

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DO PALMITO *Euterpe edulis*  
(ARECACEAE) E SUA INFLUÊNCIA NA ABUNDÂNCIA DE AVES  
FRUGÍVORAS NA FLORESTA ATLÂNTICA**

**EVERALDO RODRIGO DE CASTRO**

**Tese apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia da Universidade Estadual  
Paulista “Julio de Mesquita Filho”,  
Campus de Rio Claro, para a obtenção  
do título de Doutor em Ciências  
Biológicas (Área de Concentração:  
Biologia Vegetal)**

**Rio Claro  
Estado de São Paulo, Brasil  
Agosto de 2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DO PALMITO *Euterpe edulis*  
(ARECACEAE) E SUA INFLUÊNCIA NA ABUNDÂNCIA DE AVES  
FRUGÍVORAS NA FLORESTA ATLÂNTICA**

**EVERALDO RODRIGO DE CASTRO**

**Orientador: Prof. Dr. MAURO GALETTI**

**Co-orientadora: Profa. Dra. L. PATRÍCIA C. MORELLATO**

**Tese apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia da Universidade Estadual  
Paulista “Julio de Mesquita Filho”,  
Campus de Rio Claro, para a obtenção  
do título de Doutor em Ciências  
Biológicas (Área de Concentração:  
Biologia Vegetal)**

**Rio Claro  
Estado de São Paulo, Brasil  
Agosto de 2007**

*Dedico*

*À minha mãe Divina Helena Bonfin de Castro, a pessoa mais importante da minha vida, sem seu apoio, incentivo e exemplo de vida, eu não teria chegado até aqui.*

*Te amo muito.*

*Ofereço*

*Aos meus queridos sobrinhos João Vitor e Amanda.*

## **“Passarim”**

*Passarim quis pousar, não deu, voou  
Porque o tiro feriu mas não matou  
Passarinho me conta então me diz  
Porque que eu também não fui feliz  
Me diz o que eu faço da paixão  
Que me devora o coração  
Que me devora o coração  
Que me maltrata o coração  
Que me maltrata o coração*

*E o mato que é bom, o fogo queimou  
Cadê o fogo, a água apagou  
E cadê a água, o boi bebeu  
Cadê o amor, o gato comeu  
E a cinza se espalhou  
E a chuva carregou  
Cadê meu amor que o vento levou  
(Passarim quis pousar, não deu, voou)*

*Passarim quis pousar, não deu, voou  
Porque o tiro feriu mas não matou  
Passarinho me conta então me diz  
Por que que eu também não fui feliz  
Cadê meu amor minha canção  
Que me alegrava o coração  
Que me alegrava o coração  
Que iluminava o coração  
Que iluminava a escuridão*

*Cadê meu caminho a água levou  
Cadê meu rastro, a chuva apagou  
E a minha casa, o rio carregou  
E o meu amor me abandonou  
Voou, voou, voou  
Voou, voou, voou*

...

**Tom Jobim**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que acompanharam o desenvolvimento deste trabalho, através de apoio emocional, profissional e material. Em especial, eu gostaria de agradecer as seguintes pessoas e entidades descritas abaixo.

Em primeiro, aos meus orientadores Dr. Mauro Galetti e a Dra. Leonor Patrícia C. Morellato pela oportunidade e confiança dedicadas a mim ao longo destes quatro anos. Agradeço muito ao Mauro pela amizade e apoio e à Patrícia pelos ensinamentos e bons exemplos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado, à Fapesp pelo financiamento concedido ao Projeto Palmeiras, à Idea Wild (Colorado – EUA) pela aquisição de materiais e ao CITED pelo financiamento no intercâmbio para Espanha.

Ao Instituto florestal pela aprovação do projeto de pesquisa e ao Diretor do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Marcos Campollim pelo apoio logístico.

Ao Dr. Pedro Jordano da Estação Biológica de Donaña (CSIC), Sevilla, pelas boas idéias e discussões durante os cursos realizados na Ilha do Cardoso, e ao Dr. Luis Navarro da Universidade de Vigo (UVIGO), Galícia, por ter me recebido tão gentilmente no seu Laboratório de Ecologia, e pela atenção durante toda a minha estadia na Espanha.

Ao Dr. Marco Aurélio Pizo pela amizade, pelo apoio e compreensão em certos momentos difíceis (problema de envio da monografia), e pelas críticas e sugestões feitas durante o desenvolvimento da tese, e aos Drs. Marco Antonio de Assis e Júlio Antonio Lombardi pela ajuda na identificação das plantas.

Aos taxonomistas do Instituto de Botânica de São Paulo, Dr. Sérgio Romaniuc Neto (Moraceae), Dra. Lúcia Rossi (Olacaceae), e Dra. Maria Margarida R. F. de Melo (Sapotaceae); do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Dra. Sigrid Luiza J. Mendaçolli (Rubiaceae); do Instituto Florestal de São Paulo, Dr. Osny Tadeu de Aguiar (Myrtaceae) e Dr. João Batista Baitello (Lauraceae) e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Sr. Marcos Sobral (Myrtaceae).

Aos meus companheiros de pós-graduação em Biologia Vegetal: João, Aluísio, Rita, Adriana, Simão, Guilherme, Leslie, Débora, Angela, Alessandra, Michele, Cristiano; e aos companheiros do Laboratório de Biologia da Conservação (LaBiC):

Marininha, Eliana, Julieta, Miúdo, Flávia, Chris, Ariane, Rodrigo, Alexandra, Marina Fleury, Omelete, Saldanha, Fabiana, Goiano e Carlos.

Aos amigos do Banco de Dados - Fenologia de Plantas, Gabriela, Rubinho, Vanessa, Amira e, em especial Eliana, Valesca, Luís, Eduardo e Paulinha pelo auxílio e sugestões.

Aos meus amigos do programa de pós-graduação com quem tive o prazer de conviver durante sua estadia em Rio Claro: Fadini, Luciana, Alexandra Pires, Fátima e Cristiano.

Ao Paulo Miúdo e à Leslie pelas discussões em estatística, ao Paul pela ajuda no mapa da Ilha do Cardoso e a Marininha, pelas críticas e sugestões dadas no desenvolvimento dos capítulos.

Ao Departamento de Ecologia, especialmente aos técnicos Carlos, Sueli, Beti e Sandra e à Marilene (secretária da ecologia) pela amizade, simpatia e eficiência. Ao Sergião, pelo auxílio no decorrer do meu trabalho, pela grande amizade e pelos longos papos e discussões durante as viagens de campo.

Aos funcionários do Parque, Roberto, Romeu, Ari, Renato, Evaristo, Lino, Ilzo, Nanqui, Nanuca, Lobo, Jorge, Lair, Dona Maria, Leda, Cida e aos monitores Cláudio, Ari, Daniel, Selmo, Juninho, Felipe, Vadico e Rafael.

Aos meus grandes amigos Wagner, Vagner (Morro Agudo), Bruno, Suzana, Cristiano e Elizabete, Alana, Ricardo e Fernando pela amizade de anos, carinho e estímulo à realização deste trabalho.

Aos muitos colegas (estagiários) que me acompanharam nas minhas idas ao campo: Marina, Débora, Alana, Flávia, Tati, Eliana, Vanessa, Julieta, André e tantos outros.

À minha grande amiga Marininha, que me ajudou sempre, com discussões e leitura dos manuscritos. Boa sorte em Columbia! À Camila minha amiga companheira, sempre prestativa e atenciosa e à Suzana, pelas tantas afinidades e momentos que vivemos em Rio Claro.

À minha família maravilhosa que sempre me apoiou e compreendeu os longos períodos de ausência. Obrigado!

## ÍNDICE

### INTRODUÇÃO GERAL

Fenologia de plantas.....	5
Floresta Atlântica e <i>Euterpe edulis</i> .....	5
Movimento das aves.....	7
Referências bibliográficas.....	9

### ÁREA DE ESTUDO

Parque Estadual da Ilha do Cardoso .....	17
Aspectos Históricos e Criação.....	17
Localização e Geomorfologia.....	18
Clima.....	21
Vegetação.....	22
Vegetação de Restinga.....	23
Floresta Pluvial Tropical de Planície Litorânea.....	24
Floresta Pluvial Tropical de Encosta.....	26
Fauna.....	27
Referências bibliográficas.....	29

### MÉTODOS GERAIS

Sistemas de trilhas.....	33
Fenologia e produção de frutos.....	34
<i>Euterpe edulis</i> .....	34
Comunidade arbórea.....	36
Censo das aves e consumo de frutos.....	37
Censo das aves.....	37
Consumo de frutos.....	38
Análises estatísticas.....	38
Referências bibliográficas.....	40



## CAPÍTULO 1

FENOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>EUTERPE EDULIS</i> (ARECACEAE) AO LONGO DE UM GRADIENTE NA FLORESTA ATLÂNTICA DO BRASIL.....	44
Resumo.....	45
Introdução.....	47
Material e métodos.....	49
Área de estudo.....	49
Vegetação.....	50
Clima.....	51
Fenologia e produção de frutos.....	51
Análise dos dados.....	53
Resultados.....	54
Floração.....	55
Fruto imaturo.....	56
Fruto verde.....	57
Fruto maduro.....	58
Produção de frutos.....	59
Discussão.....	59
Agradecimentos.....	64
Referências bibliográficas.....	65
Figuras.....	77
Tabelas.....	79

## CAPÍTULO 2

INTERAÇÃO ENTRE AVES FRUGÍVORAS E FRUTOS CARNOSOS AO LONGO DE UM GRADIENTE NA FLORESTA ATLÂNTICA DO BRASIL.....	84
Resumo.....	86
Introdução.....	88
Material e métodos.....	90
Área de estudo.....	90

Fenologia de frutificação.....	91
Frugivoria pelas aves.....	92
Análise estatística.....	93
Resultados.....	96
Fenologia de frutificação.....	96
Frugivoria das aves.....	96
Censo das aves e resposta a disponibilidade de frutos.....	98
Discussão.....	100
Fenologia de frutificação.....	100
Dieta das aves e resposta a disponibilidade de frutos.....	101
Agradecimentos.....	104
Literatura citada.....	104
Tabela.....	115
Figuras.....	117

### CAPÍTULO 3

VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE SABIÁS (TURDIDAE) EM RELAÇÃO À DISPONIBILIDADE DE FRUTOS NA FLORESTA ATLÂNTICA.....	123
Resumo.....	125
Introdução.....	127
Métodos.....	129
Área de estudo.....	129
Espécies de aves estudadas.....	130
Fenologia de frutificação e biomassa de frutos.....	131
Frugivoria e censo das aves.....	133
Análise estatística.....	134
Resultados.....	135
Fenologia de frutificação e biomassa de frutos.....	135
Frugivoria e censo das aves.....	136
Discussão.....	137
Agradecimentos.....	141

Literatura citada.....	142
Tabelas.....	154
Figuras.....	157
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	161
APÊNDICES.....	163

## Resumo

O palmito *Euterpe edulis* é uma das espécies de árvores dominantes na Floresta Atlântica, e seus frutos constituem uma parte importante da dieta de várias espécies de aves frugívoras. O presente estudo foi desenvolvido em três tipos de Floresta Atlântica (restinga, planície e encosta), na Ilha do Cardoso (Cananéia, São Paulo), durante três anos de observação. Os objetivos foram (1) comparar a fenologia reprodutiva do palmito nos três tipos florestais, e determinar quais os fatores ambientais que estariam influenciando os padrões encontrados; (2) estudar a oferta de frutos e consumo dos mesmos pelas aves frugívoras (em particular, duas espécies de aves *Turdus flavipes* e *Turdus albicollis*), e avaliar a relação da abundância destas aves com a oferta de frutos da comunidade arbórea e do palmito *E. edulis*. Nós avaliamos o consumo de frutos das aves e monitoramos a fenologia de frutificação do palmito e da comunidade arbórea nos três tipos florestais, comparando mensalmente com os dados de censo das aves, de agosto 2001 a julho 2004. Nós também estimamos no mesmo período a produção de frutos e sementes coletados no chão da floresta para o palmito e para a comunidade arbórea. A fenologia de frutificação do palmito foi anual e sazonal nos três tipos florestais, com as fases fruto imaturo e verde correlacionadas com o comprimento do dia, precipitação, e temperaturas, importantes fatores para o desenvolvimento dos frutos. A biomassa de frutos e sementes de palmito coletados no chão diferiram significativamente entre os tipos florestais, sendo maiores estas diferenças entre as florestas restinga e planície. Estas diferenças na produtividade foram relacionadas a densidade do palmito em cada área e a fertilidade de solo. Sobre a dieta das aves, observamos um total de 600 registros de alimentação, e as famílias que obtiveram o

maior número de registros foram Turdidae e Ramphastidae. A análise de DCA das aves e seus recursos identificou a formação de dois guildas de alimentação, formados provavelmente por apresentarem uma relação mais estreita com os frutos utilizados. Os frutos de *E. edulis* foram consumidos pela maioria das famílias de aves estudadas, e algumas delas (Cotingidae, Turdidae) se destacaram pelo grande número de correlações com a produção de frutos do palmito. Para as duas espécies de turdídeos, nós encontramos uma menor diversidade na dieta de frutos de *T. flavipes*, e a sua abundância foi correlacionada com a fenologia do *E. edulis* em todos os tipos florestais. *Turdus albicollis* consumiu uma grande diversidade de frutos, no entanto, a abundância de *T. albicollis* não foi correlacionada com a fenologia do *E. edulis*, nem com a fenologia de frutificação da comunidade arbórea. Os frutos de *E. edulis* constituíram um importante recurso alimentar para a maioria das espécies de aves estudadas, em especial, *T. flavipes*, provavelmente influenciando seus movimentos e abundância nos diferentes gradientes altitudinais da Floresta Atlântica. Considerando as diferenças sazonais na distribuição de animais e de seus recursos, nossos resultados reforçam a importância de proteção de diferentes tipos florestais ao longo de um gradiente altitudinal em áreas protegidas.

Palavras-chave: *Euterpe edulis*, fenologia, palmito, migração altitudinal, frugivoria, *Turdus flavipes*.

## ABSTRACT

The palm *Euterpe edulis* is one of the most common species in Atlantic Brazilian Tropical Rainforest, and its fruits are an important part on the diet of several frugivorous birds' species. This study had been developed in three Atlantic Rainforest types (restinga, lowland and premontane), located in Cardoso Island (Cananéia, São Paulo state), during three years of study. The objectives were: (1) to compare the reproductive phenology of the palm in three forest types, determining which environmental factors could be affecting the patterns found; (2) to study the available number of fruits and the consume of them by the frugivorous birds (mainly, two birds species *Turdus flavipes* and *Turdus albicollis*), and to evaluate the abundance relation of these birds with the available number of fruits in the arboreal community and the palm *E. edulis*. The fruits consume of the birds had been evaluated, and the reproductive phenology of the palm as well the arboreal community in the three types of forest had been monitored. The bird's census data had been compared from August 2001 to July 2004. The palm and the arboreal community production of fruits and seeds taken on the ground of the forest had been estimated during the same period. The reproductive phenology of the palm was annual and seasonal in the three types of forest, having its unripe fruit phases co-related to the day length, precipitation, and temperatures which are important aspects to the fruit development. The palm fruit and seed biomass taken on the ground of the forest differs meaningfully within the forest types, such difference is bigger when considered the restinga and lowland forest. This productivity differences were related to the palm density in each area and the soil fertility. About the bird's diet, 600 records of feeding had been observed, and the families which got the biggest number were Turdidae and Ramphastidae. The analysis of the birds DCA and its

resource identified the formation of two feeding guilds, made probably by having a closer relation to the fruits which had been used. The *E. edulis* fruits were consumed by the most part of the birds families, and some of them (Cotingidae, Turdidae) were fallen apart due to the big correlated number of the palm fruit production. For both turdus species, a smaller diversity on the fruit diet of the *T. flavipes* had been found and its abundance was co-related to the phenology of the *E. edulis* in all the forest types. *Turdus albicollis* consumed a great variety of fruits; however, the abundance of *T. albicollis* was neither co-related with the phenology of the *E. edulis*, nor with the fruiting phenology of the arboreal community. The *E. edulis* fruits were an important food resource for the most part of the bird's species studied, specially, *T. flavipes*, probably influenced by its movements and abundance in the Atlantic Rainforest different altitudinal zones. Considering the seasonal differences in the animal distribution and its resources, the results reinforce the importance of different forest type protection along an altitudinal zone in protected areas.

Key words: *Euterpe edulis*, phenology, palm, altitudinal migration, frugivory, *Turdus flavipes*.

## INTRODUÇÃO GERAL

---

### Fenologia de plantas

As plantas em regiões tropicais frequentemente exibem variações na floração e na frutificação, e estas variações são influenciadas diretamente pelos fatores abióticos ou indiretamente por fatores bióticos (Rathcke & Lacey 1985, Schaik *et al.* 1993). Os fatores abióticos representados pelas variações sazonais no regime hídrico, de temperatura, insolação e fotoperíodo têm sido citados como os desencadeadores dos padrões fenológicos das plantas (Frankie *et al.* 1974, Schaik *et al.* 1993, Tutin & Fernandez, 1993). Já os fatores bióticos, representados pelo modo de dispersão de sementes, herbivoria, atividade dos polinizadores, dispersores ou predadores de sementes tem sido citados como os que selecionam os padrões fenológicos (Newstrom *et al.* 1994, Chapman *et al.* 1999, Adler & Kiepinski 2000).

Nos trópicos, os estudos com fenologia de plantas têm mostrado em geral padrões sazonais na floração e na frutificação (Leighton & Leighton 1983, Morellato *et al.* 2000), com oferta de frutos no início da estação chuvosa (Frankie *et al.* 1974, Chapman *et al.* 1999). Este padrão de frutificação tem importantes implicações ecológicas na resposta de muitos animais frugívoros. Alguns estudos mencionam que estas variações na disponibilidade de frutos não só afeta a dieta, mais também o padrão de distribuição de muitas espécies de animais (Fuentes 1992, Kwit *et al.* 2004). Na Floresta Atlântica, por exemplo, a maioria dos trabalhos com fenologia de frutificação tem focado a frugivoria e a dispersão de sementes por vertebrados, principalmente de espécies de plantas consideradas importantes como recurso alimentar para os animais frugívoros (Galetti & Morellato 1994, Galetti *et al.* 1999).

### Floresta Atlântica e *Euterpe edulis*

A Floresta Atlântica (senso estrito – Joly *et al.* 1991), cobria 15 % do território brasileiro e atualmente está restrita a aproximadamente 102.000 km<sup>2</sup>, ou 7,84% de sua extensão original (Schäffer & Prochnow 2002). Antigamente, esta floresta abrangia total



ou parcialmente dezessete estados brasileiros, situados ao longo da costa brasileira, do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, além de parte dos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, mas devido à intensa pressão antrópica sofrida ao longo dos anos, esta floresta foi reduzida a pequenos fragmentos na maioria dos estados brasileiros (SOS Mata Atlântica & Inpe 1992).

Este bioma apresenta uma grande diversidade de plantas, com mais de 20 mil espécies, sendo 50% destas endêmicas (Brown & Brown 1992). Entre as espécies de plantas, as palmeiras (família Arecaceae) se destacam pela sua riqueza, com mais de 40 espécies de palmeiras ocorrentes no Domínio Atlântico (Henderson *et al.* 1995). Atualmente, no entanto, a maioria destas espécies está ameaçada pelo corte ilegal, destruição do habitat e perda de dispersores de sementes (Tabarelli *et al.* 2004, Galetti *et al.* 2006). Um exemplo é o palmito *E. edulis*, conhecido no Brasil como “palmito juçara”. Esta espécie apresenta um meristema apical muito saboroso e de grande valor comercial, sendo muito utilizado na culinária brasileira, mas atualmente encontra-se em processo de extinção em várias áreas, devido à extração ilegal (Galetti & Fernandez 1998).

O palmito *E. edulis* é uma das espécies arbóreas dominantes em áreas preservadas de Floresta Atlântica. No Brasil, ele está distribuído nos estados da BA (sul); ES, GO (sul); MG (zona da mata); MS (sul); PE, PR (leste, norte e oeste); RJ, RS, SC (leste) e SP (Henderson *et al.* 1995). Esta palmeira apresenta uma frutificação anual e sazonal, com uma alta confiabilidade na produção de frutos ao longo dos anos (Laps 1996, Zipparro 2004). Os frutos são drupáceos, com pericarpo fino de cor quase preta, formados em infrutescência, e são consumidos por várias espécies de vertebrados (Laps 1996). Mais de 30 espécies de aves e 15 de mamíferos são descritos consumindo seus frutos (veja Galetti *et al.* 1999, Rodrigues *et al.* 1993, Faria 1996).

Devido a estas características, alguns autores têm sugerido a possibilidade desta palmeira ser considerada uma espécie-chave na Floresta Atlântica (Sick 1997, Mikich 1996). O conceito de “espécie-chave” é definido como plantas que produzem uma grande quantidade de frutos (ex. *Ficus*) ou que ocorrem em grandes densidades (ex. *E. edulis*) na estação em que a maioria da comunidade não está frutificando (Terborgh 1986, Peres 1999). Estas espécies são importantes para um grande número de animais frugívoros dentro da floresta, sendo teoricamente essencial para a manutenção da

organização e diversidade da comunidade. No entanto, várias controvérsias têm sido levantadas sobre a melhor definição do conceito de espécie-chave (ver Mills *et al.* 1993, Power *et al.* 1996, Peres 2000).

### **Movimentos das aves**

O uso de recursos alimentares é um dos componentes primários do nicho e, conseqüentemente, é um elemento vital para determinar as inter-relações ecológicas das aves (Rappole 1995). A maioria dos estudos de dinâmica populacional de aves em relação à disponibilidade de recursos tem sido desenvolvida com aves frugívoras (Fleming 1992, Loiselle & Blake 1991, Solórzano *et al.* 2000), proporcionando informações importantes sobre a interação ave-fruto (Renton 2001). Os conhecimentos básicos sobre esta interação ave-fruto em ecossistemas florestais são essenciais especialmente sobre o processo de dispersão de sementes (Galetti & Pizo 1996). As aves dispersoras de sementes são importantes por proporcionarem fluxo gênico de várias espécies de plantas, influenciando processos ecológicos críticos como, por exemplo, a dinâmica de metapopulações, a persistência de populações e a diversidade da comunidade de plantas (Holbrook *et al.* 2002, Jordano *et al.* 2006).

As aves dispersoras de sementes podem realizar movimentos de várias magnitudes espaciais a procura de seus recursos alimentares. Estes deslocamentos podem ser classificados em três tipos: movimentos regionais, e as migrações altitudinais e latitudinais (Fleming 1992). Os movimentos regionais geralmente envolvem deslocamentos entre fragmentos ou entre habitats ao longo de gradientes sucessionais (Loiselle & Blake 1991, Price 2004) e podem ser regulares, seguindo uma periodicidade anual na oferta de frutos. Em relação às migrações, as altitudinais envolvem a subida e descida de regiões montanhosas (Young & McDonald 2000, Chaves-Campos 2004), e as latitudinais já se caracterizam pelo deslocamento de grande amplitude espacial (Blake & Loiselle 1992, Cain *et al.* 2000). Ambas as migrações estão supostamente relacionados à oferta de recursos alimentares (Fleming 1992).

Em regiões temperadas, o movimento de muitas espécies de aves em resposta às variações na abundância de recursos é motivado principalmente pelas mudanças nas estações climáticas (Gutián 2000). Os frutos carnosos nesta região constituem um

recurso estacional, que varia drasticamente ao longo do ano, sendo distribuídos espacialmente de maneira muito heterogênea e de forma concentrada (Thompson & Willson 1978, Fuentes 1992, Guitián 2000). Vários estudos desenvolvidos em regiões temperadas têm demonstrado uma forte relação entre a abundância de aves e seus recursos, como por exemplo, os trabalhos de Thompson & Willson (1978), Suthers *et al.* (2000) e Kwit *et al.* (2004) na América do Norte, Jordano (1982), Fuentes (1992) e Rey (1995) na Espanha, e Noma & Yumoto (1997) no Japão.

Nas regiões tropicais, a maior parte dos estudos relacionando as variações sazonais nas populações de aves e frutos foram desenvolvidos na América Central (Levey 1988, Loiselle & Blake 1991), sendo encontrados também alguns estudos nas florestas da Indonésia (Kinnaird *et al.* 1996, Kimura *et al.* 2001) e do México (Solórzano *et al.* 2000, Renton 2001). Na América do Sul, nós encontramos poucos estudos, a maioria deles realizados na Argentina (Marone 1992, Cueto & Casenave 2000, Malizia 2001) e Brasil (Galetti *et al.* 2000, Moegerburg & Levey 2003, Ragusa-Netto 2006, Hasui *et al.* 2007). A maioria destes estudos tem mostrado que a flutuação na abundância de frutos pode direcionar os movimentos e regular as populações das aves. No entanto, os movimentos das aves podem ser influenciados também por outros fatores como às mudanças nas condições climáticas (Guitián 2000), pressões ambientais (French 1992), e disponibilidade de insetos durante determinados períodos do ciclo de vida das aves (Levey 1988, Poulin *et al.* 1992).

Dessa forma, o objetivo geral do presente estudo foi descrever a fenologia de frutificação de uma palmeira dominante, o palmito *E. edulis* e da comunidade de plantas zoocóricas, e correlacionar com a abundância de aves frugívoras para o período de três anos. No primeiro capítulo descrevemos a fenologia reprodutiva de *E. edulis* em três tipos florestais (restinga, planície e encosta), e testamos se os padrões fenológicos encontrados variavam entre as formações florestais, e quais os fatores ambientes que estariam influenciando. No segundo capítulo estudamos a dieta de cinco famílias aves frugívoras e relacionamos com a disponibilidade de frutos de *E. edulis* e da comunidade de plantas e verificamos a importância dos frutos de palmito na dieta destas famílias. No terceiro e último capítulo, estudamos duas espécies de aves em particular da família Turdidae (*Turdus albicollis* e *Turdus flavipes*), e verificamos se existiam diferenças no

consumo de frutos entre estas duas espécies, e se a abundância de frutos da comunidade arbórea e do palmito também influenciava a distribuição destes dois turdídeos.

### **Referências bibliográficas**

ADLER, G.H., & KIEPINSKI, K.A. 2000. Reproductive phenology of a tropical canopy tree, *Spondias mombin*. **Biotropica** 32: 686-692.

BLAKE, J.G. & LOISELLE, B.A. 1992. Fruit in the diets of neotropical migrating birds in Costa Rica. **Biotropica** 24: 200-210.

BROWN JR., K.S. & BROWN, G.G. 1992. Habitat alteration and species loss in Brazilian forest. In: WHITMORE, T.C. & SAYER, J.A (eds). **Tropical deforestation and species extinction**. Chapman & Hall, London, England. p. 119-142.

CAIN, M.L., MILLIGAN, B.G. & STRAND, A.E. 2000. Long-distance seed dispersal in plant population. **American Journal of Botany** 87: 1217-1227.

CHAPMAN, C.A., WRANGHAM, R.W., CHAPMAN, L.J., KENNARD, D.K & ZANNE, A.E. 1999. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. **Journal of Tropical Ecology** 15: 189-211.

CHAVES-CAMPOS, J. 2004. Elevational movements of large frugivorous birds and temporal variation in abundance of fruits along an elevational gradient. **Ornitologia Neotropical** 15(4): 433-445.

CUETO, V.R. & CASENAVE, J.L. 2000. Seasonal changes in bird assemblages of coastal woodlands in east-central Argentina. **Studies of the Neotropical Fauna & Environment** 35: 173-177.

- FARIA, D.M. 1996. **Uso de recursos alimentares por morcegos filostomídeos fitófago na Reserva de Santa Genebra**. 86f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- FLEMING, T.H. 1992. How do fruit and nectar-feeding birds and mammals track their food resource? In: HUNTER, M.D., ONGUSHI, T. & PRICE, P.W (eds). **Effects of resource distribution on animal-plant interactions**. Academic Press, San Diego, USA. p. 355-391.
- FRANKIE, G.W., HABER, H.G. & OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal Ecology** 62: 881-913.
- FRENCH, K. 1992. Phenology of fleshy fruits in a wet sclerophyll forest in southeastern Australia: are birds an important influence? **Oecologia** 90: 366-373.
- FUENTES, M. 1992. Latitudinal and elevational variation in fruiting phenology among western European bird-dispersed plants. **Ecography** 15: 177-183.
- GALETTI, M. & FERNANDEZ, J.C. 1998. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes in industry structure and the illegal trade. **Journal of Applied Ecology** 35: 294-3001.
- GALETTI, M. & MORELLATO, L.P.C. 1994. Diet of the large fruit-eating bat *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brazil. **Mammalia** 58: 661-665.
- GALETTI, M. & PIZO, M.A. 1996. Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil. **Ararajuba** 4: 71-79.
- GALETTI, M., DONATTI, C.I., PIRES, A.S., GUIMARÃES Jr.P.R. & JORDANO, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic Forest palm: the

combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnaean Society** 151: 141-149

GALETTI, M., LAPS, R. & PIZO, M.A. 2000. Frugivory by toucans (Ramphastidae) in two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. **Biotropica** 32(4b): 842-850.

GALETTI, M., ZIPPARRO, V. & MORELLATO, L.P. 1999. Fruit phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brazil. **Ecotropica** 5: 115-122.

GUITIÁN, J., GUITIÁN, P., MUNILLA, I., GUITIÁN, J., BERMEJO, T., LARRINAGA, A.R., NAVARRO, L. & LÓPES, B. 2000. **Zorzales, espinos y serbales: Un estudio sobre el consumo de frutos silvestres de las aves migratorias en la costa occidental europea**. In: GUITIÁN, J. et al. (Eds). Universidad, Servicio de Publicaciones e Intercambio científico, Santiago de Compostela, España. 292p.

HASUI, E., GOMES, V. S. M. & SILVA, W. R. 2007. Effects of vegetation traits on habitat preferences of frugivorous birds in Atlantic Rain Forest. **Biotropica** artigo online: 31-março.

HENDERSON, A., GALEANO, G. & BERNAE, R. 1995. **Field guide to the palms of the Americas**. Princeton University Press, Princeton, USA.

HOLBROOK, K.M., SMITH, T.B. & HARDESTY, B.D. 2002. Implications of long-distance movements of frugivorous rain forest hornbills. **Ecography** 25: 745-749.

JOLY, C. A., LEITÃO FILHO, H.F. & SILVA, S.M. 1991. O patrimônio florístico. In: **Fundação SOS Mata Atlântica**, (Org.). Mata Atlântica. Editora Index, Rio de Janeiro. p.97-107.

- JORDANO, 1982. Migrant birds are the main seed dispersers of blackberries in southern Spain. **OIKOS** 38:183-193.
- JORDANO, P., GALETTI, M., PIZO, M. A. & SILVA, W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D., BERGALLO, H. G., ALVES, M. A. S., Van SLUYS, M. (org.). *Biologia da Conservação: essências*. Ed. Rima. Instituto Biomas, Rio de Janeiro.
- KIMURA, K., YUMOTO, T. & KIKUZAWA, K. 2001. Fruiting phenology of fleshy-fruited plants and seasonal dynamics of frugivorous birds in four vegetation zones on Mt. Kinabalu, Borneo. **Journal of Tropical Ecology**. 17: 833-858.
- KINNAIRD M.F., O'BRIEN T.G. & SURYADI, S. 1996. Population fluctuation in Sulawesi Red-Knobbed Hornbills: tracking figs in space and time. **The Auk** 113: 431-440.
- KWIT, C., LEVEY, D.J., GREENBERG, C.H., PEARSON, S.F., MCCARTY, J.P., SARGENT, S. & MIMME R.L. 2004. Fruit abundance and local distribution of wintering hermit thrushes (*Catharus guttatus*) and Yellow-rumped warblers (*Dendroica coronata*) in South Carolina. **The Auk** 121(1): 46-57.
- LAPS, R. R. 1996. **Frugivoria e dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis*, Martius, Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- LEIGHTON, M. & LEIGHTON, D. 1983. Vertebrate responses o fruiting seasonality within a Bornean rain forest. In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C. & CHADWICK, A. C. (Eds). **Tropical rain forest: ecology and management**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. p. 197-209.
- LEVEY, D. J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. **Ecological Monographs** 58: 251-269.

- LOISELLE, B.A. & BLAKE, J.G. 1991. Temporal variation in birds and fruits along on elevational gradient in Costa Rica. **Ecology** 72: 180-193.
- MALIZIA L.R. 2001. Seasonal fluctuations of birds, fruits, and flowers in a subtropical forest of Argentina. **The Condor** 103: 45-61.
- MARONE, L. 1992. Seasonal and year-to-year fluctuations of bird populations and guilds in the Monte Desert, Argentina. **Journal of Field Ornithology** 63(3): 294-308.
- MIKICH, S.B. 1996. A Importância dos estudos de frugivoria e dispersão de sementes para a conservação de pequenos remanescentes florestais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA**, 5º, 1996, Campinas. Anais... Campinas: Editora, p. 139-141.
- MILLS, L.S., SOULÉ, M.E. & DOAK, D.E. 1993. The keystone species concept in ecology and conservation. **Bioscience** 43: 219-224.
- MOEGENBURG, S.M. & LEVEY, D.J. 2003. Do frugivores respond to fruit harvest? An experimental study of short-term responses. **Ecology** 84(10): 2600-2612.
- MORELLATO, L.P.C., TALORA, D.C., TAKAHASI, A., BENCKE, C.C., ROMERA, E.C. & ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** 32: 811-823.
- NEWSTROM, L.E. FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** 26: 141-159.
- NOMA, N. & YUMOTO, T. 1997. Fruiting phenology of animal dispersed plants in response to winter migration of frugivores in a warm temperate rainforest on Yakushima Island, Japan. **Ecological Research** 12: 119-129.



- PERES, C.A. 1999. Nonvolant mammal community structure in different Amazonian forest types. In EISEMBERG, J.F. & REDFORD, K.H. (Eds). **Mammals of the Neotropics**. Universidade of Chicago Press, Chicago, USA.
- PERES, C. A. 2000. Identifying keystone plant resources in tropical forest: the case of gums from *Parkia* pods. **Journal of Tropical Ecology** 16: 287-317.
- POULIN, B.; GAETAN, L. & RAYMOND, M. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. **Ecology** 73(6): 2295-2309.
- POWER, M.E., TILMAN, D., ESTES, J.A., MENGE, B.A., BOND, W.J., MILLS, S., DAILY G., CASTILLA, J.C., LUBCHENCO, J. & PAINE R.T. 1996. Challenges in the quest of keystones. **Bioscience** 46(8): 609-620.
- PRICE. O.F. 2004. Indirect evidence that frugivorous birds track fluctuating fruit resources among rainforest patches in the northern territory, Australia. **Austral Ecology** 29: 137-144.
- RAGUSA-NETTO, J. 2006. Abundance and frugivory of the toco toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil's southern Pantanal. **Revista Brasileira de Biologia** 66(1A): 133-142.
- RAPPOLE, J.H. 1995. The Ecology of Migrant Birds: A Neotropical Perspective. In: R. SHEFFIELD (ed). **Resource use**. Smithsonian Institution Press, Washington. USA. p. 28-30.
- RATHCKE, B., & LACEY, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Reviews of Ecology and Systematics** 16: 179-214.
- RENTON, K. 2001. Lilac-crowned parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. **The Condor** 103: 62-69.

- REY, P. 1995. Spatio-temporal variation in fruit and frugivorous bird abundance in olive orchards. **Ecology** 76: 1625-1635.
- RODRIGUEZ, M., OLMOS, F. & GALETTI, M. 1993. Seed dispersal by tapir in southeastern Brazil. **Mammalia** 57: 460-461.
- SCHÄFFER, W.B. & PROCHNOW, M.A. 2002. Mata Atlântica. In: SCHÄFFER, W. B., PROCHNOW, M. A. (Org.). **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. APREMAVI, Brasília. p. 12-44.
- SCHAIK, C.P. van, TERBORGH, J.W. & WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Reviews of Ecology and Systematics** 24: 353-377.
- SICK, H. 1997. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 912.
- SÓLORZANO S., CASTILHO S., VALVERDE T. & LURDES, A. 2000. Quetzal abundance in relation to fruit availability in a cloud forest in Southeastern México. **Biotropica** 32: 523-532.
- SOS MATA ATLÂNTICA & INPE. 1992. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1985-1990**. São Paulo: SOS Mata Atlântica; INPE.
- SUTHERS, H.B., BICKAL, J.M. & RODEWALD, P.G. 2000. Use of successional habitat and fruit resources by songbirds during autumn migration in central New Jersey. **The Wilson Bulletin** 112(2): 249-260.
- TABARELLI, M., SILVA, M.J.C. & GASCON, C. 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forest. **Biodiversity and Conservation** 13: 1419-1425.

- TERBORGH, J. 1986. Keystone plant resources in the tropical forest. In: SOULÉ, M.E. (Ed). **Conservation biology**. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. USA. p. 330-340.
- THOMPSON, J.N. & WILLSON, M.F. 1978. Evolution of temperate fruit/bird interactions: phenological strategies. **Evolution** 33(3): 973-982.
- TUTIN, C.E.G. & FERNANDEZ, M. 1993. Relationships between minimum temperature and fruit production in some tropical forest trees in Gabon. **Journal of Tropical Ecology** 8: 241-248.
- YOUNG, B.E. & McDONALD, D.B. 2000. Birds. In: Nadkarni N. M. & Wheelwright, N.T. (eds). **Monteverde: ecology and conservation of a tropical cloud forest**. Oxford University Press, Oxford. England. p.179-222.
- ZIPPARRO, V.B. 2004. **Fenologia reprodutiva da comunidade arbórea em floresta atlântica no Parque Estadual Intervales, SP**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

## ÁREA DE ESTUDO

---

### **Parque Estadual da Ilha do Cardoso**

#### **Aspectos Históricos e Criação**

A história da presença do homem na Ilha do Cardoso pode ser dividida em três fases: uma fase pré-histórica, detectada pela ocorrência de vários sambaquis, uma intermediária, iniciada com a chegada dos europeus, e a outra contemporânea, iniciada com a inauguração do Centro de Pesquisas Aplicadas de Recursos Naturais da Ilha do Cardoso (Barros *et al.* 1991). A fase pré-histórica, era representada pelos “homens dos sambaquis”, civilização anterior à dos índios Guaranis aqui encontrados pelos europeus. Essa civilização apresentava hábitos sedentários e ignorava a olaria, a domesticação de animais e a agricultura, cuja alimentação era baseada na pesca e na coleta de moluscos (Gaspar 2004). O principal vestígio desse grupo é um tipo de sítio chamado sambaqui. Estes sítios são caracterizados basicamente por serem uma elevação de forma arredondada que, chega a ter mais de 30 metros de altura, construído com restos faunísticos como conchas de berbigão, ossos de peixe, de mamíferos e de seres humanos (Gaspar 2004).

Na segunda fase, no início do século XVI, chegaram às primeiras expedições na região de Cananéia, chefiadas por Gonçalo Coelho e Américo Vespúcio. A Ilha de Cananéia se tornou um dos locais mais importantes da história do Brasil, devido a presença do tratado de Tordesilhas, e do Bacharel de Cananéia, um famoso traficante de índios e mulheres (ver Bueno 1998). Durante estas expedições, alguns degredados espanhóis eram abandonados, e junto com outros náufragos, formaram o primeiro grupo de colonos europeus a habitarem a Ilha. Em 1531, quando a expedição de Martim Afonso de Souza aportou em frente à barra de Cananéia, já encontrou instalados ali o primeiro núcleo de povoamento da região (Bueno 1998). A partir de 1650, várias famílias começaram a se estabelecer, especialmente nas barras de Cananéia, Ararapira e Ilha do Cardoso (Barros *et al.* 1991).

