. Os frutos foram quebrados com martelo e verificou-se que os do Tipo I continham larvas vivas de coleóptero de *Revena rubiginosa* (Figura 4 ao centro (A)) e os do Tipo II, estavam vazios sem o endosperma não se desenvolveu (Figura 4 ao centro (B))

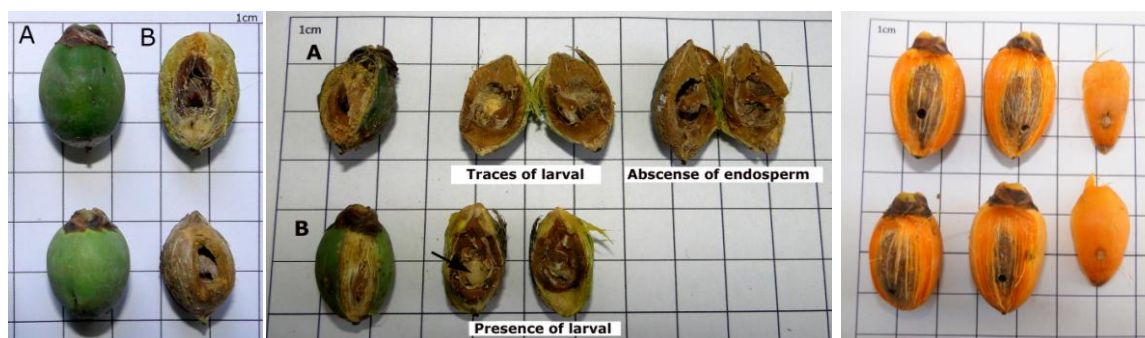


Figura 4. Esquerda: frutos verdes de *Syagrus romanzoffina* preferidos pelo serelepe. **A)** Abertura triangular no endocarpo e endosperma removido; **Centro:** **A)** frutos desprezados com abertura oval com vestígios de ocupação pela larva de *R. rugibinosa* ou vazios, sem endosperma e **B)** frutos desprezados e descascados parcialmente contendo larva. **À direita:** endocarpo com orifício circular de saída da larva e o epicarpo com a cicatriz.

A Tabela 1, mostra os resultados do exame de 287 frutos colhidos sob três palmeiras no mês de junho dos quais o serelepe estava se alimentando. O índice de infestação em 137 frutos caídos sem a manipulação pelo serelepe foi de 76,6%. Dos 70 frutos desprezados pelo serelepe (Tipo I) 84,3% continham larvas e nos outros 80 frutos parcialmente roídos com uma pequena abertura (Tipo II) 91,3% o endosperma não havia se desenvolvido. Em outras palavras, o serelepe discriminou frutos infestados com larva (descascando o fruto parcialmente) e os que estavam sem endosperma (roendo parcialmente). A proporção de frutos sadios remanescente foi, então, muito pequena. Entretanto, localizamos no Jardim Botânico várias plântulas recrutadas com sucesso, seja sob a planta mãe ou nos arredores.

Tabela 1. Distribuição (%) de três classes de frutos 287 frutos de jerivá colhidos do chão de três palmeiras do JB nos quais o serelepe se alimentava.

Conteúdo do endocarpo	Número de frutos e proporção (%)					
	Intacto		Descascados parcialmente		Roídos parcialmente	
Com larva	105	(76,6%)	59	(84,3%)	7	(8,8%)
Sem endosperma	21	(15,3%)	8	(11,4%)	73	(91,3%)
Com Endosperma	11	(8,0%)	3	(4,3%)	0	(0,0%)
Soma	137	(100%)	70	(100%)	80	(100%)

A força de ruptura (Kgf/mm^2) sobre o endocarpo de frutos verdes e maduros não foi estatisticamente diferentes entre si (Tabela 2), assim como entre as medidas de diâmetro transversal (Dt), massa do fruto fresco (g), espessura da parede oposta à gibosidade interna e o volume (mL).

Tabela 2. Biometria do endocarpo e a força máxima de ruptura do endocarpo.

