
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANA CLARA MARÇAL ROSA

**O PAPEL DA FRAGMENTAÇÃO
FLORESTAL NA GUILDA DE
DISPERSORES DE SEMENTES E
FRUGIVORIA DE UMA PALMEIRA NA
MATA ATLÂNTICA**

ANA CLARA MARÇAL ROSA

O PAPEL DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA GUILDA DE
DISPERSORES DE SEMENTES E FRUGIVORIA DE UMA
PALMEIRA NA MATA ATLÂNTICA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. MARINA CORRÊA CÔRTEZ

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro,
para obtenção do grau de bacharela e
licenciada em Ciências Biológicas

Rio Claro
2016

582.0467 Rosa, Ana Clara Marçal
R788p O papel da fragmentação florestal na guilda de dispersores
de sementes e frugivoria de uma palmeira na Mata Atlântica /
Ana Clara Marçal Rosa. - Rio Claro, 2016
43 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e
bacharelado - Ciências biológicas) - Universidade Estadual
Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientadora: Marina Corrêa Côrtes

1. Sementes. 2. Dispersão de sementes. 3. Ecologia da
paisagem. 4. Efetividade de dispersão. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me presenteado com sabedoria, saúde e capacidade para realizar esse trabalho.

Em segundo lugar agradeço à minha família, pois sem eles nada seria possível. Aos meus pais, por todo o incentivo e amor dado a mim desde o momento que escolhi a biologia, não apenas como profissão, mas como estilo de vida, me apoiando em cada viagem de campo, em cada plano para o futuro e financiando meus estudos. Ao meu irmão, João Vitor, que além de me fazer companhia em Rio Claro e tornar meus dias menos solitários, sempre me ajudou quando precisei. Ao meu namorado, Samuel, que sempre respeitou minhas escolhas e esteve do meu lado em cada uma delas. Eu amo vocês!

Aos meus tios, avós, primos e amigos, por cada vez que mostraram interesse na minha pesquisa, pela companhia e também por todas as orações que fizeram quando eu estava sozinha em campo ou trabalhando com serpentes. Sobrevivi, família!

A minha orientadora, Marina C. Côrtes, pela paciência, ajuda, ensinamentos e por ter sido sempre muito gentil comigo. A Carolina Carvalho, por me socorrer no mapeamento e análises das paisagens.

E, finalmente, ao pessoal da Fazenda Palmares, Sr. Nilton e Sr. Silvio, pelo estágio, pela oportunidade de fazer parte de um projeto tão incrível e por acreditar na minha capacidade.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

A dispersão de sementes tem grande importância no ciclo reprodutivo das plantas, sendo um dos fatores fundamentais que afetam o recrutamento das mesmas. Este processo é influenciado pela fragmentação e defaunação, provocando alterações não aleatórias na composição da fauna frugívora ao longo do tempo, de modo que frugívoros de grande porte são os primeiros a desaparecerem. Isto implica na precarização da dispersão, uma vez que estes animais são responsáveis por consumirem uma grande quantidade de frutos e depositar sementes a longas distâncias, possibilitando a colonização de novas áreas e conexão de populações fragmentadas. O objetivo deste projeto é avaliar a relação da frugivoria do palmito juçara *Euterpe edulis* com a estrutura e composição da paisagem ao longo de florestas fragmentadas da Mata Atlântica no estado de São Paulo. Para isso, foram feitas observações árvore-focal em indivíduos de palmeira *E. edulis* localizados em 9 diferentes paisagens. As paisagens foram definidas como um círculo de 2 km de raio centrado na área de estudo e foram caracterizadas com base nos seguintes atributos: porcentagem de cobertura florestal, grau de isolamento e heterogeneidade da matriz. A frugivoria foi quantificada pelo componente quantitativo da efetividade de dispersão de sementes que leva em consideração frequência de visitas, taxa de manipulação de frutos e probabilidade de dispersão. A composição da guilda de frugívoros e a frugivoria foram relacionadas aos atributos da paisagem. Os resultados mostraram que a frugivoria variou entre as paisagens de acordo com as características comportamentais alimentares das espécies e o porte das mesmas, sendo os frugívoros de grande porte mais abundantes em áreas mais preservadas. A porcentagem de cobertura vegetal apresentou uma tendência a abrigar uma maior assembleia de frugívoros de grande porte, onde o componente qualitativo teve maior significado devido ao comportamento dessas espécies, como a maior taxa de manipulação de frutos. O componente quantitativo foi mais alto nas espécies de médio porte, representados principalmente pela família Turdidae, que, apesar das baixas taxas de manipulação, obtiveram os maiores valores da efetividade de dispersão devido à elevada frequência de visitas. A heterogeneidade da matriz e a porcentagem de cobertura vegetal relacionaram-se positiva e significativamente com número de espécies de grande tamanho corpóreo. A cobertura florestal também teve um efeito positivo não

linear sobre o valor médio do componente quantitativo da dispersão de sementes, reforçando a importância de conservar a cobertura florestal nativa para manter os processos ecológicos em paisagens modificadas pelo homem.