Na fase contemporânea, a Ilha do Cardoso foi transformada em Parque Estadual através do decreto 40.319 de 03 de julho de 1962. Embora esse decreto determine a desapropriação das propriedades particulares lá existentes, isso não se efetivou até hoje. Em 1978, através do decreto 11.138 de 03 de fevereiro, foi criado o Centro de Pesquisas Aplicadas de Recursos Naturais da Ilha do Cardoso (CEPARNIC), administrado inicialmente pela Secretaria do Estado da Agricultura e Abastecimento, através da extinta Coordenadoria de Proteção de Recursos Naturais (Barros *et al.* 1991). O CEPARNIC tinha como objetivo principal promover a execução de uma política de recursos naturais, voltada à sua preservação, valorização e exploração racional dos recursos. Atualmente o CEPARNIC foi extinto, e a estrutura instalada no parque foi denominada “Núcleo Perequê do Parque Estadual da Ilha do Cardoso”, administrado pela Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (Barros *et al.* 1991).

Atualmente existem seis povoados na Ilha do Cardoso (Itacuruçá, Foles, Cambriú, Marujá, Enseada da Baleia e Pontal) caracterizado pela presença de caiçaras pescadores-lavradores (Consema 2001). De acordo com John (2001), no final de 1992, alguns índios da tribo Guarani Mbya provenientes das Ilhas do Superagui e das Peças (Paraná), foram conduzidos ao Parque Estadual da Ilha do Cardoso por membros de ONGs sócio-ambientais da região de Cananéia para se instalarem na localidade Sítio Grande (Bernardo 2004). Hoje em dia, a população da Ilha do Cardoso totaliza 392 caiçaras, denominados ocupantes tradicionais, 28 ocupantes não tradicionais e 35 indígenas Guarani Mbya (Cardoso 2004).

### **Localização e Geomorfologia**

O Parque Estadual da Ilha do Cardoso está localizado no litoral sul do Estado de São Paulo, município de Cananéia, dentro do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá (Melo & Mantovani 1994). Ele é administrado pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e abrange uma área aproximada de 151 km<sup>2</sup>, entre as coordenadas 48°05'42'' W, 25°03'05'' S e 48°53'48'' W, 25°18'18'' S e está separado do continente pelo canal de Trapandé (Bernardi *et al.* 2005) (Figura 1).

A topografia da Ilha do Cardoso é predominantemente montanhosa com a parte central dominada por elevações acima de 814 m e sua forma é irregular, sendo larga na parte norte, alongando-se em direção sul e sudeste, com uma faixa muito estreita de cordões arenosos (Consema 2001). Há uma predominância de rochas graníticas intrusivas de idade Cambro-Ordoviciano do Ciclo Brasileiro de composição sienítica a monzonito-sienítica, formando grande parte do maciço, seguindo por sedimentos arenosos e argilosos quaternários (Bernardi *et al.* 2005).

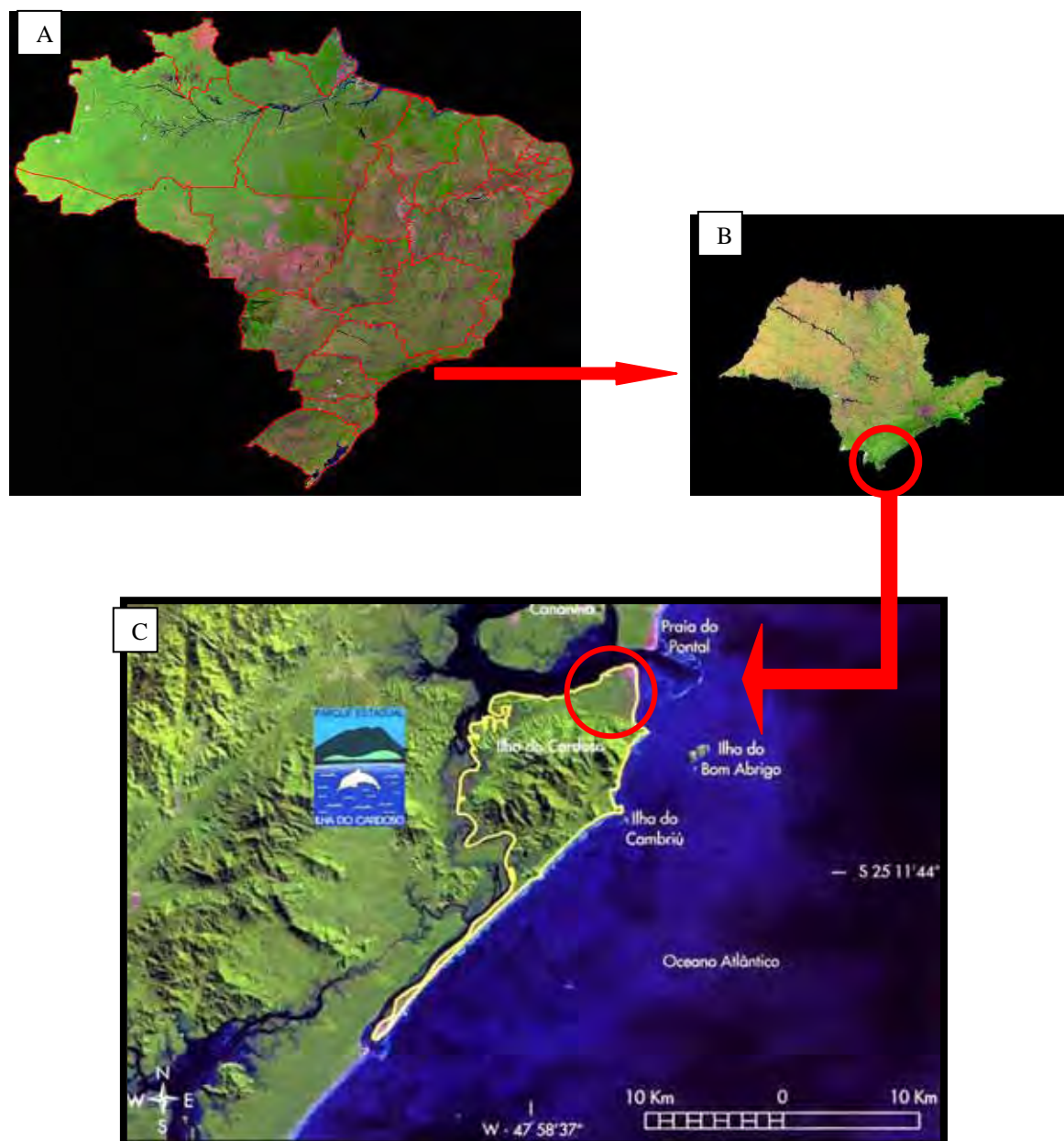


Figura 1: Localização do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, município de Cananéia, SP. **A** - mapa do Brasil, **B** - mapa do Estado de São Paulo, **C** - mapa da Ilha do Cardoso, e o círculo em vermelho indica o Núcleo Perequê, onde foi realizado o presente estudo (Fonte: [http://www.brazadv.com/images/ilha\\_do\\_cardoso.jpg](http://www.brazadv.com/images/ilha_do_cardoso.jpg)).

## **Clima**

O clima da Ilha do Cardoso é influenciado por fatores locais, como maritimidade, topografia acidentada e vegetação, sendo do tipo megatérmico superúmido, sem estação seca definida e com grande excesso de chuvas no verão, alcançando índices anuais de 3.000 mm (Funari *et al.* 1987). No verão ocorrem chuvas de convecção térmica, enquanto no inverno predominam chuvas orográficas e chuvas frontais (Camargo *et al.* 1972). A precipitação anual estimada no período de 1976 a 1985 apresentou a mínima de aproximadamente 1.400 mm, média de 2.000 mm e máxima de 2.500 a 3.000 mm (Gutjahr 1993). Para temperaturas, estima-se que no período de 1949 a 1965 as médias das máximas foram 25,5°C e das mínimas 17,4°C, a máxima absoluta foi de 32,4°C e a mínima absoluta de 13,0°C (Pfeifer 1981, 1982). O clima médio obtido a partir dos dados de 30 anos (1956-1985) mostra uma precipitação anual média de 2.248 mm, com a existência de uma estação super-úmida, com chuvas freqüentes, de outubro a maio e uma estação menos úmida de junho a setembro, com chuvas menos constantes, mas sem déficit hídrico (Figura 2).



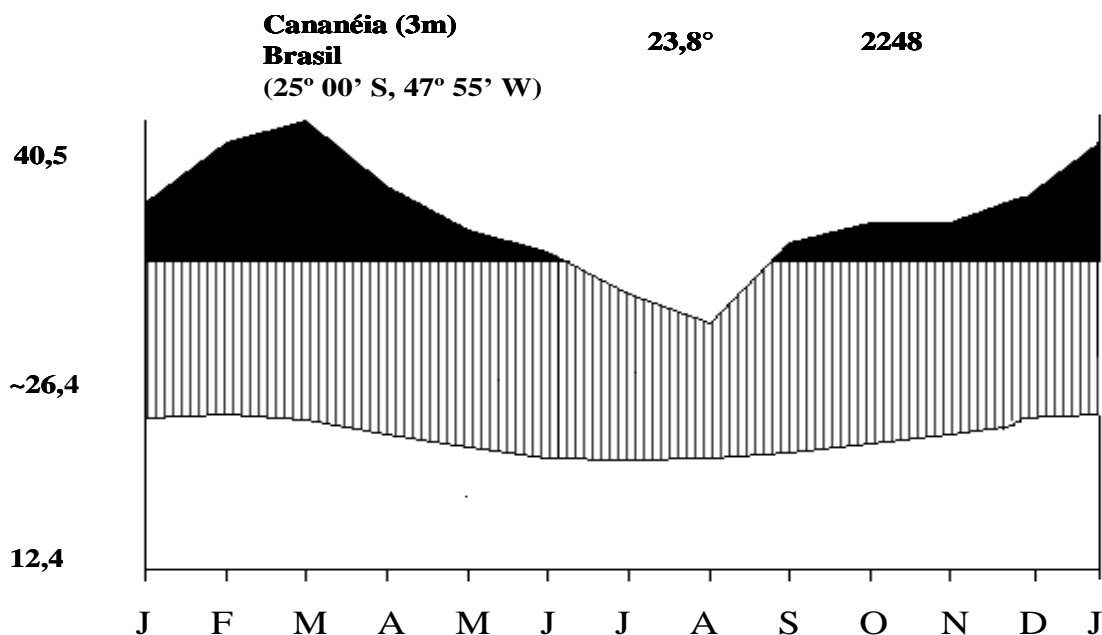


Figura 2: Diagrama Climático do município de Cananéia, SP, para o período de 1956 a 1985, construído segundo Walter (1986). A área preta indica períodos super-úmidos e a área hachurada períodos úmidos (Fonte: Instituto Oceanográfico da USP).

### Vegetação

A vegetação da Ilha do Cardoso é formada predominantemente por Floresta Atlântica, e compreende cinco formações vegetais: vegetação de mangue, vegetação pioneira de dunas, vegetação de restinga, floresta pluvial tropical da planície litorânea e floresta pluvial tropical de encosta (Noffs & Baptista Noffs 1982). Duas outras formações: a formação arbustiva dos topos montanhosos e a vegetação secundária foram ainda acrescentadas segundo Barros *et al.* (1991). Estas formações vegetais foram estudadas detalhadamente pelo Instituto de Botânica de São Paulo e pelo Instituto Florestal, sendo identificadas 986 espécies vegetais pertencentes a 483 gêneros e 143 famílias. Dentre as famílias, as mais representativas foram: Orchidaceae (118 espécies), Myrtaceae (70), Leguminosae (63), Graminae (57), Rubiaceae (50), Compositae (43) e Bromeliaceae (41) (Barros *et al.* 1991). Em relação aos tipos vegetacionais, o presente

estudo foi desenvolvido em três deles, a vegetação de restinga, a floresta de planície e a floresta de encosta (veja Figura 3).



Figura 3: Perfil vegetacional da Ilha do Cardoso, destacando as três formações florestais e as respectivas altitudes onde foi desenvolvido o estudo.

### *Vegetação de restinga*

A vegetação de restinga está distribuída sobre a planície costeira quaternária, e constitui um ecossistema bastante heterogêneo (Lima & Capobianco 1997). Na Ilha, esta vegetação está apresentada como um conjunto de comunidades fisionomicamente distintas com influência marinha e flúvio-marinha (De Grande & Lopes 1981). No Núcleo Perequê, a restinga é caracterizada por ser predominantemente florestal, com formações arbóreas bastante abertas e baixas até formações arbóreas fechadas e altas (Sugiyama 1998). As áreas de floresta mais abertas são bem iluminadas no interior, apresentando árvores com altura média de 5 metros, sendo bem ramificadas a partir da base, o que proporciona um estrato herbáceo bastante conspícuo (Figura 4). As áreas de floresta mais fechada são menos iluminadas no interior, compostas por árvores mais altas, com altura média de 9 m, chegando a 12 a 15 m e com estrato herbáceo constituído predominantemente por bromeliáceas e orquídeas (Consema 2001).

A comunidade arbórea da floresta de restinga do Núcleo Perequê é caracterizada por apresentar poucas espécies (64), comparado com as duas outras formações florestais da Ilha do Cardoso: planície e encosta (Sugiyama 1998). As famílias que apresentam o maior número de espécies nesta formação são: Myrtaceae (18), Arecaceae (5), Melastomataceae e Aquifoliaceae (4), e Clusiaceae (3) (Apêndice I). As características fisionômicas da comunidade que compõe este tipo florestal estão relacionadas com as condições ambientais da área, notadamente as edáficas, por dependerem mais da natureza do solo do que do clima. As condições limitantes do solo refletem-se na vegetação, o que faz com que algumas espécies apresente escleromorfismo, nanismo e sistema radicular superficial (Sugiyama 1998).



Figura 4: Trecho da vegetação de restinga estudada no PEIC, Núcleo Perequê, Cananéia, SP (foto: E. R. Castro).

#### *Floresta Pluvial Tropical da Planície Litorânea*

A floresta de planície litorânea ocorre em continuidade com a floresta de restinga, sem que seja possível estabelecer limites precisos. No entanto, o solo desta

formação é menos arenoso, rico em matéria orgânica e pouco iluminado, comparado com a floresta de restinga (Pinto 1998). Esta formação compreende dois estratos arbóreos (superior e inferior) mais ou menos contínuos, com dossel fechado, além de um denso estrato arbustivo-herbáceo (Barros *et al.* 1991). No estrato arbóreo superior que alcança 20 metros de altura ocorrem *Virola bicuhyba* (Myristicaceae), *Schyzolobium parahyba* (Caesalpinaceae) e *Vochysia bifalcata* (Vochysiaceae); e no estrato inferior, que alcança 8 a 10 metros de altura, aparecem *Mollinedia uleana* (Monimiaceae), *Cabrlea canjerana* (Meliaceae), *Inga edulis* (Mimosaceae), *Chrysophyllum flexuosum* (Sapotaceae) e *Eugenia cuprea* (Myrtaceae), entre outras espécies (Barros *et al.* 1991). No estrato arbustivo-herbáceo aparecem principalmente *Heliconia velloziana* (Heliconiaceae), *Calathea* cf. *Longibracteata* (Marantaceae) e *Psychotria nuda* (Figura 5). As famílias vegetais que apresentam o maior número de espécies nesta formação são: Myrtaceae (16) Euphorbiaceae (7), Fabaceae (6) e Lauraceae (5) (Pinto 1998) (Apêndice II).

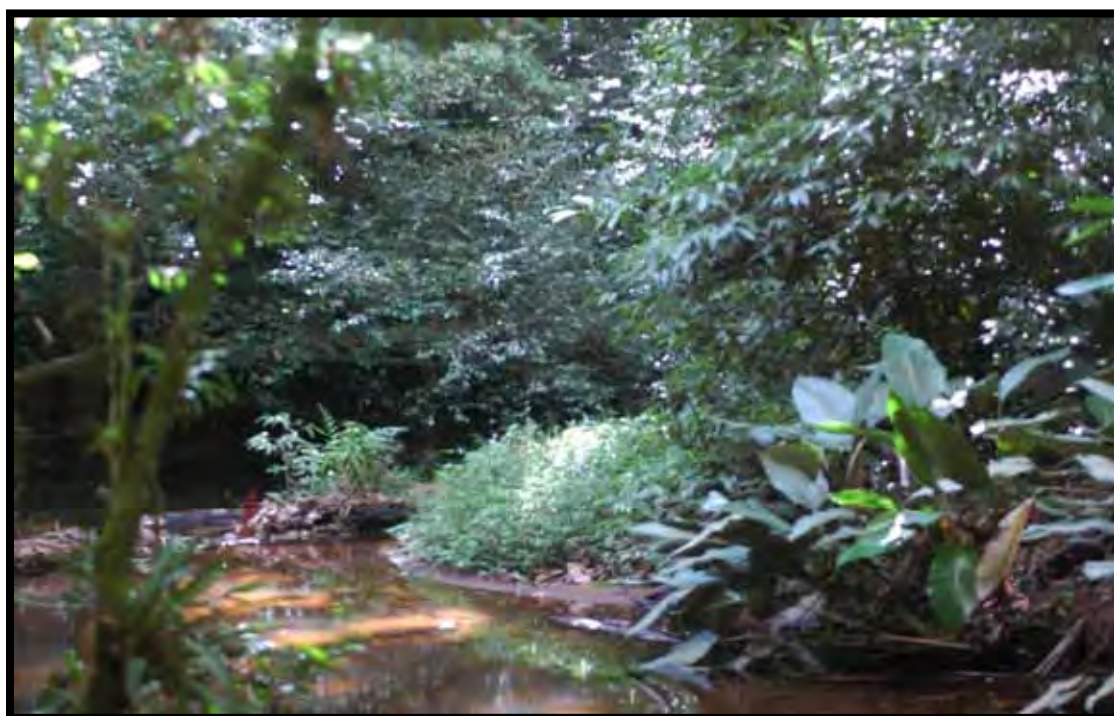


Figura 5: Trecho da floresta da planície litorânea estudada no PEIC, Núcleo Perequê, Cananéia, SP (foto: E. R. Castro).

### *Floresta Pluvial Tropical de Encosta*

A floresta de encosta ocupa a maior extensão da Ilha do Cardoso, 74 % da área total, cobrindo as encostas e topos mais baixos do maciço montanhoso central e os morros isolados (Barros *et al.* 1991). Os solos da encosta são argilosos, profundos, com baixa saturação de bases e bem drenados (Melo & Mantovani 1994). Nesta formação ocorrem três estratos arbóreos mais ou menos contínuos: o inferior com 5 a 10 metros de altura, no qual aparecem *Rudgea jasminoides*, *Psychotria nuda* (Rubiaceae), *Garcinia gardneriana* (Clusiaceae) e *Allophylus petiolulatus* (Sapindaceae); o médio com 15 a 21 m de altura onde ocorrem *Malouetia arborea* (Apocynaceae), *Chrysophyllum flexuosum* (Sapotaceae), *Gomidesia spectabilis* (Myrtaceae), *Talauma ovata* (Magnoliaceae) e *Cabralea canjerana* (Meliaceae); e o superior com 24 a 28 m com *Cryptocaria moschata* (Lauraceae), *Parinari excelsa* (Chrysobalanaceae), *Sloanea guianensis* (Elaeocarpaceae), entre outras espécies (Figura 6). As famílias que apresentam o maior número de representantes nesta formação são: Myrtaceae (24), Rubiaceae (10), Fabaceae (9), Euphorbiaceae (7), Moraceae e Meliaceae (6), Arecaceae (5) e Myrsinaceae (4) (Melo & Mantovani 1994) (Apêndice III).

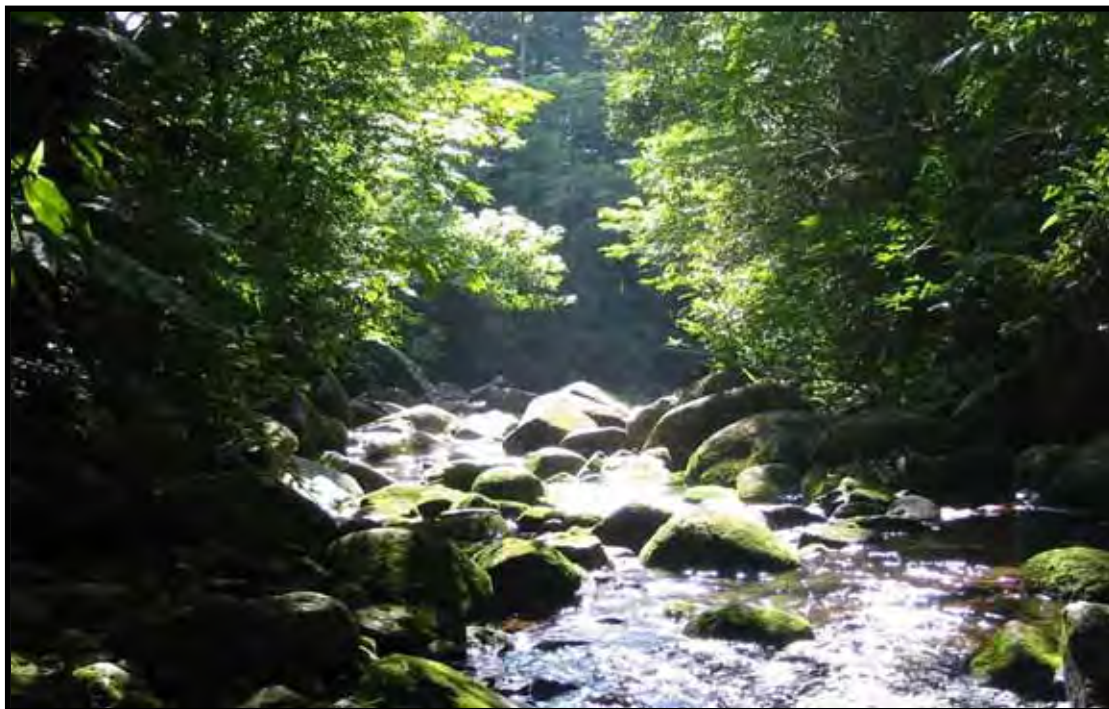


Figura 6: Trecho da floresta de encosta estudada no PEIC, Núcleo Perequê, Cananéia, SP (foto: E. R. Castro).

### *Fauna*

A fauna da Ilha do Cardoso se mantém relativamente preservada, sendo registradas 416 espécies de aves (Barbosa *et al.* 1988, Willis & Oniki 2003), das quais 45 são consideradas oficialmente ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo e no Brasil (Birdlife International 2000). Atualmente a Ilha tem sido bem estudada quanto a sua avifauna (veja Marsden *et al.* 2003, Bernardo & Galetti 2004, Marsden *et al.* 2005, Galetti *et al.* 2006a), em relação a outras regiões de Floresta Atlântica, destacando-se pela alta riqueza de espécies endêmicas e ameaçadas (Marsden *et al.* 2003). Alguns exemplos são a *Amazona brasiliensis*, uns dos psitacídeos mais ameaçados e cuja ocorrência está limitada a uma pequena faixa do litoral sul do estado de São Paulo (Galetti *et al.* 2006a), e a *Aburria jacutinga*, cuja população está super reduzida, sendo restrita as áreas mais conservadas da Ilha do Cardoso (Bernardo 2004).

A abundância e a densidade de animais nos remanescentes de Floresta Atlântica ainda são muito pouco conhecidas (Cullen Jr. *et al.* 2001), e para a Ilha do Cardoso, poucas espécies de aves apresentam dados de densidade (Bernardo & Galetti 2004, Marsden *et al.* 2003). Algumas das aves estimadas são frugívoras como: *Trogon viridis* (28,6 ind/km<sup>2</sup>); *Chiroxiphia caudata* (16,9 ind/km<sup>2</sup>); *Tangara seledon* (75,4 ind/km<sup>2</sup>); *Dacnis cayana* (57,5 ind/km<sup>2</sup>); *Turdus rufiventris* (44,8 ind/km<sup>2</sup>); *Turdus albicollis* (43,6 ind/km<sup>2</sup>), *Turdus flavipes* (4,5 ind/km<sup>2</sup>) (Marsden *et al.* 2003) e *Aburria jacutinga* (0,73 ind/km<sup>2</sup>) (Bernardo & Galetti 2004).

Em relação aos mamíferos, são descritas cerca de 80 espécies para a Ilha do Cardoso, sendo a maioria representada pelos roedores e quirópteros (Consema 2001). Entre as espécies de grande porte, são descritas: *Lontra longicaudis*; *Mazama americana*, *Pecari tajacu* e *Puma concolor*. Já para as espécies frugívoras, é encontrado *Alouatta guariba*, *Cerdocyon thous*, *Nasua nasua* e *Tayassu pecari*. Alguns estudos com mamíferos terrestres já foram desenvolvidos na Ilha (Bergallo *et al.* 1998, Bernardo & Galetti 2004, Galetti *et al.* 2006b), e a maior parte deles enfocando a abundância de espécies cinegéticas e a dispersão de sementes (ver Bernardo & Galetti 2004, Galetti *et al.* 2006b)

A abundância de alguns mamíferos encontrados na Ilha do Cardoso foi estudado por Bernardo & Galetti (2004). Estes autores apresentaram informações sobre a abundância (encontros/ 10 km) de algumas espécies cinegéticas como: *Alouatta guariba* (1,3); *Dasyprocta leporina* (0,7); *Sciurus ingrami* (0,33); *Nasua nasua* (0,14); *Tayassu pecari* (0,14); *Pecari tajacu* (0,03); *Cerdocyon thous* (0,03); *Eira barbara* (0,03) e *Mazama americana* (0,03). As duas espécies avistadas mais de dez vezes pelos autores tiveram suas densidades estimadas, o bugio *Alouatta guariba* (3,46 ind/km<sup>2</sup>), e a cutia *Dasyprocta leporina* (2,57 ind/km<sup>2</sup>) (Bernardo & Galetti 2004).

Algumas espécies de mamíferos como a anta *Tapirus terrestris*, o macaco-prego *Cebus apella*, a onça-pintada *Panthera onca* e o mono-carvoeiro *Brachyteles arachnoides*, apesar de estarem incluídos na lista de espécies do parque (Consema 2001), segundo alguns pesquisadores e moradores locais, estas espécies atualmente não ocorrem mais na Ilha do Cardoso (Bernardo 2004).

### Referências bibliográficas

- BARBOSA, A.F., MOLINA MAX, J.C. & TOLEDO, M.C.B. 1988. Análise preliminar da avifauna do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo**, 42: 181-203.
- BARROS, F., MELLO, M.M.R.F., CHIESA, S.A.C., KIRIZAWA, M., WANDERLEY, M.G.L. & JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. 1991. Flora Fanerogâmica de Ilha do Cardoso. São Paulo. **Boletim do Instituto de Botânica**, 1: 1-184.
- BERGALLO, H. G., VERA, Y., CONDE, C. F., BITTENCOURT, E. B., BASSI, D. E. P. & ROCHA, C. F. D. 1998. As similaridades nos parâmetros comunitários de pequenos mamíferos de duas áreas de mata atlântica do sul de São Paulo, sudeste de Brasil. In: **Seminário Regional de Ecologia**, 8, Rio de Janeiro: UFRJ. p. 939-949.
- BERNARDI, J. V. E., LANDIM, P. M. B., BARRETO, C. L. & MONTEIRO, R. C. 2005. Estudo espacial do gradiente de vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. **Holos Environment**, 5: 1-22.
- BERNARDO, C. S. S. 2004. **Abundância, densidade e tamanho populacional de aves e mamíferos cinegéticos no Parque Estadual Ilha do Cardoso, SP, Brasil**. Piracicaba. 156f. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BERNARDO, C. S. S. & GALETTI, M. 2004. As populações de aves e mamíferos cinegéticos são viáveis no Parque Estadual Ilha do Cardoso, SP, Brasil?. In: **Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, Fundação O Boticário de Proteção a Natureza: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação, Curitiba. p. 144-152.



- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2000. **Threatened birds of the World**. Barcelona, Cambridge: Lynx Edicions/ BirdLife International. 852 p.
- BUENO, E. 1998. **Náufragos, Traficantes e Degredados: As Primeiras Expedições ao Brasil**. Vol.II. Editora Objetiva. Rio de Janeiro, 200p.
- CAMARGO, J.C.G., PINTO, S.A.F. & TROPMAIR, H. 1972. Estudos Fitogeográfico e Ecológico da Bacia Hidrográfica Paulista do Rio da Ribeira. São Paulo: Departamento de Geografia, USP. (Publicações IG/USP. **Série Biogeografia**, v. 5).
- CARDOSO, T.A. 2004. **Subsídios para o manejo participativo da pesca artesanal da manjuba no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP**. São Carlos. 102f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos.
- CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CONSEMA). 2001. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso**, Fase 2. Cananéia: CONSEMA, São Paulo. 60 p.
- CULLEN JUNIOR, L., BODMER, R. E. & PÁDUA, C. V. 2001. Ecological consequences of hunting in Atlantic forest patches, São Paulo, Brazil. **Oryx**, 35: 137-144.
- DE GRANDE, A. & LOPES, E.A. 1981. Plantas da Restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). **Hoehnea**, 9: 1-22.
- FUNARI, F.L., STRUFFALDI-DE VUONO, Y. & SALUM, S.T. 1987. Balanço hídrico de duas áreas de mata atlântica: Reserva Biológica de Paranapiacaba e Parque Estadual da Ilha do Cardoso (São Paulo). In: **Anais do VI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo**, Sociedade Botânica de São Paulo, São Paulo. p. 95-101.

- GALETTI, M., SCHUNCK, F., RIBEIRO, M., PAIVA, A.A. TOLEDO, R. & FONSECA, L. 2006 a. Distribuição e tamanho populacional de papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis* no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ornitologia** 14(3): 239-247.
- GALETTI, M., DONATTI, C.I., PIRES, A.S., GUIMARÃES Jr.P.R. & JORDANO, P. 2006b. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic Forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnaean Society** 151: 141-149.
- GASPAR, M. 2004. **Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro**. 2.ed. Jorge Zahar Ed. Cromoset Gráfica Editora. Rio de Janeiro, 89p.
- GUTJAHR, M. R. 1993. **Critérios relacionados à compartimentação climática de bacias hidrográficas: a bacia do Ribeira de Iguape**. 89f. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- JOHN, L. 2001. Chegadas de índios a reservas causam conflitos. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 27, mar. p 8.
- LIMA, A.R. & CAPOBIANCO, J.P. 1997. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação. **Documento do Isa** no. 4. São Paulo.
- MARSDEN, S. J., WHIFFIN, M., GALETTI, M. & FIELDING, A. H. 2003. Bird community composition and species abundance on two inshore islands in the Atlantic forest region of Brazil. **Ararajuba**, 11: 29-36.
- MARSDEN, S. J., WHIFFIN, M., SADGROVE, L. & GUIMARÃES, P. R. Jr. 2005. How well will Brazil's system of Atlantic forest reserves maintain viable bird populations? **Biodiversity and Conservation**, 14: 2835-2853.

- MELO, M.M.R.F. & MANTOVANI, W. 1994. Composição florística e Estrutura do trecho de Mata Atlântica de Encosta, na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica**, 107-157.
- NOFFS, M.S. & BAPTISTA-NOFFS, L.J. 1982. Mapa da vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso; as principais formações. In: **Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, Campos de Jordão. Anais... Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v. 16A, p. 620-628. Edição especial.
- PFEIFER, R. M. 1981-1982. Levantamento semidetalhado dos solos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP. **Revista do Instituto Florestal** 1: 39-49.
- PINTO, M. M. 1998. **Fitossociologia e influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação em áreas de Mata Atlântica na Ilha do Cardoso, Cananéia SP**. Jaboticabal. 113f. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista.
- SUGIYAMA, M. 1998. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, 11: 119-159.
- WALTER, H. 1986. **Vegetação e zonas climáticas**. EPU, São Paulo.
- WILLIS, E. O. & ONIKI, Y. 2003. **Aves do Estado de São Paulo**. Rio Claro: Divisa. 398 p.

### Sistemas de trilhas

Durante o período de estudo, para a coleta de dados de plantas (fenologia e produção de frutos) e das aves (censo e registros de alimentação), nós utilizamos as mesmas trilhas nos três tipos florestais. Na floresta de restinga nós selecionamos três trilhas já existente na área, totalizando 1,5 km de comprimento. Estas três trilhas selecionadas acompanham a trilha interpretativa (turística). Para a floresta de planície, nós tivemos que abrir três trilhas, totalizando 1,5 km, sendo que uma destas acompanha paralelamente a trilha interpretativa do Poço das Antas. Na floresta de encosta nós utilizamos apenas uma trilha existente na área, com 1,5 km de comprimento (Figura 1). Nós também marcamos todas as trilhas com pontos equidistantes 50 m um do outro com fitas coloridas.



Figura 1: Imagem de satélite da Ilha do Cardoso, com detalhe da área de estudo e as trilhas utilizadas (Modificado de Côrtes 2006).

## Fenologia e produção de frutos

### *Euterpe edulis*

A fenologia de plantas é uma linha de pesquisa importante para entendermos o funcionamento dos ecossistemas florestais, sua conservação e manejo (Newstrom *et al.* 1994). Esta ciência estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com as mudanças nos meios abiótico e biótico, e atualmente vem sendo usada para compreender e manejar ecossistemas, sendo considerada como um dos principais parâmetros ecológicos (Bencke & Morellato 2002).

Para avaliar a fenologia e a produção de frutos do palmito, nós marcamos e numeramos com placas de alumínio os indivíduos encontrados em ambos os lados das trilhas, conforme os seguintes critérios: distância de no máximo 10 metros de cada lado da trilha, visibilidade da copa suficiente para observar as fenofases e distância de no mínimo 20 metros de um palmito ao outro. Nós escolhemos esta distância mínima para evitar amostrar indivíduos muito próximos e para incluir palmitos de diferentes habitats. Nós marcamos 50 indivíduos para cada tipo florestal, e consideramos maduros ou reprodutivos aqueles que apresentavam inflorescência, infrutescência e/ou cicatriz indicando a ocorrência de um evento reprodutivo (Reis & Kageyama 2000). Nós realizamos as observações fenológicas mensalmente, de agosto de 2001 a julho de 2004, com exceção de dezembro de 2002, sempre na segunda quinzena de cada mês, registrando a presença ou ausência de flores e frutos com o auxílio de um binóculo.

Nós caracterizamos as fenofases do palmito *E. edulis* da seguinte forma: a) floração: quando as inflorescências apresentavam as flores em antese; b) fruto imaturo: quando o fruto apresentava coloração verde-amarelada, endocarpo macio, facilmente aberto com a unha; c) fruto verde: quando o fruto estava próximo ao tamanho do fruto maduro, mas com coloração verde e consistência mais dura; d) fruto maduro: quando o fruto apresentava cor roxa a atropurpúrea, e o endocarpo e o endosperma extremamente duros (Mantovani & Morellato 2000). Caso ocorresse dúvida na diferenciação dos frutos imaturos dos verdes em campo, nós realizávamos testes manuais de consistência dos frutos caídos embaixo dos palmitos observados (Figura 2).

**Flor****Fruto imaturo****Fruto verde****Fruto maduro**

Figura 2: Fenofases do palmito *E. edulis* estudado na Ilha do Cardoso, Núcleo Perequê, Cananéia, SP. (foto: E. R. Castro).

Para quantificar a produção de frutos de *E. edulis* nós utilizamos dois métodos: o de contagem do número de infrutescências maduras (Mantovani & Morellato 2000, Côrtes 2006) e o de coleta de frutos e sementes no chão da mata (Zhang & Wang 1995, Barlow & Peres 2006). A quantificação do número de infrutescências maduras de palmito foi realizada durante as observações mensais de fenologia, nos 150 indivíduos amostrados. Para o segundo método, nós coletávamos todo mês no chão da mata os frutos e sementes caídos da copa das árvores ou dispersados pelos animais frugívoros.

Como as trilhas já estavam marcadas, nós sorteávamos mensalmente dez pontos em cada tipo florestal. Para cada ponto nós coletávamos todos os frutos e sementes de palmito em uma área de dois metros de cada lado da trilha, e 50 m de comprimento (100 m<sup>2</sup>), sem sobreposição entre os pontos amostrados. Nas coletas nós não incluímos frutos e sementes destruídos ou em início de germinação. Depois de coletados os frutos e sementes, nós secávamos eles a uma temperatura de 60 °C durante uma semana e depois pesávamos. A área total amostrada para quantificar a produção mensal de frutos foi de 0.3 ha (0.1 para cada tipo florestal). Nós escolhemos usar este método de contagem de frutos no chão porque ele reflete a variação sazonal na produção de frutos, além de ser uma técnica simples e confiável para medir a produção na floresta e comparar entre áreas (Zhang & Wang 1995, Barlow & Peres 2006).

### *Comunidade arbórea*

Para as espécies da comunidade arbórea, nós consideramos o mesmo critério de marcação dos indivíduos descrito para o palmito acima, menos a distância mínima de 20 metros de um indivíduo ao outro. Nós consideramos indivíduos adultos aqueles que apresentavam o DAP (diâmetro à altura do peito) maior que 10 cm. Dessa forma, nós marcamos um total de 750 indivíduos arbóreos (250 indivíduos para cada tipo florestal), mas somente as espécies que apresentavam frutos dispersos por aves foram selecionadas no presente estudo, de acordo com a classificação proposta por van der Pijl (1982) e observações pessoais de campo. Nós excluímos as espécies anemocóricas, autocóricas e as com sementes de tamanho acima do que as aves poderiam consumir. Ao todo, foram reunidos 226 indivíduos arbóreos de 31 espécies na floresta de restinga, 208 indivíduos de 63 espécies na floresta de planície e 206 indivíduos de 88 espécies na floresta de encosta (Apêndices IV, V, VI, VII).

Nós realizamos as observações fenológicas das espécies arbóreas no mesmo período descrito para o palmito, e utilizamos à mesma metodologia. No entanto, foram coletados dados de apenas três categorias de fenofases: flor, fruto verde e fruto maduro, seguindo as definições de Morellato *et al.* (1989). Para a identificação das espécies, nós nos baseamos em coletas botânicas, seguida de herborização e comparação com espécimes do Herbarium Rioclarense (HRCB) da UNESP, por consulta de literaturas e de especialistas do Instituto Florestal de SP, do Herbarium da ESALQ “Escola Superior

de Agricultura Luiz de Queiroz” da USP e do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). O material testemunho das espécies estudadas está depositado no Herbarium Rioclarense.

Para a quantificação da produção de frutos da comunidade arbórea, nós utilizamos à mesma metodologia de coleta de frutos e sementes no chão da mata descrita para o palmito. Nós coletamos em conjunto com o *E. edulis*, os frutos e sementes que apresentavam características zoocóricas e depois estes frutos eram separados do palmito e posteriormente, secados e pesados.

### **Censo das aves e consumo de frutos**

#### *Censo das Aves*

Existem vários métodos para estimar a densidade ou abundância de aves em regiões tropicais, e cada método apresenta limitações, assim como vantagens e desvantagens na utilização (Develey 2004), sendo extremamente difícil ter um valor preciso da densidade da ave para a maioria das espécies (Terborgh *et al.* 1990).

Nós estimamos a abundância das aves frugívoras baseado no método de contagem por pontos (Vielliard & Silva 1990). Para cada ponto nos registramos todas as aves ouvidas ou vistas, dentro de um raio de 50 metros, tendo o cuidado de distinguir a localização dos contatos obtidos com os diferentes indivíduos da mesma espécie, bem como acompanhar os seus eventuais deslocamentos (Vielliard & Silva 1990).

O censo foi realizado um dia por mês em cada tipo florestal de agosto de 2001 a julho de 2004 ao longo das trilhas. Nós amostramos 10 pontos para cada tipo florestal, espaçados 150 metros entre si, do nascer do sol às 1000 h. As sessões de observações para cada ponto duravam 10 minutos e após este tempo, dirigia-se ao ponto seguinte. Os registros das aves foram feitos em fichas padronizadas, divididas em quatro quadrantes, evitando-se desta forma que um mesmo indivíduo fosse contado mais de uma vez (Aleixo 1999). Durante os três anos de estudo, nós observamos um total de 1050 pontos, nos três tipos florestais.