	Diâmetro (mm)	Massa (g)	Volume (ml)	Espessura da parede (mm)	Força Máxima (Kgf)
Frutos Verdes	10,9±0,6	1,5±0,2	0,34±0,04	2,39±0,03	194,8±18,2
Frutos Maduros	10,7±0,6	1,3±0,2	0,31±0,04	2,30± 0,03	182,8±25,5

Geometria da roedura e o tempo gasto no consumo

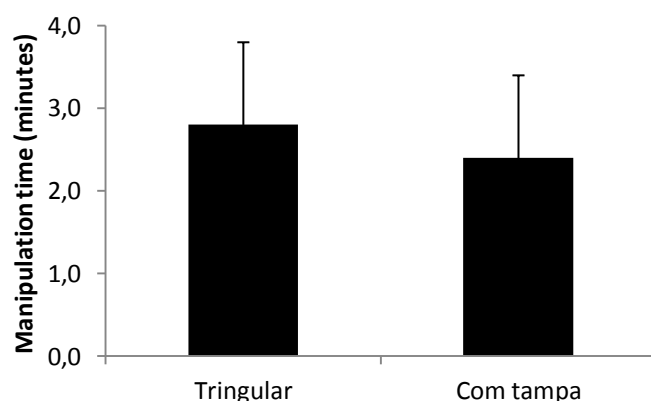


Figura 5. Tempo médio (minutos) gasto pelo serelepe para consumir o endosperma usando a táticas de abertura triangular ou com tampa. Teste t pareado ($F = 3,388$; $P = 0,2605$).

Durante os estudos de observação direta do comportamento alimentar (2011), constatou-se que a população de serelepes do JB apresentava diferenças individuais quanto à forma de abrir o endocarpo para obter o endosperma. Em 2012, observações sistemáticas de 14 serelepes revelaram a predominância de duas táticas

de abertura: roedura produzindo abertura triangular (5 casos) e outra, produzindo uma tampa em uma das extremidades (5 casos). Entretanto, o serelepe parece gastar em média o mesmo tempo para abrir o endocarpo já que não houve diferenças estatisticamente significativas (teste t; $P = 0,2605$; $F = 3,388$) entre o tempo médio gasto para fazer a abertura triangular (2,8 minutos $\pm$ 1,1) e a com tampa (2,4 minutos $\pm$ 0,6) para consumir o endosperma (Figura 5). Considerando-se a manipulação dos frutos por refeição ($27,9 \pm 13,0$) um serelepe adulto deve gastar cerca de 72,8 minutos por refeição.

O exame detalhado dos endocarpos de abertura triangular revelou que o serelepe roeu, em 100% dos casos, o lado oposto à projeção da gibosidade interna (Figura 4, à esquerda). Este lado (espessura de $2,39 \pm 0,03$ mm), é o mesmo que a larva fura para sair do endocarpo e empupar no solo (Figura 4, a direita).

Como pode ser visto pela Figura 6, a análise dos 801 endocarpos acumulados em anos anteriores que se encontravam parcialmente enterrados sob as palmeiras confirmou

a tendência de dominância da forma triangular (38,8%) e com tampa (26,1%) em relação às demais aberturas: oval (7,9%), quadrada (8,9%) e horizontal (18,5%). Esta distribuição não foi ao acaso (Teste de Kruskall Wallis; $p=0.0170$) sendo que as formas triangulares e com tampa foram significativamente as mais frequentes (teste de comparação múltipla de Dunn), corroborando os dados observados diretamente.

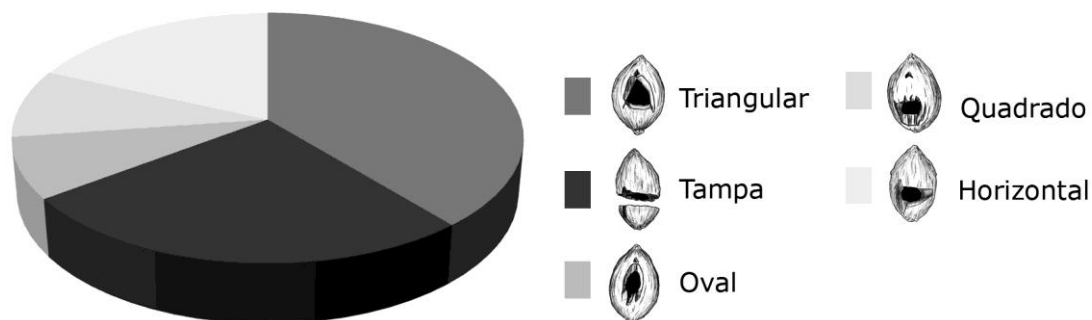


Figura 6. Frequência (%) de ocorrência dos 5 tipos de abertura encontrados na amostra de endocarpos acumulados em anos anteriores (N=801).

As aberturas oval e horizontal corresponderam à geometria da roedura parcial encontrada nos frutos desprezados pelo serelepe, seja porque estavam sem endosperma ou porque já havia sido predado pelo coleóptero. A produção da forma quadrada de abertura não foi observada durante as observações diretas.