Palavras-chave: Dispersão de sementes. Frugivoria. Ecologia da paisagem.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Áreas estudadas.....	9
3.2 Espécie de estudo.....	10
3.3 Análise dos dados.....	12
3.3.1 Frugivoria.....	12
3.3.2 Análise das paisagens.....	14
4 RESULTADOS.....	17
4.1 Frugivoria.....	17
4.1.1 Tamanho corpóreo das aves frugívoras.....	20
4.1.2 Componente quantitativo da efetividade de dispersão.....	22
4.2 Análise das paisagens.....	27
4.2.1 Métricas das paisagens.....	27
4.2.2 Relação entre a frugivoria e as métricas da paisagem.....	29
4.2.2.1 Porcentagem de cobertura vegetal.....	29
4.2.2.2 Heterogeneidade da matriz.....	31
5 DISCUSSÃO.....	32
5.1 Como varia a frugivoria do palmito <i>euterpe edulis</i> ao longo de paisagens fragmentadas?.....	33
5.2 Como a estrutura e composição da paisagem está relacionada à frugivoria do palmito <i>euterpe edulis</i>?.....	35
6 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A conversão do uso e cobertura da terra e os distúrbios naturais nos ecossistemas contemporâneos estão relacionados às alterações ambientais causadas pela atividade humana (TURNER, 2005). Entre os principais impactos figurando como ameaças à biodiversidade nos trópicos estão a fragmentação e a perda de habitat (FAHRIG, 1997), processos que alteram a estrutura das paisagens (METZGER, 1999).

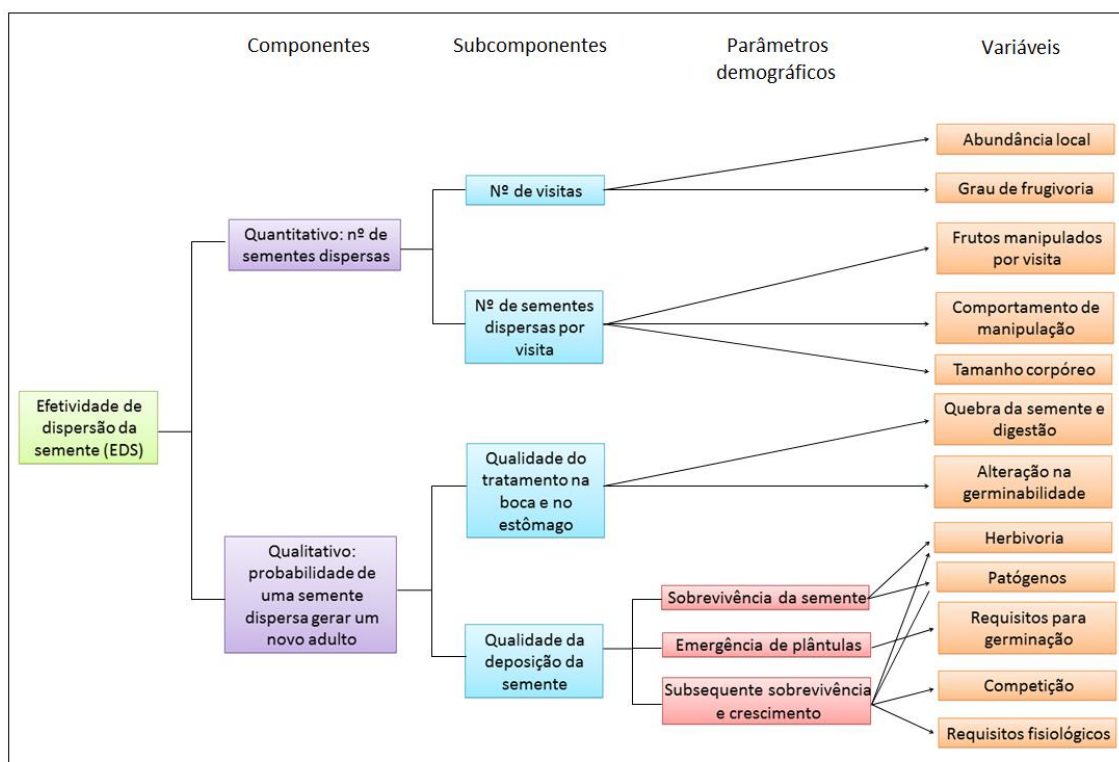
Uma paisagem é um mosaico heterogêneo composto por unidades interativas de vegetação, ecossistemas ou de uso e ocupação de terras, cujas estruturas são definidas pela área, forma e disposição espacial das unidades (METZGER, 1999; 2001). É sabido que a fragmentação florestal dificulta o movimento dos organismos entre estas unidades de vegetação que compõem a paisagem (FAHRIG, 2007), podendo reduzir a imigração, a dispersão de sementes por animais e a remoção de frutos (CORDEIRO et al., 2009; SEBBENN et al., 2011), resultando em uma menor diversidade genética dentro das populações ao longo do tempo (AGUILAR et al., 2008).