Nós selecionamos para este estudo 16 espécies de aves de cinco famílias ocorrentes na Floresta Atlântica da Ilha do Cardoso. Estas espécies foram escolhidas por terem sido citadas em vários estudos como frugívoras nas florestas tropicais (Galetti *et al.* 1997, Galetti *et al.* 1999, Pizo *et al.* 2002, Fadini *et al.* 2004). São elas: Cotingidae



(3 espécies); Cracidae (3 espécies); Ramphastidae (3 espécies); Turdidae (4 espécies) e Tyrannidae (3 espécies) (veja Apêndice VIII). A identificação destas espécies foi visual, com auxílio de um binóculo, e auditiva (cantos, pios, chamados e gritos de alerta). A abundância de cada ave foi expressa pelo Índice Pontual de Abundância (IPA), que é calculado dividindo o número total de contatos de cada espécie pelo número de pontos amostrados em cada área (Develey 2004, Fávoro *et al.* 2006).

### *Consumo de frutos*

Para avaliar a proporção de frutos de *E. edulis* e de outras espécies de plantas na dieta das aves frugívoras, nós utilizamos o método de registro de alimentação ou “feeding bouts” (Galetti *et al.* 2004). Este método consiste em caminhar ao longo das trilhas e anotar quando uma ave ou um bando de aves é observado consumindo uma espécie de fruto (Martin & Bateson 1993, Galetti *et al.* 1999). Neste estudo, nós não consideramos o tempo gasto na alimentação e o comportamento de manipulação dos frutos pelas aves frugívoras. As observações de alimentação foram realizadas no período de maior atividade alimentar das aves, ou seja, do nascer do sol até às 1000 h e das 1400 h até às 1600 h, uma vez por mês em cada tipo florestal, durante os três anos de estudo. Nós registramos as aves visitantes, a espécie de planta consumida e o número de registros de alimentação (Galetti *et al.* 2004).

### **Análises estatísticas**

Durante o desenvolvimento da tese, nós usamos vários índices e ferramentas estatísticas, descritas detalhadamente em cada capítulo. São eles:

Índice de atividade ou porcentagem de indivíduos (Bencke & Morellato 2002), usado para estimar a sincronia intra-específica em cada floresta, indicando a proporção de indivíduos amostrados em cada área manifestando uma determinada fase fenológica (Capítulo 1).

Análise Estatística Circular, usada para as variáveis fenológicas de floração e frutificação para definir a ocorrência de padrão sazonal e comparar estes padrões fenológicos entre anos (Morellato *et al.* 2000) (Capítulo 1).

Teste Watson-Williams ( $F$ ), usado para comparar as datas medias significativas (padrão sazonal) das fenofases do palmito entre os anos e entre os tipos florestais (Capítulo 1).

Teste de correlação de Spearman ( $r_s$ ), usado para verificar a relação entre os fatores climáticos durante o periodo de estudo e a fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* (Capítulo 1).

Teste de Kruskal-Wallis, usado para comparar o número de infrutescências com frutos maduros e a biomassa de frutos e sementes secas do palmito entre os anos, no mesmo tipo florestal, e entre florestas (Capítulo 1).

A análise multivariada de ordenação (DCA) “Detrended Correspondence Analysis” (Hill & Gauch 1980), usada para verificar as possíveis associações das espécies de aves em relação aos seus recursos. Para esta análise nós usamos o programa PC-ORD (McCune & Mefford 1999) (Capítulo 2).

Índice de importância, baseado na equação desenvolvida por Murray (2000). Este índice foi usado para estimar a importância relativa do palmito e de outras espécies de plantas na dieta das cinco famílias de aves (Capítulo 2).

Teste de randomização por correlação usando o coeficiente de correlação de Pearson (Manly 1997). Nós realizamos 10,000 permutações em nossos dados para verificar se o padrão encontrado para a correlação entre a abundância das aves com a disponibilidade de frutos ocorreu ao acaso ou não. A análise foi feita usando o “Resampling Procedures program”, version 1.3 (Howell, 2001) (Capítulo 2, 3).

Correção Sequencial de Bonferroni (Sokal & Rohlf, 1995), usado nos valores significativos do teste de randomização da abundância das aves e seus recursos para controlar o aumento da probabilidade do erro tipo-I (Capítulo 3).

Índice de Porcentagem de Sobreposição de Nicho, ou Índice de Renkonen ou Schoener (Krebs 1989), usado para analisar a sobreposição de nichos entre as duas espécies de aves *T. albicollis* e *T. flavipes* (Capítulo 3).

## Referências bibliográficas

ALEIXO, A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. **Condor** 101(3): 537-548.

- BARLOW, J. & PERES, C.A. 2006. Effects of single and recurrent wildfires on fruit production and large vertebrate abundance in a central Amazonian forest. **Biodiversity and Conservation** 15: 985-1012.
- BENCKE, C.S.C. & MORELLATO L.P.C. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 25: 237-248.
- CÔRTEZ, M.C. 2006. **Variação espacial nas interações entre o palmito *Euterpe edulis* e as aves frugívoras: implicações para a dispersão de sementes**. Rio Claro. 95f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.
- DEVELEY, P.F. 2004. Métodos para estudo com aves. In: Cullen, L., Pádua, C., & Rudram, R., (eds). **Manual para Manejo da Vida Silvestre no Brasil**. Smithsonian Institution Press.
- FADINI, R. F. & MARCO JR., P. 2004. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. **Ararajuba** 12 (2): 97-103.
- FÁVARO, F.L., ANJOS, L., LOPES, E.V., MENDONÇA, L.B. & VOLPATO, G.H. 2006. Effect of altitudinal/latitudinal gradient about forest ovenbirds species (Aves: Furnaridae) in the Tibagi river basin, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23(1): 261-266.
- GALETTI, M., MARTUSCELLI, P. OLMOS, F. & ALEIXO, A. 1997. Ecology and conservation of the jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic Forest of Brazil. **Biological Conservation** 82: 31-39.
- GALETTI, M., PIZO, M.A. & MORELLATO, P.C. 2004. Métodos para estudo da fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Cullen, L., Pádua, C., & R. Rudram (eds). **Manual para Manejo da Vida Silvestre no Brasil**. Smithsonian Institution Press.

- GALETTI, M., ZIPPARRO, V. & MORELLATO, L.P. 1999. Fruit phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brazil. **Ecotropica** 5: 115-122.
- HILL, M. O., & GAUCH, H. G. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. **Vegetatio** 42(1-3): 47-58.
- HOWELL, D. C. 2001. Program: Resampling procedures. Version 1.3.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers, New York.
- MANLY, B. F. J. 1997. Randomization and Monte Carlo methods in biology, London.
- MANTOVANI, A. & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. In: Reis, M. S., & Reis, A. (eds). *Euterpe edulis* Martius (palmitreiro): **Biologia, Conservação e Manejo**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. p. 23-38.
- MARTIN, P., & BATESON, P. 1993. **Measuring Behaviour: On Introductory Guide**. Cambridge University Press. Cambridge.
- McCUNE, B., & MEFFORD, M. J. 1999. PC-ORD: VERSION 4.0. Multivariate analysis of ecological data, users guide. Glaneden Beach, Oregon: MjM Software, 237 p.
- MORELLATO, L.P.C., RODRIGUEZ, R.R., LEITÃO-FILHO, H.F. & JOLY, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 85-98.
- MURRAY, K. G. 2000. The importance of different bird species as seed dispersers. In: N. M. Nadkarni e N. T. Weelwright (eds). **Monteverde: ecology and**

**conservation of a tropical cloud forest.** pp. 294-295. New York: Oxford University Press.

MORELLATO, L. P. C., TALORA, D. C., TAKAHASI, A., BENCKE, C. C., ROMERA, E. C. & ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** 32: 811-823.

NEWSTROM, L.E. FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** 26: 141-159.

PIJL, L. van der. 1982. **Principle of dispersal in higher plants.** 3.ed. Berlin: Springer.

PIZO, M. A., SILVA, W. R., GALETTI, M. & LAPS, R. 2002. Frugivory in cotingas of the Atlantic Forest of southeast Brazil. **Ararajuba** 10(2): 177-185.

REIS, A. & KAGEYAMA, P.Y. 2000. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius-Palmae). In: Reis, M. S., & Reis, A. (eds). **Euterpe edulis Martius (Palmitreiro): Biologia, Conservação e Manejo.** Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, SC. p.60-92.

SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Co., New York, New York.

TERBORGH, J., ROBINSON, S. K., PARKER, T. A., MUNN, C. A. & PIERPONT. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. **Ecological Monographs** 60: 213-238.

VIELLIARD, J.M.E. & SILVA, W.R. 1990. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do estado de São Paulo, Brasil. In: **ENAV.**, 4º, Recife. Anais...pp. 117-151. Recife; UFPE.

ZHANG, S. & WANG, L. 1995. Comparison of three fruit census methods in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** 11: 281-294.

## Capítulo 1

---

### Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* (Arecaceae) ao longo de um gradiente na Floresta Atlântica do Brasil\*



*Euterpe edulis*

<http://www.preservacaogirardi.com.br/img/palmito/grande/palmito016.gif>

\*Artigo no prelo na revista  
*Australian Journal of Botany.*

**Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the  
Atlantic Rainforest of Brazil <sup>1</sup>**

*E. R. Castro*<sup>A</sup>, *M. Galetti*<sup>B</sup> and *L. P. C. Morellato*<sup>A, C</sup>

Short title: Phenology of the palm in the Atlantic Rainforest

<sup>A</sup>Universidade Estadual Paulista, IB, Departamento de Botânica, Grupo de Fenologia de Plantas e Dispersão de Sementes, Rio Claro, SP, Brasil.

<sup>B</sup>Universidade Estadual Paulista, IB, Departamento de Ecologia, Laboratório de Biologia da Conservação, CP 199, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

<sup>C</sup>Corresponding author. Email: pmorella@rc.unesp.br



*Abstract.* The palm *Euterpe edulis* Mart. is one of the dominant tree species in the Atlantic Rainforest, considered a key resource for many frugivorous birds. We compared the reproductive phenology of *E. edulis* in three types of Atlantic Rainforest (two lowland forests: restinga and coastal-plain and a premontane forest) on Cardoso Island (Cananéia, São Paulo, Brazil), aiming to answer: (i) Is the reproduction of *E. edulis* annual and seasonal over the years in the three forest types studied? (ii) What are the environmental factors influencing the reproductive phenology of *E. edulis*? and (iii) How does the timing of fruiting and fruit production of *E. edulis* vary among the three forest types? We evaluated the presence of flowers and fruits (immature, unripe and ripe) from August 2001 to July 2004 in 150 individuals (50 per forest type), and estimated the number of infrutescences with ripe fruits and the production of fruits and seeds by collecting them on the forest floor in the three forest types. The flowering and fruiting of *E. edulis* were annual and significantly seasonal in the three forest types, with a high synchrony of flowering and medium-to-low synchrony of fruiting. The flowering peak occurred in November and December, and the peaks of immature and unripe fruits in January and March, all in the rainy season. The immature and unripe fruit phases were correlated with the daylength, precipitation, and temperature, important factors for the fruits' development. The ripe fruits peaked in April and May, in the less rainy season, with significant differences in the mean dates among forests. The number of infrutescences with ripe fruits and the biomass of fruits and seeds collected on the ground also differed significantly among the forest types, being greater in the restinga and coastal-plain forests, respectively. The differences in productivity were related to palm density in each area and the soil fertility. The complementary

fruiting pattern of *E. edulis* in the forests studied may affect the distribution and abundance of certain frugivorous bird species that feed on their fruits.

## **Introduction**

Palms are recognised as an important food resource for many species of animals (Terborgh 1986; Peres 1994; Galetti *et al.* 1999), with highly seasonal availability of flowers and fruits in some species (De Steven *et al.* 1987; Galetti and Aleixo 1998; Rosa *et al.* 1998; Mantovani and Morellato 2000). In the tropics, various species of frugivores, mainly birds, depend on this seasonal supply of fruits for their survival (Levey *et al.* 1994), and some species must move among different environments during the seasons of the year in search of temporally abundant fruits (Loiselle and Blake 1991; Malizia 2001).

Despite the wide distribution of palms in tropical regions, with approximately 60 genera and 550 species (Henderson *et al.* 1995), and the great ecological importance of this group, whose seeds are dispersed primarily by vertebrates (Henderson 2000), studies focusing on their phenology are still scarce. Little is known about the patterns of reproduction and resource supply of the family (De Steven *et al.* 1987; Lugo and Frangi 1993; Martén and Quesada 2001; Otero-Arnaiz and Oyama 2001; Calderón 2002; Berry and Gorchov 2004), which hampers understanding, management and conservation of the species. In tropical forests, phenological studies of palms are recent (Callazos and Mejía 1988; Scariot and Lleras 1991, 1995; Peres 1994; Henderson *et al.* 2000; Martén and Quesada 2001; Miller 2002; Ruiz and Alencar 2004), and most have shown seasonal patterns of flowering and fruiting.

Approximately 45 species of palm occur in the Atlantic Rainforest region (Henderson 1995), and most are threatened by the destruction of habitat, the loss of seed dispersers because of forest fragmentation, and extraction for harvesting palm heart (Souza and Martins 2004; Tabarelli *et al.* 2004; Galetti *et al.* 2006). One example is the

*Euterpe edulis*, which is a dominant tree species in preserved areas of the Atlantic Rainforest, but is extinct in many places as a result of predatory exploitation (Galetti and Fernandez 1998; Guilherme *et al.* 2004). Flowering is annual and the monoecious palm are pollinated by bees, beetles and by wind (Mantovani and Morellato 2000) as reported for other species in the same genera (Küchmeister *et al.* 1997). Fruiting of this palm is seasonal in different areas of the Atlantic Rainforest (Galetti *et al.* 1999; Mantovani and Morellato 2000; Fisch *et al.* 2000; Bencke and Morellato 2002), and the fruits are consumed by various species of frugivorous vertebrates, such as thrushes (*Turdus* spp.), guans (*Aburria jacutinga* and *Penelope* spp.), toucans (*Ramphastos* spp.), solitary tinamou (*Tinamus solitarius*), bats (*Artibeus* spp.), tapirs (*Tapirus terrestris*), peccaries (*Tayassu pecari* and *Pecari tajacu*) and agoutis (*Dasyprocta* spp.), most of which disperse the seeds (Rodrigues *et al.* 1993; Galetti *et al.* 1999, 2001). Due to its importance in the diet of frugivorous animals, some authors have proposed that this palm could be considered a “key resource” for frugivorous birds in the Atlantic Rainforest (Sick 1997; but see Galetti *et al.* 1999, Galetti and Aleixo 1998).

Analysis of some studies (see Laps 1996; Galetti *et al.* 1999) suggest that the fruiting phenology of the *Euterpe edulis* may vary with altitude, beginning to produce fruits first in lower areas (lowland forests), followed later by higher altitude areas (slopes and mountain forests). Frugivorous bird species such as the yellow-legged thrush *Turdus flavipes* (Turdidae) and the piping-guan *Aburria jacutinga* (Cracidae) may migrate in altitude, following the fluctuation of this resource (Laps 1996; Sick 1997; Castro *et al.* in review).

The objective of the present study is to compare the reproductive phenology of *E. edulis* in three different types of Atlantic Rainforest (two lowland forests - restinga

and coastal-plain – and a premontane forest) over a period of three years, to answer the following questions. (i) Does *E. edulis* present annual and seasonal reproduction over the years in the three types of vegetation studied? We expected the phenological pattern of *E. edulis* to be annual and seasonal in the three types of vegetation, as has been observed for palms in tropical forests (De Steven *et al.* 1987; Mantovani and Morellato 2000). (ii) What environmental factors influence the reproductive phenological patterns of *E. edulis*? We expected the flowering and fruiting phases to be related to the temperature and day length, as suggested by Morellato *et al.* (2000) for trees in the Atlantic Rainforest. (iii) How does the timing of fruiting and the fruit production of *E. edulis* vary among the three types of forest? Due to the importance of the *E. edulis* fruits for the frugivorous fauna (Galetti *et al.* 1999), we expected the production of ripe fruits to be annual and seasonal, with no difference in the time among years in each forest type, and that the supply of fruits in the three forest types would be complementary so as to maintain the supply of resources for the fauna of frugivorous dispersers.

## **Materials and methods**

### *Study area*

This study was conducted on Cardoso Island, off the southern coast of the state of São Paulo, Brazil, near the border with the state of Paraná, comprising a protected area of approximately 151 km<sup>2</sup> referred to as the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (25°03'05'' S, 48°53'48'' W) (Bernardi *et al.* 2005). The vegetation on Cardoso Island is composed exclusively of Atlantic Rainforest, and the flora has been studied in detail (Barros *et al.* 1991; Mello and Mantovani 1994; Sugiyama 1998). We found five forest types on the island (Barros *et al.* 1991), and the present study was developed in three of

them: two lowland forests – restinga forest, at sea level, and coastal-plain forest (0.5–3.0 m above sea level) – and a premontane forest (250–300 m above sea level).

### *Vegetation*

The restinga forest is distributed over the quaternary coastal-plain on sandy soil of marine origin, and constitutes a very diverse ecosystem (Lima and Capobianco 1997), and is characterised by a low canopy forest vegetation composed of trees measuring 8 m in height with branched trunks. The plant families with the largest number of species are Myrtaceae (18 species), Arecaceae (5 species), Melastomataceae (4 species), and Aquifoliaceae (4 species) (Sugyama 1998). The soil is sandy, poor in nutrients, and very permeable, receives intense sunlight, and has an herbaceous stratum of bromeliads, ferns, bryophytes and lichens (Consema 2001). The coastal-plain forest is contiguous to the restinga forest, typically medium to high, ombrophyla, composed of trees with straight trunks and few branches, presenting two strata: canopy (20 m) and sub-canopy (8–10 m) (Barros *et al.* 1991). The families with the largest number of species are Myrtaceae (16 species), Euphorbiaceae (7 species), Fabaceae (6 species), and Lauraceae (5 species) (Pinto 1998). The soil is less sandy, rich in organic matter, and receives little sunlight, with an herbaceous-shrubby stratum composed mainly of *Heliconia velloziana* (Heliconiaceae) and *Calathea cf. longibracteata* (Marantaceae) (Barros *et al.* 1991). The premontane forest covers the slopes of the central mountains, with a clay soil, and occupies almost 70% of Cardoso Island. It is characterized by medium to high trees and three more-or-less continuous arboreal strata: lower (5–10 m); medium (15–21 m) and high (24 – 28 m) (Barros *et al.* 1991). The families with the greatest number of species are Myrtaceae (24 species), Rubiaceae (10 species), Fabaceae (9 species),

Euphorbiaceae (7 species), Moraceae (6 species), Meliaceae (6 species), and Lauraceae (5 species) (Mello and Mantovani 1994). A large number of species is found in the premontane forest compared to the restinga and coastal-plain forests (Barros *et al.* 1991).

### *Climate*

The climate on Cardoso Island is influenced by local factors such as proximity to the ocean, irregular topography, and high rainfall reaching an annual total of 3000 mm (Consema 2001). Meteorological data were obtained from the Oceanographic Institute of the University of São Paulo (USP) in the municipality of Cananéia, and from the Experimental station of the Núcleo Perequê, on Cardoso Island. The average climate, obtained from data collected over 30 years (1956-1985), is characterised by average annual rainfall of 2248 mm, with one very rainy season, from October to May, when monthly rainfall is over 100 mm, and a less rainy season from June to September, when rainfall is less frequent and may fall under 100 mm/month. The mean annual temperature is 23.8 °C. During the study period (August 2001 to July 2004), the rainfall in Cananéia was below the 30-year average, with the total annual rainfall ranging from 1476 to 2007 mm (Fig. 1a). The data on day length are for the latitude of 25° and follow Pereira *et al.* (2001).

Fig 1

### *Phenology and fruit production*

In the restinga forest, we selected three trails totaling about 1.15 km, beginning in the low restinga, near the base of Cardoso Island. In the coastal-plain forest, we marked three trails totaling 1.0 km. In the premontane forest, we selected just one existing trail of approximately 1.5 km. The *E. edulis* were marked with aluminum tags according to their order of appearance on both sides of the trails, following these criteria: maximum of 10 m from either side of the trail; visibility of the canopy sufficient for phenological observation; minimum distance of 20 m from one palm to the next, and only mature, reproductive individuals. *E. edulis* were considered mature or reproductive if they presented inflorescence, infrutescence and/or scars indicating previous occurrence of a reproductive event (Reis and Kageyama 2000). A total of 150 *E. edulis* were sampled, 50 in each forest type.

The phenological observations were conducted monthly, from August 2001 to July 2004, except in December 2002, always in the second half of the month, with binoculars, recording the presence or absence of flowering and immature, unripe, and ripe fruits. The reproductive phases of the *E. edulis* were characterised as follows: *flowering*: when the inflorescences presented flowers; *immature fruit*: when the fruit was green-yellow, with a soft endocarp, easily opened with a fingernail; *unripe fruit*: when the fruit approximated the size of the ripe fruit but the color was green and the endocarp was harder; *ripe fruit*: when the fruit had a red to dark red color and the endocarp and endosperm were very hard (Mantovani and Morellato 2000). When a doubt arose in the field regarding differentiation between immature and green fruits, the consistency of the fallen fruits beneath the observed *E. edulis* was manually tested.

During the same period, for all the 150 individuals sampled, the infrutescences with ripe fruits were counted and the biomass of *E. edulis* fruits and seeds produced per



forest was estimated. Fruit biomass data provide insight into resource levels for frugivores; the biomass ground survey is an easy method to census the fruit production in the forest and reflect well the seasonal variations (Zhang and Wang 1995). To estimate the biomass, ten points along the trails in each forest were randomly selected each month, and all the *E. edulis* fruits and seeds were collected, dried in oven at 50°C for one week and then weighed (Charles-Dominique 1981), and the values transformed into kg/ha/month for each forest type. The area sampled at each point measured 1 m to either side of the trail, beginning at the centre, and was 50 m long, covering a total area of 100 m<sup>2</sup> (2.0 x 50.0 m). The total area sampled to quantify monthly fruit production was 0.3 ha (0.1 for each forest type). The collection of the *E. edulis* fruits and seeds was carried out according to the following criteria: only fruits and seeds within the randomly selected patch were collected; very old fruits which were likely to be from another reproductive season were excluded; and seeds beginning to germinate were not collected as this would affect their weight.

#### *Data analysis*

The activity index or percentage of individuals was used to estimate the intra-specific synchrony in each forest, indicating the proportion of individuals sampled in each area manifesting a given phenological phase (Bencke and Morellato 2002). A phenological event was considered to present high synchrony when > 60% of individuals were in the phase; low synchrony when 20-60% were in the phase; and not synchronous or asynchronous when < 20% were in the phase (Bencke and Morellato 2002). The number of infrutescences with ripe fruits and the biomass of dry *E. edulis* fruits and seeds were compared among years, in the same type of forest, and among forests, during the three years of the study, by the Kruskal-Wallis test.

Circular statistical analyses were conducted with the phenological variables flowering and fruiting (immature, unripe, and ripe fruit) to define the occurrence of seasonal pattern and to compare the phenological patterns between years, in each forest, and between forest types (Morellato *et al.* 2000). To calculate the parameters for the circular statistic, the months were converted into angles, with  $0^\circ$  = January, successively up to  $330^\circ$  = December, at intervals of  $30^\circ$ .

The hypotheses tests were carried out as described by Morellato *et al.* (2000). To test for the occurrence of seasonality in each year and forest type the Rayleigh ( $z$ ) test was applied to determine the significance of the mean angle or mean data (Zar 1996). The null hypothesis ( $H_0$ ) states that when the angles or dates are distributed uniformly throughout the year; there is no mean direction, i.e. there is no seasonality. If the  $H_0$  is rejected, the mean angle is significant and the pattern is seasonal. The intensity of the concentration around the mean angle, represented by  $r$ , can be considered a measure of the degree of seasonality. The vector  $r$  has no units and may vary from 0 (when reproductive activity is distributed uniformly throughout the year) to 1 (when reproductive activity is concentrated around one single date or time of the year) (Morellato *et al.* 2000). The significant mean dates (seasonal pattern) were compared between years and forest types by the Watson-Williams test ( $F$ ). The circular statistics analysis was performed by the ORIANA program (Kovach 1994).

The Spearman ( $r_s$ ) correlation test was applied to verify the relation between the climatic factors during the study period (mean temperature, maximum temperature, minimum temperature, total monthly rainfall and day length) and the *Euterpe edulis* phenology (number of individuals flowering, with immature, unripe, and ripe fruits per month). These correlations were tested for the three years of the study: 2001 (August

2001 to July 2002); 2002 (August 2002 to July 2003); and 2003 (August 2003 to July 2004), in the three types of forest.

## Results

During the three years of the study, only 2.6% of the total individuals of *Euterpe edulis* observed in the three types of forest failed to flower, whereas 26% of the individuals did not form ripe infrutescences. The flowering began in August, at the end of the less-rainy season (June to September) for the three forest types, with the largest percentage of individuals flowering in November, at the beginning of the rainy season (Fig. 1*b*). Fruiting began in October, in the first month of the rainy season, in the three forest types studied, with the largest percentage of individuals bearing immature fruit in December and January, with unripe fruit in March and April, and with ripe fruit in April and May (Fig. 1*ce*).

### *Flowering*

The flowering was highly synchronous in the three forest types, with the largest percentage of *E. edulis* individuals flowering in November and December (Fig. 1*b*). The largest activity peaks were recorded in November 2001 for the restinga forest (68% of individuals flowering), and the coastal-plain forest (94% of individuals), and in December 2001 for the premontane forest (86% of individuals), during the rainy season (Fig. 1*b*). The flowering duration ranged from five to six months in the three forest types studied. The mean dates of flowering were significant for every year of study, showing a highly seasonal pattern, with  $r$  between 0.6 and 0.7 (Table 1). Comparisons between years of the mean flowering dates in the same forest type showed no significant

differences for the restinga and premontane forests. For the coastal-plain forest, however, the mean flowering dates were significantly different between 2001 and 2002  $F(1, 273) = 4.67; P < 0.05$  and 2002 and 2003  $F(1, 250) = 6.07; P < 0.05$ . For the comparisons between forests, the mean flowering dates were significantly different between the restinga and coastal-plain forests and the coastal-plain and premontane forests for the three years of the study (see Table 2). Flowering showed a significant positive correlation with rainfall for 2002 and also with day length for 2001 and 2003 in the restinga forest (Table 3). For the coastal-plain forest, flowering showed significant positive correlation with day length only for 2003, and just for the premontane forest, a significant positive correlation with day length for all three years (Table 3).

Fig. 1.

#### *Immature fruit*

The production of immature fruit was highly synchronous in the three forest types studied, with the largest percentage of *E. edulis* individuals bearing immature fruits in December and January (Fig. 1c). The largest activity peak was in December 2001 for the restinga forest (66% of individuals), and in January 2002, for the coastal-plain and premontane forests (88% and 86% of individuals, respectively), always in the rainy season (Fig. 1c). The duration of the immature fruits varied from five to seven months in the three forest types. The mean dates for immature fruits were significant in every year, showing a highly seasonal pattern, with  $r$  above 0.68 (Table 1). Comparisons between years in the same forest type showed significant differences in the mean dates of the immature fruits for restinga forest between 2001 and 2002  $F(1, 116) = 10.67; P <$

0.05 and 2002 and 2003  $F(1, 104) = 4.25$ ;  $P < 0.05$ , and in premontane forest between 2001 and 2002  $F(1, 214) = 8.40$ ;  $P < 0.05$  and 2002 to 2003  $F(1, 201) = 9.06$ ;  $P < 0.05$ . In the coastal-plain forest, no significant differences in mean date of immature fruits were found among the years of the study. Comparing the forest types, the mean dates of immature fruits differed significantly between restinga and premontane forest, and between coastal-plain and premontane forest for all three years (Table 2). Significant differences were found between the restinga forest and the coastal-plain forest for the year 2002 only (Table 2). The immature fruit presented significant positive correlation with rainfall for 2002 and with day length and temperature in most of the years observed in the three forest types (Table 3).

#### *Unripe fruit*

Unripe fruits showed medium-to-high synchrony in the three forest types, with the largest percentage of *E. edulis* individuals bearing unripe fruits in February, March, and April for the restinga, coastal-plain, and premontane forests, respectively (Fig. 1d). The largest activity peak was recorded in March 2002 for restinga (55% of individuals) and premontane forest (78% of individuals), and in February and March 2002 for the coastal-plain forest (84% of individuals), at the end of the rainy season (Fig. 1d). The unripe fruit duration ranged from five to seven months in the three forests. The mean dates of unripe fruit were significant for all three years, showing a highly seasonal pattern, with  $r$  between 0.73 and 0.85 (Table 1). Comparisons between years in the same forest type showed significant differences in the mean dates of unripe fruit in the restinga forest between 2001 and 2002  $F(1, 145) = 15.17$ ;  $P < 0.00$  and between 2001 and 2003  $F(1, 156) = 18.22$ ;  $P < 0.00$ ; in the coastal-plain forest between 2001 and

2002  $F(1, 281) = 4.21$ ;  $P < 0.05$  and between 2001 and 2003  $F(1, 277) = 12.30$ ;  $P < 0.00$ ; and in the premontane forest between the years 2001 and 2003  $F(1, 276) = 4.39$ ;  $P < 0.05$ . Comparing the forest types, the mean dates differed significantly between the restinga and premontane forests, and between the coastal-plain and premontane forests for all three years. The mean dates between the restinga and the coastal-plain forest differed significantly only for the year 2002 (Table 2). The unripe fruiting showed a significant positive correlation with rainfall for the years 2001 and 2003 in the restinga forest and for the year 2003 in the coast plain forest (Table 3). With respect to temperatures, unripe fruiting showed significant positive correlations for most of the years observed in the three forest formations. The unripe fruiting showed no significant correlation with day length in the three types of forest (Table 3).

### *Ripe fruit*

The ripe fruiting was generally highly synchronous in the coastal-plain forest, presented medium synchrony in the premontane forest, and low synchrony in the restinga forest, with the highest percentage of individuals bearing ripe fruits in April and May (Fig. 1e). The largest activity peak was recorded in April 2002 in the coastal-plain forest (82% of individuals), and in May 2002 in the premontane forest (52% of individuals), always in the less rainy season. No activity peak for ripe fruiting was observed in the restinga forest (Fig. 1e). The ripe fruit duration varied from three to six months in the three forests studied. The ripe fruit mean dates were significant for all three years, showing a highly seasonal pattern, with  $r$  above 0.84 (Table 1). Comparisons of ripe fruit mean dates between years, in the same forest, showed significant differences in the restinga forest between 2001 and 2002  $F(1, 25) = 7.66$ ;  $P < 0.05$ , and in the premontane forest

between 2001 and 2002  $F(1, 92) = 22.49$ ;  $P < 0.00$  and 2001 and 2003  $F(1, 107) = 10.96$ ;  $P < 0.05$ . The ripe fruit mean dates were not significantly different between years for the coastal-plain forest. Comparing the three forest types, the ripe fruit mean dates were significantly different between the restinga and coastal-plain forests for all three years, and between the coastal-plain and premontane forests for the years 2001 and 2003. The ripe fruit mean date differed significantly between restinga and coastal-plain forests only for 2002 (Table 2). Ripe fruiting was not significantly correlated with rainfall nor temperature during the three years of the study in the three forest types. However, a significant negative correlation with day length was observed for the years of the study in the premontane forest (Table 3).

Table 1

Table 2

Table 3

### *Fruit production*

The number of infrutescences with ripe fruits did not differ significantly from one year to the next in the restinga, coastal-plain, and premontane forests (Fig. 2a). However, a highly significant difference was observed among the three forest types (Kruskal-Wallis,  $H=0.91$ ,  $P=0.01$ ) considering all three years of the study (Fig. 2a). The coastal-plain forest produced the largest number of infrutescences with ripe fruits during the three years of observation (241), followed by the premontane forest (148) and the restinga forest (41).

With respect to biomass, the production of *E. edulis* fruits and seeds was seasonal (Fig. 2b), and did not differ significantly among years for the restinga, coastal-plain, and premontane forests. Considering all three years of the study, a highly significant difference in monthly fruit production was observed among the three types of forest (Kruskal-Wallis,  $H=10.71$ ,  $P=0.00$ ). This difference was highly significant between the restinga and coastal-plain forests (Kruskal-Wallis,  $H=5.69$ ,  $P=0.01$ ) and the restinga and premontane forests (Kruskal-Wallis,  $H=10.70$ ,  $P=0.00$ ). However, no significant difference in monthly fruit production was observed between the coastal-plain and the premontane forests.

Fig. 2.

## Discussion

*Euterpe edulis* presented a seasonal flowering pattern in the three forest types studied on the Cardoso Island, beginning in August (end of the less-rainy season) and peaking between October and December (rainy season), as expected. This flowering pattern in the period of heavier rainfall has been described in other phenological studies of palms in tropical regions (De Steven *et al.* 1987; Scariot and Lleras 1991; Ratsirarson and Silander 1996; Martén and Quesada 2001) and in the Atlantic Rainforest (Rosa *et al.* 1998; Mantovani and Morellato 2000; Mikichi and Silva 2001; Voeks 2002). Some studies, however, have observed, for some species of palms, flowering occurring in the dry or less rainy season (Callazos and Mejía 1988; Sist 1989; Henderson *et al.* 2000; Ruiz and Alencar 2004).



Flowering of *Euterpe edulis*, while seasonal, was not correlated with temperature. Flowering showed a significant positive correlation with day length in some years, as observed for tree species in the Atlantic Rainforest (Morellato *et al.* 2000; Talora and Morellato 2000). In forests where the seasons are not very marked, studies of tree communities point to day length and temperature as the most important abiotic factors triggering and synchronizing flowering (Wright and van Schaik 1994; Talora and Morellato 2000; Morellato *et al.* 2000; Stevenson 2004). However, synchrony of flowering may also be related to biotic factors such as pollination, predation, and competition, rather than climatic variables alone (Rathke and Lacey 1985; van Schaik *et al.* 1993; Alencar 1994; Sakai *et al.* 1999).

The differences found in the mean date of flowering among the three forest types could be related to the temporal variation of certain environmental conditions specific to each forest type, especially edaphic factors related to the seasonal flooding of the soil. Bencke and Morellato (2002) related differences in flowering of some tree species such as *Guatteria australis* A. St.-Hil and *Schefflera calva* (Cham.) Frodin & Faschi found in restinga and premontane Atlantic Rainforest in Ubatuba, São Paulo, to the seasonal flooding of the restinga soils, which occurs only occasionally in the coastal-plain forest. Rathke and Lacey (1985) suggest that abiotic factors may limit the flowering season by affecting the plants' ability to produce flowers.

The immature and unripe fruiting were also seasonal, as expected, and occurred in greater proportion during the rainy season, from October to May, showing a significant positive correlation with rainfall and temperature in the three forest types. The hot and humid season probably favored the development of *E. edulis* fruits in the three forests studied. Other studies have reported fruit production precisely in the

periods of higher temperatures and rainfall (Rathcke and Lacey 1985; Peres 1994; Rosa *et al.* 1998; Galetti *et al.* 1999; Chapman *et al.* 2005). On the other hand, Talora and Morellato (2000), studying the tree phenology in the restinga Atlantic Rainforest, observed peak production of immature fruits in the colder, less rainy season of the year, with significant negative correlations with temperature and day length.

The ripe fruiting showed a seasonal pattern as expected, beginning in February and extending over five months, peaking between April and May in the less rainy season, in the three forest types. This long ripe-fruiting period was observed in other studies of palm phenology in tropical forests (De Steven *et al.* 1987; Peres 1994; Galetti *et al.* 1999). The presence of ripe fruits mainly during the coldest, less rainy season, has been reported for other palm trees (Sist 1989; Peres 1994; Miller 2002) and can be related to the reduction in the activity of pathogens and insects/invertebrates that prey on the seeds.

The production of ripe fruits was highly synchronous in the coastal-plain forest but showed medium to low synchrony in the restinga and premontane forests. The high synchrony of fruiting may facilitate seed dispersal, as it increases the number of frugivorous animals or their movement among the plant species (Wheelwright and Orians 1982). In addition, the intense and concentrated availability of fruits could satisfy the predators and thus allow some seeds to escape (Janzen 1974; Van Schaik *et al.* 1993; Curran and Leighton 2000). Seed predation has great ecological and evolutionary importance as it affects the diversity of plants, as well as their demography and phenology (Crawley 1983; Curran and Leighton 2000). Seed predation of *E. edulis* in regions of the Atlantic Rainforest is carried out largely by a species of Scolytidae beetle (*Coccotrypes palmarum* Eggers 1933) (Pizo and Simão 2001; Von Allmen *et al.*

2004; Pizo *et al.* 2006), which could influence the pattern of high synchrony observed for *E. edulis* in the coastal-plain forest. On the other hand, the low synchrony of *E. edulis* in the restinga forest, which has also been observed in other studies of the same species by Galetti *et al.* (1999), Mantovani and Morellato (2000) and Bencke and Morellato (2002), could confer upon the palm an important role as food source for many frugivorous vertebrates over a longer period. However, a large quantity of fruiting tree species was observed fruiting throughout the year in the forests studied (E. R. Castro pers. obs.), overlapping the fruiting period of the *E. edulis* in all three forests studied. Despite the quantity of fruits produced (see below), in this study site *E. edulis* could not be characterised as a keystone species, since the supply of fruits did not occur in the period of food scarcity in the forest community (Peres 2000).

The time of fruiting and ripe fruit production of *E. edulis* differed among the types of forest studied but not from year to year in each forest, as predicted. The mean date for the occurrence of the ripe fruit differed significantly between the restinga and premontane forests and between the coastal-plain and premontane forests. The differences in timing of fruit supply may be related to the temporal variation of certain environmental conditions of each forest formation, as discussed in the sections about flowering and immature and unripe fruits (Sakai *et al.* 1999; Morellato *et al.* 2000; Bencke and Morellato 2002), or to the action of seed dispersers (Wheelwright and Orians 1982).

As expected, the production of *E. edulis* ripe fruits on Cardoso Island began in the lower areas (restinga and coastal-plain forest), followed by the higher areas (premontane forest), confirming the occurrence of altitudinal variation in the supply of *E. edulis* fruits as suggested in other studies of the Atlantic Rainforest (Laps 1996;

Galetti *et al.* 1999). The quantity of ripe infrutescences differed significantly among the three types of forest, with higher production in the coastal-plain forest and lower production in the restinga forest. The biomass of *E. edulis* fruits collected on the ground also differed among forest types. Again, the higher production was in the coastal-plain and premontane forests, and the lower production in the restinga forest. The differences in the number of infrutescences and fruit production may be related to environmental factors such as fertility of the soil, providing nutrients for development of the fruits, but may also be the result of differences in the density of *E. edulis* in each area. Studies developed in the forests of Cardoso Island by Pinto (1998) show the soils of the coastal-plain and premontane forests have a higher level of clay, better fertility and cycling of nutrients than the soils in the restinga forest, which may explain the differences in productivity of the *E. edulis* observed in these forests. Regarding tree density, Melo and Mantovani (1994) have shown that *E. edulis* is the tree species with the highest density in the premontane forest studied. In the coastal-plain forest, Kojima (2004) found a similar result. In the restinga forest, Sugiyama (1998) alleges that the density of *E. edulis* is very low, not being among the ten most abundant species. The higher density of plants may favor the attraction of pollinators, and a greater formation of fruits (Ghazoul *et al.* 1998; Somanathan and Borges 2000). Reis and Kageyama (2000) conjectured that the sizeable increase in *E. edulis* fruit production from one year to the next may be related to the variation in the composition of inflorescences, i.e., the percentage of masculine flowers produced, which would affect the number of infrutescences formed and fruits produced.

The differences in phenology and fruit production of *E. edulis* among the three forest types are important because it has maintained the fruit supply during long periods

and affect the populations of vertebrate frugivorous consuming the fruits (Laps 1996; Galetti *et al.* 1999). Many endangered species of birds in the Atlantic Rainforest depend on fruits of *E. edulis*. Some birds such as the yellow-legged thrush *Turdus flavipes*, the piping-guan *Aburria jacutinga* and the Bare-throated Bellbird *Procnias nudicollis* make seasonal altitudinal movements apparently seeking *E. edulis* fruits (Collar *et al.* 1992; Sick 1997; Castro *et al.*, in review). Thus, phenological studies involving species of palms in endangered biomes are fundamental for understanding the ecological interactions with frugivorous species and the management and conservation of the palms and associated fauna.