Fenologia do jerivá e o comportamento alimentar do serelepe.

A Figura 7 apresenta a proporção (%) de três fenofases (inflorescência, Infrutescência com frutos verdes e maduros) de 45 indivíduos de *S. romanzoffiana* ao longo de 2012. A ocorrência de frutos verdes foi constante sendo mais abundante entre os meses de fevereiro a outubro (acima de 50%). A frequência de cachos maduros começou a aumentar a partir de agosto (início da primavera) e perdurando até dezembro (verão). Os serelepes foram vistos alimentando-se mais frequentemente de frutos no final da fenofase verde (80%), ou seja, frutos com epicarpo verde e mesocarpo começando a amarelar contendo pouca mucilagem.

Entre os meses de janeiro e abril os frutos verdes eram abundantes porém pequenos e endosperma não solidificado. Neste período de escassez dos frutos preferidos pelo serelepe, ele foi visto alimentando-se de castanha portuguesa (fevereiro), nóz-pecan (março a abril), macadâmia (dezembro a março) e sementes de capixingui (*Croton floribundus*; dezembro a janeiro).

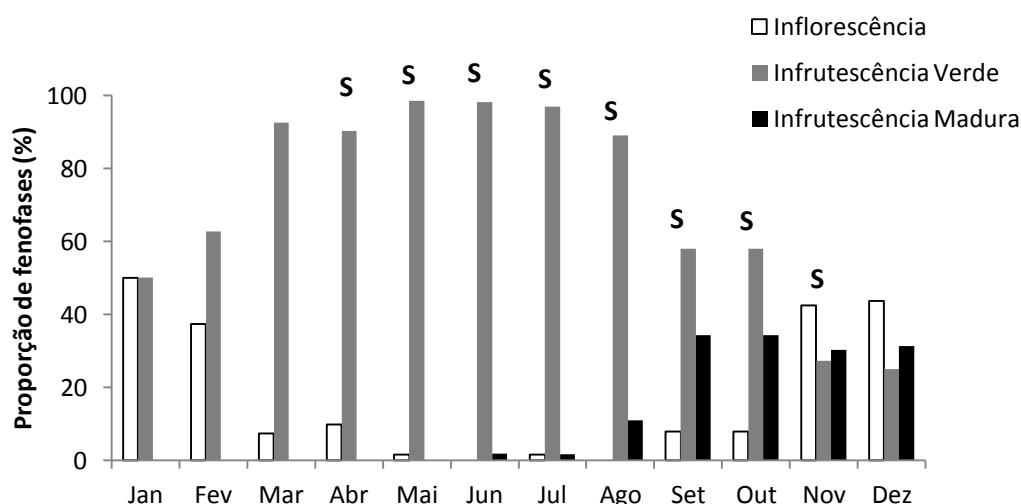


Figura 7. Dados fonológicos mensais da floração e frutificação de 45 indivíduos de *S. romazoffiana* no Jardim Botânico. A letra S indica os meses em que *S. ingrami* foi visto alimentando-se nas palmeiras monitoradas.

DISCUSSÃO

Comportamento alimentar, seleção de frutos e a relação com competidor de sementes

O padrão estereotipado de como os frutos de jerivá são manipulados pelo serelepe no Jardim Botânico corroborou os dados de outros autores (Bordignon & Monteiro-Filho, 1997; Bordignon, Margarido & Lange, 1996). Confirmou-se também a predominância da roedura triangular na parede do endocarpo lignificado para acessar o endosperma (Bordignon, Margarido & Lange, 1996; Andrade, 2007). A ocorrência do serelepe alimentando-se na palmeira de abril a novembro (Figura 6) confirmou a sua íntima associação trófica com a planta (Galetti, Paschoal & Pedrini, 1992) que apresentou frutificação duradoura com picos de floração entre janeiro a março e de produção de frutos de abril a junho (Freire et al., 2013; Genini et al. 2009). Nos meses

de janeiro a março quando predominaram frutos imaturos contendo endosperma líquido e gelatinoso, ainda impróprio para o serelepe consumir, este foi visto alimentando-se de sementes de outras espécies de plantas nativas e exóticas (noz-pecan, castanha-portuguesa, macadâmia entre outros). Segundo Paschoal e Galetti (1995), o endosperma de *S. romanzoffiana* é o principal item (39,76%) de uma dieta contendo 14 espécies vegetais. Para Alvarenga & Talamoni (2005) o período de maior abundância de frutos para o consumo coincide com a gestação e lactação do serelepe (Ribeiro et. al., 2010).