### **Acknowledgements**

The authors thank FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – processo no. 01/10300-4) for the financial support; Idea Wild for the donation of equipments; the Instituto Florestal for permission to conduct research in Ilha do Cardoso State Park; and CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) for the doctoral fellowship to ER Castro and research productivity fellowship and grant to LPC Morellato and M Galetti.

### **References**

Alencar JC (1994) Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus – AM. *Acta Amazônica* **24**, 161-182.

- Barros F, Melo MMRF, Chiea SAC, Kirizawa M, Wanderley MGL, Jung-Mendaçolli SL (1991) Flora Fanerogâmica de Ilha do Cardoso. *Boletim do Instituto de Botânica* **1**, 1-184.
- Bencke CSC, Morellato LPC (2002) Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* **25**, 237-248.
- Bernardi JVE, Landim PMB, Barreto CL, Monteiro RC (2005) Estudo espacial do gradiente de vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. *Holos Environment* **5**, 1-22.
- Berry EJ, Gorchov DL (2004) Reproductive biology of the dioecious understory palm *Chamaedorea radicalis* in a Mexican cloud forest: pollination vector, flowering phenology and female fecundity. *Journal of Tropical Ecology* **20**, 369-376.
- Calderón MEP (2002) Patrones de caída de frutos en *Mauritia flexuosa* L.f. y fauna involucrada en los procesos de remoción de semillas. *Acta Botánica Venezuelica* **25**, 1-22.
- Callazos ME, Mejía M (1988) Fenología y poscosecha de milpesos *Jessenia bataua* (Mart.) Burret. *Acta Agronómica* **38**, 53-63.

- Castro ER, Côrtes MC, Navarro L, Morellato LPC, Galetti, M in review Spatial and Temporal Variation of Thrushes (Turdidae) in Relation to Fruit Availability in the Atlantic Rain Forest. *Biotropica*.
- Chapman CA, Chapman LJ, Struhsaker TT, Zanne AE, Clark CJ, Poulsen JR (2005) A long-term evaluation of fruiting phenology: importance of climate change. *Journal of Tropical Ecology* **21**, 1-14.
- Charles-Dominique P, Atramentowicz M, Charles-Dominique M, Gerald H, Hladick A, Hladick CM, Prevost MF (1981) Les mammifères frugivores arboricoles nocturnes d'une forêt guyanaise: inter-relations plantes-animaux. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* **35**, 341-435.
- Collar NJ, Gonzaga LP, Krabbe N, Madroño-Nieto A, Naranjo LG, Parker III TA, Wege DC (1992) 'Threatened birds of the Americas: the ICBP/IUCN Red Data Book.' (International Committee for Bird Preservation: Cambridge).
- Conselho Estadual do Meio Ambiente (2001) 'Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, fase 2.' (Consema, Cananéia: São Paulo, Brazil).
- Crawley MJ (1983) 'Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions.' (Blackwell Scientific: Oxford).

- Curran LM, Leighton M (2000) Vertebrate responses to spatio temporal variation in seed production of mast-fruited Dipterocarpaceae. *Ecological Monographs* **70**, 101-128.
- De Esteven D, Windsor DM, Putz FE, de León B (1987) Vegetative and reproductive phenologies of palm assemblage in Panama. *Biotropica* **19**, 342-356.
- Fisch STV, Nogueira JrLR, Mantovani W (2000) Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na mata atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba – SP). *Revista Biociências* **6**, 31-37.
- Galetti M, Aleixo A (1998) Effects of the palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology* **35**, 286-293.
- Galetti M, Donatti CI, Pires AS, Guimarães Jr PR, 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.
- Galetti M, Fernandez JC (1998) Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes in industry structure and the illegal trade. *Journal of Applied Ecology* **35**, 294-301.
- Galetti M, Keuroghlian A, Hanada I, Morato MI (2001) Frugivory and seed dispersal by the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in southeast Brazil. *Biotropica* **33**, 723-726.



- Galetti M, Zipparro V, Morellato LP (1999) Fruit phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland atlantic forest of Brazil. *Ecotropica* **5**, 115-122.
- Ghazoul J, Liston KA, Boyle TJB (1998) Disturbance-induced density-dependent seed set in *Shorea siamensis* (Dipterocarpaceae), a tropical forest tree. *Journal of Ecology* **86**, 462-473.
- Guilherme FAG, Morellato LPC, Assis MA (2004) Horizontal and vertical tree community structure in a Atlantic Rain Forest, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **27**, 725-737.
- Henderson A (2000) The genus *Euterpe* in Brazil. In ‘*Euterpe edulis* Martius (palmiteiro): Biologia, Conservação e Manejo’. (Eds MS Reis, A Reis) pp. 1-22. (Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, Brazil).
- Henderson A, Fisher B, Scariot A, Whitaker Pacheco MA, Pardini R (2000) Flowering phenology of a palm community in a Central Amazon. *Brittonia* **52**, 149-159.
- Henderson A, Galeano G, Bernae R (1995) ‘Field guide to the palms of the Americas.’ (Princeton University Press: Princeton).
- Janzen DH (1974) Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by the Dipterocarpaceae. *Biotropica* **4**, 69-103.

- Kojima JM (2004) Estrutura populacional da palmeira *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma área de floresta atlântica do parque estadual da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo. Dissertation (Universidade Estadual Paulista, Rio Claro: Brazil).
- Kovach WL (1994) Program: Oriana for Windows. Version 1.03.
- Küchmeister H, Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G (1997) Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. *Plant Systematics and Evolution* **206**, 71-97.
- Laps RR (1996) Frugivoria e dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis*, Martius, Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do Estado de São Paulo. Dissertation (Universidade Estadual de Campinas, Campinas: Brazil).
- Levey DJ, Moermond TC, Denslow JS (1994) Frugivory: An overview. In 'La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest'. (Eds LA Mcdade, KS Bawa, HA Hespeneide, G Hartshorn) pp. 282-294. (University of Chicago Press: Chicago).
- Lima AR, Capobianco JP (1997) 'Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação'. (Documento do Isa: São Paulo, Brazil).

- Loiselle BA, Blake JG (1991) Temporal variation in birds and fruits along on elevational gradient in Costa Rica. *Ecology* **72**, 180-193.
- Lugo AE, Frangi JL (1993) Fruit fall in the Luquillo Experimental Forest. Puerto Rico. *Biotropica* **25**, 73-84.
- Malizia LR (2001) Seasonal fluctuations of birds, fruits, and flowers in a subtropical forest of Argentina. *The Condor* **103**, 45-61.
- Mantovani A, Morellato LPC (2000) Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. In 'Euterpe edulis Martius (palmitreiro): Biologia, Conservação e Manejo' (Eds MS Reis, A Reis) pp. 23-38. (Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, Brazil).
- Martén S, Quesada M (2001) Phenology, sexual expression, and reproductive success of the rare neotropical palm *Geonoma petiolata*. *Biotropica* **33**, 596-605.
- Melo MMRF, Mantovani W (1994) Composição florística e estrutura do trecho de mata atlântica de encosta, na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brazil). *Boletim do Instituto de Botânica* **9**, 107-157.
- Mikich SB, Silva SM (2001) Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brazil. *Acta Botânica Brasílica* **15**, 89-113.

- Miller C (2002) Fruit production of the unguurahua palm (*Oenocarpus bataua* subsp. *bataua*, Arecaceae) in an indigenous managed reserve. *Economic Botany* **56**, 165-176.
- Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Bencke CC, Romera EC, Zipparro VB (2000) Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* **32**, 811-823.
- Otero-Arnaiz A, Oyama K (2001) Reproductive phenology, seed set and pollination in *Chamaedorea alternans*, an understorey dioecious palm in a rain forest in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* **17**, 745-754.
- Pereira AR, Angelocci LR, Sentelhas PC (2001) 'Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas'. (Editora Agropecuária, Guaíba, RS: Brazil).
- Peres CA (1994) Composition, density and fruiting phenology of arborescent palms in a Amazonian Terra Firme Forest. *Biotropica* **26**, 285-294.
- Peres CA (2000) Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pods. *Journal of Tropical Ecology* **16**, 287-317.
- Pinto MM (1998) Fitossociologia e influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação em áreas de Mata Atlântica na Ilha do Cardoso, Cananéia SP. Ph.D. (Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal: Brazil).

- Pizo MA, Von Allmen C, Morellato LPC (2006) Seed size variation in the palm *Euterpe edulis* and the effects of seed predators on germination and seedling survival. *Acta Oecologica* **29**, 311-315.
- Pizo MA, Simão I (2001) Seed deposition patterns and the survival of seeds and seedlings of the palm *Euterpe edulis*. *Acta Oecologica* **22**, 229-233.
- Rathcke B, Lacey EP (1985) Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* **16**, 179-214.
- Ratsirarson J, Silander JAJr (1996) Reproductive biology of the threatened Madagascar Triangle Palm: *Neodypsis decaryi* Jumelle. *Biotropica* **28**, 737-745.
- Reis A, Kageyama PY (2000) Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius-Palmae). In '*Euterpe edulis* Martius (palmitreiro): Biologia, Conservação e Manejo' (Eds MS Reis, A Reis) pp. 60-92. (Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, Brazil).
- Rodriguez M, Olmos F, Galetti M (1993) Seed dispersal by tapir in southeastern Brazil. *Mammalia* **57**, 460-461.
- Rosa L, Castellani TT, Reis A (1998) Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na região de restinga do município de Laguna, SC. *Revista Brasileira de Botânica* **21**, 131-142.

- Ruiz RR, Alencar JC (2004) Comportamento fenológico da palmeira patauá (*Oenocarpus bataua*) na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica* **34**, 553-558.
- Sakai S, Momose K, Yumoto T, Nagamisu T, Nagamisu H, Hamid AA, Nakashizuka T (1999) Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland Dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. *American Journal of Botany* **86**, 1414-1436.
- Scariot AO, Lleras E (1991) Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in central Brazil. *Biotropica* **23**, 12-22.
- Scariot AO, Lleras E (1995) Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*. Patterns and Consequences. *Biotropica* **27**, 168-173.
- Sick H (1997) 'Ornitologia Brasileira.' (Nova Fronteira: Rio de Janeiro, Brazil).
- Sist P (1989) Peuplement et phénologie dès palmier em forêt guyanaise (Pist et Saint Elle). *Revue d'écologie (la terre et la vie)* **44**, 113-151.
- Somanathan H, Borges RM (2000) Influence of exploitation on population structure, spatial distribution and reproductive success of dioecious species in a fragment cloud forest in India. *Biological Conservation* **94**, 243-256.

- Souza AF, Martins FR (2004) Population structure and dynamics of a neotropical palm in fire-impacted fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation* **13**, 1611-1632.
- Stevenson PR (2004) Phenological patterns of woody vegetation at Tinigua Park, Colombia: methodological comparisons with emphasis on fruit production. *Caldasia* **26**, 125-150.
- Sugyama M (1998) Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Botânica* **11**, 119-159.
- Tabarelli M, Silva MJC, Gascon C (2004) Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forest. *Biodiversity and Conservation* **13**, 1419-1425.
- Talora DC, Morellato LPC (2000) Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **23**, 13-26.
- Terborgh J (1986) Keystone plant resources in the tropical forest. In 'Conservation biology' (Ed ME Soulé) pp 330-340. (Sunderland, MA: Sinauer).
- van Schaik CP, Terborgh JW, Wright SJ (1993) The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecological Systematic* **24**, 353-377.

- Voeks RA (2002) Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **18**, 121-136.
- Von Allmen C, Morellato LPC, Pizo MA (2004) Seed predation under high seed density condition: the palm *Euterpe edulis* in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal Tropical Ecology* **20**, 471-474.
- Wheelwright NT, Orians GH (1982) Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, problems of terminology, and constraints on evolution. *American Naturalist* **119**, 402-413.
- Wright SJ, van Schaik CP (1994) Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* **143**, 192-199.
- Zhang S, Wang L (1995) Comparison of three fruit census methods in French Guiana. *Journal Tropical Ecology* **11**, 281-294.
- Zar JH (1996) 'Biostatistical Analysis'. (Prentice Hall: New Jersey).



## Legends to Figures

**Fig. 1.** (a) Temperature values during the study period (2001-2004) for the municipality of Cananéia, São Paulo State and length of day for the latitude 25° (source: Pereira *et al.* 2001), (b) Percentage of individuals of *Euterpe edulis* with flowering, (c) immature fruits, (d) unripe fruits, and (e) ripe fruits in three types of Atlantic forest at Cardoso Island, Brazil. Grey bars are rainfall.

**Fig. 2.** Seasonal production of *Euterpe edulis*: (a) ripe infructescences and (b) fruit biomass on the forest floor, in three types of Atlantic forest at Cardoso Island, Brazil.

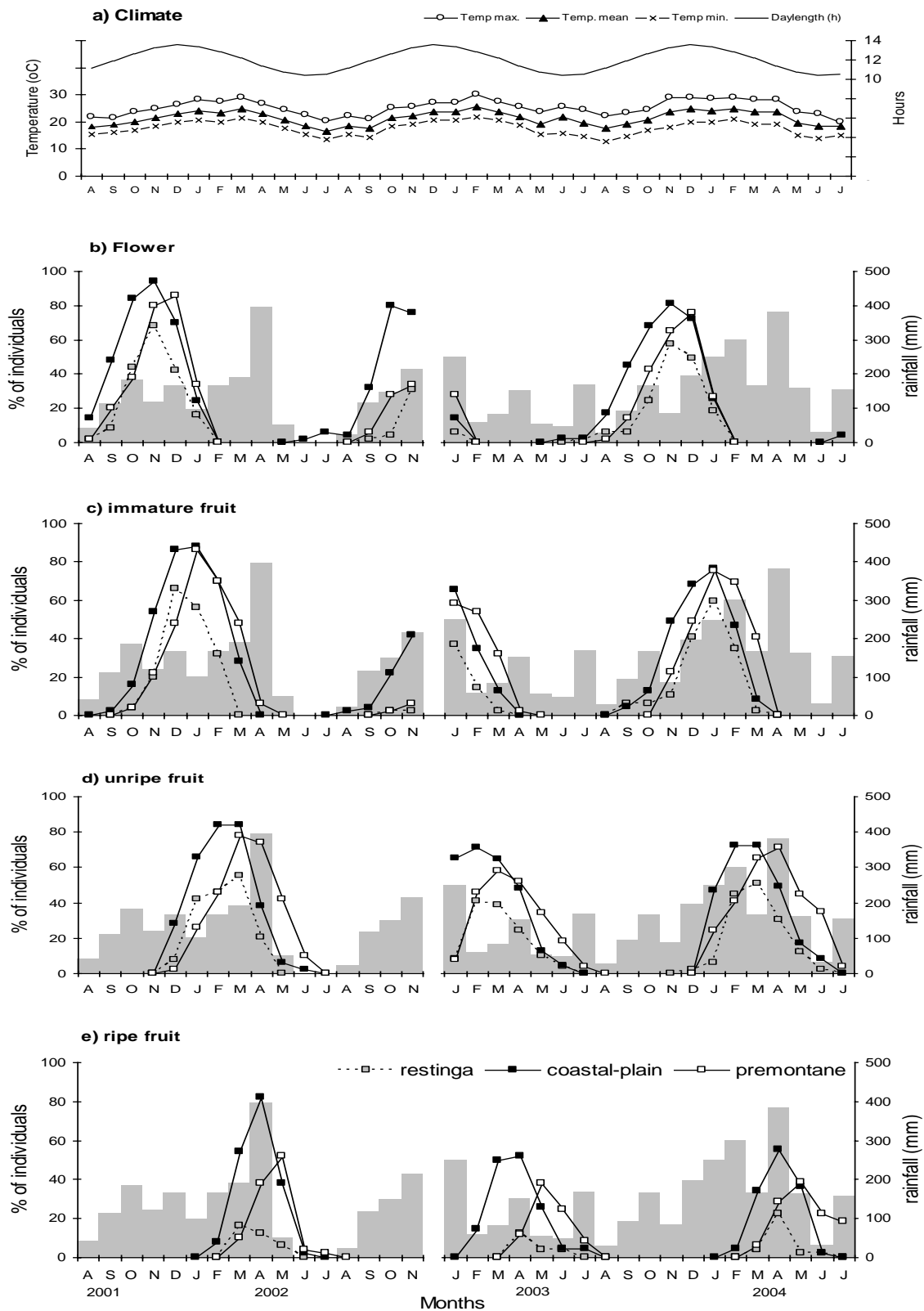


Fig. 1(a),(b),(c), (d) and (e)

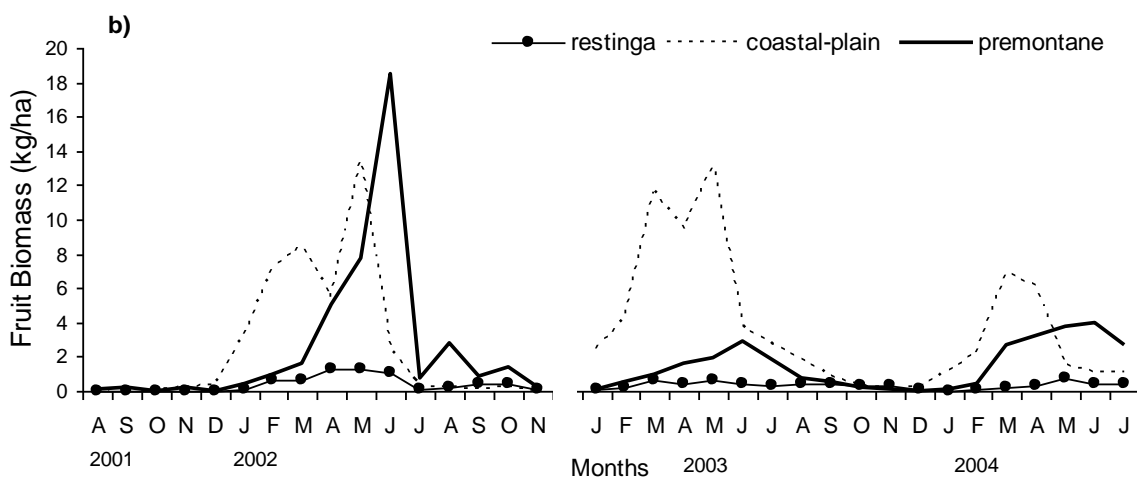
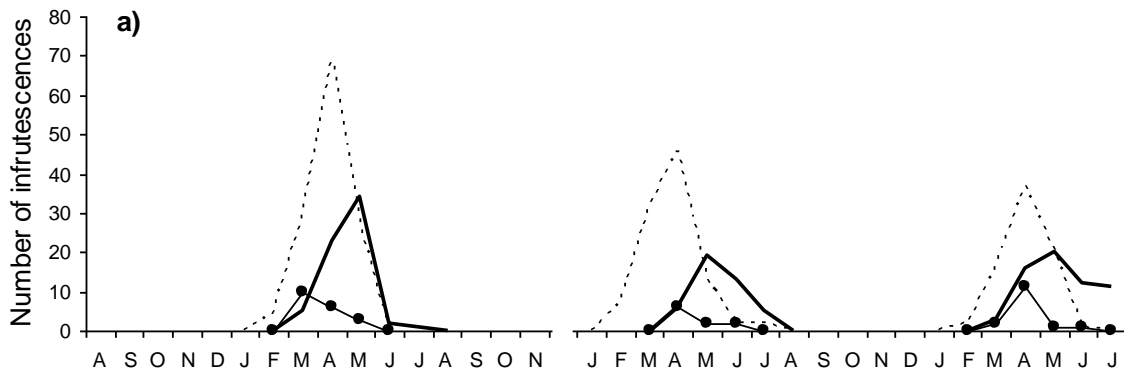


Fig. 2 (a) and (b)



**Table 2. Results of Watson-Williams Test (*F*) for the comparisons of mean angles between the types of Atlantic forest at Cardoso**

**Island**

Correlations shaded in grey were significant ( $P < 0.05$ )

Phenophase	2001 (Aug/01 to Jul/02)	2002 (Aug/02 to Jul/03)	2003 (Aug/03 to Jul/04)
Flower	restinga x coastal-plain $F(1, 258) = 5.77; P < 0.05$	restinga x coastal-plain $F(1, 125) = 6.37; P < 0.05$	restinga x coastal-plain $F(1, 224) = 8.13; P < 0.05$
	restinga x premontane $F(1, 218) = 2.78; P > 0.05$	restinga x premontane $F(1, 68) = 0.18; P > 0.50$	restinga x premontane $F(1, 188) = 0.00; P > 0.50$
	coastal-plain x premontane $F(1, 298) = 16.60; P < 0.00$	coastal-plain x premontane $F(1, 151) = 15.06; P < 0.00$	coastal-plain x premontane $F(1, 256) = 10.85; P < 0.05$
Immature fruit	restinga x coastal-plain $F(1, 260) = 0.85; P > 0.05$	restinga x coastal-plain $F(1, 116) = 5.87; P < 0.05$	restinga x coastal-plain $F(1, 201) = 1.86; P > 0.05$
	restinga x premontane $F(1, 227) = 23.26; P < 0.00$	restinga x premontane $F(1, 103) = 6.13; P < 0.05$	restinga x premontane $F(1, 202) = 10.16; P < 0.05$
	coastal-plain x premontane $F(1, 309) = 16.19; P < 0.00$	coastal-plain x premontane $F(1, 165) = 34.71; P < 0.00$	coastal-plain x premontane $F(1, 249) = 26.29; P < 0.00$
Unripe fruit	restinga x coastal-plain $F(1, 237) = 0.01; P > 0.50$	restinga x coastal-plain $F(1, 189) = 5.63; P < 0.05$	restinga x coastal-plain $F(1, 196) = 1.70; P > 0.05$
	restinga x premontane $F(1, 221) = 41.02; P < 0.00$	restinga x premontane $F(1, 170) = 7.81; P < 0.00$	restinga x premontane $F(1, 211) = 12.40; P < 0.00$
	coastal-plain x premontane $F(1, 290) = 53.35; P < 0.00$	coastal-plain x premontane $F(1, 237) = 35.75; P < 0.00$	coastal-plain x premontane $F(1, 263) = 28.22; P < 0.00$
Ripe fruit	restinga x coastal-plain $F(1, 106) = 0.37; P > 0.50$	restinga x coastal-plain $F(1, 80) = 5.75; P < 0.05$	restinga x coastal-plain $F(1, 75) = 0.07; P > 0.05$
	restinga x premontane $F(1, 68) = 14.34; P < 0.00$	restinga x premontane $F(1, 49) = 6.33; P < 0.05$	restinga x premontane $F(1, 69) = 13.34; P < 0.00$
	coastal-plain x premontane $F(1, 142) = 25.29; P < 0.00$	coastal-plain x premontane $F(1, 111) = 65.60; P > 0.05$	coastal-plain x premontane $F(1, 116) = 39.23; P < 0.00$

Table 3. Spearman correlation tests between *Euterpe edulis* phenology and the climatic variables during the study period in the three types of Atlantic forest at Cardoso Island, Brazil. Correlations in gray were significant ( $P < 0.05$ ).

Climatic variables	Restinga forest									Coastal-plain forest									Premontane forest																																																									
	flower			immature fruit			unripe fruit			ripe fruit			flower			immature fruit			unripe fruit			ripe fruit			flower			immature fruit			unripe fruit			ripe fruit																																										
	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P	rs	rs	P																																											
<b>Rainfall</b>	2001	0.18	0.58	0.27	0.39	0.58	0.05	0.48	0.12	0.00	0.99	0.40	0.20	0.43	0.16	0.53	0.08	0.19	0.56	0.57	0.05	0.42	0.17	0.00	0.99	2002	0.71	0.01	0.71	0.01	-0.25	0.44	-0.31	0.33	0.30	-0.10	0.76	-0.29	0.36	0.56	0.06	0.38	0.22	-0.22	0.50	-0.26	0.41	2003	-0.15	0.63	0.42	0.18	0.69	0.01	0.22	0.50	-0.23	0.47	0.40	0.20	0.64	0.03	0.42	0.17	-0.19	0.56	0.53	0.08	0.52	0.08	0.05	0.89				
	<b>maximum</b>	2001	-0.04	0.91	0.48	0.12	0.89	0.00	0.47	0.12	-0.32	0.32	0.64	0.03	0.88	0.00	0.56	0.06	-0.01	0.98	0.89	0.00	0.78	0.00	0.09	0.77	2002	-0.07	0.84	-0.07	0.84	0.56	0.06	-0.18	0.57	-0.35	0.26	0.44	0.16	0.64	0.03	0.22	0.50	-0.01	0.97	0.75	0.00	0.46	0.14	-0.31	0.33	2003	0.34	0.27	0.79	0.00	0.49	0.10	-0.10	0.77	0.20	0.54	0.81	0.00	0.40	0.19	0.12	0.70	0.25	0.44	0.83	0.00	0.11	0.74	-0.40	0.20
	<b>mean</b>	2001	0.00	0.99	0.48	0.12	0.89	0.00	0.47	0.12	-0.27	0.39	0.68	0.01	0.86	0.00	0.56	0.06	0.03	0.92	0.89	0.00	0.75	0.00	0.05	0.87	2002	-0.39	0.71	-0.12	0.71	0.53	0.08	-0.17	0.60	-0.42	0.17	0.35	0.26	0.57	0.05	0.22	0.49	-0.06	0.85	0.69	0.01	0.42	0.18	-0.32	0.32	2003	0.19	0.55	0.75	0.00	0.62	0.03	-0.05	0.87	0.07	0.83	0.76	0.00	0.51	0.09	0.20	0.53	0.10	0.77	0.84	0.00	0.25	0.42	-0.28	0.38
	<b>minimum</b>	2001	0.00	0.99	0.48	0.12	0.89	0.00	0.47	0.12	-0.27	0.39	0.68	0.01	0.86	0.00	0.56	0.06	0.03	0.92	0.89	0.00	0.75	0.00	0.05	0.87	2002	-0.04	0.91	-0.04	0.91	0.52	0.08	-0.17	0.60	-0.31	0.33	0.49	0.10	0.62	0.03	0.10	0.76	0.09	0.79	0.78	0.00	0.34	0.28	-0.38	0.22	2003	0.12	0.71	0.72	0.01	0.63	0.03	-0.02	0.95	0.01	0.98	0.74	0.01	0.57	0.05	0.20	0.53	0.05	0.87	0.86	0.00	0.32	0.31	-0.24	0.45
	<b>Length of the days</b>	2001	0.68	0.02	0.89	0.00	0.49	0.10	-0.21	0.51	0.47	0.12	0.94	0.00	0.33	0.30	-0.13	0.68	0.72	0.01	0.84	0.00	0.04	0.89	-0.63	0.03	2002	0.36	0.25	0.36	0.25	-0.02	0.94	-0.55	0.06	0.13	0.69	0.64	0.03	0.11	0.73	-0.43	0.16	0.50	0.10	0.59	0.04	-0.25	0.44	-0.75	0.00	2003	0.70	0.01	0.94	0.00	0.11	0.73	-0.44	0.15	0.59	0.04	0.96	0.00	0.03	0.93	-0.34	0.29	0.62	0.03	0.80	0.00	-0.30	0.34	-0.72	0.01

## Capítulo 2

---

### **Interações entre aves frugívoras e frutos carnosos ao longo de um gradiente na Floresta Atlântica do Brasil\***



*Ramphastos vitellinus*

[http://www.puc-rio.br/sobrepu/depto/nima/imagens/proj\\_ftucano.jpg](http://www.puc-rio.br/sobrepu/depto/nima/imagens/proj_ftucano.jpg)

*\*Na forma de artigo a ser submetido  
à Acta Oecologica.*

**Interações entre aves frugívoras e frutos carnosos ao longo de um gradiente na  
Floresta Atlântica do Brasil <sup>1</sup>**

*E. R. Castro <sup>2</sup>, L. P. C. Morellato <sup>3</sup> and M. Galetti <sup>2,4</sup>*

Título curto: Interações de aves frugívoras

2- Universidade Estadual Paulista, IB, Departamento de Ecologia, Laboratório de  
Biologia da Conservação, CP 199, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

3- Universidade Estadual Paulista, IB, Departamento de Botânica, Grupo de Fenologia  
de Plantas e Dispersão de Sementes, CP 199, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

4- Corresponding author. E-mail: mgaletti@rc.unesp.br



## **Abstract**

The fruits are highly seasonal feeding resources which are considerable part of the frugivorous bird's diet. However, there are few studies which in a wide view focus on the interactions of such birds and its resources. In the present investigation, the offer of fruits and their consumption in 16 bird's species from 5 families of medium and large size will be described considering three forest types in Cardoso Island during three years. The birds consume of fruits was evaluated and the fruiting phenology of the palm *Euterpe edulis* (Arecaceae) and the arboreal community were monitored monthly and compared with the data birds census. The premise was that the fruits influenced the abundance of the frugivorous birds and the palm, being an abundant plant in the Atlantic Rainforest, is highly consumed by the frugivorous animals. It was known that the fruit production of the arboreal community had been in the main irregular, same as the one found in other regions of the Atlantic Rainforest, and the palm fruiting was annual, having its rape fruit sharp point in April and May. About the bird's diet, 600 feeding records had been observed, and the birds families which got the highest fruit consume were Turdidae and Ramphastidae. The multivariate analysis of bird's classification (DCA) and its resources identified the formation of two feeding guilds. The one made by Tyrannidae and some other species of Turdidae family, all having small size; and the other one made by Ramphastidae family e some species of Cotingidae and Cracidae family, all having large size. The *E. edulis* fruits showed an important resource for the most of the birds families studied, and some of them (Cotingidae, Turdidae) stood out due to the big number of interactions with the palm fruits. So, for the conservation of the Atlantic Rainforest and the ecological interactions, the understanding of the seasonal and altitudinal differences in the animal distribution and their resources are essential to

preserve the frugivorous animal migration activities, as many of them can act as important seed dispersal within different environment.

## INTRODUÇÃO

Os frutos são recursos alimentares altamente sazonais em muitas florestas tropicais e temperadas e compõem parte substancial da dieta da grande maioria dos vertebrados frugívoros (van Schaik *et al.* 1993, Wright *et al.* 1999). Dentre os vertebrados, as aves e os mamíferos se destacam como os principais e mais estudados agentes dispersores de sementes (Herrera 1982, 1984, Krügel *et al.* 2006). As aves frugívoras são consideradas como elementos chave na sucessão natural das fisionomias vegetais, sendo responsáveis pela dispersão de sementes da maioria das espécies de plantas em regiões tropicais (Loiselle & Blake 1991, Anggraini *et al.* 2000, Jordano 2000), exercendo um importante papel na demografia e manutenção da comunidade vegetal, através do padrão de deposição e distribuição espacial das sementes em diferentes ambientes (Ducan & Chapman 2002, Schupp *et al.* 2002) e no fluxo gênico entre populações (Jordano *et al.* 2007).

A guilda de aves frugívoras na Floresta Atlântica compreende famílias altamente consumidoras e dependentes de frutos, como por exemplo, Cotingidae, Cracidae e Rampahastidae (Snow 1981, Galetti *et al.* 1997, Galetti *et al.* 2000, Pizo *et al.* 2002). A maioria das espécies dessas famílias é caracterizada por possuir uma baixa taxa de reprodução e uma baixa densidade populacional, mas uma grande área de vida, já que a disponibilidade de frutos é variável espacialmente e temporalmente (Loiselle & Blake 1991, Pizo 2001). No Brasil, existem poucos estudos que relatam de forma mais ampla as interações entre grupos de espécies de aves frugívoras e seus recursos (Silva *et al.* 2002, Fadini & Marco Jr. 2004), dada à diversidade de plantas e animais dispersores de sementes encontrados nos diferentes ecossistemas brasileiros.

Vários estudos em regiões tropicais têm mostrado uma forte relação entre a disponibilidade de frutos e a distribuição das aves frugívoras (Loiselle & Blake 1991, Anggraini *et al.* 2000, Chaves-Campos 2004, Ragusa-Netto 2006). Na Floresta Atlântica, por exemplo, a abundância do sabiá-una *Turdus flavipes* (Turdidae) é fortemente correlacionada com a abundância de frutos da palmeira *Euterpe edulis* (Arecaceae) (Castro *et al.* no prelo a). Esta palmeira é uma das espécies de plantas mais ameaçadas de extinção no Domínio da Floresta Atlântica, sendo caracterizada por produzir uma grande quantidade de frutos (Reis & Kageyama 2000), que são consumidos por uma ampla gama de animais frugívoros (Galetti *et al.* 1999). A fenologia de frutificação do palmito *E. edulis* na Ilha do Cardoso é anual e sazonal, diferindo no período de oferta de frutos entre as florestas localizadas ao longo de um gradiente altitudinal (Castro *et al.* no prelo b).

Dentro deste contexto, o objetivo geral do presente estudo foi estudar a oferta de frutos maduros e o consumo destes pelas aves frugívoras nos três tipos de Floresta Atlântica da Ilha do Cardoso (restinga, planície e encosta), durante os três anos de observação. O nosso intuito foi testar a hipótese de que os frutos influenciam a abundância de aves frugívoras e que o palmito por ser uma planta abundante na floresta Atlântica, é altamente consumido pelos animais frugívoros. O estudo teve como objetivos específicos responder as seguintes questões: (1) Como difere o número de registro de consumo de frutos da comunidade arbórea e de *E. edulis* entre as aves estudadas? (2) Qual a importância do palmito para a comunidade de aves, analisada através de um índice de importância desenvolvido por Murray (2000) e (3) Como varia a abundância das aves em relação à fenologia de frutificação da comunidade de plantas e do palmito *Euterpe edulis*?

## MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO — Este estudo foi conduzido na Ilha do Cardoso (Parque Estadual Ilha do Cardoso; 25°03'05'' S e 48°53'48'' W), localizada em Cananéia, no litoral sul do Estado de São Paulo. A Ilha tem uma área de aproximadamente 151 km<sup>2</sup>, com elevações variando do nível do mar até 820 metros de altitude (Barros *et al.* 1991) (Fig. 1). Três tipos florestais foram estudados: floresta de restinga (nível do mar), floresta de planície (0,5 a 30 metros acima do nível do mar) e floresta de encosta (250 a 300 m). O presente estudo foi desenvolvido em trilhas, que tinham um comprimento médio de 1500 metros em cada formação. Todas as trilhas foram marcadas com pontos equidistantes 50 m um do outro.

A restinga distribui-se sobre a planície costeira quaternária, em solo arenoso de origem marinha e constitui um ecossistema bastante heterogêneo (Lima & Capobianco 1997), caracterizada por uma vegetação com copa baixa a mediana, composta de árvores com troncos ramificados (Sugiyama 1998). A floresta de planície litorânea ocorre em continuidade à floresta de restinga, apresenta solo menos arenoso e apresenta copa mediana a alta, constituída por árvores com troncos retos e poucos ramificados, apresentando dois estratos arbóreos: o inferior (8-10 m) e o superior (20 m) (Barros *et al.* 1991). A floresta de encosta ou floresta tropical da serra do mar cobre as encostas e topos mais baixos do maciço montanhoso central, apresenta solo argiloso e é caracterizada por possuir uma copa média a alta e três estratos arbóreos: o inferior (5-10 m); o médio (15-21 m) e o superior (24-28 m) (Barros *et al.* 1991).

Em relação à densidade de indivíduos adultos de *Euterpe edulis* na Ilha do Cardoso, a floresta de planície apresenta a maior densidade de indivíduos com 227 indivíduos/ha, seguida pela floresta de encosta com 132 indivíduos/ha (Kojima 2004).

Restinga tem a menor densidade, apresentando 53 indivíduos/ha (Sugiyama 2003). A floresta de restinga é também o tipo florestal com o menor número de infrutescências produzidas (Castro 2003, Castro *et al.* no prelo b) e o menor número de frutos por infrutescência (Côrtes 2006).

O clima da Ilha do Cardoso é tropical úmido, influenciado por fatores locais, como maritimidade, topografia acidentada e vegetação (Consema 2001). O clima médio, obtido a partir dos dados de 30 anos (1956-1985), é caracterizado por uma temperatura anual média de 23.8 °C e de uma precipitação anual média de 2.248 mm, com a existência de uma estação super-úmida de outubro a abril, quando a precipitação média é acima de 100 mm, e uma estação menos úmida de maio a setembro, com chuvas menos constantes, mas nunca abaixo de 100 mm por mês. O clima durante o período de estudo seguiu o padrão médio (Fig. 2A). Os dados climáticos foram obtidos da Estação Experimental do Núcleo Perequê e do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

**FENOLOGIA DE FRUTIFICAÇÃO** — Nós realizamos as observações fenológicas da comunidade arbórea e da população de *Euterpe edulis* mensalmente de agosto de 2001 a julho de 2004, com a exceção de dezembro de 2002. As observações foram feitas com a ajuda de um binóculo ao longo de trilhas nos três tipos florestais. A presença ou ausência de frutos maduros foi registrada para todas as árvores e indivíduos de *E. edulis* marcados ao longo das trilhas.

Nós selecionamos indivíduos da comunidade arbórea e de *E. edulis* para o estudo fenológico que apresentassem a distância de no máximo 10 metros de cada lado da trilha, visibilidade da copa suficiente para observar as fenofases; e, para a comunidade arbórea, o DAP (diâmetro à altura do peito) maior que 10 cm. Para o *E.*

*edulis*, nós incluímos somente indivíduos reprodutivos, identificados pela presença de cicatrizes de inflorescência (Mantovani & Morellato 2000), e marcamos os palmitos que apresentassem a distância de no mínimo 20 metros de um ao outro. A distância mínima foi escolhida para evitar amostrar indivíduos muito próximos e para incluir palmitos de diferentes habitats. No total, nós amostramos 150 *E. edulis* (50 em cada tipo florestal). Para a comunidade arbórea, nós marcamos 750 indivíduos arbóreos (250 para cada tipo florestal), mas somente as espécies que apresentavam frutos dispersos por aves foram selecionadas no presente estudo, de acordo com a classificação proposta por van der Pijl (1982). Então, na floresta de restinga, 226 árvores foram selecionadas representando 31 espécies, 208 árvores de 63 espécies na floresta de planície, e 206 árvores de 88 espécies na floresta de encosta.

FRUGIVORIA PELAS AVES – Nós selecionamos 16 espécies de aves de médio e grande porte de cinco famílias ocorrentes na Floresta Atlântica da Ilha do Cardoso. Estas espécies foram escolhidas por terem sido citadas em vários estudos como frugívoras nas florestas tropicais (Galetti *et al.* 1997, Wenny & Levey 1998, Pizo *et al.* 2002, Fadini & Marco Jr. 2004). São elas: família Cotingidae (*Carpornis melanocephala*, *Procnias nudicollis*, *Pyroderus scutatus*); Cracidae (*Penelope obscura*, *Penelope superciliares*, *Aburria jacutinga*); Ramphastidae (*Ramphastos dicolorus*, *Ramphastos vitellinus*, *Selenidera maculirostris*); Turdidae (*Turdus albicollis*, *Turdus amaurochalinus*, *Turdus rufiventris*, *Turdus flavipes*) e Tyrannidae (*Myiodynastes maculatus*, *Pitangus sulphuratus*, *Tyrannus melancholicus*).

O método de “feeding bouts” foi usado para avaliar a proporção de frutos de *E. edulis* e de outras espécies de plantas na dieta das aves frugívoras (Galetti *et al.* 1999,

Galetti *et al.* 2004). Sempre que uma ave ou um bando de aves foi observado consumindo uma espécie de fruto, um novo “bout” era registrado, independentemente da duração do comportamento alimentar (Martin & Bateson 1993, Galetti *et al.* 1999). As observações de alimentação foram realizadas do nascer do sol até às 1000 h e das 1400 h até às 1600 h, uma vez por mês em cada tipo florestal, durante os três anos de estudo. Nós registramos as aves visitantes, a espécie de planta consumida e o número de registros de alimentação (Galetti *et al.* 2004).

Nós estimamos a abundância das aves frugívoras baseado no método de contagem por pontos (Vielliard & Silva 1990). Para cada ponto nos registramos todas as aves ouvidas ou vistas, dentro de um raio de 50 metros, tendo o cuidado de distinguir a localização dos contatos obtidos com os diferentes indivíduos da mesma espécie, bem como acompanhar os seus eventuais deslocamentos (Vielliard & Silva 1990). O censo foi realizado um dia por mês em cada tipo florestal de agosto de 2001 a julho de 2004 ao longo das trilhas. Nós amostramos 10 pontos para cada tipo florestal, espaçados 150 metros entre si, do nascer do sol às 1000 h. As sessões de observações para cada ponto duravam 10 minutos e após este tempo, dirigia-se ao ponto seguinte. Trinta pontos foram observados por mês, totalizando 1050 pontos de escuta nos três tipos florestais durante os três anos. A abundância de cada espécie foi expressa pelo Índice Pontual de Abundância (IPA), que é calculado dividindo o número total de contatos de cada espécie pelo número de pontos amostrados em cada área (Aleixo 1999, Develey 2004, Castro *et al.* no prelo a).

ANÁLISE ESTATÍSTICA — Para todas as análises no presente estudo (proporção de palmito na dieta, índice de importância, teste de randomização), nós agrupamos as 16



espécies de aves em termos de famílias, com exceção da Detrended Correspondence Analysis (DCA), que foi feita ao nível de espécies para visualizar melhor as associações das aves em relação aos seus recursos. Para o teste de randomização, nós fizemos as correlações da abundância das famílias de aves por tipo florestal para aproximar ao máximo a real oferta de frutos disponíveis as aves frugívoras naquele local.

Para a análise multivariada de ordenação (DCA) “Detrended Correspondence Analysis” (Hill & Gauch 1980), nós montamos uma matriz de dados com o número de registros de alimentação de cada espécie de ave (16) para cada espécie de planta consumida (49). Dessa forma, contamos a presença ou ausência de uma planta na dieta ave, assim como a quantidade dos registros de alimentação. Os dados geraram uma representação plana da posição das espécies de aves em relação a utilização dos seus recursos. Para esta análise nós usamos o programa PC-ORD (McCune & Mefford 1999).

Para o cálculo de índice de importância, nós nos baseamos na equação desenvolvida por Murray (2000) e utilizado no Brasil por Silva *et al.* 2002 e Fadini & Marco Jr. (2004). Este índice mede a importância de cada planta em relação às demais, alcançando altos valores para as espécies que não só estabelecem muitas interações, mas um grande número de interações exclusivas (Murray 2000). Como nós queríamos estimar a importância relativa do palmito e de outras espécies de plantas na dieta das cinco famílias de aves, no cálculo da equação descrita abaixo por Silva *et al.* (2002), nós substituímos as espécies de aves por famílias de aves, abordadas no presente estudo.

$$I_j = \sum_{i=1}^s [(C_{ij} / T_i) / S]$$

Onde  $T_i$  é o número total de espécies de planta consumida pelas espécies de ave  $i$ .  $S$  é o número total de espécies de aves amostradas.  $C_{ij}$  é igual a 1 se a espécie de planta  $j$  esta incluída na dieta da ave  $i$  ou zero se ela não está incluída. O valor de  $I$  varia entre zero, para as espécies de plantas que não interagem com nenhuma ave, a 1 para as que interagem com todas (Silva *et al.* 2002).

Para analisarmos a relação da abundância das famílias de aves e a oferta de frutos, nós usamos o teste de randomização por correlação usando o coeficiente de correlação de Pearson como teste estatístico. Este teste foi realizado porque a hipótese de normalidade para a análise paramétrica não foi encontrada e, neste caso, existem algumas evidências sugerindo que o teste de randomização tem mais poder do que os testes normais (Manly 1997). Nós realizamos 10,000 permutações em nossos dados para verificar se o padrão encontrado para a correlação entre a abundância da família da ave e a disponibilidade de frutos (número de indivíduos frutificando da comunidade arbórea e de *E. edulis*) ocorreu ao acaso ou não (Manly 1997). Cada correlação foi conduzida separadamente para cada família de ave; primeiro nós correlacionamos à abundância da família da ave com a fenologia de frutificação da comunidade arbórea e do palmito em uma floresta em particular e depois para cada “time lag”.

É possível que as aves respondam de maneira tardia à disponibilidade de frutos, ocorrendo um intervalo de tempo entre a oferta de frutos e a mudança na abundância da ave (Ortiz-Pulido *et al.* 2000). Por esta razão, foram feitas também

correlações entre a abundância da família de ave e a disponibilidade de frutos com um intervalo temporal “time lag” de 1 a 2 meses (i.e., time lag 1 = número de plantas com frutos no mês A relativo a abundância da família da ave no mês A+1; e time lag 2 = número de plantas frutificando no mês A relativo a abundância da família de ave no mês A+2). As análises foram feitas através do programa Resampling Procedures, versão 1.3 (Howell, 2001).

## RESULTADOS

**FENOLOGIA DE FRUTIFICAÇÃO** – A produção de frutos maduros na comunidade arbórea mostrou um padrão irregular durante os três anos nas florestas de planície e encosta (Fig. 2C; 2D). Na floresta de restinga, no entanto, a oferta de frutos maduros mostrou uma grande porcentagem de indivíduos frutificando de março a junho para os três anos (Fig. 2B). A frutificação de *Euterpe edulis* foi anual, iniciando sempre em fevereiro e terminando em julho, com uma alta porcentagem de indivíduos produzindo frutos em abril nas florestas de restinga e planície (Fig. 2B; 2C) e maio na floresta de encosta (Fig. 2D).

**FRUGIVORIA DAS AVES** – Nós realizamos 600 registros visuais de consumo de frutos para as espécies de aves estudadas, nos três tipos florestais. Através deste método, foram amostradas 49 espécies de plantas de 25 famílias (Table 1). As famílias de aves que obtiveram o maior número de registro de consumo de frutos nos três anos de estudo foram Turdidae (47,2%,  $N=283$ ), Ramphastidae (32,3%,  $N=194$ ), Tyrannidae (10,5%,  $N=63$ ), Cotingidae (6,5%,  $N=39$ ) e Cracidae (3,5%,  $N=21$ ). A família Turdidae foi a que

apresentou o maior número de espécies de plantas consumidas ( $N=35$ ) e Tyrannidae a família com o menor número de espécies ( $N=3$ ) (Table 1). Dentre as espécies de plantas consumidas, as que apresentaram o maior índice de importância para as cinco famílias de aves foram *Cupania oblongifolia* ( $I = 0,084$ ), *Ocotea pulchella* ( $I = 0,074$ ), *Clusia criuva* ( $I = 0,071$ ) e *Euterpe edulis* ( $I = 0,047$ ) (Fig. 3A).

No período em que os frutos maduros de *E. edulis* estavam disponíveis na Ilha (fevereiro a julho), principalmente durante o pico de frutificação (março a maio), foi observado um baixo número de registros de alimentação de outras espécies de plantas, principalmente para as famílias Cracidae, Cotingidae e Ramphastidae. Para Cracidae, os registros de alimentação nos meses de março a maio foram constituídos praticamente de *E. edulis* (Fig. 3B). Para Cotingidae e Ramphastidae no mesmo período, esta proporção variou de 62 a 72% e de 50 a 85% respectivamente. A família Turdidae apresentou o maior consumo de *E. edulis* no mês de maio (57%) (Fig. 3B).

Os dois eixos da análise multivariada de ordenação (DCA) foram responsáveis por 69 % da variação total das 16 espécies de aves e das 49 espécies de plantas, formando-se dois guildas de alimentação (Fig. 4). O primeiro eixo respondeu 50% da variância e separou o grupo formado por *Turdus amaurochalinus* (Tam), *T. rufiventris* (Tr), *Tyrannus melancholicus* (Tm), *Myiodynastes maculatus* (Mm) e *Pitangus sulphuratus* (Pis), das demais espécies de aves, associando-se aos seus principais recursos como *Ilex pseudobuxus* (s3), *Clusia criuva* (s10) e *Ocotea pulchella* (s17), todos ocorrentes na floresta de restinga (Fig. 4). O segundo eixo respondeu por 24% do restante da variação, agrupando principalmente as espécies de maior porte como *Selenidera maculirostris* (Sm), *Ramphastos dicolorus* (Rd), *R. vitellinus* (Rv), *Turdus albicollis* (Tal), *T. flavipes* (Tf), *Procnias nudicollis* (Pn), *Pyroderus scutatus* (Pys),

*Aburria jacutinga* (Aj), e associando-se as plantas com sementes maiores como *Euterpe edulis* (s6), *Nectandra membranacea* (s16) e *Eugenia umbelliflora* (s32) (veja Fig. 4).

CENSO DAS AVES E RESPOSTA A DISPONIBILIDADE DE FRUTOS - A família Cotingidae apresentou um padrão sazonal na sua distribuição nos três tipos florestais, com um aumento na abundância no final do inverno e início do verão, entre os meses de abril a dezembro (Fig. 2B; 2D). Durante o censo, observamos *Carpornis melanocephala* e *Pyroderus scutatus* na floresta de restinga; *C. melanocephala*, *Procnias nudicollis* e *P. scutatus* na floresta de planície e apenas *P. nudicollis* na floresta de encosta. Esta família não apresentou correlação da sua abundância com a fenologia de frutificação da comunidade arbórea ou do *E. edulis* para as florestas de restinga e planície. No entanto, para a floresta de encosta, encontramos correlações positivas e significativas da abundância da família com a fenologia de frutificação da comunidade arbórea “time lag” zero ( $r = 0.37$ ,  $P < 0.05$ ) e do palmito *E. edulis* “time lag” de um ( $r = 0.37$ ,  $P < 0.05$ ) e dois meses ( $r = 0.39$ ,  $P < 0.05$ ) (Fig. 2D).

Para a família Cracidae, nós tivemos poucos registros durante uma boa parte do ano, principalmente para a floresta de planície (Fig. 2C). Durante o estudo, nós encontramos apenas *Penelope superciliares* na floresta de restinga; *Penelope obscura* na floresta de planície e *P. obscura* e *Aburria jacutinga* na floresta de encosta. Esta família não apresentou nenhuma correlação positiva e significativa da sua abundância em relação à fenologia de frutificação do *E. edulis* ou da comunidade arbórea para as florestas de restinga e encosta. No entanto, para a floresta de planície, a família apresentou correlações positivas e significativas da sua abundância com a fenologia de

frutificação da comunidade arbórea, “time lag” de dois meses ( $r = 0.43$ ,  $P < 0.05$ ) e com a fenologia de frutificação do *E. edulis* “time lag” zero ( $r = 0.45$ ,  $P < 0.05$ ) (Fig. 2C).

A família Ramphastidae foi abundante nas três formações florestais da Ilha do Cardoso, não apresentando sazonalidade na sua distribuição ao longo dos anos de estudo (Fig. 5C; 5D), apesar da espécie *R. dicolorus* ser considerado um migrante sazonal. Das três espécies de tucanos, nós observamos *Ramphastos vitellinus* e *Selenidera maculirostris* na floresta de restinga e *Ramphastos dicolorus*, *R. vitellinus* e *S. maculirostris* nas florestas de planície e encosta. A família Ramphastidae não apresentou correlação da sua abundância com a fenologia de frutificação da comunidade arbórea ou do *E. edulis* para as florestas de restinga e planície. Já para a floresta de encosta, esta família apresentou uma correlação positiva e significativa da sua abundância com a fenologia de frutificação do *E. edulis* com “time lag” de dois meses ( $r = 0.62$ ,  $P < 0.05$ ) (Fig. 5D).

A família Turdidae foi observada durante os três anos de estudo, com picos de abundância entre os meses de março a maio nos três tipos florestais (Fig. 5B; 5C; 5D). Durante o censo, observamos *Turdus albicollis*, *T. amaurochalinus*, *T. rufiventris* e *T. flavipes* nas florestas de restinga e planície. *Turdus amaurochalinus* não foi observado na floresta de encosta. A família apresentou correlações positivas e significativas da sua abundância em relação à fenologia de frutificação da comunidade arbórea com “time lag” zero ( $r = 0.43$ ,  $P < 0.05$ ) e do palmito *E. edulis* com “time lag” de um mês ( $r = 0.46$ ,  $P < 0.05$ ) na floresta de restinga (Fig. 5B). Para as outras duas formações, nós encontramos correlações positivas e significativas da abundância da família com a fenologia de frutificação do *E. edulis*, com “time lag” zero ( $r = 0.45$ ,  $P < 0.05$ ) e um

mês ( $r = 0.42$ ,  $P < 0.05$ ) na floresta de planície (Fig. 5C) e com “time lag” zero ( $r = 0.48$ ,  $P < 0.05$ ) na floresta de encosta (Fig 5D).

Para a família Tyrannidae, esta apresentou uma tendência sazonal na sua abundância durante o período de estudo, principalmente para as florestas de planície e encosta (Fig. 5C; 5D). Das três espécies estudadas, nós observamos *Myiodynastes maculatus*, *Pitangus sulphuratus* e *Tyrannus melancholicus* na floresta de restinga e apenas a espécie *M. maculatus* nas florestas de planície e encosta. Para esta família, nós não encontramos nenhuma correlação da sua abundância com a fenologia de frutificação do *E. edulis*. Já para a comunidade arbórea encontramos correlações negativas e significativas com “time lag” de zero ( $r = -0.37$ ,  $P < 0.05$ ), um ( $r = -0.46$ ,  $P < 0.05$ ) e dois meses ( $r = -0.38$ ,  $P < 0.05$ ) na floresta de restinga (Fig 5B), e uma correlação positiva e significativa com “time lag” zero ( $r = 0.47$ ,  $P < 0.05$ ) na floresta de planície (Fig. 5C). Para a floresta de encosta, não foi observada nenhuma correlação.

## DISCUSSÃO

FENOLOGIA DE FRUTIFICAÇÃO – Entre os tipos florestais que nós estudamos somente a restinga apresentou um evidente e consistente pico de frutificação para a comunidade arbórea durante os três anos. Esta ausência de um padrão na produção de frutos nas florestas já foi evidenciada em outros estudos em regiões tropicais (Hilty 1980, Morellato *et al.* 2000). Considerando o palmito, a produção de frutos maduros foi temporalmente previsível, mostrando um padrão anual e sazonal durante os três anos nos tipos florestais estudados. Este longo período de frutos maduros foi também

observado em outros estudos de fenologia de palmeiras em regiões tropicais (ver De Steven *et al.* 1987, Peres 1994, Galetti *et al.* 1999).

DIETA DAS AVES E RESPOSTA A DISPONIBILIDADE DE FRUTOS – Apesar das aves frugívoras serem importantes dispersoras de sementes em muitas florestas tropicais, poucos estudos têm relacionado sua variação temporal com a disponibilidade de recursos (Loiselle & Blake 1991, Githiru *et al.* 2005, Ragusa-Netto 2006), dada à grande diversidade de aves e ecossistemas encontrados nestas regiões. Na Ilha do Cardoso, nós observamos um razoável número de consumo de frutos pelas famílias Cotingidae, Ramphastidae e Turdidae. Estas três famílias de aves já foram descritas em outros estudos por terem os frutos como um dos principais componentes da sua dieta (Laps 1996, Galetti *et al.* 2000, Pizo *et al.* 2002, Silva *et al.* 2002). No entanto, para as famílias Cracidae e Tyrannidae, nós observamos uma baixa taxa de consumo de frutos. Esta baixa taxa de consumo de frutos é devida provavelmente ao fato das aves da família Cracidae ocorrer em densidades muito baixa naturalmente na Floresta Atlântica (Guix *et al.* 1997), diminuindo assim o número de registros de alimentação, e das espécies da família Tyrannidae apresentar um menor grau de frugivoria em relação às outras famílias de aves estudadas, sendo provavelmente mais insetívoras do que frugívoras, como sugerido por Sick (1997).

A análise de DCA associou as espécies de aves de acordo com a similaridade na dieta frugívora formando dois grupos, um formado pelas aves de pequeno porte como Turdidae e Tyrannidae, e o outro formado pelas aves de grande porte como Ramphastidae e Cotingidae. Podemos dizer que estes dois grupos foram formados provavelmente por apresentarem uma relação mais estreita com os frutos utilizados. É o



caso do grupo formado pela família Tyrannidae e algumas espécies da família Turdidae. As espécies de aves deste grupo apresentaram vários registros de consumo de três espécies de plantas ocorrentes na floresta de restinga, *Clusia criuva* (Clusiaceae), *Ocotea pulchella* (Lauraceae) e *Ilex pseudobuxus* (Aquifoliaceae). Estas espécies de plantas apresentam em comum algumas características como fruto de pequeno diâmetro (aparentemente uma característica dominante para as espécies arbóreas na floresta de restinga), uma grande produção de frutos e um longo período de frutificação (E. R. Castro, dados não publicados). Provavelmente, estas características fazem que estas plantas sejam importantes para este grupo de aves nesta formação.

Grande parte da dieta de frutos das famílias Cracidae, Cotingidae, Turdidae e Ramphastidae foram constituídas de *Euterpe edulis*. Esta importância do palmito na dieta destas famílias fica evidente pelo alto índice de importância encontrado no presente estudo. Outros trabalhos apresentaram resultados semelhantes, com *Euterpe edulis* ficando entre as 10 espécies de plantas com maior índice de importância para as aves frugívoras (Silva *et al.* 2002, Fadini & Marco Jr. 2004). A abundância destas famílias de aves também esteve correlacionada com a produção de frutos do palmito, sendo que algumas destas correlações com “time lag”. Este “time lag” é explicado pelo fato de que em alguns casos, a abundância da ave pode estar mais associada à oferta de frutos nos meses anteriores do que no mês corrente. Dessa forma, sugerimos que os frutos de palmito são importantes na dieta das quatro famílias de aves, ao ponto de provavelmente estarem influenciando a abundância e movimento de algumas espécies. Um exemplo é o *Turdus flavipes* que acompanham a frutificação do palmito em um gradiente altitudinal na Floresta Atlântica (Castro *et al.* no prelo b).

Em literatura, encontramos vários exemplos de aves que se movimentam a procura de determinadas espécies de frutos, como os calaus da Ásia que se deslocam à procura de frutos da família Moraceae (Kinnaird *et al.* 1996), e o quetzal na Costa Rica, cujo deslocamento está supostamente relacionado à frutificação da família Lauraceae (Wheelwright 1983). Para a comunidade arbórea, no presente estudo, a abundância das famílias Cotingidae, Cracidae, Turdidae e Tyrannidae também estiveram associados à frutificação. Provavelmente a abundância de algum recurso alimentar em particular pode ter influenciado a abundância destas famílias na área de estudo. Um exemplo é a espécie *Cupania oblongifolia* (Sapindaceae), na floresta de planície, onde observamos vários registros de alimentação pelo *Myiodynastes maculatus*, apresentando uma correlação positiva. Entretanto, na floresta de restinga, a mesma família apresentou uma correlação negativa com a fenologia de frutificação da comunidade arbórea. Isso pode ser explicado pelo período de frutificação das duas espécies de plantas mais consumidas pelo grupo, *Ocotea pulchella* e *Clusia criuva*, que é de setembro a janeiro, o que poderia aumentar o número de contatos visuais das aves nestes meses em relação ao período de maior oferta de frutos na floresta de restinga (fevereiro a junho). Entretanto, é importante lembrar que isso não significa que outros fatores não avaliados no presente estudo (época de reprodução da ave, condições climáticas) não possam influenciar a distribuição das aves. Nossos resultados indicam que a dinâmica de produção de frutos seria o principal fator que estaria agindo na abundância destas aves na Ilha do Cardoso.

Os resultados encontrados no presente estudo reforçaram a importância do palmito na dieta das aves frugívoras na região da Floresta Atlântica, demonstrados pela alta taxa de consumo, grande número de correlações positivas, e pelo alto índice de importância. O longo período de frutificação e a alta previsibilidade temporal

encontrado para palmito nas três áreas de estudo também fazem com que esta palmeira seja importante para a comunidade de aves. Dessa forma, sugerimos mais estudos com espécies de plantas importantes do ponto de vista de número de interações e o entendimento dos padrões sazonais de abundância e distribuição das aves frugívoras para a conservação da Floresta Atlântica. Muitas destas aves frugívoras podem agir como importantes dispersoras de sementes em diferentes ambientes, tendo efeitos substanciais na comunidade florestal através do fluxo gênico das plantas (Jordano & Godoy 2000).

### **Agradecimentos**

Nós agradecemos à M.C. Côrtes pela leitura e sugestões ao manuscrito. Nós também agradecemos à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – processo no. 01/10300-4) pelo apoio financeiro; Idea Wild pela doação de equipamentos; ao Instituto Florestal pela permissão de pesquisa no Parque Estadual da Ilha do Cardoso; e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de doutorado de E.R. Castro e de produtividade em pesquisa de L.P.C. Morellato e M. Galetti.

### **LITERATURA CITADA**

ALEIXO, A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. *Condor* 101(3): 537-548.

- ANGGRAINI, K., M. KINNAIRD, AND T. O'BRIEN 2000. The effects of fruit availability and habitat disturbance on an assemblage of Sumatran hornbills. *Bird Conservation International* 10: 189-202.
- BARROS, F., M. M. R. F. MELO, S. A. C. CHIEA, M. KIRIZAWA, M. G. L. WANDERLEY, AND S. L. JUNG-MENDAÇOLLI. 1991. Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso. São Paulo. *Boletim do Instituto de Botânica* 1: 1-184.
- CASTRO, E. R. 2003. Variação-espaço temporal na fenologia e frugivoria do palmito juçara *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em três tipos de floresta atlântica. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil. 109 p.
- CASTRO E. R, M. C. CÔRTEZ, L. NAVARRO, L. P. C. MORELLATO, AND M. GALETTI no prelo a. Spatial and Temporal Variation of Thrushes (Turdidae) in Relation to Fruit Availability in the Atlantic Rain Forest. *Biotropica*.
- CASTRO E. R, M. GALETTI, AND L. P. C. MORELLATO no prelo b. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic Rainforest of Brazil. *Australian Journal of Botany*.
- CHAVES-CAMPOS, J. 2004. Elevational movements of large frugivorous birds and temporal variation in abundance of fruits along an elevational gradient. *Ornitologia Neotropical* 15(4): 433-445.

- COLLAR, N. J., L. P. GONZAGA, N. KRABBLE, A. MADROÑO-NIETO, L. G. NARANJO, T. A. PARKER, AND D. C. WEGE. 1992. Threatened birds of the Americas. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CONSEMA). 2001. Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Fase 2. Cananéia: CONSEMA, São Paulo. 60p.
- CÔRTEZ, M. C. 2006. Variação espacial nas interações entre o palmito *Euterpe edulis* e as aves frugívoras: implicações para a dispersão de sementes. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil. 95 p.
- DE ESTEVEN, D., D. M. WINDSOR , F. E. PUTZ, B. DE LEÓN 1987. Vegetative and reproductive phenologies of palm assemblage in Panama. *Biotropica* 19: 342-356.
- DEVELEY, P. F. 2004. Métodos para estudo com aves. *In* L. Cullen, C. Pádua, and R. Rudram, (Eds.). Manual para Manejo da Vida Silvestre no Brasil. pp. 153-168. Editora da UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil.
- DUNCAN, R. S., AND C. A. CHAPMAN 2002. Limitation of animal seed dispersal for enhancing forest succession on degraded lands. *In*; D. J. Levey, W. R. Silva and M. Galetti (Eds). Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation. pp. 437-450. CABI. Publishing, Oxon, England.

- FADINI, R. F. AND P. MARCO JR. 2004. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. *Ararajuba* 12 (2): 97-103.
- GALETTI, M., M. A. PIZO, AND P. C. MORELLATO. 2004. Métodos para estudo da fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. *In* L. Cullen, C. Pádua, and R. Rudram, (Eds.) *Manual para Manejo da Vida Silvestre no Brasil*, pp. 395-422. Editora da UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil.
- GALETTI, M., P. MARTUSCELLI, F. OLMOS, AND A. ALEIXO. 1997. Ecology and conservation of the jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic Forest of Brazil. *Biological Conservation* 82: 31-39.
- GALETTI, M., R. LAPS, AND M. A. PIZO. 2000. Frugivory by toucans (Ramphastidae) in two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. *Biotropica* 32: 842-850.
- GALETTI, M., V. ZIPPARRO, AND L. P. MORELLATO. 1999. Fruit phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brazil. *Ecotropica* 5: 115-122.
- GUIX, J. C., S. MAÑOSA, V. PEDROCCHI, M. J. VARGAS, AND F. L. SOUZA. 1997. Census of three frugivorous birds in an Atlantic rainforest area of southeastern Brazil. *Ardeola* 44: 229-233.

- GITHIRU, M., L. A. BENNUN, L. LENS, AND C. P. K. O. OGOL. 2005. Spatial and temporal variation in fruit and fruit-eating birds in the Taita Hills, south-east Kenya. *Ostrich* 76: 37-44.
- HERRERA, C. M. 1984. Adaptation to frugivory of Mediterranean avian seed dispersers. *Ecology* 65(2): 609-617.
- HERRERA, C. M. 1982. Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. *Ecology* 63(3): 773-785.
- HILL, M. O., AND H. G. GAUCH. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio* 42(1-3): 47-58.
- HILTY, S. L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12(4): 292-306.
- HOWELL, D. C. 2001. Program: Resampling procedures. Version 1.3.
- JORDANO, P. 2000. Fruits and frugivory. *In*: M. Fenner (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. pp. 125-165. Southampton: CAB International.

- JORDANO, P., AND J. A. GODOY. 2000. RAPD variation and population genetic structure in *Prunus mahaleb* (Rosacea), an animal-dispersed tree. *Molecular Ecology* 9: 1293-1305.
- JORDANO, P., C. GARCIA, J. A. GODOY, AND J. L. GARCIA-CASTAÑO. 2007. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *PNAS* 104(9): 3278-3282.
- KINNAIRD M. F., T. G. O'BRIEN, AND S. SURYADI. 1996. Population fluctuation in Sulawesi Red-Knobbed Hornbills: tracking figs in space and time. *The Auk* 113: 431-440.
- KOJIMA, J. M. 2004. Estrutura populacional da palmeira *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma área de floresta atlântica do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.
- KRÜGEL, M. M., M. I. BURGER, AND M. A. ALVES. 2006. Frugivoria por aves em *Nectandra megapotamica* (Lauraceae) em uma área de floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoológica* 96(1): 17-24.
- LAPS, R. R. 1996. Frugivoria e dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis*, Martius, Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do Estado de São Paulo. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. 77 p.



- LIMA, A. R., AND J. P. CAPOBIANCO. 1997. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação. Documento do ISA no. 4. São Paulo.
- LOISELLE, B. A., AND J. G. BLAKE. 1991. Temporal variation in birds and fruits along on elevational gradient in Costa Rica. *Ecology* 72: 180-193.
- McCUNE, B., AND M. J. MEFFORD. 1999. PC-ORD: VERSION 4.0. Multivariate analysis of ecological data, users guide. Glaneden Beach, Oregon: MjM Software, 237 p.
- MANLY, B. F. J. 1997. Randomization and Monte Carlo methods in biology, London.
- MANTOVANI, A., AND L. P. C. MORELLATO. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. *In* M. S. Reis and A. Reis (Eds.). *Euterpe edulis* Martius (palmitreiro): Biologia, Conservação e Manejo. pp. 23-38. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí, Brasil.
- MARTIN, P., AND P. BATESON. 1993. Measuring Behaviour: On Introductory Guide. Cambridge University Press. Cambridge.
- MORELLATO, L. P. C., D. C. TALORA, A. TAKAHASI, C. C. BENCKE, E. C. ROMERA, AND V. B. ZIPPARRO 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.

- MURRAY, K. G. 2000. The importance of different bird species as seed dispersers. *In*: N. M. Nadkarni e N. T. Weelwright (eds). Monteverde: ecology and conservation of a tropical cloud forest. pp. 294-295. New York: Oxford University Press.
- ORTIZ-PULIDO, R., J. LABORDE, AND S. GUEVARA. 2000. Frugivoría por aves en un paisaje fragmentado: Consecuencias en la dispersión de semillas. *Biotropica* 32(3): 473-488.
- PERES, C. A. 1994. Composition, density and fruiting phenology of arborescent palms in a Amazonian Terra Firme Forest. *Biotropica* 26: 285-294.
- PIJL, L. van der. 1982. Principle of dispersal in higher plants. 3.ed. Springer, Berlin, Germany.
- PIZO, M. A. 2001. A conservação das aves frugívoras. *In* Albuquerque, J. L. B., J. F. Cândido Junior, F. C. Straube, and A. L. Roos. (Eds.). *Ornitologia e Conservação: da ciência às estratégias*. pp. 49-59. Editora Unisul. Tubarão, Brasil.
- PIZO, M. A., W. R. SILVA, M. GALETTI, AND R. LAPS. 2002. Frugivory in cotingas of the Atlantic Forest of southeast Brazil. *Ararajuba* 10(2): 177-185.

- RAGUSA-NETTO, J. 2006. Abundance and frugivory of the toco toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil's southern Pantanal. *Brazilian Journal Biology* 66(1A): 133-142.
- REIS, A. AND P. Y. KAGEYAMA 2000. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius-Palmae). In '*Euterpe edulis* Martius (palmitreiro): Biologia, Conservação e Manejo' (Eds MS Reis, A Reis) pp. 60-92. (Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, Brazil).
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira Editora, Rio de Janeiro, Brasil.
- SILVA, W. R., P. DE MARCO JR., E. HASSUI, AND V. S. M. GOMES. 2002. Patterns of fruit-frugivores interactions in two Atlantic forest bird communities of south-eastern Brazil: Implications for conservation. In D. J. Levey, W. R. Silva, and M. Galetti (Eds). *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*. pp. 423-436. CABI Publishing. Wallingford, Oxfordshire, England.
- SCHUPP, E. W., T. MILLERON, AND S. E. RUSSO 2002. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species-rich tropical forest. In; D. J. Levey, W. R. Silva and M. Galetti (Eds). *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*. pp. 19-33. CABI. Publishing, Oxon, England.

- SNOW, D. W. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13: 1-14.
- SUGIYAMA, M. 1998. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11: 119-159.
- SUGIYAMA, M. 2003. Estudos florísticos e fitossociológicos em comunidades vegetais de restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Ph.D. Dissertation, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Brasil. 134p.
- van SCHAIK C. P., J. W. TERBORGH, AND S. J. WRIGHT. 1993. The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecological Systematic* 24: 353-377.
- VIELLIARD, J. M. E., AND W. R. SILVA. 1990. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do estado de São Paulo, Brasil. In: ENAV, 4º, Recife. Anais. pp. 117-151. Recife. UFPE.
- WENNY, D. G., AND D. J. LEVEY 1998. Directed seed dispersal by bellbirds in a tropical cloud forest. *Proceeding of the National Academy of Science* 95(11): 6204-6207.
- WHEELWRIGHT, N. T. 1983. Fruits and the ecology of Resplendent Quetzal. *The Auk* 100: 286-301.

WRIGHT, S. T., C. CARRASCO, O. CALDERÓN, AND S. PATON. 1999. The El Niño southern oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. *Ecology* 80: 1632-1647.

Tabela 1. Espécies de plantas usadas na alimentação (feeding bouts) pelas cinco famílias de aves na Ilha do Cardoso nos três tipos florestais: Restinga (R), Planície (P) e Encosta (E).

Famílias de plantas/ espécies	Local*	Famílias de aves															Total
		Cotingidae			Cracidae			Ramphastidae			Turdidae			Tyrannidae			
		Cm	Pn	Pys	Po	Pes	Aj	Rd	Rv	Sm	Tf	Tal	Tam	Tr	Mm	Pis	
<b>Annonaceae</b>																	
<i>Xylopia langsdorffiana</i> (s1)	R, P, E											3	1				4
<i>Rollinea sericea</i> (s2)	P, E							1	5								6
<b>Aquifoliaceae</b>																	
<i>Ilex pseudobuxus</i> (s3)	R, P, E										1	1	2				4
<i>Ilex theezans</i> (s4)	R, P, E	2			3						6	13	7	4			35
<b>Araliaceae</b>																	
<i>Schefflera angustissima</i> (s5)	R								5			1					6
<b>Arecaceae</b>																	
<i>Euterpe edulis</i> (s6)	R, P, E	12	3	2		7	2	49	23	30	39						167
<b>Cannellaceae</b>																	
<i>Capsicodendron dinissi</i> (s7)	E	1				1		1									3
<b>Cecropiaceae</b>																	
<i>Cecropia glazioui</i> (s8)	R, P, E							2	3								5
<b>Celastraceae</b>																	
<i>Maytenus robusta</i> (s9)	R				1							1					2
<b>Clusiaceae</b>																	
<i>Clusia criuva</i> (s10)	R										1	5	7	20	7	7	47
<b>Euphorbiaceae</b>																	
<i>Alchornea triplinervia</i> (s11)	R, P, E											3					3
<i>Hyeronima alchorneoides</i> (s12)	P, E										1	3					4
<b>Flacourtiaceae</b>																	
<i>Casearia sylvestris</i> (s13)	P, E											2					2
<b>Lauraceae</b>																	
<i>Aiouea saligna</i> (s14)	R											1					1
<i>Cryptocaria moscata</i> (s15)	P, E							1	2	1							4
<i>Nectandra membranacea</i> (s16)	P, E		1	2				1	7		1	10					22
<i>Ocotea pulchella</i> (s17)	R								1		16	24	15	10	4	4	93
<b>Melastomataceae</b>																	
<i>Miconia cubatanensis</i> (s18)	R										1	3					4
<b>Meliaceae</b>																	
<i>Cabralea canjerana</i> (s19)	R, P, E	1	1	2								2					6
<i>Guarea macrophylla</i> (s20)	P, E											2					2
<b>Monimiaceae</b>																	
<i>Mollinedia schottiana</i> (s21)	P, E											10					10
<i>Mollinedia uleana</i> (s22)	E								1								1
<b>Mimosaceae</b>																	
<i>Inga edulis</i> (s23)	P, E								1								1
<b>Myristicaceae</b>																	
<i>Virola bicuhyba</i> (s24)	P, E	5						2	47	7	6	3					70

Tabela 2. *Continuação.*

Famílias de plantas/ espécies	Local*	Famílias de aves															Total	
		Cotingidae			Cracidae			Ramphastidae				Turdidae			Tyrannidae			
		Cm	Pn	Pys	Po	Pes	Aj	Rd	Rv	Sm	Tf	Tal	Tam	Tr	Mm	Pis		Tm
<b>Myrsinaceae</b>																		
<i>Myrsine</i> sp. (s25)	E								3		1						4	
<i>Myrsine umbellata</i> (s26)	R, P, E			1								2					3	
<b>Myrtaceae</b>																		
<i>Calypttranthes concinna</i> (s27)	R											2					2	
<i>Campomanesia guaviroba</i> (s28)	E						1	2	2								5	
<i>Eugenia</i> sp.1 (s29)	E								4		1						5	
<i>Eugenia</i> sp.2 (s30)	E								1		1						2	
<i>Eugenia cuprea</i> (s31)	P, E								1								1	
<i>Eugenia umbelliflora</i> (s32)	R		1								2	1					4	
<i>Gomidesia fenzliana</i> (s33)	R		1			2						5					8	
<i>Gomidesia spectabilis</i> (s34)	P, E								1		3						4	
<i>Marlierea tomentosa</i> (s35)	P, E							2									2	
<i>Marlierea obscura</i> (s36)	P, E	1									3						4	
<i>Myrcia bicarinata</i> (s37)	R	1				2			1	1	3						8	
<i>Myrcia pubipetala</i> (s38)	P, E	1			1				2	1	2						7	
<i>Neomitranthes glomerata</i> (s39)	E								1								1	
<i>Psidium cattleianum</i> (s40)	R, P								2	1							3	
<b>Nyctaginaceae</b>																		
<i>Guapira opposita</i> (s41)	R, P, E											1	1				2	
<b>Quinaceae</b>																		
<i>Quiina glaziovii</i> (s42)	P, E				1				1								2	
<b>Rubiaceae</b>																		
<i>Psychotria nuda</i> (s43)	P, E								2		4						6	
<i>Psychotria</i> sp. (s44)	E										1						1	
<i>Rudgea jasminoides</i> (s45)	E										5						5	
<b>Sapindaceae</b>																		
<i>Cupania oblongifolia</i> (s46)	P, E		1								6			2			9	
<b>Sapotaceae</b>																		
<i>Crysophyllum flexuosum</i> (s47)	P	1															1	
<b>Symplocaceae</b>																		
<i>Symplocos</i> cf. <i>uniflora</i> (s48)	P, E		1		1		1	2		1	2						8	
<b>Verbenaceae</b>																		
<i>Vitex</i> sp. (s49)	P								1								1	
Nº “Feeding bouts” por espécie		5	26	8	5	8	8	10	125	59	66	165	31	21	26	11	26	600
Nº “Feeding bouts” por família		39			21			194				283			63			

**Cm.** *Carpornis melanocephala*; **Pn.** *Procnias nudicollis*; **Pys.** *Pyroderus scutatus*; **Po.** *Penelope obscura*; **Pes.** *P. superciliaris*; **Aj.** *Aburria jacutinga*; **Rd.** *Ramphastos dicolorus*; **Rv.** *R. vitellinus*; **Sm.** *Selenidera maculirostris*; **Tf.** *Turdus flavipes*; **Tal.** *Turdus albicollis*; **Tam.** *T. amaurochalinus*; **Tr.** *T. rufiventris*; **Mm.** *Myiodynastes maculatus*; **Pis.** *Pitangus sulphuratus*; **Tm.** *Tyrannus melancholicus*.

\* Habitat: R = restinga, P = floresta de planície, E = floresta de encosta.

## Legenda para as figuras

FIG. 1. Localização da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo. Em detalhes, as trilhas usadas em cada tipo florestal.

FIG. 2. (A) Valores de precipitação e temperaturas durante o período de estudo para o município de Cananéia, Estado de São Paulo, e abundância de Cotingidae e Cracidae em relação à fenologia de frutificação da comunidade arbórea e de *E. edulis* nos três tipos florestais da Ilha do Cardoso: (B) restinga, (C) floresta de planície e (D) floresta de encosta. A abundância mensal das aves está em IPA (Índice Pontual de Abundância x 100) e a fenologia de frutificação das plantas está representada pela porcentagem de indivíduos com frutos em cada área.

FIG. 3. (A) Os dez mais altos índices de importância para as plantas. O número de interações com as famílias de aves está em parênteses, (B) Distribuição proporcional dos registros de alimentação (frutos do palmito *E. edulis* e da comunidade) na dieta de Cracidae, Cotingidae, Ramphastidae e Turdidae nos meses de oferta de frutos de *E. edulis* na Ilha do Cardoso. \* Não foi observado registro de alimentação.

FIG. 4. Detrended Canonical Analysis (DCA) das 16 espécies de aves e seus recursos ( $N = 49$ ). A variância representada para cada eixo está definida no texto, e a definição para as espécies de aves e plantas está definida na tabela 1.

FIG. 5. (A) Valores de precipitação e temperaturas durante o período de estudo para o município de Cananéia, Estado de São Paulo, e abundância de Ramphastidae, Turdidae e Tyrannidae em relação à fenologia de frutificação da comunidade arbórea e de *E. edulis* nos três tipos florestais da Ilha do Cardoso: (B) restinga, (C) floresta de planície e (D) floresta de encosta. A abundância mensal das aves está em IPA (Índice Pontual de Abundância x 100) e a fenologia de frutificação das plantas está representada pela porcentagem de indivíduos com frutos em cada área.



Fig. 1.