No habitat natural como a Mata Atlântica e as florestas semi-decíduas, o serelepe é considerado o principal vertebrado predador de sementes de *S. romanzoffiana* (Galetti, Paschoal & Pedroni, 1992; Paschoal & Galetti, 1995; Freire et al. 2013, Fleury & Galetti 2006). Segundo Alves-Costa (2004), entre os invertebrados estão duas espécies de coleópteros: *Revena rubiginosa* (*Curculionidae*) que preda as sementes na fase de pré-dispersão (frutos ainda no cacho) e duas espécies da família *Bruchidae* que infestam na fase de pós-dispersão (frutos maduros caídos no chão). No Jardim Botânico identificamos apenas *R. rubiginosa* que é considerada espécie específica de *S. romanzoffiana* (Alves-Costa, 2004; ALVES-COSTA e KNOGGE, 2005; Goudel, 2012). O ciclo de vida de *R. rubiginosa* começa com a fêmea adulta fazendo postura nos frutos jovens cujo endocarpo ainda não está lignificado e o endosperma tem consistência líquido-gelatinosa, no 82º dia de desenvolvimento do fruto (Alves-Costa & Knogge, 2005). A larva alimenta-se do endosperma até o último instar, cresce substituindo o espaço do endocarpo. Quando o fruto cai, a larva escava um orifício circular na parede do endocarpo (Figura 4, à direita) e sai para empupar no solo (Alves-Costa & Knogge, 2005). Assim, a larva atinge o solo pela queda espontânea dos frutos maduros ou sendo desprezado pelo serelepe. O fato do roedor jogar fora o fruto infestado antes mesmo de iniciar a roedura sustenta a hipótese de que o coleóptero deve possuir algum mecanismo químico de defesa anti-serelepe escapando de uma lesão corporal para continuar o seu desenvolvimento no solo. O alto índice de predação das sementes de *S. romanzoffiana* por estas larvas (Tabela 1) está de acordo os registros de vários autores. Os índices de predação relatados são mais de 50% nos frutos pós-dispersão (Silva et al, 2011; Zimmermann, 2007; Begnini, 2008) e de 70% na fase pré-dispersão (Brancaion et al, 2013; Begnini, 2008). O coleóptero e o roedor constituem desta forma, predadores agressivos da palmeira-jeriva. E por que a seleção natural teria favorecido a concomitância de dois predadores de sementes? É possível que o serelepe preferindo os

frutos verdes, removeria larvas ainda imaturas interrompendo o ciclo de desenvolvimento e atuando como um controlador biológico de *R. rubiginosa*.

A íntima associação do roedor (*S. ingrami*) e do coleóptero (*R. rubiginosa*) com a planta (*S. romanzoffiana*) confirma a proposta de Guix e Ruiz (2000) sobre uma possível tríade co-evolutiva. As observações de Talamoni (2005) de que a maior frequência dos sítios de nidificação de *S. ingrami* está associada à distribuição espacial da palmeira-jerivá reforça e a dependência do coleóptero para completar o ciclo reprodutiva reforçam a teoria da tríade co-evolutiva. Por outro lado, a intensa pressão de predação parece ter favorecido um ciclo produtivo intenso da palmeira, seja em quantidade de frutos como um tempo longo de oferta. De fato, cada indivíduo produz de três a quatro cachos anuais podendo ter cada um até 1362 frutos (observação pessoal). Aliado a esta peculiaridade reprodutiva, há uma ampla rede de consumidores e dispersores primários de polpa madura (Galetti, Paschoal & Pedroni, 1995; Guimarães Júnior, 2005; Sazima, 2008; Nishida et al, 2012). Entre os mamíferos haveria dois tipos dispersores de sementes: os comedores de polpa e dispersores primários cujas sementes seriam eliminadas por regurgitação ou nas fezes e os comedores de endosperma que predam a semente mas ao estocar sementes e se esquecer do sítio de armazenamento, acabam atuando como dispersores secundários.