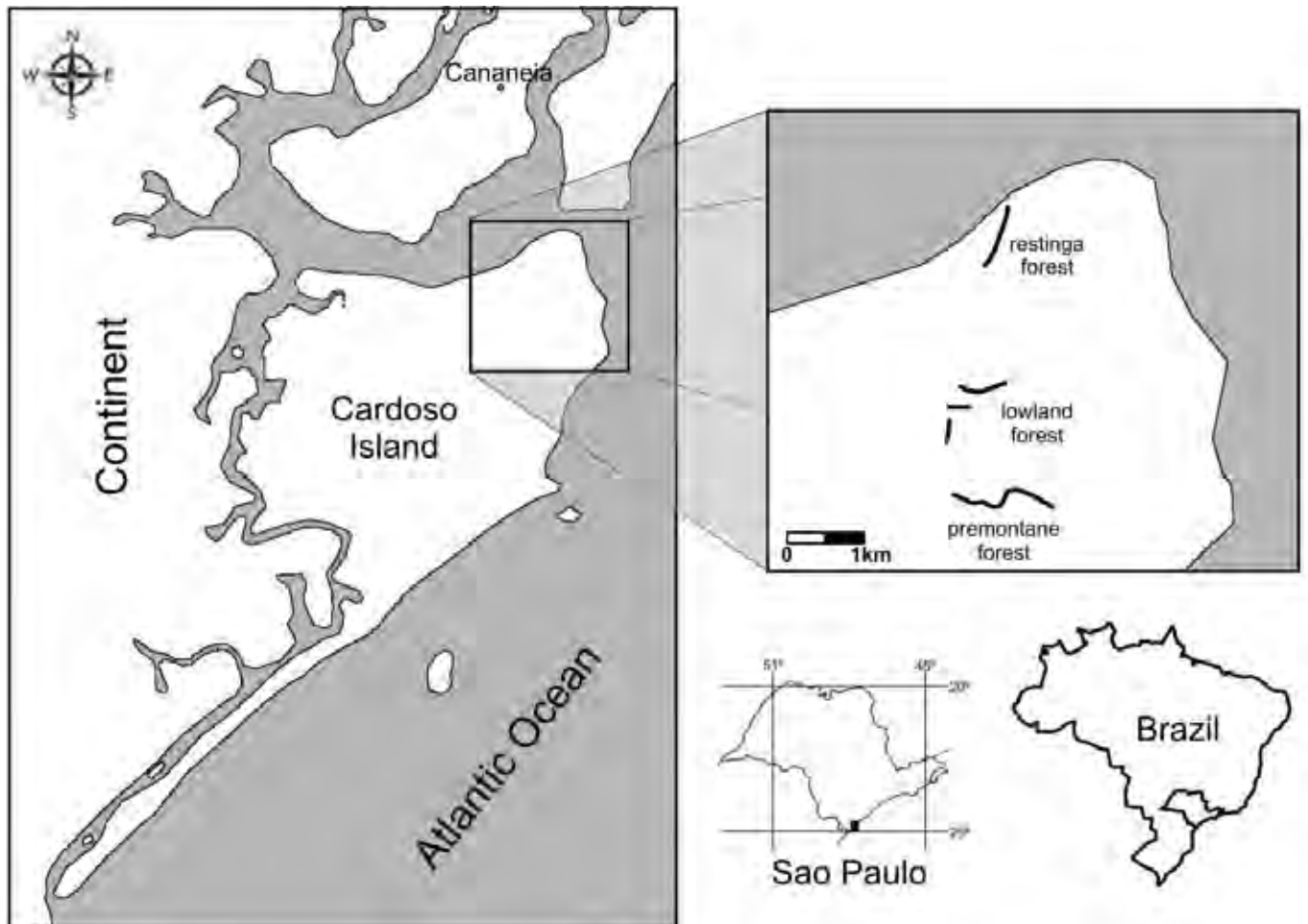


Fig. 2

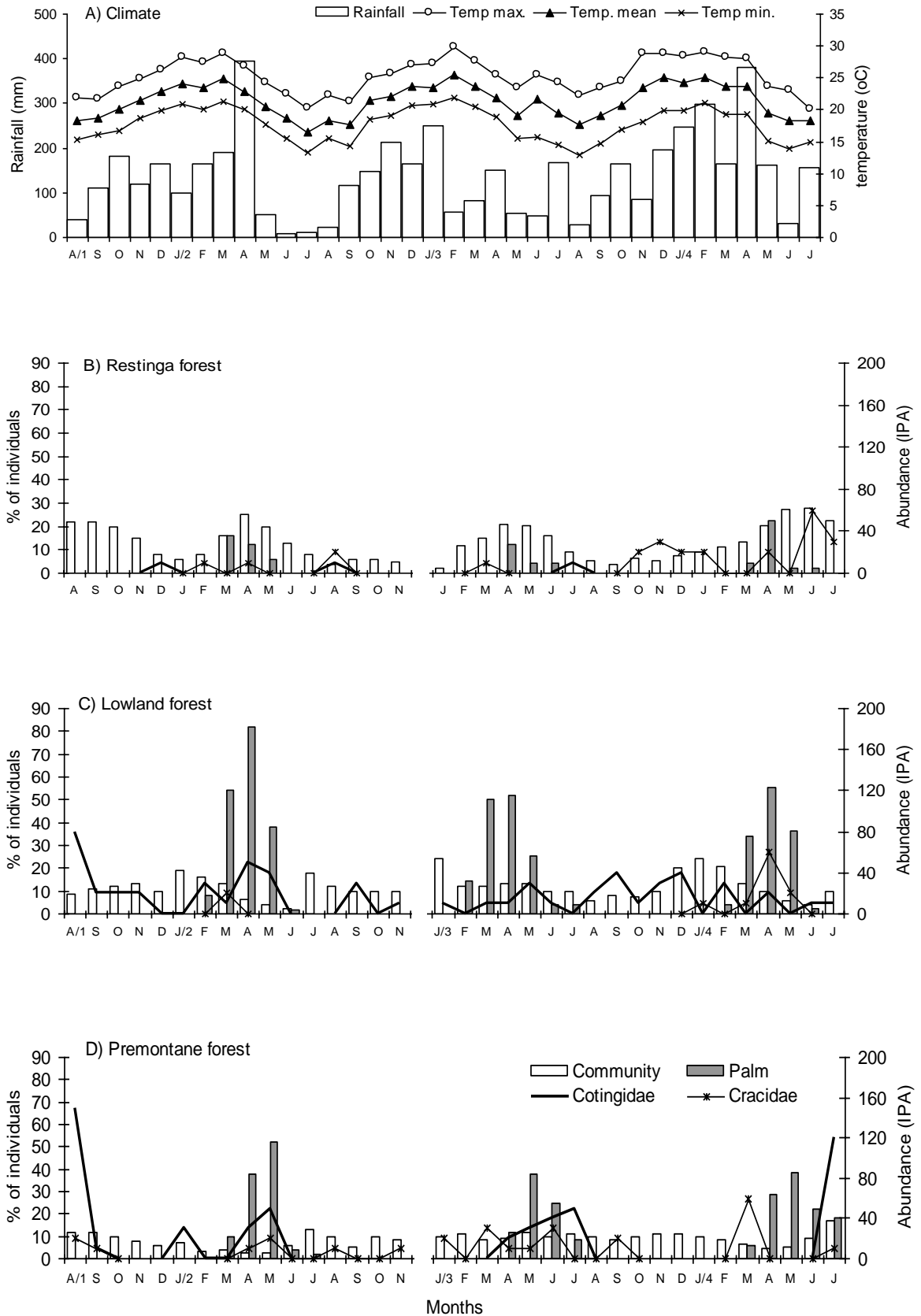
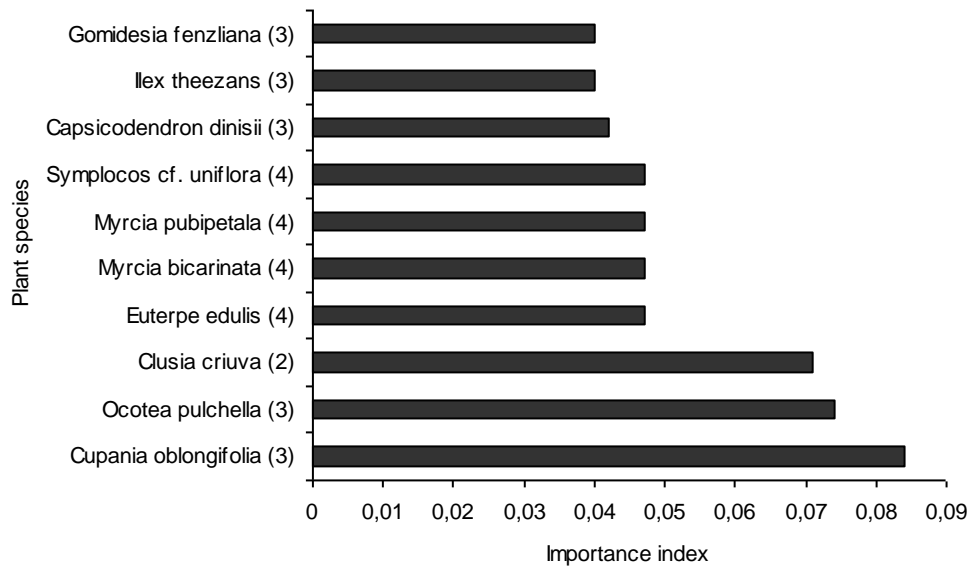


Fig. 3

A)



B)

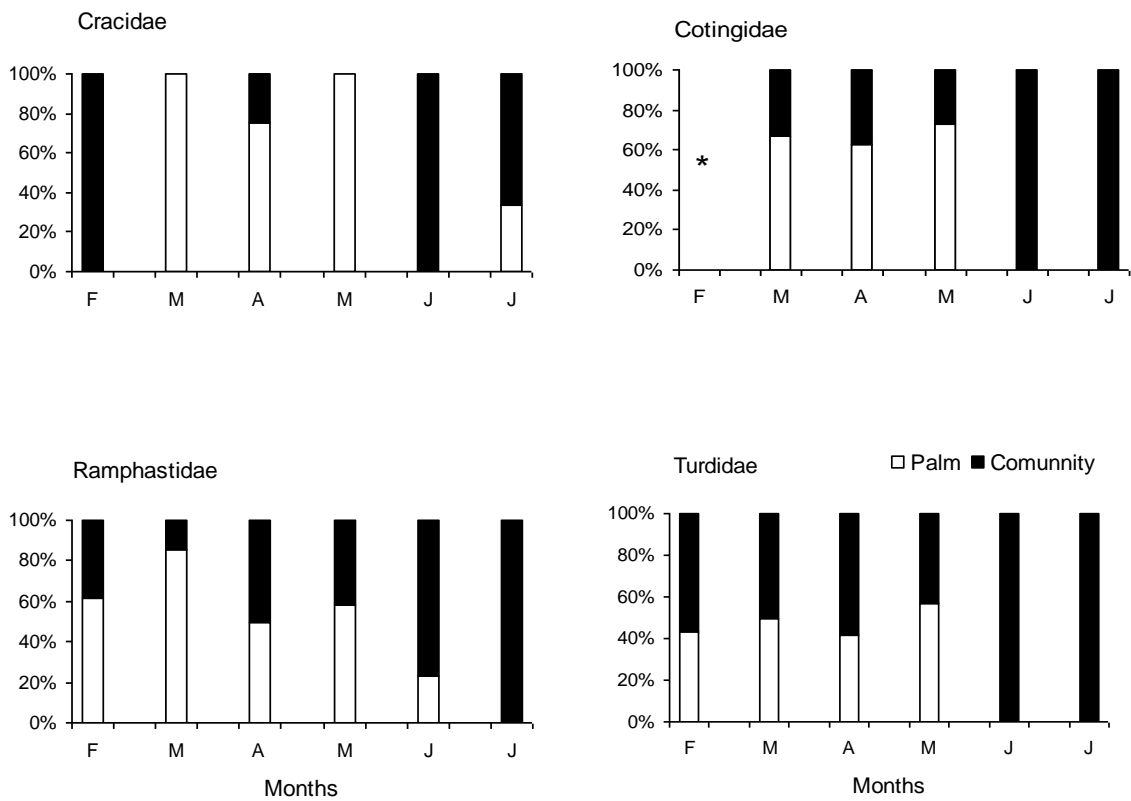


Fig. 4.

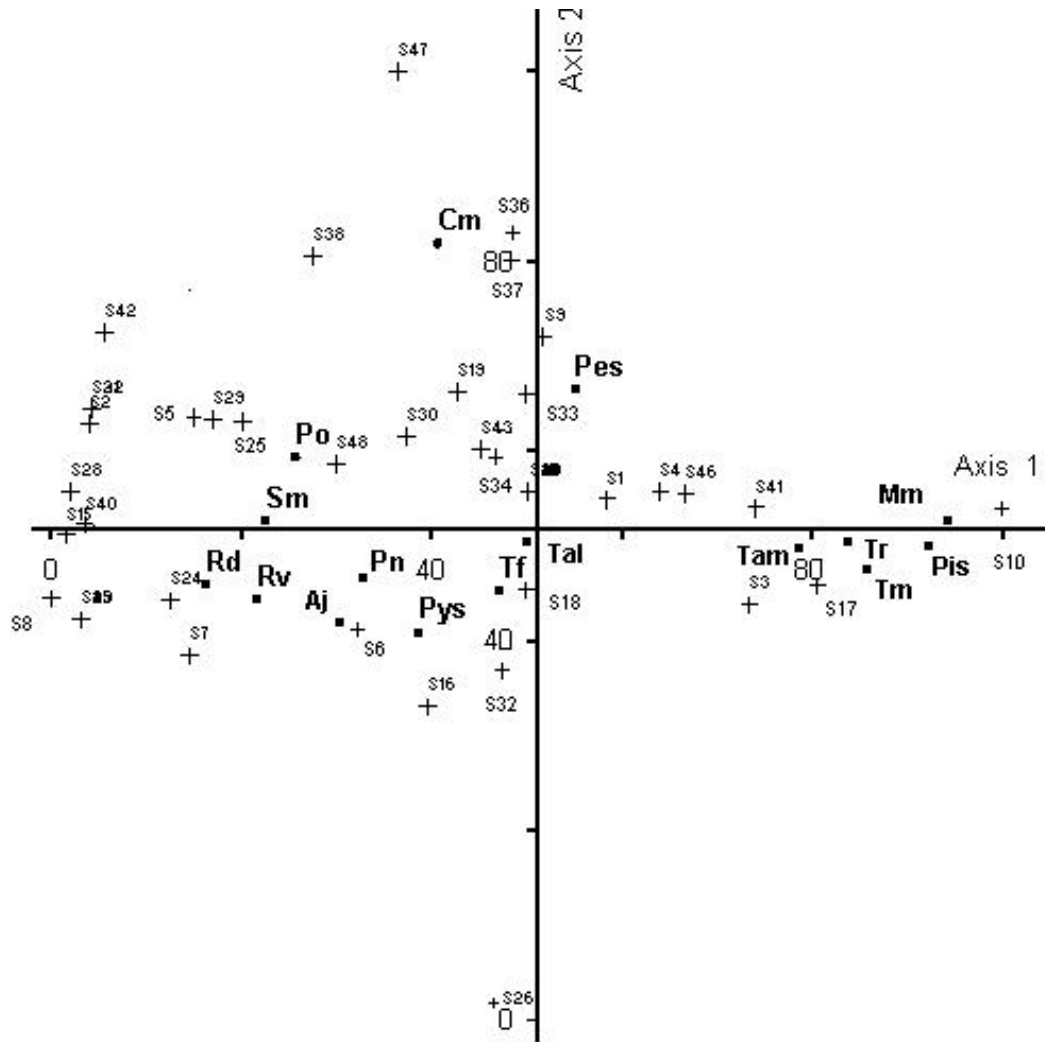
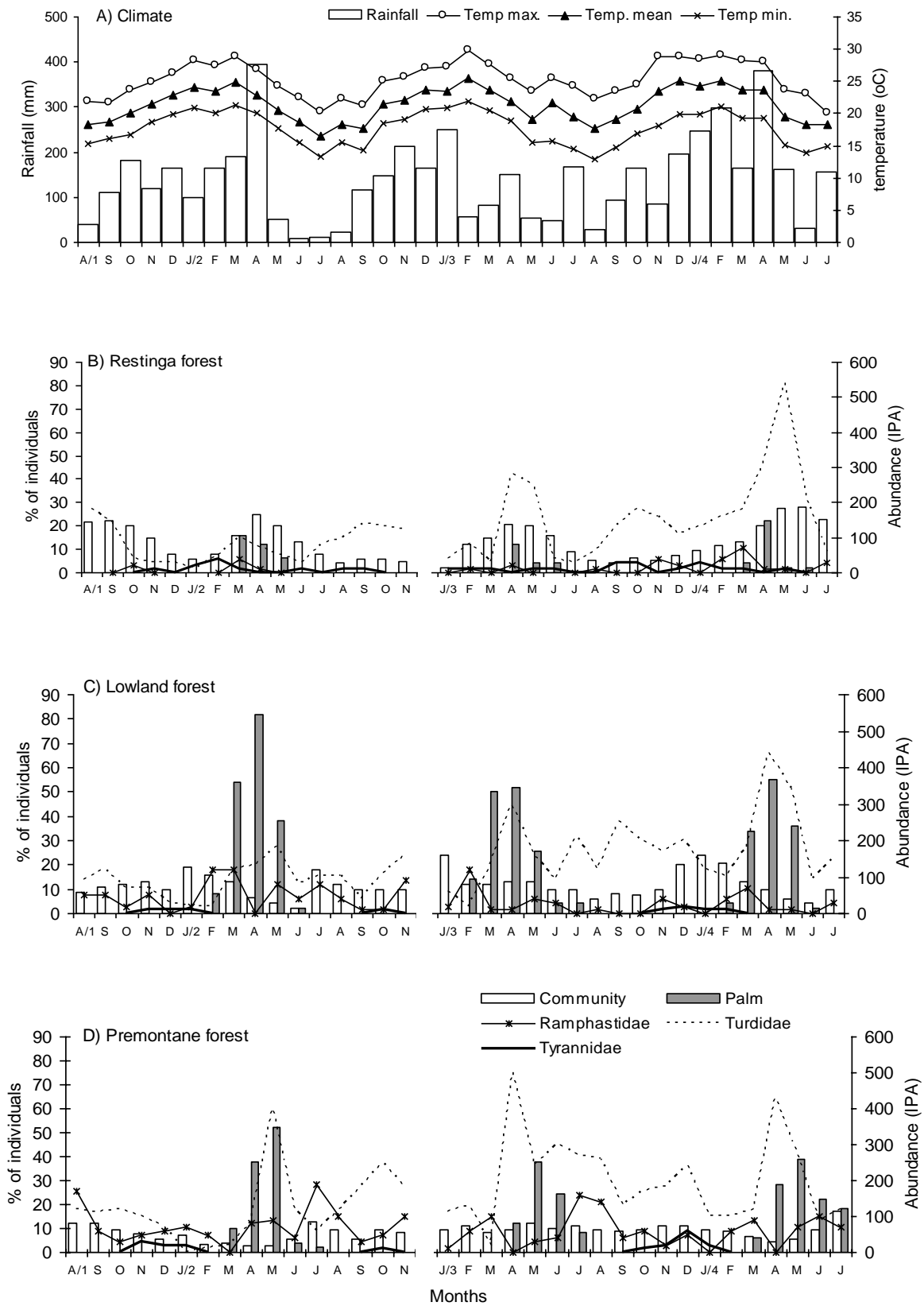


Fig. 5



## Capítulo 3

---

### **Variação espacial e temporal de sabiás (Turdidae) em relação a disponibilidade de frutos na Floresta Atlântica\***



*Turdus flavipes*

\*Artigo enviado para a revista  
*Biotropica*

LRH: Castro, Côrtes, Navarro, Morellato, and Galetti

RRH: Thrushes abundance and fruit availability variations

**Spatial and Temporal Variation of Thrushes (Turdidae) in Relation to Fruit Availability in the Atlantic Rain Forest <sup>1</sup>**

**Everaldo R. de Castro<sup>2</sup>, Marina C. Côrtes<sup>2</sup>, Luis Navarro<sup>3</sup>, L. Patrícia C. Morellato<sup>4</sup>, and Mauro Galetti<sup>2,5</sup>**

2- Universidade Estadual Paulista, IB, Departamento de Ecologia, Laboratório de Biologia da Conservação, Grupo de Fenologia de Plantas e Dispersão de Sementes, CP 199, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil

3- Universidade de Vigo, Departamento de Biologia Vegetal e Ciência do Solo, Campus Universitário As Lagoas-Marcosende, 36200-Vigo, Espanha

4- Universidade Estadual Paulista, IB, Departamento de Botânica, Grupo de Fenologia de Plantas e Dispersão de Sementes, CP 199, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil

5- Corresponding author. E-mail: [mgaletti@rc.unesp.br](mailto:mgaletti@rc.unesp.br)

**ABSTRACT**

Some frugivorous birds might expand their home ranges or migrate to other areas tracking for fruits in tropical forests when resources are scarce in the environment. However, the relationship among divergent fruiting patterns along elevation gradients and the abundance of birds are poorly described for Atlantic rain forests in the coast of Brazil. We tested whether the palm *Euterpe edulis* and the tree community fruiting influences the abundance of two thrushes (*Turdus flavipes* and *Turdus albicollis*) over three years in three forest types, restinga, lowland, and premontane, in a land-bridge island in southeastern Brazil. We evaluated the fruit consumption of the two thrushes and monitored the tree community and *E. edulis* fruiting phenology, comparing it monthly with census data of the birds. We found less diversity of fruits in the diet of *T. flavipes*, with *E. edulis* fruits composing 45.4 percent of the total records. In fact, the abundance of *T. flavipes* was correlated with *E. edulis* phenology in all forest types. *Turdus albicollis* consumed a greater diversity of fruits, with the *E. edulis* accounting for 27.9 percent of the feeding records during the months when *T. flavipes* was present. Therefore, the abundance of *T. albicollis* was not strongly correlated to *E. edulis* phenology, neither to the tree community fruiting. We hypothesized that *T. albicollis* may employ others feeding strategies (expansion of home range, diet complementation and/or increase of vertical movements along forest stratification) to persist in periods of low fruit production. On the contrary, *E. edulis* fruits constitute a paramount food resource for *T. flavipes* and influence its movements and abundance in different types and elevations in the Atlantic rain forest.



*Key words:* Areaceae; *altitudinal migration*; *frugivory*; *Platycichla flavipes*; *resource tracking*

## INTRODUCTION

Temporal and spatial variation in the number and abundance of species is common for most of bird communities (Malizia 2001). These variations can occur in response to changes in the abundance of resources such as fruits and flowers (Davis 1945, Levey 1988, Whitney & Smith 1998, Malizia 2001). Several species of birds must expand their home range or move to distinct habitats to search for fruits (Holbrook *et al.* 2002, Price 2004); some dislocating latitudinally or altitudinally (Loiselle & Blake 1991, Wright 2005). Yet, others may modify their fruit preferences as fruit availability changes (Loiselle & Blake 1994). Birds tracking fruits production are important seed dispersers and can, potentially, contribute to the spatial structure and gene flow of several plant species among different environments and populations (Jordano 1993, Jordano & Godoy 2000, Chaves-Campos 2004).

Studies have been conducted in tropical regions relating the availability of fruits to the distribution of frugivorous birds, most of them suggesting the existence of a strong relationship between fruiting patterns and bird population dynamics (Loiselle & Blake 1991, Solórzano *et al.* 2000, Ortiz-Pulido *et al.* 2000, Kimura *et al.* 2001, Moegenburg & Levey 2003, Chaves-Campos 2004, Hanya 2005, Ragusa-Netto 2006). In the Atlantic rain forest of Brazil in particular, some authors have suggested that certain birds, such as *Turdus flavipes* (Turdidae), formerly *Platycichla flavipes* (Voelker *et al.* 2007), *Aburria jacutinga* (Cracidae) and *Ramphastos vitellinus* (Ramphastidae) move in search for fruits production of the palm *Euterpe edulis* (Arecaceae) along altitudinal gradients (Sick 1997, Galetti *et al.* 2000; but see Galetti & Aleixo 1998). However, none of these studies have evaluated whether or not differences in *E. edulis*

fruiting patterns along elevation gradients coincide with the abundance of frugivorous birds.

The palm *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), known in Brazil as “palmito juçara”, produces the heart of palm, an edible apical meristem used in several Brazilian dishes. This palm is one of the most abundant tree species in pristine areas of the Atlantic forest, but is locally extinct in many areas due to forest fragmentation and illegal harvesting of the palm heart (Galetti & Fernandez 1998). *Euterpe edulis* is an important food resource for frugivorous animals and has some attributes of keystone species (Peres 2000), such as high predictability of fruit supply at the same time of year every year (Galetti *et al.* 1999, Mantovani & Morellato 2000), production of fruits in large quantities (Reys & Kageyama 2000), high densities of individuals in preserved areas (Melo & Mantovani 1994) and prolonged fruiting, extending beyond six months (Reis & Kageyama 2000, Galetti *et al.* 1999).

Studies on frugivory and seed dispersal of the palm *E. edulis* mention the White-necked Thrush *Turdus albicollis* (Vieillot, 1818) and the Yellow-legged Thrush *Turdus flavipes* (Vieillot, 1818) as the most frequent visitors to this palm, acting as potential seed dispersers (Galetti *et al.* 1999, Castro 2003, Côrtes 2006). The aim of the present study was to investigate whether the local abundance of these two thrushes varies according to the availability of fruits in three forest types (restinga, lowland, and premontane forest) over a period of three years. We addressed the following questions: (1) How does fruit consumption differ between the two species of sympatric thrushes? (2) How does the abundance of these two bird species vary in relation to the plant community and *E. edulis* fruiting phenology? Taking into account that both thrushes move actively tracking for fruits and considering that *T. flavipes* is an

altitudinal/latitudinal migrant and *T. albicollis* is a resident species (Sick 1997, Stotz *et al.* 1996), we expected that the fruits of the tree community and, particularly of the common *E. edulis*, influence the abundance of *T. flavipes* whereas the abundance of *T. albicollis* would not be affected by the fruits availability.

## METHODS

**STUDY AREA** — This study was carried out in a land-bridge island, the Ilha do Cardoso (Parque Estadual Ilha do Cardoso; 25°03'05'' S and 48°53'48'' W, hereafter Cardoso Island), located in Cananéia, the southern coast of the state of São Paulo, Brazil. The island has an area of approximately 151 km<sup>2</sup> with elevation varying from sea level to 820 m above sea level (Barros *et al.* 1991) (Fig. 1). Three forest types were studied: restinga forest (sea level), lowland forest (0.5 to 30 m above sea level), and premontane forest (200 to 250 m). The entire study was conducted in the same trails, which cover an average length of 1500 m in each habitat. All trails were marked with points equidistant 50 m to one another.

The restinga forest is distributed over a quaternary coastal plain, and constitutes a very heterogenic ecosystem (Lima & Capobianco 1997), characterized by low and medium canopy height composed of trees with branched trunks (Sugiyama 1998). The tropical lowland forest, which is contiguous with the restinga but growing in clay soils, is a shaded forest composed of trees with straight trunks and few branches, presenting two arboreal strata: lower (8 -10 m) and higher (20 m) (Barros *et al.* 1991). The tropical premontane forest covers the slopes and lower peaks of the central mountain massif, characterized by medium to high trees and three arboreal strata: lower (5 -10 m); medium (15 - 21 m) and higher (24 -28 m) (Barros *et al.* 1991).

With respect to the density of adult individuals of *Euterpe edulis* at Cardoso Island, the lowland forest presents the highest density of adults with 227 individuals/ha followed by the premontane forest with 132 individual/ha (Kojima 2004). Restinga has the lowest density, presenting 53 individuals/ha (Sugiyama 2003). Restinga forest is also the forest type with the lowest number of infrutescences produced (Castro 2003, Castro *et al.* in review) and number of ripe fruits per infrutescence (Côrtes 2006).

The climate on Cardoso Island is tropical super-humid, influenced by the proximity to the ocean, irregular topography and vegetation. The average climate, obtained from data collected over 30 years (1956-1985), is characterized by mean annual temperature of 23.8 °C and a mean annual rainfall of 2,248 mm, with one very rainy season, from October to April, when monthly rainfall is over 100 mm, and a less rainy season from May to September, when rainfall is less frequent and may fall under 100 mm/month. The climate during the period of study followed the mean pattern (Figure 2A). Climatic data was provided by Experimental Station of the Núcleo Perequê and the Oceanographic Institute of the University of São Paulo.

STUDY BIRD SPECIES— Both *Turdus flavipes* (genus *Platycichla* was recently subsumed into *Turdus*, as suggested by Voelker *et al.* 2007) and *Turdus albicollis* (Turdidae) present similar strategies of feeding behavior and morphology, with small variations in body sizes, 20.5 cm and 22 cm, respectively (Sick 1997), and gape widths,  $11.80 \pm 0.72$  mm and  $10.96 \pm 0.88$  mm (mean  $\pm$  SD), respectively (Laps 1996). These thrushes are considered to have a generalist diet with high species richness, nutritional flexibility and morphological specialization, consuming large seeds with

high quantity of pulp (Hasui 2003, Silva *et al.* 2002). They also present coincident reproductive period from September to December (Davis 1945, Belton 2003).

In Brazil, *Turdus flavipes* is distributed from Rio Grande do Sul to Bahia (but also Roraima and Paraíba), and is present in other countries, such as Paraguay, Argentina, Colombia, Venezuela and Guyana (Ridgely & Tudor 1994). It resides mainly in mountain forests, but occurs from 20 to 1500 m of altitude (Sick 1997, Sigrist 2006). In the autumn and early winter this species migrates from the south of Brazil to north warmer regions (Sick 1997). It is also suggested that birds can move altitudinally from higher mountains, but there are no studies on this subject (Sick 1997). *Turdus flavipes* is considered a common species inhabiting forest midstory and tree canopies (Develey 2004, Stotz *et al.* 1996). In contrast, *T. albicollis* is a very common species distributed throughout Brazil, inhabiting forest understory and midstory strata, in lowland as well as mountain areas (Sick 1997, Ridgely & Tudor 1994, Stotz *et al.* 1996, Develey 2004). *Turdus albicollis* is a resident species, but it may move in search of food appearing irregularly in the forest (Davis 1945, Naka *et al.* 2002).

FRUITING PHENOLOGY AND FRUITS BIOMASS — We carried out the phenological observations of the tree community and the palm population on a monthly basis from August 2001 to July 2004, with the exception of December 2002. Observations were made with the aid of binoculars along the trails in the three forest types. The presence or absence of ripe fruits was recorded for all trees and *E. edulis* marked along the transects.

We selected individuals of the tree community and of *E. edulis* for the phenological study if they were at a maximum distance of 10 m from the trail; present

canopy sufficiently visible to observe the reproductive phase; and, for the community, have a DBH (diameter at breast height)  $> 10$  cm. For *E. edulis*, we included only reproductive adults, identified by the presence of inflorescences scars (Mantovani & Morellato 2000), and tagged individuals at a minimum distance of 20 m from one another. This minimal distance was chosen to avoid sampling close neighbor plants and to include individuals in distinct micro-habitats along the trails. In total, we sampled 150 *E. edulis* (50 in each forest type).

Following the inclusion criteria, for the tree community, we tagged 750 individuals (250 for each forest type), but only the species presenting bird dispersed fruits were selected for this study, according to the classification proposed by Vander Pijl (1982). Moreover, species with seed widths larger than the thrushes gape width were excluded, with the exception of *Virola bicusyba*, which appears to be an important fruit resource to both thrushes during the winter season. Thus, in the restinga forest, 226 trees were selected representing 31 species, 208 trees from 63 species in the lowland forest, and 206 trees from 88 species in the premontane forest.

We measured the fruit biomass produced each month using the ground survey technique (Zhang and Wang 1995). We estimated fruit biomass to control for the spatial differences in production, comparing among three habitats. For the collection of fruits and seeds on the forest floor (fallen from tree crowns or dispersed by frugivores) we selected randomly ten points along the bird and phenology trails. At each point, we collected all fruits and seeds in an area of 2 m from each side of the trail, and 50 m length, with no overlap among sample areas. The total area sampled to quantify the monthly production of fruits was 0.3 ha (0.1 for each type of forest). We choose to use the biomass ground survey because it is an easy and reliable method to census the

fruiting in the forest and to compare fruit production among areas (Barlow & Peres 2006). A large proportion of trees fruiting can be sampled with this technique; in addition, this method can also reflect the seasonal variations in fruit production (Zhang and Wang 1995). Fruits and seeds collected were dried at 60°C in an oven for 1 wk and then weighed. We did not include rotten fruits and seeds, neither germinating seeds. We rely in the information regarding the species phenology of the previous months and, using our fieldwork experience, we were able to identify the fruits and seeds to select those ones from recent fruiting season. The weights of the collected *E. edulis* seeds were transformed into kg/ha/mo for each forest type.

**FRUGIVORY AND BIRD CENSUS** — The feeding-bout method was used to evaluate the proportion of fruits of *E. edulis* and other plant species in the diet of the two species of bird (Galetti *et al.* 1999, Galetti *et al.* 2004). Every time a flock or a single bird was observed eating a fruit species, a new “bout” was recorded, independently of the duration of the feeding behavior (Martin & Bateson 1993, Galetti *et al.* 1999). Field observations were carried out from sunrise until 1000 h and from 1400 h until 1600 h, one time monthly at each forest type during the 3-year study period. Recorded data included the visiting species, the plant species consumed, and the number of feeding records (Galetti *et al.* 2004).

We estimated bird abundances based on point counts (Vielliard & Silva 1990). At each point, we recorded all birds heard or seen within a radius of 50 m, taking care to distinguish the location of different individuals of the same species and to follow their occasional movements. The census was carried out one day per month in each forest type from August 2001 to July 2004 along the phenology study trails. We sampled 10



points separated by 150 m, from sunrise until 1000 h. Observation sessions at each point lasted 10 min. Thirty points were observed per month, totalizing 1050 listening points in the three forest types over 3 years. The abundance of each species was expressed by the Index of Point Abundance (IPA), which is calculated dividing the total number of contacts of the each bird by the number of sampled points in each site (Aleixo 1999, Develey 2004, Fávoro *et al.* 2006).

STATISTICAL ANALYSES — The Index of Niche Overlap Percentage, or Renkonen or Schoener Index (Krebs 1989), was used to analyze the niche overlap of *T. albicollis* and *T. flavipes*. For this purpose, a matrix was created with the number of feeding records of each bird for each plant species. Considering that *T. flavipes* has a very low abundance in great part of the year, even being absent in some months, we calculated the index of niche overlap only with the records of feeding-bouts of the two birds from the period when *T. flavipes* presented a minimum of 2 records per month in the Cardoso Island (April to October).

We employed the randomization for correlation using the Pearson correlation coefficient as the test-statistic. This test was carried out because the normality assumption for parametric analysis were not met and, related to these cases, there is some evidence suggesting that randomization tests have more power than standard tests (Manly 1997). We run 10,000 permutations in our data to verify whether the pattern found from the correlation between the abundance of the two species of birds and the availability of fruits (number of fruiting individuals of the tree community and the *E. edulis*) was likely or not to have arisen by chance (Manly 1997). Each correlation was

conducted separately for each bird; first we correlated it with the tree community and then with *E. edulis* fruiting in one particular site and for each time lag.

It is possible that birds respond in a delayed manner to the availability of fruits, with a time interval occurring between the fruit supply and the change on bird abundance (Ortiz-Pulido *et al.* 2000). For that reason, correlations were also done between the abundance of the birds and fruit availability with a time lag of 1 to 2 months (i.e., time lag 1 = number of plants fruiting in month A relative to the frugivore abundance in month A+1; and time lag 2 = number of plants fruiting in month A relative to the frugivore abundance in month A+2). The analyses were done using the Resampling Procedures program, version 1.3 (Howell, 2001).

We considered a significance level of 0.05 and, due to the number of related variables in analyses (12 correlations tests in each forest type), we re-evaluated the significant values using a sequential Bonferroni correction to control for increasing the probability of making a type-I error (Sokal & Rohlf, 1995).

## **RESULTS**

**FRUITING PHENOLOGY AND FRUITS BIOMASS** — The production of ripe fruits in the tree community showed a very irregular pattern over the years in the lowland and premontane forests (Fig. 2C; 2D). In the restinga forest, however, the supply of ripe fruits showed a larger percentage of individuals fruiting from March to June for all three years (Fig. 2B). *Euterpe edulis* fruiting was annual, beginning consistently in February and lasting until July, with a higher percentage of individuals producing fruits in April in the restinga and lowland forests (Fig. 2B; 2C) and May in the premontane forest (Fig.

2D). We found *E. edulis* fruiting overlapped between restinga and lowland forests and premontane forest usually fruited later.

The fruit biomass of the tree community showed an irregular pattern over the years in the three forests (Fig. 3). The biomass of *E. edulis* fruits followed the palm fruiting phenology, although it showed greater temporal availability on the ground, lasting for almost 8 months (Fig. 3). The restinga forest was the environment with the lowest monthly production of *E. edulis* fruits (Fig. 3A). Considering all three years of the study, a highly significant difference in monthly fruit production of *E. edulis* was observed among the three types of forest (Kruskal-Wallis,  $H=10.71$ ,  $p<0.001$ ).

FRUGIVORY AND BIRD CENSUS — Thirty-five species of plants belonging to 19 families were recorded being consumed by the thrushes considering all study period (Table 1). *Turdus albicollis* consumed a larger variety of species ( $N=35$  for all study period, and  $N=25$  for the months when *T. flavipes* was also present) than *T. flavipes* ( $N=11$ ), and no species of fruit was recorded being consumed exclusively by *T. flavipes* (Table 1). We observed 231 records of feeding-bouts, 165 for *T. albicollis* and 66 for *T. flavipes* (Table 1). For *T. flavipes*, *E. edulis* fruits were responsible for 45.4 percent of the total number of foraging records, whereas for *T. albicollis*, *E. edulis* accounted for only 23.6 percent. During the months of April to October, when both species were present at the study sites, *E. edulis* fruits were responsible for 27.9 percent of *T. albicollis* foraging records. The trophic niches measured in this period overlapped by 65.10 percent between *T. albicollis* and *T. flavipes*. *Turdus flavipes* showed a pattern of sporadic occurrence in different types of forest, presenting the highest abundance in premontane forest, mainly in the months of April and May, during the fruiting period of

*E. edulis* (Fig. 2). *Turdus albicollis*, on the other hand, was present during all months throughout the 3-years study period, with peaks of greater abundance in the months of April, May, August, November, and December in the three forest types (Fig. 2).

*Turdus albicollis* abundance was only correlated with *E. edulis* fruiting in the lowland forest (Table 2, Fig. 2C). On the other hand, *T. flavipes* presented six significant and positive correlations, including five with the *E. edulis* fruiting and only one with the phenology of the tree community (Table 2, Fig. 2). To control for possible spurious significant tests we employed the sequential Bonferroni correction and we found that three strong correlations ( $r > 0.55$ ) between *T. flavipes* abundances and the *E. edulis* fruiting in all the forest types continued significant (Table 2).

## DISCUSSION

Among the forest types we studied, only restinga showed evident and consistent fruiting peaks of tree community and of fruit biomass collected in the ground over the 3-years. In addition, the period with more plants fruiting overlapped with the phenology of *E. edulis*. Considering the palm *Euterpe edulis*, the production of ripe fruits was temporally predictable, showing an annual and seasonal pattern throughout the 3-years in the three forest types. We found that the fruit supply was also spatially predictable, always beginning in the lower areas (restinga and lowland), and then followed by the higher areas (premontane), as also suggested by other studies (see Laps 1996, Galetti *et al.* 1999). This regular phenology pattern allows the animals to remember the place and time of resource availability along the years, thus we might expect that frugivores return to a specific area in the same year period to track for that reliable fruit source (Kinnaird & O'Brien 2005, Wright 2005). The biomass of *E. edulis* fruits and seeds collected from

the ground also differed among the three forest types. These differences were more evident when comparing the lowland and premontane forests with the restinga forest. The lower biomass of *E. edulis* fruits found in the restinga forest is probably related to its low density (Sugiyama 1998) and the low production of infrutescences (Castro 2003) and fruits (Côrtes 2006) when compared to the other two forest types.

We found that *T. albicollis* presented a more diverse diet when compared to *T. flavipes*, even if we consider only the months when *T. flavipes* presented higher abundances. Despite the fact that the two birds are considered generalists, *T. albicollis* was also signed consuming a greater diversity of fruit species than *T. flavipes* in other areas of Atlantic rain forest (Hasui 2003, Silva *et al.* 2002). Both thrushes have comparable morphological traits, including similar body mass and gape widths, which indicates that the relative low diet overlap might not be restricted by differences in feeding ability (i.e. rate of fruit consumption) or fruit widths, since the birds are able to consume fruits with the same sizes. Considering that the thrushes have specific patterns of habitat-use and occupy distinct forest strata, we may presume that they forage for fruits provided by different trees according to the plant habit. *Turdus albicollis* showed higher plasticity in using all vertical strata in the forest, whereas *T. flavipes*, a canopy bird, was rarely seen foraging in the understory or on the ground (E, R. Castro and M. C. Côrtes personal observations). In this sense, we suggest that the *T. albicollis* was able to consume a greater diversity of fruits because its foraging activity was not restricted by the fruit supply of one vertical strata. Allied to this, *T. flavipes* might also forage for particular fruit species to fill specific nutritional requirements, which would reduce, even more, the number of food resources consumed by this species.

*Turdus flavipes* showed a seasonal variation in its distribution, occurring only in some months, indicating that the species may move during specific times of the year. The abundance of this bird was strongly correlated to the *E. edulis* fruit production in the same month (time lag 0), mainly in lowland and premontane forests. However, we have also found correlation with *T. flavipes* one month delayed related to the *E. edulis* fruiting. This results show that, in some cases, the bird abundances are more related to the fruit supply in the earlier month than in the current one.

In restinga forest, *T. flavipes* presented one correlation with the tree community fruiting. It is possible that there is a plant species, or more than one, which may be an important resource to this thrush and is influencing the significant correlation to the tree community. *Virola bicuhyba* and *Ocotea pulchella* showed a large quantity of feeding-bouts records and we would expect that they could be responsible for those results; however both species did not fruit in the same period of higher *T. flavipes* abundance. In addition, *V. bicuhyba* does not occur in restinga forest. Another species that might exert some influence on the bird and tree community correlation is *Ilex theezans*, an extremely abundant tree (Sugiyama 2003) and highly productive (Castro unpublished data), which is likely to be very attractive to *T. flavipes*. Nevertheless, we have conducted another correlation test considering the thrush abundance and *Ilex theezans* fruiting and we did not find any significant correlation. We found correlation with one month delayed between the *E. edulis* fruiting and the bird abundance, probably because the density of palm individuals and fruit production in restinga is lower and the birds respond in a delayed manner to *E. edulis* fruits availability. In this context, we believe that *E. edulis* and *Ilex theezans* are conjunctly affecting the *T. flavipes* distribution in restinga forest.

*Turdus albicollis*, on the other hand, showed no seasonal variation in its distribution, occurring in all months of the year in the three forest types. This result was also found by Hasui (2003). However, we found consistent abundance peaks in the months of August, November and December, which overlaps to the breeding season of *T. albicollis* (Davis 1945, Belton 2003). The abundance of *T. albicollis* was correlated only once with *E. edulis* fruiting. Some studies have also shown weak or no relationship between the abundance of birds and resource availability (Marone 1992, Githiru *et al.* 2005, Westcott *et al.* 2005). We suggest that the weak relation between the bird and fruit production may be due to the great abundance and diversity of fruits available in the area. The lack of a significant positive correlation between the availability of fruits and the abundance of generalist frugivores in tropical forests may be due to the high diversity of fruits found in the environment throughout the year (Blake & Loiselle 1991). In this sense, we believe that in periods of low fruit production, *T. albicollis* might complement its diet with insects or other plant structures of lower nutritive value (Loiselle & Blake 1994, Yabe & Marques 2001, Hasui 2003); may expand its home range in a local scale to find more fruiting plants (van Schaik *et al.* 1993); or even conduct, more actively, vertical movements from canopy to understory in search of fruits (Hasui 2003). Other factors, such as micro-climate, predator and parasite pressure, and structure of the environment may influence the abundance of the birds (French 1992, Marone 1992, Poulin *et al.* 1992, Githiru *et al.* 2005 2005, Milton *et al.* 2005).

Contrary to *T. albicollis*, changes in the resource availability may lead *T. flavipes* to move latitudinally or altitudinally tracking particular food resources, as reported for other frugivorous birds (Jordano 1982, Rappole *et al.* 1993, Loiselle & Blake 1994, Kimura *et al.* 2001, Wright 2005, Ragusa-Netto 2006). Our results support

the conjecture that *Euterpe edulis* fruiting influences the movements of *T. flavipes* (Collar *et al.* 1992, Sick 1997), immediately as well as of the previous month. Inhabiting forests in mountainous regions, *T. flavipes* probably moves from higher altitudes to lower elevation forests when *E. edulis* starts fruiting.

The small variety of fruits consumed by *T. flavipes*, the high temporal-annual reliability of the species in the area during *E. edulis* fruiting, and the low correlation with the tree community fruiting, all reinforces the idea that *E. edulis* fruits are important to the diet of this bird. In addition, *T. flavipes* has appeared as the main visitor and seed disperser of *E. edulis* on Cardoso Island (Castro 2003, Côrtes 2006). From the perspective of the plant, *T. flavipes* probably stands out for its important ecological role in the spatial and genetic structure of *E. edulis* populations as a seed disperser.

The Brazilian Atlantic rain forest, which encompasses different altitudinal gradients, has suffered several impacts of anthropic source, such as illegal palm harvesting (Galetti & Fernandez 1998). In this sense, we recommend future comparative studies focusing on *T. flavipes* biology and dynamics in areas where *E. edulis* has become locally extinct. Considering the seasonal differences in the distribution and abundance of animal species and the resources used, our results reinforce the importance of protecting the different forest types along an altitudinal gradient within protected areas.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We thank M.A. Pizo, Andrew Dennis and the anonymous reviewer for reading and improving the manuscript. We are also grateful to FAPESP (The State of São Paulo Research Foundation– process number 01/10300-4) for the financial support; Idea Wild



for the donation of equipments; the Instituto Florestal for permission to conduct the research in Ilha do Cardoso State Park; CYTED (Brazil-Spain exchange); and CNPq (Brazilian Research Council) for the research grants and fellowships provided to E.R. Castro, M.C. Côrtes, L.P.C. Morellato, and M. Galetti.

### LITERATURE CITED

- ALEIXO, A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. *Condor* 101(3): 537-548.
- BARLOW, J., AND C. A. PERES. 2006. Effects of single and recurrent wildfires on fruit production and large vertebrate abundance in a central Amazonian forest. *Biodiversity and Conservation* 15: 985-1012.
- BARROS, F., M. M. R. F. MELO, S. A. C. CHIEA, M. KIRIZAWA, M. G. L. WANDERLEY, AND S. L. JUNG-MENDAÇOLLI. 1991. Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso. São Paulo. *Boletim do Instituto de Botânica* 1: 1-184.
- BELTON, W. 2003. *Aves do Rio Grande do Sul: Distribuição e Biologia*. Editora UNISINOS. São Leopoldo, RGS, Brasil.
- CASTRO, E. R. 2003. *Variação-espço temporal na fenologia e frugivoria do palmito juçara *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em três tipos de floresta atlântica*. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil. 109 p.

- CHAVES-CAMPOS, J. 2004. Elevational movements of large frugivorous birds and temporal variation in abundance of fruits along an elevational gradient. *Ornitologia Neotropical* 15(4): 433-445.
- COLLAR, N. J., L. P. GONZAGA, N. KRABBLE, A. MADROÑO-NIETO, L. G. NARANJO, T. A. PARKER, AND D. C. WEGE. 1992. Threatened birds of the Americas. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- CÔRTEZ, M. C. 2006. Variação espacial nas interações entre o palmito *Euterpe edulis* e as aves frugívoras: implicações para a dispersão de sementes. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil. 95 p.
- DAVIS, D. 1945. The annual cycle of plants, mosquitoes, bird, and mammals in two Brazilian Forests. *Ecological Monographs* 15(3): 243-295.
- DEVELEY, P. F. 2004. Métodos para estudo com aves. *In* L. Cullen, C. Pádua, and R. Rudram, (Eds.). *Manual para Manejo da Vida Silvestre no Brasil*. pp. 153-168. Editora da UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil.
- FÁVARO, F. L., L. ANJOS, E. V. LOPES, L. B. MENDONÇA, AND G. H. VOLPATO. 2006. Effect of altitudinal/latitudinal gradient about forest ovenbirds species (Aves: Furnaridae) in the Tibagi river basin, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(1): 261-266.

- FRENCH, K. 1992. Phenology of fleshy fruits in a wet sclerophyll forest in southeastern Australia: are birds an important influence? *Oecologia* 90: 366-373.
- GALETTI, M., AND J. C. FERNANDEZ. 1998. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes in industry structure and the illegal trade. *Journal of Applied Ecology* 35: 294-3001.
- GALETTI, M., M. A. PIZO, AND P. C. MORELLATO. 2004. Métodos para estudo da fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. *In* L. Cullen, C. Pádua, and R. Rudram, (Eds.) *Manual para Manejo da Vida Silvestre no Brasil*, pp. 395-422. Editora da UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil.
- GALETTI, M., R. LAPS, AND M. A. PIZO. 2000. Frugivory by toucans (Ramphastidae) in two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. *Biotropica* 32: 842-850.
- GALETTI, M., V. ZIPPARRO, AND L. P. MORELLATO. 1999. Fruit phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brasil. *Ecotropica* 5: 115-122.
- GALETTI, M., AND A. ALEIXO 1998. Effects of the palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology* 35: 286-293.

- GITHIRU, M., L. A. BENNUN, L. LENS, AND C. P. K. O. OGOL. 2005. Spatial and temporal variation in fruit and fruit-eating birds in the Taita Hills, south-east Kenya. *Ostrich* 76: 37-44.
- HANYA, G. 2005. Comparisons of dispersal success between the species fruiting prior to and those at the peak of migrant frugivore abundance. *Plant Ecology* 181: 167-177.
- HASUI, E. 2003. Influência da variação fisiológica da vegetação sobre a composição de aves frugívoras na Mata Atlântica. PhD. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Brasil. 175p.
- HOLBROOK, K. M., T. B. SMITH, AND B. D. HARDESTY. 2002. Implications of long-distance movements of frugivorous rain forest hornbills. *Ecography* 25: 745-749.
- HOWELL, D. C. 2001. Program: Resampling procedures. Version 1.3.
- JORDANO, P. 1982. Migrant birds are the main seed dispersers of blackberries in southern Spain. *Oikos* 38: 183-193.
- JORDANO, P. 1993. Geographical ecology and variation of plant-seed disperser interactions: southern Spanish junipers and frugivorous thrushes. *Vegetatio* 107/108: 85-104.

- JORDANO, P., AND J. A. GODOY. 2000. RAPD variation and population genetic structure in *Prunus mahaleb* (Rosacea), an animal-dispersed tree. *Molecular Ecology* 9: 1293-1305.
- KIMURA, K., T. YUMOTO, AND K. KIKUZAWA. 2001. Fruiting phenology of fleshy-fruited plants and seasonal dynamics of frugivorous birds in four vegetation zones on Mt. Kinabalu, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*. 17: 833-858.
- KINNAIRD, M. F., AND T. G. O'BRIEN. 2005. Fast foods of the forest: The influence of figs on primates and hornbills across wallace's line. *In* J. L. Dew, and J. P. Boubli (Eds). *Tropical fruits and Frugivores: The Search for Strong Interactors*. pp 155-184. Dordrecht. The Netherlands.
- KOJIMA, J. M. 2004. Estrutura populacional da palmeira *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma área de floresta atlântica do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York.
- LAPS, R. R. 1996. Frugivoria e dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis*, Martius, Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do Estado de São Paulo. M.Sc. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. 77 p.

- LEVEY, D. J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs* 58: 251-269.
- LIMA, A. R., AND J. P. CAPOBIANCO. 1997. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação. Documento do ISA no. 4. São Paulo.
- LOISELLE, B. A., AND J. G. BLAKE, 1991. Temporal variation in birds and fruits along on elevational gradient in Costa Rica. *Ecology* 72: 180-193.
- LOISELLE, B. A., AND J. G. BLAKE. 1994. Annual variation in birds and plants of tropical second-growth woodland. *The Condor* 96: 368-380.
- MALIZIA, L. R. 2001. Seasonal fluctuations of birds, fruits, and flowers in a subtropical forest of Argentina. *The Condor* 103: 45-61.
- MANLY, B. F. J. 1997. *Randomization and Monte Carlo methods in biology*, London.
- MANTOVANI, A., AND L. P. C. MORELLATO. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitero. *In* M. S. Reis and A. Reis (Eds.). *Euterpe edulis* Martius (palmitero): Biologia, Conservação e Manejo. pp. 23-38. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí, Brasil.

- MARONE, L. 1992. Seasonal and year-to-year fluctuations of bird populations and guilds in the Monte Desert, Argentina. *Journal of Field Ornithology* 63(3): 294-308.
- MARTIN, P., AND P. BATESON. 1993. *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. Cambridge University Press. Cambridge.
- MELO, M. M. R. F., AND W. MANTOVANI. 1994. Composição florística e estrutura do trecho de mata atlântica de encosta, na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 107-157.
- MILTON, K., J. GIACALONE, S. J. WRIGHT, AND G. STOCKMAYER. 2005. Do frugivore population fluctuations reflect fruit production? Evidence from Panama. *In* J. L. Dew, and J. P. Boubli (Eds). *Tropical fruits and Frugivores: The Search for Strong Interactors*. pp 5-35. Dordrecht. The Netherlands.
- MOEGENBURG, S. M., AND D. J. LEVEY. 2003. Do frugivores respond to fruit harvest? An experimental study of short-term responses. *Ecology* 84(10): 2600-2612.
- NAKA, L. N., M. RODRIGUES, A. L. ROOS, AND M. A. G. AZEVEDO. 2002. Bird Conservation on Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Bird Conservation Internacional* 12: 123-150.

- ORTIZ-PULIDO, R., J. LABORDE, AND S. GUEVARA. 2000. Frugivoría por aves en un paisaje fragmentado: Consecuencias en la dispersión de semillas. *Biotropica* 32(3): 473-488.
- PERES, C. A. 2000. Identifying keystone plant resources in tropical forest: the case of gums from *Parkia* pods. *Journal of Tropical Ecology* 16: 287-317.
- PINTO, M. M. 1998. Fitossociologia e influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação em áreas de Mata Atlântica na Ilha do Cardoso, Cananéia SP. Ph.D. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. Brasil.
- POULIN, B., L.GAETAN, AND M. RAYMOND. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73(6): 2295-2309.
- PRICE, O. F. 2004. Indirect evidence that frugivorous birds track fluctuating fruit resources among rainforest patches in the northern territory, Australia. *Austral Ecology* 29: 137-144.
- RAGUSA-NETTO, J. 2006. Abundance and frugivory of the toco toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil's southern Pantanal. *Revista Brasileira de Biologia* 66(1A): 133-142.



- RAPPOLE, J. H., W. J. MCSHEA, AND J. H. VEGA-RIVERA. 1993. Estimation of species and numbers in upland avian breeding communities. *Journal of Field Ornithology* 64: 55-70.
- REIS, A., AND P. Y. KAGEYAMA. 2000. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius-Palmae). In M. S. Reis and A. Reis (Eds.). *Euterpe edulis* Martius (Palmitreiro): Biologia, Conservação e Manejo. pp.60-92. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí, Brasil.
- RIDGELY, R. S., AND G.TUDOR. 1994. The birds of South America. University of Texas Press, Austin, Texas.
- SICK, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Nova Fronteira Editora, Rio de Janeiro, Brasil.
- SIGRIST, T. 2006. Aves do Brasil: Uma Visão Artística. Editora Tomas Sigrist. São Paulo, Brasil.
- SILVA, W. R., P. DE MARCO JR., E. HASSUI, AND V. S. M. GOMES. 2002. Patterns of fruit-frugivores interactions in two Atlantic forest bird communities of south-eastern Brazil: Implications for conservation. In D. J. Levey, W. R. Silva, and M. Galetti (Eds). *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*. pp. 423-436. CABI Publishing. Wallingford, Oxfordshire, England.

- SOKAL, R. R., AND F. J. ROHLF. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Co., New York, New York.
- SÓLORZANO S., S.CASTILHO, T. VALVERDE, AND A. LURDES. 2000. Quetzal abundance in relation to fruit availability in a cloud forest in Southeastern México. *Biotropica* 32: 523-532.
- STOTZ, D. F., J. W. FITZPATRICK, T. A. PARKER, AND D. K. MOSKOVITS. 1996. Neotropical birds; ecology and conservation. The University of Chicago Press. Chicago.
- SUGIYAMA, M. 1998. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11: 119-159.
- SUGIYAMA, M. 2003. Estudos florísticos e fitossociológicos em comunidades vegetais de restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Ph.D. Dissertation, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Brasil. 134p.
- van SCHAIK C. P., J. W. TERBORGH, AND S. J. WRIGHT. 1993. The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecological Systematic* 24: 353-377.

- VIELLIARD, J. M. E., AND W. R. SILVA. 1990. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do estado de São Paulo, Brasil. In: ENAV, 4º, Recife. Anais. pp. 117-151. Recife. UFPE.
- VOELKER, G., S. ROHWER, R. C. K. BOWIE, AND D. C. OUTLAW 2007. Molecular systematics of a speciose, cosmopolitan songbird genus: Defining the limits of, and relationships among, the *Turdus* thrushes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42: 422-434.
- WESTCOTT, D. A, M. G. BRADFORD, A. J. DENNIS, AND G. LIPSETT-MOORE. 2005. Keystone fruit resources and Australia's Tropical Rain Forests. In J. L. Dew, and J. P. Boubli (Eds). *Tropical fruits and Frugivores: The Search for Strong Interactors*. pp 237-260. Dordrecht. The Netherlands.
- WHITNEY, K. D., AND T. B. SMITH. 1998. Habitat use and resource tracking by African *Ceratogymna* hornbills: implications for seed dispersal and forest conservation. *Animal Conservation* 1: 107-117.
- WRIGHT, D. D. 2005. Diet, keystone resources and altitudinal movement of dwarf cassowaries in relation to fruiting phenology in a Papua New Guinean Rainforest. In J. L. Dew, and J. P. Boubli (Eds). *Tropical fruits and Frugivores: The Search for Strong Interactors*. pp 205-236. Dordrecht. The Netherlands.

YABE, R. S., AND E. J. MARQUES. 2001. Deslocamentos de aves entre capões do Pantanal Mato-grossense e sua relação com a dieta. *In* J. L. B Albuquerque, J. F. Cândido Jr, F.C. Straube, and A. L. Roos (Eds). *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*. pp 103-118. Unisul, Tubarão, SC. Brasil.

ZHANG, S., AND L. WANG. 1995. Comparison of three fruit census methods in French Guiana. *Journal Tropical Ecology* 11: 281-294.

TABLE 1. *Plant species used for foraging by Turdus albicollis and Turdus flavipes in the Cardoso Island during all months over the study period of 3 years. The plant species in bold represent those considered in the index of niche overlap percentage, which included the months from April to October.*

Family/Species	Habitat*	Fruiting period	Number of feeding bouts	
			<i>Turdus flavipes</i> (N = 66)	<i>Turdus albicollis</i> (N = 165)
ANNONACEAE				
<i>Xylopia langsdorffiana</i> A. St.-Hil. & Tul.	R, L, P	Jan-Jul		3
AQUIFOLIACEAE				
<b><i>Illex pseudobuxus</i> Reissek</b>	<b>R, L, P</b>	<b>Apr-Oct</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b><i>Illex theezans</i> Mart.</b>	<b>R, L, P</b>	<b>Feb-Oct</b>	<b>6</b>	<b>13</b>
ARALIACEAE				
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	R	Feb-Jul		1
ARECACEAE				
<b><i>Euterpe edulis</i> Mart.</b>	<b>R, L, P</b>	<b>Feb-Jul</b>	<b>30</b>	<b>39</b>
CELASTRACEAE				
<b><i>Maytenus robusta</i> Reiss.</b>	<b>R, L</b>	<b>Apr-Jul</b>		<b>1</b>
CLUSIACEAE				
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	R	Aug-Jun		1
EUPHORBIACEAE				
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	R, L, P	Jan-Mar		3
<b><i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão</b>	<b>L, P</b>	<b>Feb-May</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
FLACOURTIACEAE				
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	L, P	Nov, Dec		2
LAURACEAE				
<b><i>Aiouea saligna</i> Meissn.</b>	<b>R</b>	<b>Mar-Apr</b>		<b>1</b>
<b><i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.</b>	<b>L, P</b>	<b>Aug-Dec</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
<b><i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez</b>	<b>R</b>	<b>Aug-Feb</b>	<b>16</b>	<b>24</b>
MELASTOMATACEAE				
<b><i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne</b>	<b>R</b>	<b>Jun-Sep</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
MELIACEAE				
<b><i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.</b>	<b>R, L, P</b>	<b>Jul-Dec</b>		<b>2</b>
<b><i>Guarea macrophylla</i> Vahl</b>	<b>L, P</b>	<b>Jun-Oct</b>		<b>2</b>
MONIMIACEAE				
<b><i>Mollinedia schottiana</i> Perkins</b>	<b>L, P</b>	<b>Mar-Jul</b>		<b>10</b>

TABLE 1. *Continued.*

Family/Species	Habitat*	Fruiting period	Number of feeding bouts	
			<i>Turdus flavipes</i> (N = 66)	<i>Turdus albicollis</i> (N = 165)
MYRISTICACEAE				
<b><i>Virola bicuhyba</i> (Schott) Warb.</b>	L,P	Jun-Oct	6	3
MYRSINACEAE				
<b><i>Myrsine</i> sp.</b>	L, P	Aug		1
<i>Myrsine umbellata</i> (Mart.) Mez	R, L, P	Dec-Jan		2
MYRTACEAE				
<b><i>Calyptanthes concinna</i> DC.</b>	R	Apr-May		2
<b><i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg.</b>	R	Jun-Sep	2	1
<i>Eugenia</i> sp. 1	P	Sep		1
<i>Eugenia</i> sp. 2	P	Dec		1
<b><i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg.</b>	R	Mar-Aug		5
<b><i>Gomidesia spectabilis</i> (DC.) O. Berg</b>	L, P	Jun-Sep		3
<b><i>Marlierea obscura</i> O. Berg.</b>	L, P	Apr-Aug		3
<b><i>Myrcia bicarinata</i> (O. Berg) D. Legrand</b>	R	May, Jun	1	3
<b><i>Myrcia pubipetala</i> Miq.</b>	L, P	May-Sep		2
NYCTAGINACEAE				
<b><i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz</b>	R, L, P	Mar-Apr		1
RUBIACEAE				
<b><i>Psychotria nuda</i> (Cham. &amp; Schlecht.) Wav</b>	L, P	Oct-Apr		4
<b><i>Psychotria</i> sp.</b>	P	Sep		1
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	L, P	Aug-Dec		5
SAPINDACEAE				
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	L, P	Aug-Jan		6
SYMPLOCACEAE				
<b><i>Symplocos</i> cf. <i>uniflora</i> (Pohl) Benth.</b>	L, P	Mar-Jun	1	2

\* Habitat: R = restinga forest, L = lowland forest, P = premontane forest (from Melo & Mantovani 1994, Pinto 1998, Sugiyama 1998).

TABLE 2. *Correlation test via randomization of T. albicollis and T. flavipes abundances related to tree community and E. edulis fruiting in restinga, lowland and premontane forests at the Cardoso Island. Significant values ( $p < 0.05$ ) are shown in bold.*

		<i>Turdus flavipes</i>				<i>Turdus albicollis</i>			
		Community fruiting		Palm fruiting		Community fruiting		Palm fruiting	
		<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
restinga forest	Time lag 0	<b>0.39</b>	<b>0.01</b>	0.09	0.55	0.25	0.13	0.30	0.06
	Time lag 1	0.18	0.30	<b>0.60</b>	<b>0.00*</b>	-0.05	0.75	0.30	0.06
	Time lag 2	0.03	0.87	-0.07	0.65	-0.29	0.08	-0.07	0.65
lowland forest	Time lag 0	-0.27	0.10	<b>0.43</b>	<b>0.01</b>	-0.18	0.29	<b>0.39</b>	<b>0.01</b>
	Time lag 1	-0.14	0.41	<b>0.56</b>	<b>0.00*</b>	-0.17	0.31	0.27	0.11
	Time lag 2	0.18	0.29	0.23	0.15	0.21	0.22	-0.01	0.91
premontane forest	Time lag 0	-0.18	0.29	<b>0.66</b>	<b>0.00*</b>	0.26	0.11	-0.14	0.41
	Time lag 1	-0.23	0.17	<b>0.34</b>	<b>0.03</b>	0.31	0.06	-0.04	0.77
	Time lag 2	-0.05	0.76	-0.04	0.79	0.32	0.05	-0.01	0.94

\* Significant value after sequential Bonferroni correction ( $p < 0.004$ )

## Legends to figures

FIGURE 1: Localization of Cardoso Island, Cananéia, São Paulo. In detail, the trails used in each forest type.

FIGURE 2. (A) Rainfall and temperature values during the study period for the municipality of Cananéia, São Paulo State, and abundance of *T. flavipes* and *T. albicollis* related the tree community and *E. edulis* fruiting phenology in the three forest types at Cardoso Island: (B) restinga, (C) lowland and (D) premontane forest. The monthly abundance of the two birds is reported in IPA (Index of Point Abundance x 100) and the plant fruiting is presented as the percentage of individuals fruiting in each site.

FIGURE 3: Biomass of fruits and seeds collected on the ground for *E. edulis* and the tree community in the three forest types at Cardoso Island: (A) restinga, (B) lowland and (C) premontane forest. The biomass was measured in 0.1 ha in each site per month.



Figure 1.

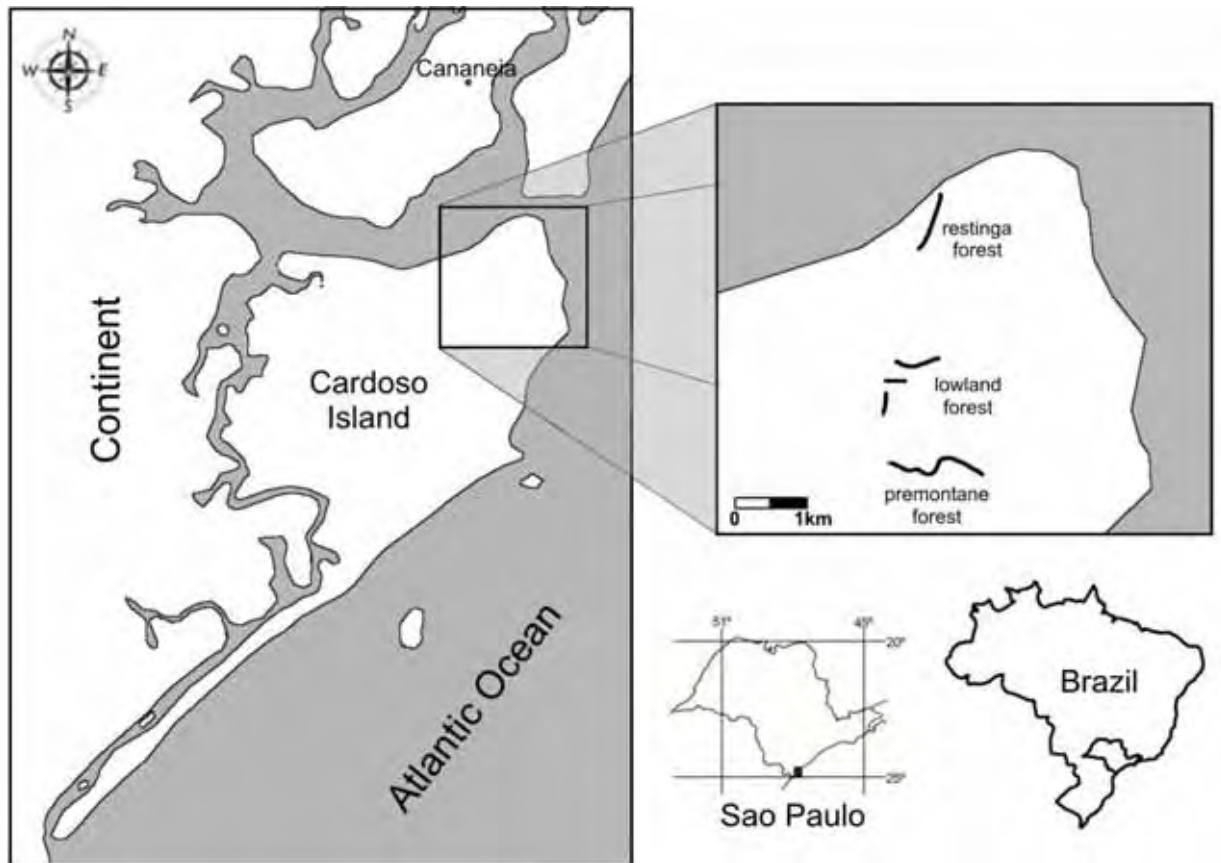


Figure 2.

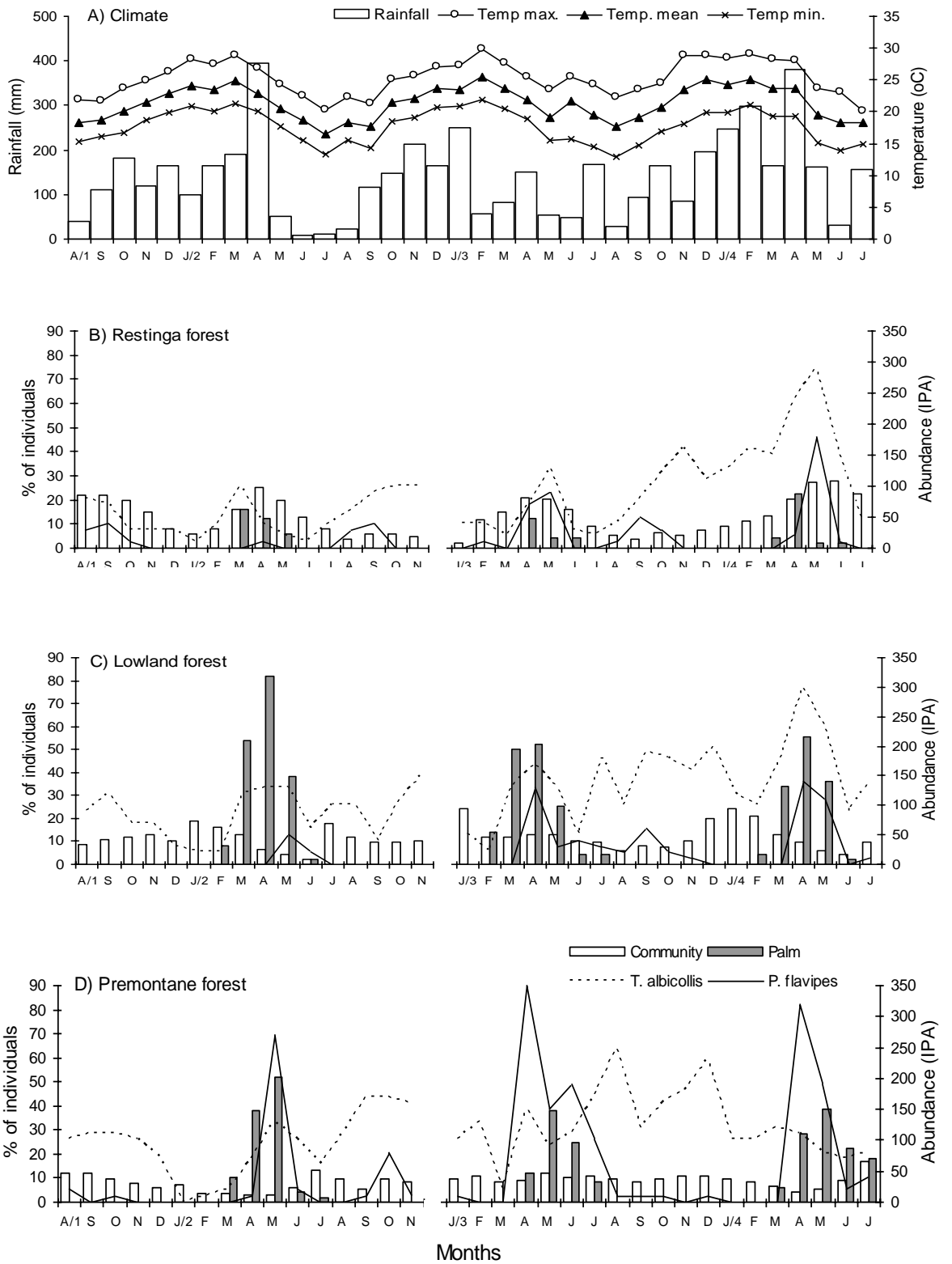
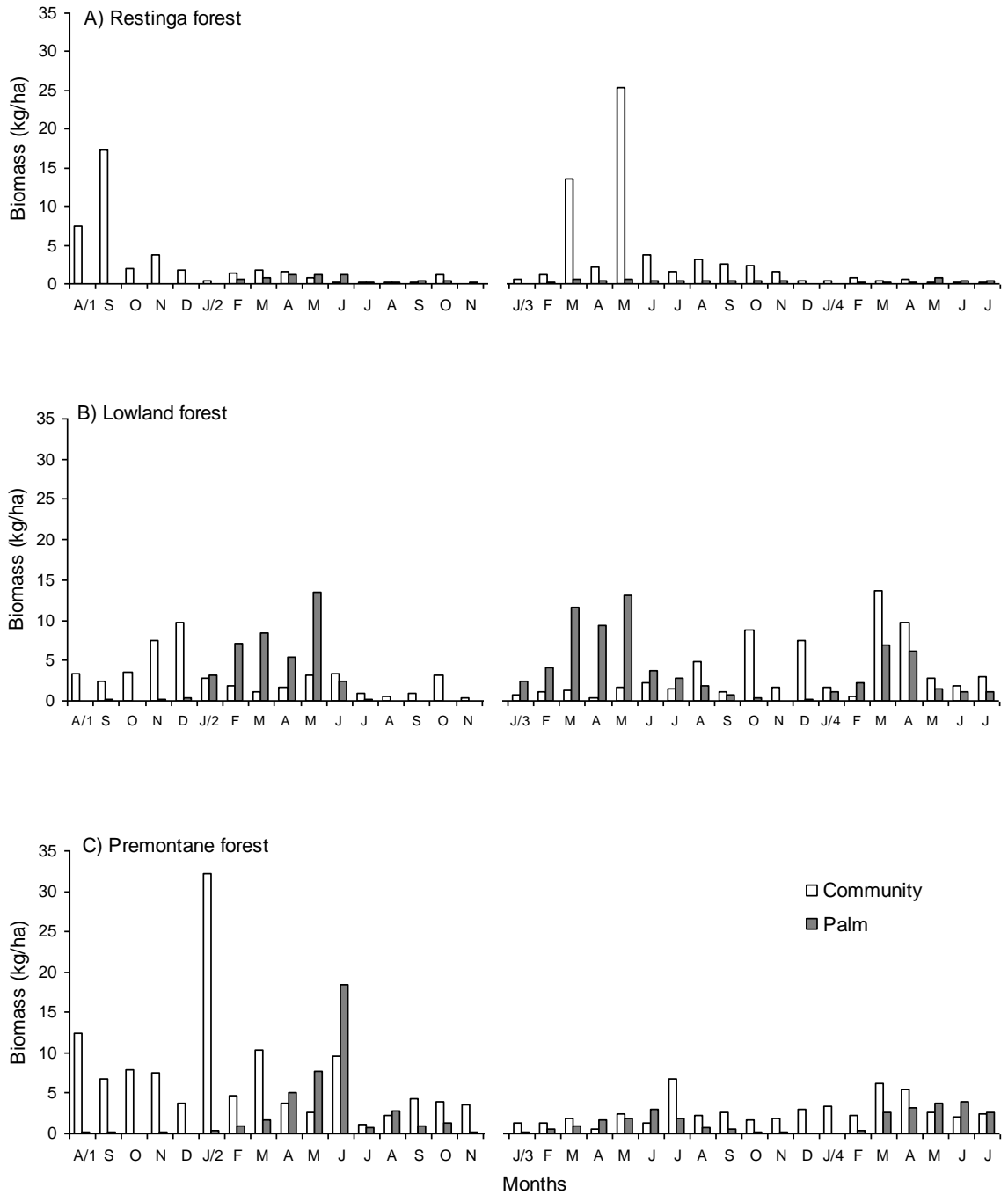


Figure 3.



## Considerações Finais

O estudo fenológico do palmito *Euterpe edulis* vem corroborar o que já tem sido encontrado com fenologia de plantas em regiões tropicais, as fases reprodutivas fortemente relacionadas com as condições climáticas, e a oferta de flores e frutos altamente sazonais, como encontrado para algumas espécies de palmeiras nos trópicos. Os dados da Ilha do Cardoso mostraram a clara influência dos fatores climáticos na frutificação do palmito, principalmente os de precipitação e de temperatura, importantes no desenvolvimento dos frutos imaturos e verdes.

Apesar do grande número de palmeiras nas regiões tropicais, existem poucos trabalhos enfocando a fenologia deste grupo, principalmente entre diferentes tipos florestais. Nosso trabalho é o único que compara a fenologia de uma palmeira entre três formações florestais distintas, e nosso resultado vem comprovar o que foi mencionado por alguns autores, de que a fenologia de frutificação do *E. edulis* varia entre diferentes gradientes altitudinais na Floresta Atlântica.

É provável que um dos principais fatores da variação na produtividade de frutos do palmito entre as florestas de planície e encosta, em relação à floresta de restinga, seja às diferenças nas condições edáficas, como fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes. O solo pobre e arenoso da floresta de restinga da Ilha do Cardoso já foi estudado por outros autores, que mencionaram que as condições limitantes deste tipo de solo refletem na vegetação, fazendo com que algumas espécies de plantas apresentem características de escleromorfismo, nanismo e sistema radicular superficial.

Os frutos do palmito se mostraram um importante recurso alimentar para a maioria das aves estudadas, com destaque para algumas famílias como Cotingidae, Cracidae e Turdidae. A importância dessa palmeira na dieta de aves frugívoras na Floresta Atlântica já havia sido evidenciada em outros trabalhos, e foi reforçada no presente estudo pela alta taxa de consumo, pelo grande número de correlações positivas, e pelo alto índice de importância do palmito.

Em relação às duas espécies de turdídeos, *Turdus albicollis* foi a que apresentou a maior variedade no consumo de frutos, com uma grande plasticidade no

fORAGEAMENTO deste recurso. No entanto, foi *T. flavipes* a que apresentou a maior taxa de consumo de frutos de palmito e o maior número de correlações positivas. É provável que a preferência do *T. flavipes* pelos frutos de palmito faz com que ele se desloque altitudinalmente na Ilha do Cardoso a procura deste recurso, e este padrão deve se repetir em todo o Domínio da Floresta Atlântica. A dependência das aves sobre certas espécies de plantas pode estar relacionada a um processo evolutivo, e a redução em abundância ou a perda de uma destas espécies da associação pode levar a outra a um processo de extinção.

Assim, as relações entre plantas e aves frugívoras são importantes para a estabilidade e integridade de um sistema. Este mutualismo entre aves e plantas pode ser vistos como interações ecológicas que conectam diferentes espécies em uma localidade, formando uma teia de interações. Este é um aspecto fundamental da conservação da biodiversidade, uma vez que descrevem a interdependência entre as espécies de aves e plantas em um ecossistema.

Dessa forma, para a conservação da Floresta Atlântica e das interações ecológicas, o entendimento dos padrões sazonais de abundância e distribuição das aves frugívoras é essencial, pois muitas destas aves agem como dispersoras de sementes em diferentes ambientes, tendo efeitos substanciais na composição da comunidade de plantas. Ressaltamos a necessidade de mais estudos ecológicos sobre espécies de plantas consideradas importantes como recurso alimentar para uma grande quantidade de animais frugívoros, principalmente em ecossistemas ameaçadas como a Floresta Atlântica.

Recomendamos ainda uma maior fiscalização nos locais onde ainda existem grandes populações de palmito para que não ocorra o desaparecimento de certas espécies de aves que dependem de seus frutos. Além disso, sugerimos que sejam considerados como um dos principais critérios para a criação de parques e reservas ambientais, as diferenças sazonais e altitudinais na distribuição dos animais e de seus recursos, mantendo assim, preservadas as atividades de migrações dos animais frugívoros.