O fato do epicarpo e do mesocarpo desenvolverem-se independente da presença ou ausência do endosperma (predação ou não desenvolvimento) parece garantir a atração dos dispersores primários terrestres (pacas, cutias, antas), arborícolas (primatas) e voadores (psitacídeos, cracídeos e morcegos, etc.) aumentando as chances de recrutar as sementes para longe da planta-mãe (Galetti, Paschoal & Pedroni, 1995). Assim, apesar de poucos remanescentes mas sadios esses frutos terão chances aumentadas de ter a polpa removida, a semente escarificada, a dormência quebrada e o embrião desenvolver-se num novo indivíduo. Alguns autores relatam o comportamento do serelepe transportar e enterrar sementes para períodos de escassez de alimento e que ao se esquecer de uma ou outra, e se estas germinarem, o roedor poderia atuar como dispersor secundário (Galetti, Paschoal & Pedroni, 1995). No Jardim Botânico o serelepe foi visto alimentando-se na própria palmeira ou transportando frutos para longe da planta-mãe, mas nunca enterrando-os no chão. Mas, foi visto derrubando, acidentalmente, frutos sadios o que pode conferir-lhe potencial função de dispersor secundário da palmeira, já que alimenta-se dela praticamente ao longo do ano. O fato de não termos registrado o serelepe enterrar os frutos de *S. romanzoffiana* no Jardim

Botânico pode ser explicada pela combinação da abundância de frutos ao longo do ano, (Figura 6) e uma densidade baixa de animais no local. Em áreas mais conservadas e maior densidade populacional de *S. ingrami* o comportamento de ocultar frutos de *S. romazoffiana* e de outras espécies de palmeira (Ribeiro et al., 2010) teria duplo efeito: armazenar recurso alimentar para os períodos de escassez e sua ocultação dos concorrentes.

O elevado índice de predação de sementes por larvas do curculídeo *R. rubiginosa* mais a incidência de frutos inviáveis (endospermas não desenvolvidos) parece ter obrigado o serelepe a manipular uma grande quantidade de frutos ($27,9 \pm 13,0$ por refeição por animal) gastando bastante tempo (72,8 minutos) para completar uma refeição efetiva diária. Para ter certeza de que o endocarpo não continha endosperma o serelepe necessitou de esforço adicional, ou seja, roer parcialmente produzindo uma abertura oval ou horizontais (Figuras 4 ao centro e Figura 6).

O serelepe preferiu consumir frutos com epicarpo e mesocarpo verdes aos plenamente maduros. Com o fruto ainda verde, o endocarpo seria menos resistente à ação mecânica da roedura o que nos levou a avaliar a força máxima necessária para a sua ruptura (Kgf). Tanto a espessura da parede como a força necessária para quebrar o endocarpo verde ou maduro foi semelhante (Tabela 2). Assim, a explicação alternativa, para preferir frutos verdes poderia estar na menor quantidade de mucilagem facilitando a manipulação. Adicionalmente, preferindo frutos com o epicarpo verde teria a vantagem de não ter que se confrontar com animais frugívoros de médio porte (psitacídeos, cracídeos, primatas, quatis, entre outros) que são comedores da polpa amarela, cheirosa, carnosa, adocicada dos frutos maduros.

O estudo fenológico das palmeiras (Figura 7) deste trabalho como de outros autores (Genini, et al, 2009; Begnini, 2008) mostraram que os frutos verdes são abundantes na maior parte do ano em relação aos maduros. Tal ocorrência favorece o serelepe, o único entre os vertebrados que prefere os frutos verdes de *S. romazoffiana* aos maduros, procurados por ampla rede de mamíferos (Begnini, 2008; Galetti et. al., 2001, Fleury & Galetti, 2004 ; Nishida et al.,2012), aves (Kuny,Yamashita & Gomes, 2001;Begnini, 2008; Nishida et al.,2012) e até réptil (Nishida et al, 2012).

Consumo de frutos e a geometria da abertura do endocarpo

Estudos biométricos conduzidos por Goldel et al. (2013) mostraram que o fruto de *S. romanzoffiana* pesa em média 6,61g com as seguintes proporções de polpa (59,3%), endocarpo (36,7%) e endosperma (4%). O peso médio da semente (sem o endocarpo) foi de $0,32g \pm 0,08g$. Considerando-se que o peso médio do animal adulto é de 197,5g (Alvarenga, 2002) e o número médio de frutos manipulados neste estudo (27,8) o roedor teria consumido cerca de 4,5% do peso corporal em endosperma por refeição. Não há dados sobre as suas necessidades calóricas diárias para esta espécie assim como dados sobre os valores nutricionais do endosperma.