## APÊNDICES

APÊNDICE I: Espécies arbóreas encontradas na floresta de restinga da Ilha do Cardoso, segundo Sugiyama (1998).

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Modo de Dispersão*</b>
1 - <i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil.	Annonaceae	Zoocórica
2 - <i>Xylopia langsdorffiana</i> A. St.-Hil. & Tul.	Annonaceae	Zoocórica
3 - <i>Ilex dumosa</i> Reissek	Aquifoliaceae	Zoocórica
4 - <i>Ilex integerrima</i> Reissek	Aquifoliaceae	Zoocórica
5 - <i>Ilex theezans</i> var. <i>acrodonta</i> Loes	Aquifoliaceae	Zoocórica
6 - <i>Ilex theezans</i> var. <i>grandifolia</i> Loes	Aquifoliaceae	Zoocórica
7 - <i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	Araliaceae	Zoocórica
8 - <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	Zoocórica
9 - <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	Arecaceae	Zoocórica
10- <i>Bactris setosa</i> Mart.	Arecaceae	Zoocórica
11- <i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	Zoocórica
12- <i>Geonoma schottiana</i> Mart.	Arecaceae	Zoocórica
13- <i>Tabebuia botelhensis</i> A. Gentry	Bignoniaceae	Anemocórica
14- <i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) A. DC.	Bignoniaceae	Anemocórica
15- <i>Maytenus robusta</i> Reiss.	Celastraceae	Zoocórica
16- <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Clusiaceae	Zoocórica
17- <i>Clusia criuva</i> Cambess.	Clusiaceae	Zoocórica
18- <i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	Clusiaceae	Zoocórica
19- <i>Weinmania paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	Cunnoniaceae	Anemocórica
20- <i>Trichipteris atrovirens</i> (Langsd. & Fish.) Tryon	Cyatheaceae	Anemocórica
21- <i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O. E. Schulz	Erythroxylaceae	Zoocórica
22- <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Zoocórica
23- <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Euphorbiaceae	Zoocórica
24- <i>Andira anthelmia</i> (Vell.) J. F. Macbr.	Fabaceae	Zoocórica
25- <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	Fabaceae	Zoocórica
26- <i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.) Cuatrec.	Humiriaceae	Zoocórica
27- <i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	Lauraceae	Zoocórica
28- <i>Byrsonima ligustrifolia</i> A. Juss.	Malpighiaceae	Zoocórica
29- <i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	Melastomataceae	Zoocórica
30- <i>Miconia latecrenata</i> Naud.	Melastomataceae	Zoocórica
31- <i>Miconia pyrifolia</i> Naud.	Melastomataceae	Zoocórica
32- <i>Tibouchina trichopoda</i> (DC.) Baill.	Melastomataceae	Anemocórica
33- <i>Cabrera canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	Zoocórica
34- <i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J. W. Grimes	Mimosaceae	Zoocórica
35- <i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & J. W. Grimes	Mimosaceae	Autocórica

36- <i>Cybianthus brasiliensis</i> (Mez) G. Agostini	Myrsinaceae	Zoocórica
37- <i>Myrsine umbellata</i> (Mart.) Mez	Myrsinaceae	Zoocórica
38- <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg.	Myrtaceae	Zoocórica
39- <i>Calypttranthes concinna</i> DC.	Myrtaceae	Zoocórica
40- <i>Eugenia</i> cf. <i>flavescens</i> DC.	Myrtaceae	Zoocórica
41- <i>Eugenia stigmatorosa</i> DC.	Myrtaceae	Zoocórica
42- <i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg.	Myrtaceae	Zoocórica
43- <i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
44- <i>Gomidesia palustris</i> (DC.)	Myrtaceae	Zoocórica
45- <i>Gomidesia schaueriana</i> O. Berg.	Myrtaceae	Zoocórica
46- <i>Myrceugenia</i> cf. <i>euosma</i> (Berg.) Legr.	Myrtaceae	Zoocórica
47- <i>Myrcia</i> aff. <i>leucantha</i> (Berg.) N. Silveira	Myrtaceae	Zoocórica
48- <i>Myrcia bicarinata</i> (O. Berg) D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
49- <i>Myrcia glabra</i> (O. Berg) D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
50- <i>Myrcia grandiflora</i> (O. Berg) Nied.	Myrtaceae	Zoocórica
51- <i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Myrtaceae	Zoocórica
52- <i>Myrcia racemosa</i> (O. Berg.) Kiaersk.	Myrtaceae	Zoocórica
53- <i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	Myrtaceae	Zoocórica
54- <i>Psidium cattleyanum</i> Sabine	Myrtaceae	Zoocórica
55- <i>Siphoneugena guylfoyleiana</i> C. Proença	Myrtaceae	Zoocórica
56- <i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.	Podocarpaceae	Zoocórica
57- <i>Alibertia myrciifolia</i> K. Schum.	Rubiaceae	Zoocórica
58- <i>Amaioua intermedia</i> Mart.	Rubiaceae	Zoocórica
59- <i>Posoqueria latifolia</i> ( Rudge) Roem. & Schult.	Rubiaceae	Zoocórica
60- <i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	Sapotaceae	Zoocórica
61- <i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	Sapotaceae	Zoocórica
62- <i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	Theaceae	Anemocórica
63- <i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	Theaceae	Zoocórica
64- <i>Dalphnopsis racemosa</i> Griseb.	Thymelaeaceae	Zoocórica

\* Os dados sobre síndromes de dispersão foram baseados em observações pessoais de campo e de literatura (Zoocóricas = diásporos adaptados à dispersão por animais, Anemocóricas = diásporos adaptados à dispersão pelo vento, Autocóricas = diásporos que não apresentam adaptação evidente para dispersão pelas categorias anteriores, agrupando espécies barocóricas e com dispersão explosiva).



APÊNDICE II: Espécies arbóreas encontradas na floresta de planície da Ilha do Cardoso, segundo Pinto (1998).

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Modo de Dispersão*</b>
1- <i>Rollinea sericea</i> (R. E. Fr.) R. E. Fr.	Annonaceae	Zoocórica
2- <i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Annonaceae	Zoocórica
3- <i>Xylopia langsdorffiana</i> A. St.-Hil. & Tul.	Annonaceae	Zoocórica
4- <i>Malouetia arborea</i> (Vell.) Miers	Apocynaceae	Anemocórica
5- <i>Ilex theezans</i> var. <i>acrodonta</i> Loes	Aquifoliaceae	Zoocórica
6- <i>Bactris setosa</i> Mart.	Arecaceae	Zoocórica
7- <i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	Zoocórica
8- <i>Geonoma gamiova</i> Barb. Rodr.	Arecaceae	Zoocórica
9- <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	Arecaceae	Zoocórica
10- <i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret.	Arecaceae	Zoocórica
11- <i>Vernonia puberula</i> Less	Asteraceae	Anemocórica
12- <i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Bignoniaceae	Anemocórica
13- <i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Bignoniaceae	Anemocórica
14- <i>Cordia magnoliifolia</i> Cham.	Boraginaceae	Zoocórica
15- <i>Cordia silvestris</i> Fresen.	Boraginaceae	Zoocórica
16- <i>Protium kleinii</i> Cuatrec	Burseraceae	Zoocórica
17- <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Caesalpinaceae	Anemocórica
18- <i>Swartzia acutifolia</i> Vogel	Caesalpinaceae	Zoocórica
19- <i>Cecropia glazioui</i> Snethl.	Urticaceae	Zoocórica
20- <i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	Urticaceae	Zoocórica
21- <i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	Zoocórica
22- <i>Maytenus robusta</i> Reissek	Celastraceae	Zoocórica
23- <i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	Chrysobalanaceae	Zoocórica
24- <i>Callophyllum brasiliense</i> Cambess.	Clusiaceae	Zoocórica
25- <i>Garcinia gardneriana</i> (Planch & Triana) Zappi	Clusiaceae	Zoocórica
26- <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	Elaeocarpaceae	Zoocórica
27- <i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Euphorbiaceae	Zoocórica
28- <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Zoocórica
29- <i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Phyllanthaceae	Zoocórica
30- <i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	Zoocórica
31- <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Euphorbiaceae	Zoocórica
32- <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Plax.	Euphorbiaceae	Zoocórica
33- <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	Euphorbiaceae	Autocórica
34- <i>Dahlstedtia pinnata</i> (Benth.) Malme	Fabaceae	Anemocórica

35- <i>Dalbergia cf. frutescens</i> (Vell.) Britton	Fabaceae	Anemocórica
36- <i>Machaerium lanceolatum</i> (Vell.) Macbr.	Fabaceae	Anemocórica
37- <i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	Fabaceae	Anemocórica
38- <i>Machaerium scleroxylon</i> Tull.	Fabaceae	Anemocórica
39- <i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	Fabaceae	Anemocórica
40- <i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	Zoocórica
41- <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	Zoocórica
42- <i>Cryptocaria moschata</i> Nees & Mart.	Lauraceae	Zoocórica
43- <i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.	Lauraceae	Zoocórica
44- <i>Nectandra membranaceae</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	Zoocórica
45- <i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	Lauraceae	Zoocórica
46- <i>Ocotea glaziovii</i> Mez	Lauraceae	Zoocórica
47- <i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	Zoocórica
48- <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecytidaceae	Anemocórica
49- <i>Leandra mossenii</i> Cogn.	Melastomataceae	Zoocórica
50- <i>Miconia pyrifolia</i> Naud.	Melastomataceae	Zoocórica
51- <i>Tibouchina pulchra</i> (Cham.) Cogn.	Melastomataceae	Anemocórica
52- <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	Zoocórica
53- <i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Meliaceae	Zoocórica
54- <i>Trichilia lepidota</i> Mart.	Meliaceae	Zoocórica
55- <i>Inga edulis</i> Mart.	Mimosaceae	Zoocórica
56- <i>Inga bullata</i> Benth.	Mimosaceae	Zoocórica
57- <i>Inga marginata</i> Willd.	Mimosaceae	Zoocórica
58- <i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) Lewis & Lima	Mimosaceae	Anemocórica
59- <i>Mollinedia schottiana</i> Perkins	Monimiaceae	Zoocórica
60- <i>Mollinedia uleana</i> Perkins	Monimiaceae	Zoocórica
61- <i>Ficus insipida</i> Willd	Moraceae	Zoocórica
62- <i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	Zoocórica
63- <i>Virola bicuhyba</i> (Schott) Warb.	Myristicaceae	Zoocórica
64- <i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Myrsinaceae	Zoocórica
65- <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg.	Myrtaceae	Zoocórica
66- <i>Calycorectes australis</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
67- <i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	Myrtaceae	Zoocórica
68- <i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) Legr.	Myrtaceae	Zoocórica
69- <i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
70- <i>Eugenia cuprea</i> (O. Berg) Nied.	Myrtaceae	Zoocórica
71- <i>Eugenia oblongata</i> O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
72- <i>Eugenia riedeliana</i> O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica

73- <i>Gomidesia spectabilis</i> (DC.) O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
74- <i>Marlierea</i> cf. <i>obscura</i> O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
75- <i>Marlierea</i> cf. <i>reizii</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
76- <i>Marlierea tomentosa</i> Cambess	Myrtaceae	Zoocórica
77- <i>Myrcia</i> aff. <i>leucantha</i> (Berg.) N. Siqueira	Myrtaceae	Zoocórica
78- <i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	Myrtaceae	Zoocórica
79- <i>Myrcia racemosa</i> (O. Berg) Kiaersk.	Myrtaceae	Zoocórica
80- <i>Psidium cattleyanum</i> Sabine	Myrtaceae	Zoocórica
81- <i>Neea schwackeana</i> Heimerl	Myrtaceae	Zoocórica
82- <i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	Olacaceae	Zoocórica
83- <i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Zoocórica
84- <i>Piper gigantifolium</i> C. DC.	Piperaceae	Zoocórica
85- <i>Roupala paulensis</i> Sleumer	Proteaceae	Autocórica
86- <i>Quiina glaziovii</i> Engl.	Quinaceae	Zoocórica
87- <i>Prunus selowii</i> Kohene	Rosaceae	Zoocórica
88- <i>Psychotria mapoureoides</i> DC.	Rubiaceae	Zoocórica
89- <i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schlecht.) Wawra	Rubiaceae	Zoocórica
90- <i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.	Rubiaceae	Zoocórica
91- <i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	Rubiaceae	Zoocórica
92- <i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	Rutaceae	Autocórica
93- <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	Zoocórica
94- <i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk	Sapindaceae	Zoocórica
95- <i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Sapindaceae	Zoocórica
96- <i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	Zoocórica
97- <i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	Sapotaceae	Zoocórica
98- <i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	Sapotaceae	Zoocórica
99- <i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	Zoocórica
100- <i>Symplocos mosenii</i> Brand	Symplocaceae	Zoocórica
101- <i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	Symplocaceae	Zoocórica
102- <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Verbenaceae	Zoocórica
103 - <i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	Vochysiaceae	Anemocórica

\* Os dados sobre síndromes de dispersão foram baseados em observações pessoais de campo e de literatura (Zoocóricas = diásporos adaptados à dispersão por animais, Anemocóricas = diásporos adaptados à dispersão pelo vento, Autocóricas = diásporos que não apresentam adaptação evidente para dispersão pelas categorias anteriores, agrupando espécies barocóricas e com dispersão explosiva).

APÊNDICE III: Espécies arbóreas encontradas na floresta de encosta da Ilha do Cardoso, segundo Melo & Mantovani (1994).

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Modo de Dispersão*</b>
1- <i>Rollinea sericea</i> (R. E. Fr.) R. E. Fr.	Annonaceae	Zoocórica
2- <i>Xylopia langsdorffiana</i> A. St.-Hil. & Tul.	Annonaceae	Zoocórica
3- <i>Malouetia arborea</i> (Vell.) Miers	Apocynaceae	Anemocórica
4- <i>Ilex dumosa</i> Reissek	Aquifoliaceae	Zoocórica
5- <i>Ilex integerrima</i> Reissek	Aquifoliaceae	Zoocórica
6- <i>Ilex theezans</i> var. <i>grandifolia</i> Loes	Aquifoliaceae	Zoocórica
7- <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	Arecaceae	Zoocórica
8- <i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret.	Arecaceae	Zoocórica
9- <i>Bactris setosa</i> Mart.	Arecaceae	Zoocórica
10- <i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	Zoocórica
11- <i>Geonoma gamiova</i> Barb. Rodr.	Arecaceae	Zoocórica
12- <i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Bignoniaceae	Anemocórica
13- <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) G. Nicholson	Bignoniaceae	Anemocórica
14- <i>Cordia sellwiana</i> Cham.	Boraginaceae	Zoocórica
15- <i>Protium kleinii</i> Cuatrec	Burseraceae	Zoocórica
16- <i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	Caesalpinaceae	Zoocórica
17- <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Caesalpinaceae	Anemocórica
18- <i>Swartzia macrostachya</i> Benth.	Caesalpinaceae	Zoocórica
19- <i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	Caesalpinaceae	Zoocórica
20- <i>Capsicodendron dinissi</i> (Schwacke) Occhiani	Cannellaceae	Zoocórica
21- <i>Cecropia glaziovii</i> Smetl.	Urticaceae	Zoocórica
22- <i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	Urticaceae	Zoocórica
23- <i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	Zoocórica
24- <i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex. DC.	Chrysobalanaceae	Zoocórica
25- <i>Parinari brasiliensis</i> (Scott.) Hook. f.	Chrysobalanaceae	Zoocórica
26- <i>Parinari excelsa</i> Sabine	Chrysobalanaceae	Zoocórica
27- <i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	Clusiaceae	Zoocórica
28- <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	Elaeocarpaceae	Zoocórica
29- <i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Euphorbiaceae	Zoocórica
30- <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Zoocórica
31- <i>Croton macrobothrys</i> Baill.	Euphorbiaceae	Autocória
32- <i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	Phyllanthaceae	Zoocórica
33- <i>Pausandra morisiana</i> (Casar.) Radlk.	Euphorbiaceae	Autocória
34- <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Plax.	Euphorbiaceae	Zoocórica

35- <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	Euphorbiaceae	Autocórica
36- <i>Centrolobium rebustum</i> (Vell.) Mart. ex Benth.	Fabaceae	Anemocórica
37- <i>Dahlstedtia pinnata</i> (Benth.) Malme	Fabaceae	Anemocórica
38- <i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	Fabaceae	Anemocórica
39- <i>Machaerium scleroxylon</i> Tull.	Fabaceae	Anemocórica
40- <i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Fabaceae	Anemocórica
41- <i>Myroxylon peruiferum</i> L. F.	Fabaceae	Anemocórica
42- <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	Fabaceae	Zoocórica
43- <i>Platymiscium floribundus</i> Vogel	Fabaceae	Anemocórica
44- <i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	Anemocórica
45- <i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	Zoocórica
46- <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	Zoocórica
47- <i>Vantanea compacta</i> (Schizl.) Cuatr.	Humiriaceae	Zoocórica
48- <i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	Icacinaceae	Zoocórica
49- <i>Lacistema lucidum</i> Schnizl.	Lacistemaceae	Zoocórica
50- <i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart.	Lauraceae	Zoocórica
51- <i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.	Lauraceae	Zoocórica
52- <i>Licaria armeniaca</i> (Ness) Koesterm.	Lauraceae	Zoocórica
53- <i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	Zoocórica
54- <i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	Zoocórica
55- <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecytidaceae	Anemocórica
56- <i>Talauma ovata</i> A. St.-Hil.	Magnoliaceae	Zoocórica
57- <i>Barnebya dispar</i> (Griseb) W. Ander. & R. Gates	Malpighiaceae	Anemocórica
58- <i>Leandra mossenii</i> Cogn.	Melastomataceae	Zoocórica
59- <i>Miconia cabussu</i> Hoehne	Melastomataceae	Zoocórica
60- <i>Miconia dodecandra</i> Cogn.	Melastomataceae	Zoocórica
61- <i>Miconia pyrifolia</i> Naud.	Melastomataceae	Zoocórica
62- <i>Miconia rigidiuscula</i> Cogn.	Melastomataceae	Zoocórica
63- <i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	Zoocórica
64- <i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Anemocórica
65- <i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	Meliaceae	Zoocórica
66- <i>Trichilia pallens</i> C. DC.	Meliaceae	Zoocórica
67- <i>Trichilia lepidota</i> Mart. (Harms) T. D. Penn.	Meliaceae	Zoocórica
68- <i>Trichilia silvatica</i> C. DC.	Meliaceae	Zoocórica
69- <i>Acacia polyphylla</i> DC.	Mimosaceae	Anemocórica
70- <i>Inga edulis</i> Mart.	Mimosaceae	Zoocórica
71- <i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) Lewis & Lima	Mimosaceae	Anemocórica
72- <i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	Monimiaceae	Zoocórica

73- <i>Mollinedia uleana</i> Perkins	Monimiaceae	Zoocórica
74- <i>Brosimum glazioui</i> Taub.	Moraceae	Zoocórica
75- <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae	Zoocórica
76- <i>Ficus insipida</i> Willd	Moraceae	Zoocórica
77- <i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq	Moraceae	Zoocórica
78- <i>Ficus pulchella</i> Schott	Moraceae	Zoocórica
79- <i>Sorocea bonplandii</i> (Bail.) W. C. Burg., Lanj. & Wess. Boer	Moraceae	Zoocórica
80- <i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	Zoocórica
81- <i>Virola bicuhyba</i> (Schott) Warb.	Myristicaceae	Zoocórica
82- <i>Ardisia catharinensis</i> Mez	Myrsinaceae	Zoocórica
83- <i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Myrsinaceae	Zoocórica
84- <i>Myrsine guyanensis</i> Aubl.	Myrsinaceae	Zoocórica
85- <i>Myrsine umbellata</i> (Mart.) Mez	Myrsinaceae	Zoocórica
86- <i>Calycorectes australis</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
87- <i>Calyptranthes lanceolata</i> O. Berg. var. <i>catharinensis</i> Legr.	Myrtaceae	Zoocórica
88- <i>Calyptranthes lucida</i> (O. Berg) Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
89- <i>Campomanesis guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	Myrtaceae	Zoocórica
90- <i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) Legr.	Myrtaceae	Zoocórica
91- <i>Eugenia pruinosa</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
92- <i>Eugenia cuprea</i> (O. Berg) Nied.	Myrtaceae	Zoocórica
93- <i>Eugenia mosenii</i> (Kausel) Sobral	Myrtaceae	Zoocórica
94- <i>Eugenia moraviana</i> O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
95- <i>Eugenia oblongata</i> O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
96- <i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
97- <i>Gomidesia flagellaris</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
98- <i>Gomidesia spectabilis</i> (DC.) O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
99- <i>Marlierea antonia</i> (O. Berg.) Legr.	Myrtaceae	Zoocórica
100- <i>Marlierea reitzii</i> D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
101- <i>Marlierea tijucensis</i> (Kiaersk.) D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
102- <i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	Myrtaceae	Zoocórica
103- <i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardn.) Legr. & Kaus.	Myrtaceae	Zoocórica
104- <i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg	Myrtaceae	Zoocórica
105- <i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	Myrtaceae	Zoocórica
106- <i>Myrcia racemosa</i> (O. Berg) Kiaersk.	Myrtaceae	Zoocórica
107- <i>Myrcia tenuivenosa</i> Kiaers	Myrtaceae	Zoocórica
108- <i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand	Myrtaceae	Zoocórica
109- <i>Psidium cattleyanum</i> Sabine	Myrtaceae	Zoocórica
110- <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	Zoocórica

111- <i>Ouratea parviflora</i> (A. DC.) Baill.	Ochnaceae	Zoocórica
112- <i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	Olacaceae	Zoocórica
113- <i>Tetrastylidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer.	Olacaceae	Zoocórica
114- <i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Zoocórica
115- <i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	Autocórica
116- <i>Roupala paulensis</i> Sleumer	Proteaceae	Autocórica
117- <i>Quiina glaziovii</i> Engl.	Quinaceae	Zoocórica
118- <i>Alibertia myrciifolia</i> K. Schum.	Rubiaceae	Zoocórica
119- <i>Alseis floribunda</i> Schott	Rubiaceae	Autocórica
120- <i>Chomelia catharinae</i> (L. B. Sm. & Downs) Steyerm.	Rubiaceae	Zoocórica
121- <i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Benth. & Hook. ex Müll. Arg.	Rubiaceae	Zoocórica
122- <i>Ixora burchelliana</i> Müll. Arg.	Rubiaceae	Zoocórica
123- <i>Psychotria mapoureoides</i> DC.	Rubiaceae	Zoocórica
124- <i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schlecht.) Wawra	Rubiaceae	Zoocórica
125- <i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.	Rubiaceae	Zoocórica
126- <i>Psychotria pubigera</i> Schltld.	Rubiaceae	Zoocórica
127- <i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	Rubiaceae	Zoocórica
128- <i>Angostura odoratissima</i> (Lindl.) Cowan & Smith	Rutaceae	Zoocórica
129- <i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	Rutaceae	Autocórica
130- <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	Zoocórica
131- <i>Meliosma sellowii</i> Urb.	Sabiaceae	Zoocórica
132- <i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	Sapindaceae	Zoocórica
133- <i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Sapindaceae	Zoocórica
134- <i>Matayba</i> cf. <i>juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk.	Sapindaceae	Zoocórica
135- <i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	Sapotaceae	Zoocórica
136- <i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	Sapotaceae	Zoocórica
137- <i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	Sapotaceae	Zoocórica
138- <i>Pouteria</i> cf. <i>laurifolia</i> (Gomes) Radlk	Sapotaceae	Zoocórica
139- <i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	Zoocórica
140- <i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	Sapotaceae	Zoocórica
141- <i>Solanum inaequale</i> Vell.	Solanaceae	Zoocórica
142- <i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	Solanaceae	Zoocórica
143- <i>Symplocos mosenii</i> Brand	Symplocaceae	Zoocórica
144- <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Ulmaceae	Zoocórica
145- <i>Urera nitida</i> (Vell.) P. Brack	Urticaceae	Zoocórica
146- <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Verbenaceae	Zoocórica
147- <i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	Vochysiaceae	Anemocórica

---

\* Os dados sobre síndromes de dispersão foram baseados em observações pessoais de campo e de literatura (Zoocóricas = diásporos adaptados à dispersão por animais, Anemocóricas = diásporos adaptados à dispersão pelo vento, Autocóricas = diásporos que não apresentam adaptação evidente para dispersão pelas categorias anteriores, agrupando espécies barocóricas e com dispersão explosiva).



APÊNDICE IV. Fotos sem escala de algumas espécies arbóreas selecionadas na floresta de restinga que são consumidas por aves (Fonte: E. R. Castro e E. Cazeta).



*Byrsonimia ligustrifolia*  
(Malpighiaceae)



*Eugenia sulcata*  
(Myrtaceae)



*Gomidesia fenziiana*  
(Myrtaceae)



*Guapira opposita*  
(Nyctaginaceae)



*Maytenus robusta*  
(Celastraceae)



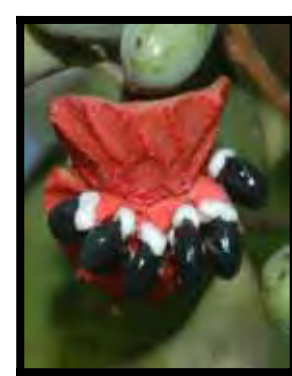
*Myrcia rostrata*  
(Myrtaceae)



*Ocotea pulchella*  
(Lauraceae)



*Tapirira guianensis*  
(Anacardiaceae)



*Xylopia langsdorffiana*  
(Annonaceae)

APÊNDICE V. Fotos sem escala de algumas espécies arbóreas selecionadas na floresta de planície que são consumidas por aves (Fonte: E. R. Castro e E. Cazeta).



*Alchornea triplinervea*  
(Euphorbiaceae)



*Allophylus petiolulatus*  
(Sapindaceae)



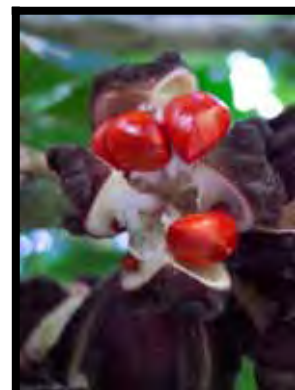
*Coussapoa microcarpa*  
(Urticaceae)



*Eugenia cerasiflora*  
(Myrtaceae)



*Ficus insipida*  
(Moraceae)



*Guarea macrophylla*  
(Meliaceae)



*Myrcia insularis*  
(Myrtaceae)



*Psychotria nuda*  
(Rubiaceae)

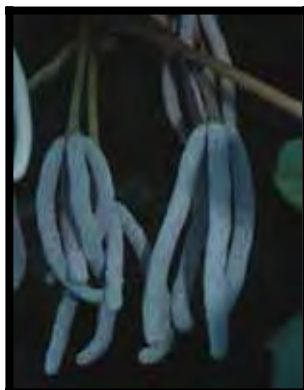


*Psychotria* sp.  
(Rubiaceae)

APÊNDICE VI. Fotos sem escala de algumas espécies arbóreas selecionadas na floresta de encosta que são consumidas por aves (Fonte: E. R. Castro e M. Galetti).



*Cabralea canjerana*  
(Meliaceae)



*Cecropia pachystachya*  
(Urticaceae)



*Ficus enormis*  
(Moraceae)



*Heisteria silvianii*  
(Olacaceae)



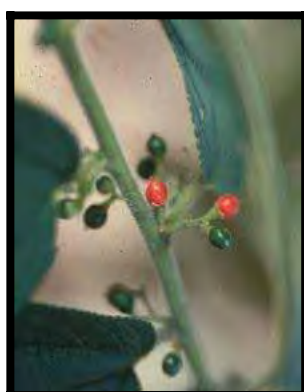
*Margaritaria nobilis*  
(Euphorbiaceae)



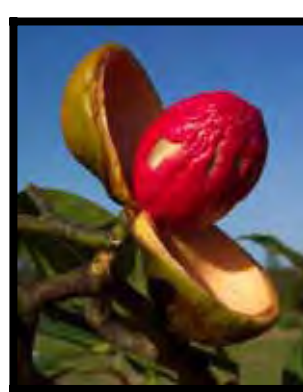
*Psychotria mapoureioides*  
(Rubiaceae)



*Protium heptaphyllum*  
(Bursaceae)



*Trema micrantha*  
(Ulmaceae)



*Virola gardneri*  
(Myristicaceae)

APÊNDICE VII. Lista das espécies arbóreas com síndrome de dispersão ornitocórica estudadas na Ilha do Cardoso. N= número de indivíduos observados, estrato (D= dossel, SD= subdossel), Frequência de frutificação (ANU=anual, BIA=bianual, CON= contínua, SUB= subanual, DES= desconhecida) e número de registro no HRCB.

<b>FAMÍLIAS</b> <b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>Estrato</b>	<b>Frequência</b>	<b>No. de registro (HRCB)</b>
<b>ANACARDIACEAE</b>				
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	7	D	BIA	41275
<b>ANNONACEAE</b>				
<i>Rollinia sericea</i> (R. E. Fr) R. E. Fr.	1	D	ANU	39765
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	1	D	DES	-
<i>Xylopia langsdorfiana</i> St.-Hilaire & Tulasne	7	SD	SUB	39744
<b>APOCYNACEAE</b>				
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	2	SD	BIA	41285
<b>AQUIFOLIACEAE</b>				
<i>Ilex amara</i> (Mill.) Loes	3	D	CON	39761
<i>Ilex integerrima</i> Reissek	3	D	DES	-
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil.	2	D	ANU	-
<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek	1	D	CON	39770
<i>Ilex theazans</i> Mart.	75	D	CON	39727
<b>ARALIACEAE</b>				
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	3	D	ANU	41246
<b>BURSERACEAE</b>				
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	2	D	ANU	36711
<b>CANELLACEAE</b>				
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	4	SD	BIA	39745
<b>CELASTRACEAE</b>				
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	2	SD	BIA	47315
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>				
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	1	SD	ANU	41271
<b>CLUSIACEAE</b>				
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	20	D	BIA	39771
<b>ELAEOCARPACEAE</b>				
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	15	D	ANU	41233
<b>ERYTHROXLAEEAE</b>				
<i>Erythroxylum amplifolium</i> Baill.	2	SD	ANU	39752
<i>Erythroxylum</i> sp.	1	SD	BIA	-

continua

<b>FAMÍLIAS</b> <b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>Estrato</b>	<b>Frequência</b>	<b>No. de registro (HRCB)</b>
<b>EUPHORBIACEAE</b>				
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	6	D	SUB	39760
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	32	D	SUB	39758
<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	1	D	BIA	-
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	7	D	CON	41249
<b>FABACEAE</b>				
<i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J. WGrimes	1	D	ANU	-
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	1	D	BIA	-
<b>ICACINACEAE</b>				
<i>Citronella cf. paniculata</i> (Mart.) R. A. Howard	1	D	ANU	-
<b>LACISTEMACEAE</b>				
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	1	D	ANU	47300
<b>LAURACEAE</b>				
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	2	D	BIA	41280
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & C. Mart.	4	D	ANU	-
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.	3	SD	ANU	47336
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb	5	D	ANU	39723
<i>Ocotea teleiandra</i> Mez	2	SD	BIA	47311
<i>Ocotea pulchella</i> (Ness) Mez	23	D	CON	39738
<i>Ocotea nunesiana</i> (Attimo -Gil) Baitello	1	D	ANU	47295
<i>Ocotea</i> sp.	1	D	DES	47281
Lauraceae sp.1	2	D	DES	-
Lauraceae sp.2	1	D	DES	-
<b>MAGNOLIACEAE</b>				
<i>Talauma ovata</i> A. St.-Hil.	2	D	ANU	-
<b>MALPIGHIACEAE</b>				
<i>Byrsonima ligustrifolia</i> Saint-Hilaire	1	D	BIA	39749
<b>MELASTOMATACEAE</b>				
<i>Miconia cabussu</i> Hoehne	1	D	BIA	-
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	2	D	ANU	41241
<i>Miconia rigidiuscula</i> Cogn.	1	D	ANU	-
<b>MELIACEAE</b>				
<i>Cabralea canjerana</i> (Mill.) Mart.	2	D	BIA	-
<i>Guarea macrophylla</i> Ahl	6	SD	ANU	39763
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	2	D	ANU	47304
<b>MONIMIACEAE</b>				
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	14	SD	ANU	41256

continuaçã

<b>FAMÍLIAS</b> <b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>Estrato</b>	<b>Frequência</b>	<b>No. de registro (HRCB)</b>
<i>Mollinedia triflora</i> (Spreng) Tul.	1	SD	BIA	47287
<i>Mollinedia uleana</i> Perkins	6	SD	ANU	39748
<i>Mollinedia</i> sp.	1	SD	ANU	-
<b>MORACEAE</b>				
<i>Ficus insipida</i> Wt.	1	D	ANU	41265
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C. D. Bouch é	1	D	BIA	47290
<i>Ficus eximia</i> Schott	3	D	BIA	47289
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj & W.S. Boer	8	SD	BIA	36703
<b>MYRISTICACEAE</b>				
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Wt.	11	D	ANU	39743
<i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Wt.	3	D	DES	41267
<b>MYRSINACEAE</b>				
<i>Myrsine venosa</i> A. DC.	1	D	DES	-
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	2	D	ANU	39775
<b>MYRTACEAE</b>				
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	1	D	SUB	-
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	2	D	ANU	-
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiersk.	2	D	ANU	41263
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	1	D	BIA	-
<i>Eugenia acutata</i> Miq.	1	D	DES	46614
<i>Eugenia</i> aff. <i>hatschbachii</i> D. Legrand	1	D	DES	-
<i>Eugenia bacopari</i> D. Legrand	3	D	DES	46621
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	2	D	ANU	46609
<i>Eugenia copacabanensis</i> Kiersk.	1	D	DES	-
<i>Eugenia cuprea</i> (O. Berg) Mattos	10	SD	CON	39746
<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg	5	D	ANU	46610
<i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	8	D	ANU	41236
<i>Eugenia neoaustralis</i> Sobral	3	D	BIA	46619
<i>Eugenia neoglomerata</i> Sobral	3	D	ANU	46623
<i>Eugenia platysema</i> O. Berg.	1	D	ANU	46618
<i>Eugenia pruinosa</i> D. Legrand	2	D	BIA	-
<i>Eugenia</i> sp.1	1	D	ANU	-
<i>Eugenia</i> sp.2	2	D	DES	-
<i>Eugenia</i> sp.3	1	D	BIA	-
<i>Eugenia</i> sp.4	1	D	DES	-
<i>Eugenia</i> sp.5	1	D	ANU	-
<i>Eugenia</i> sp.6	9	D	ANU	-
<i>Eugenia</i> sp.7	1	D	DES	-
<i>Eugenia</i> sp.8	1	D	DES	-
<i>Eugenia</i> sp.9	2	D	DES	-
<i>Eugenia sulcata</i> Spring & Martius	2	D	BIA	41278

continuaçã

<b>FAMÍLIAS</b> <b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>Estrato</b>	<b>Frequência</b>	<b>No. de registro (HRCB)</b>
<i>Gomidesia fenzliana</i> O. Berg	12	D	ANU	39737
<i>Gomidesia flagellaris</i> D. Legrand	1	SD	SUB	39747
<i>Gomidesia spectabilis</i> (DC.) O. Berg	6	SD	ANU	39724
<i>Gomidesia tijucensis</i> (Kiaersk.) D. Legrand	5	D	ANU	46608
<i>Marlierea obscura</i> O. Berg	7	D	ANU	39769
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	1	D	ANU	46617
<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	6	D	BIA	39725
<i>Myrcia bicarinata</i> (O. Berg) D. Legrand	1	D	DES	41228
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	3	D	ANU	41268
<i>Myrcia racemosa</i> (O. Berg) Kiaersk.	1	SD	DES	47309
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	5	SD	ANU	41274
<i>Myrcia</i> sp.	1	D	BIA	-
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand	13	D	ANU	46604
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	1	D	BIA	-
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	22	D	ANU	39742
<b>NYCTAGINACEAE</b>				
<i>Guapira opposita</i> (Müll.) Reitz	2	SD	ANU	39751
<b>OLACACEAE</b>				
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	3	D	DES	36704
<i>Tetrastylidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer	6	D	ANU	47293
<b>PHYLLANTHACEAE</b>				
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemã	19	D	ANU	-
<b>QUIINACEAE</b>				
<i>Quiina glazovii</i> Engl.	3	D	DES	41270
<b>RHAMNACEAE</b>				
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	1	D	ANU	41245
<b>RUBIACEAE</b>				
<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex KSchum.	2	D	ANU	41227
<i>Amaioua intermedia</i> Mart.	6	D	ANU	41276
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.	2	D	DES	-
<i>Psychotria nemorosa</i> Gardner	1	SD	ANU	47275
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wray	16	SD	CON	39776
<i>Psychotria</i> sp.	2	SD	ANU	-
<i>Rudgea jasminooides</i> (Cham.) Müll. Arg.	11	SD	SUB	41250
<i>Rudgea recurva</i> Müll. Arg.	1	SD	ANU	47276
<b>RUTACEAE</b>				
<i>Zanthoxylum</i> cf. <i>rhoifolium</i> Lam.	1	D	DES	-
<b>SALICACEAE</b>				
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	5	D	ANU	47305

continuaçã

<b>FAMÍLIAS</b> <b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>Estrato</b>	<b>Frequência</b>	<b>No. de registro (HRCB)</b>
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	D	BIA	41289
<b>SAPINDACEAE</b>				
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1	SD	ANU	41254
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	11	D	ANU	39764
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	3	D	BIA	41238
<b>SAPOTACEAE</b>				
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	16	D	ANU	41287
<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	10	D	ANU	41288
<i>Chrysophyllum</i> sp.	2	D	ANU	-
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	3	D	ANU	39766
<b>SYMPLOCACEAE</b>				
<i>Symplocos neglecta</i> Brand.	1	D	DES	-
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	1	D	ANU	41251
<i>Symplocos variabilis</i> Mart.	2	D	ANU	47307
<b>THEACEAE</b>				
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	16	D	ANU	39753
<b>ULMACEAE</b>				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1	D	SUB	41240
<b>URTICACEAE</b>				
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	4	SD	ANU	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Tréul	1	SD	BIA	-
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1	SD	BIA	47340



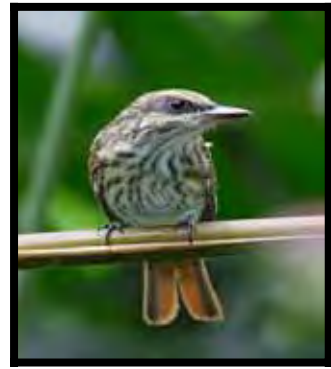
APÊNDICE VIII. Fotos das 16 espécies de aves selecionadas no presente estudo. Estas fotos não apresentam escalas e são apenas ilustrativas (Fonte: google imagens).



*Aburria jacutinga*  
(Cracidae)



*Carpornis melanocephala*  
(Cotingidae)



*Myiodynastes maculatus*  
(Tyrannidae)



*Penelope obscura*  
(Cracidae)



*Penelope superciliares*  
(Cracidae)



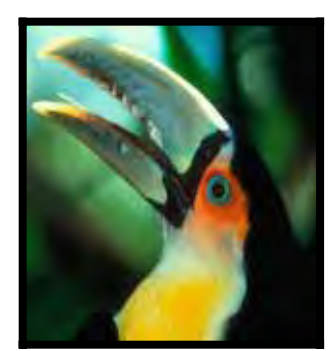
*Pitangus sulphuratus*  
(Tyrannidae)



*Procnias nudicollis*  
(Cotingidae)



*Pyroderus scutatus*  
(Cotingidae)



*Ramphastos dicolorus*  
(Ramphastidae)



*Ramphastos vitellinus*  
(Ramphastidae)



*Selenidara maculirostris*  
(Ramphastidae)



*Turdus albicollis*  
(Turdidae)



*Turdus amaurochalinus*  
(Turdidae)



*Turdus flavipes*  
(Turdidae)



*Turdus rufiventris*  
(Turdidae)



*Tyrannus melancholicus*  
(Tyrannidae)

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)