Durante a manipulação dos frutos a roedura produz sons rítmicos que denunciava prontamente a sua presença na palmeira. Bordignon, Margarido e Lange (1996) foram os pioneiros que examinaram, detalhadamente, os padrões geométricos marcados no endocarpo pelo serelepe e a constatarem que a forma dominante (66,25%) foi a abertura triangular (Grupo I) em detrimento de outras formas (Grupo II: abertura de um tampo transversal; III: três a quatro cortes dispostos perpendicularmente entre si; IV: abertura de formato ovóide e V: número de cortes e a orientação dos mesmos muito irregulares). Após compararem 5.191 frutos concluíram que a forma dominante encontrada em 4 sítios de estudo na região de Floresta de Araucária numa área metropolitana de Curitiba (PR) é produto de aprendizagem motora gradual por tentativa-e-erro até atingir a tática mais eficiente de abertura (Bordignon, Margarido & Lange 1996, (Maia et al., 1987; Andrade, 2007). Alvarenga (2003) observou que jovens de *S. ingrami* gastam cerca de uma hora para abrir um único fruto indicando que trata-se de um processo lento para completar a aprendizagem motora. Em nosso estudo não houve diferenças significativas entre aberturas triangular e com tampa.

As variações na forma de abertura (Figura 6) podem ser explicadas não só pelo resultado da aprendizagem motora como também pelas interrupções da roedura tendo constatado a ausência de endosperma (Figura 4, ao centro). A localização da abertura triangular na superfície do endocarpo pode ser considerada a ideal já que dá acesso à câmara de maior espaço interno, ou seja de endosperma (Figura 4, a esquerda).

Conclusões

O roedor *Syrus ingrami* e o coleóptero *Revena rubiginosa* ambos competidores pelo mesmo recurso nutricional disponível no endosperma da palmeira *Syagrus romanzoffiana* apresentam uma íntima e complexa relação co-evolutiva.

O índice elevado de infestação dos frutos de *Syagrus romanzoffiana* por larvas de *Revena rubiginosa* na fase pré-dispersão somado ao não desenvolvimento do endosperma parece obrigar o serelepe a dedicar-se muito tempo na seleção de frutos saudáveis, preferindo os de estágio mais precoce (verdes aos maduros).

A preferência do serelepe por frutos verdes aos maduros não foi explicada pela espessura da parede do endocarpo ou pela resistência à força máxima de pressão para a ruptura.

A abertura triangular do endocarpo na parede oposta a gibosidade interna parece ser a geometria ideal para extrair o endosperma com maior facilidade, já que é neste lado encontra-se a parte do endosperma com a maior massa. Este também foi o lado que a larva faz o orifício circular de saída.

REFERÊNCIAS

- ALTMANN J (1974) Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49:227–265.
- ALLEN, J.A. 1915. Review of the South American Sciuridae. *Bulletin of the American Museum of Nature History*, 24:147-309.
- ANDRADE, R.B. 2007. Comportamento alimentar do esquilo *Sciurus ingrami* (Rodentia: Sciuridae). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ANDREAZZI, C.S., PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F. A.S. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. **Oecologia Brasiliensis**. 13(4): 554-574.
- Alvarenga C.A. & Talamoni A.S. (2005) Nests of the Brazilian squirrel *Sciurus ingrami* Thomas (Rodentia, Sciuridae). **Revista Brasileira de Zoologia** 22(3): 816-818.
- Alvarenga CA (2003). Estudo de uma população de *Sciurus ingrami* Thomas, 1901 (RODENTIA, SCIURIDAE) na Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Zoologia dos Vertebrados, Pontifícia Universidade Católica, Belo Horizonte, MG.
- ALVES-COSTA, C.P. 2004. Efeitos da defaunação de mamíferos herbívoros na comunidade vegetal. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 278 pp.
- 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.
- BEGNINI, R. 2008. O Jerivá – *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) – fenologia e interações com a fauna no Parque Municipal da Lagoa do Peri. TCC (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BOGIANI, P.A. seleção de frutos de jerivá *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) como sítio de oviposição por dois grupos de besouros (Bruchidae e Curculionidae : Coleoptera).
- Bordignon, M.; Margarido, T.C.C. & Lange. R.R. Formas de abertura dos frutos de *Syagrus romanzoffiana* (Chamisso) Glassman efetuadas por *Sciurus ingrami* Thomas (Rodentia, Sciuridae). **Revista Brasileira de Zoologia**. 13 (4): 821 - 828, 1996.

BORDIGNON, M. & MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Comportamentos, atividade diária de *Sciurus ingrami* (Thomas) em cativeiro (Rodentia, Sciuridae). *Rev. Bras. Zool.* 14 (3): 707-722, 1997.

BORDIGNON, M., MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Seasonal food resources of the squirrel *Sciurus ingrami* in a secondary Araucaria forest in southern Brazil. *Studies on Neotropical fauna and environment*, v.34, n.3, p. 137-140, 1999.

BORDIGNON M & MONTEIRO-FILHO ELA (2000) O serelepe *Sciurus ingrami* (Sciuridae: Rodentia) como dispersor do Pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae: Pinophyta).

BORDIGNON, M.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. (2000). Behaviour and daily activity of the squirrel *Sciurus ingrami* in a secondary araucaria forest in southern Brazil. **Canadian Journal of Zoology** 78: 1732.

BRANCALION P.H.S; RODRIGUES R.R., NOVENBRE, A.D.L. & Góomez,J.R. Are We Misinterpreting Seed Predation in Palms? **Biotropica** 43(1): 12–14, 2011.

EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. "Mammals of the Neotropics, Volume 3: The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil". University of Chicago Press.

DONATTI, C.I. 2004. Consequências da defaunação na dispersão e predação de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*) na Mata Atlântica. **Dissertação de Mestrado**, ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FREIRE, C.C.; CLOSEL,M.B., HASUI,E. & NUNES, F. Reproductive Phenology, Seed Dispersal and Seed Predation in *Syagrus romanzoffiana* in a Highly Fragmented Landscape. **Annales Botanici Fennici**, 50(4):220-228. 2013.

FLEURY, M. Efeito da fragmentação florestal na predação de sementes da palmeira-jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) em florestas semidecíduas do Estado de São Paulo. **Dissertação de Mestrado** 2003. 88p.

GALETTI, M.; PASCHOAL & F. PEDRONI. 1992. Predation on palm nuts (*Syagrus roman:offiana*) by squirrels (*Sciurus ingrami*) in south-east Brazil. *Jour Trop. Ecol.* 8: 121-123.

GALETTI, M. 2002. Seed dispersal of mimetic fruits: parasitism, mutualism, aposematism or exaptation? Pp. 177–191 in Levey, D., Silva, W. & Galetti, M. (eds.). 3rd International Symposium-workshop on Frugivores and Seed Dispersal: Biodiversity and Conservation Perspectives. CAB International Press, Wallingford. 544 pp.

GALETTI M. (eds.). Seed dispersal frugivory: ecology, evolution and conservation. Pp. 209–225. CAB International.

GLANZ, W. E. 1984. Food and habitat use by two sympatric *Sciurus* species in Central Panama. **J. Mammal.** 65(2): 342-347.

GENINI, J.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology of palms and trees in n Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, n. 204, p. 131-145, 2009.

GOUDEL, F.; SHIBATA,M.; COELHO, C.M.M. & MOMSEN,P.R.M. Fruit biometry and seed germination of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. **Acta Botanica Brasilica** 27(1): 147-154. 2013.

GUIMARÃES, P. R.; Lopes, P.F.M.; Lyra, M. L. & Murie, A. P. Fleshy pulp enhances the location of *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) fruits by seed-dispersing rodents in an Atlantic forest in south-eastern Brazil. **J. Trop. Ecol.**, New York, v. 21, p. 109-112, 2005.

GUIX, J.C. & RUIZ, X. Toucans and thrushes as potential dispersers of seed-predatory weevil larvae in southeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, 1995, 73(4): 745-748.

HEANEY, L. R., AND R. W. THORINGTON JR. 1978. Ecology of neotropical red tailed squirrels, *Sciurus granatensis* in the Panama Canal Zone. J. Mammal. General Notes. 59 (4): 846-851.

JORDANO, P., GALETTI, M.; PIZO, M.A & SILVA, W .R. 2006. Ligando Frugivoria e Dispersão de sementes à biologia da conservação. 41 1-436, *In*: Duarte, C.F., Bergallo, H.G., dos Santos, M.A., (eds.). Biologia da conservação: essências. Editorial Rima, São Paulo, Brasil.

KUNY, A. A.;YAMASHITA, C. &GOMES, E.P. 2001.Estudo do aproveitamento de frutos da palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) por *Anodorynchus hyacinthinus*, *A. leari* e *Ara ararauna*. Ararajuba 9(2): 119-123.

LORENZI, H.; MOREIRA DE SOUZA, H.; MEDEIROS-COSTA, J.D.; COELHO DE SERQUEIRA, L.S. & FERREIRA, E. 2004. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 432p.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.R.; KAHN, F. & FERREIRA, E. 2010. Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras). Instituto Plantarum, Nova Odessa. 382p.

MAIA, A. A., H. SERRAN, H. Q. FERNANDES, R. R. OLIVEIRA, R. F. OLIVEIRA, & T. PENNA. 1987. Inferências faunísticas por vestígios vegetais. III: Inter-relações do caxinguelê (*Sciurus aestuans ingrami*, Thomas 1901) com a palmeira baba-de-boi *Syagrus romanzoffiana* (Chamisso) Glasman. Atas Soc. Bot. Bras. 3: 89-97.

MESSIAS, A.D. & A. A. ALVES. 2009. Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*-Arecaceae) como oferta de alimento para fauna silvestre em fragmentos de mata ciliar, em período de outono-inverno. Revista Brasileira de Biologia, 2:35-50

MIRANDA JMD (2005) Dieta de *Sciurus ingrami* Thomas (Rodentia, Sciuridae) em um remanescente de Floresta de Araucária, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22(4): 1141-1145.

NIEVAS, A. M. 2010. Existe um tamanho ideal de fruto de *Syagrus Romanzoffiana* (Arecaceae) para o consumo por *Guerlinguetus Ingrami* (Rodentia)? Revista Ecologia da Mata Atlântica, Curso de Pós Graduação em Ecologia, USP.

NISHIDA, S.M.; UBAID, F.K.; CARVALHO, R.S.O. & QUINALHA, M.M.2012. 1ª edição. **Guia de Aves: que bichos moram no JB?** 11-13p.

NOWAK, R. M. 1999. **Walker's Mammals of the World**. 6th edition. Johns Hopkins University Press, 1936 pp.

NOWAK, R.M. & PARADISO, J. L. 1983. **Walker's Mammals of the World**. 4th edition. John Hopkins University Press, Baltimore, MD.

PASCHOAL M & GALETTI M (1992) Predation on palm nuts (*Syagrus romanzoffiana*) by squirrels south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 8:121-123.

PASCHOAL, M., & M. GALETTI. 1995. Seasonal food use by the neotropical squirrel *Sciurus ingrami* in Southeastern Brazil. *Biotropica*. 27 (2): 268-273.

PIMENTEL, D. S. 2002. Ecologia de dispersão de sementes de *Attalea oleifera* (Arecaceae) em remanescentes de floresta Atlântica brasileira. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Pernambuco, PE.

PAVANELLI, J.A.P. SANTOS, R.Q; SANTOS, E.M.G. & NAMIKAWA, L.M. Comparação da cobertura vegetal entre fragmentos de floresta estacional semidecidual por Modelo Linear de Mistura Espectral. in: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 3133-3139, 2010.

REYS, Paula; GALETTI, Mauro; MORELLATO, L. Patrícia C. e SABINO, José. Fenologia Reprodutiva e disponibilidade de frutos de Espécies arbóreas los mata ciliar nenhum rio Formoso, Mato Grosso do Sul . *Biota Neotrop*. [online]. De 2005, vol.5, n.2, pp 309-318.

RIBEIRO, L. F.; CONDE, L.O.M. & TABARELLI, T. Predação e remoção de sementes de cinco espécies de palmeiras por *Guerlinguetus ingrami* (Thomas, 1901) em um fragmento urbano de floresta atlântica Mmontana. *Revista Árvore*, 34 (4):637-649, 2010.

SAZIMA, Ivan. The parakeet *Brotogeris tirica* feeds on and disperses the fruits of the palm *Syagrus romanzoffiana* in Southeastern Brazil. **Biota Neotrop**. [online]. 2008, vol.8, n.1, pp. 231-234. Acesso: 30/06/2014.

SILVA, M. G., & M. TABARELLI, M. 2001. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica*. 22: 259-268.

SILVA, F.R.; R.M. BEGNINI; K.Z. SCHERER; C.B. LOPES & T.T. CASTELLANI. 2007. Predação de sementes de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) por insetos na Ilha de Santa Catarina, SC. **Revista Brasileira de Biociências**, 5:618-683.

DA SILVA , F.R.; BEGNINI, R. M.; LOPES, B.C. & CASTELLANI, T. T. (2011) Seed dispersal and predation in the palm *Syagrus romanzoffiana* on two islands with different faunal richness, southern Brazil, **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 46:3, 163-171.

SOARES, K.P. , LONGHI, S.J. WITECK-NETO, L. & de ASSIS, L.C. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil . *Rodriguésia* 65(1): 113-139. 2014

TERBORGH, J. 1986. Keystone plant resources in the neotropical forest. Pp 320-344. In: M.E. Soulé (ed.), *Conservation Biology, the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland. 584p.

ZIMMERMANN, T.G. Estudo da Germinação e da Morfologia da Plântula de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glasm. (Arecaceae). Monografia de Conclusão de Curso. p.63. 2007. Acesso: http://www.lras.ufsc.br/images/stories/thalita_tcc.pdf 29 de junho de 2014.