A dispersão de sementes pode ser considerada o primeiro processo desencadeando o recrutamento das plantas (WANG E SMITH, 2002). No entanto, esse processo pode ser afetado pela fragmentação e defaunação, que acarretam em alterações não aleatórias na composição da fauna frugívora ao longo do tempo, de modo que frugívoros de grande porte são os primeiros a desaparecerem (JORDANO et al., 2006; GALETTI et al., 2013). Estes animais são responsáveis por consumirem uma grande quantidade de frutos e depositarem sementes a longas distâncias, possibilitando a colonização de novas áreas e conexão de populações fragmentadas.

Uma maneira de quantificar a frugivoria de espécies de animais é através da caracterização da efetividade de dispersão da semente (Figura 1), que está relacionada com a quantidade de frutos removidos e qualidade do tratamento e da deposição das sementes desencadeadas pelos dispersores (JORDANO e SCHUPP, 2000). O componente quantitativo da dispersão de sementes é o produto da frequência de visitas, taxa de manipulação de frutos e probabilidade de dispersão

(proporção de frutos dispersos em relação aos manipulados; CÔRTEZ, 2006). A quantidade de frutos removidos e o número de visitas realizadas à planta podem ser influenciados por três componentes: a abundância do frugívoro naquele local, o tipo de dieta do frugívoro (importância de tal fruto em específico para a dieta do animal) e a confiabilidade do dispersor em escala temporal e espacial (JORDANO e SCHUPP, 2000). A taxa de remoção de frutos está relacionada com a categoria comportamental, sendo que os animais incluídos na categoria “engolidores” são considerados melhores dispersores que os mastigadores e consumidores de polpa (JORDANO e SCHUPP, 2000; CÔRTEZ, 2006). Por fim, o componente qualitativo da efetividade da dispersão se refere ao tratamento dado às sementes pelos frugívoros, como a predação, dispersão, viabilidade das sementes pós-ingestão e velocidade de germinação; e os padrões de deposição de sementes no espaço, que definem as manchas de semente.

Figura 1: Um fluxograma hierárquico que representa os determinantes de “Seed Dispersal Effectiveness - SDE” - Efetividade da Dispersão de Sementes (EDS), por um modelo de sistema de dispersão de sementes endozoocórica.



Legenda: 'Componentes' e 'Subcomponentes' fornecem o quadro principal de organização para o desenvolvimento de estudos e cálculo de EDS. 'Parâmetros demográficos' representam uma tabela

de vida simplificada que determina a „Qualidade de Deposição de sementes“. „Variáveis“ são variáveis mensuráveis representativas que são relevantes para estudos da EDS. Caixas conectadas por linhas em ângulo reto com um 'x' representam fatores que são, pelo menos em princípio, multiplicativos (por exemplo, o número de visitas x o número de sementes dispersas por visita = número de sementes dispersas). As linhas retas com círculos fechados nas extremidades indicam que a variável afeta o „subcomponente“ ou „parâmetros demográficos“, mas não são multiplicativos. **Fonte:** adaptado de Schupp et al. (2010).

A composição da assembleia de frugívoros e a dispersão de sementes desencadeada por esses animais podem ser determinados por fatores bióticos e abióticos da área que habitam. Por exemplo, em uma escala mais ampla a estrutura e composição da paisagem podem influenciar na abundância dos frugívoros e na capacidade de rastrear recursos alimentares. Já em uma escala menor, as propriedades da planta e características ambientais do habitat podem interferir na maneira como o frugívoro interage com os frutos e os locais onde as sementes são depositadas. Sendo assim, a dispersão de sementes, a alta biodiversidade e a conectividade entre populações podem ainda ser preservadas em pequenos fragmentos se algumas características como a área da vegetação, disponibilidade de recursos, a composição da matriz e a conectividade estrutural forem adequados para a manutenção das atividades dos frugívoros (METZGER, 1999).

Um exemplo de bioma biodiverso que vem sofrendo ampla fragmentação e perda florestal é a Mata Atlântica. Uma das maiores florestas tropicais das Américas cuja cobertura original totalizava aproximadamente 150 milhões de hectares que se expandiam ao longo de 17 estados brasileiros, parte do Paraguay e Argentina. Devido à grande devastação de origem antrópica e ao alto grau de endemismo, este bioma é caracterizado atualmente como um *hotspot* mundial de biodiversidade (RIBEIRO et al., 2009). A devastação atingiu 88,2% da cobertura da Mata Atlântica, restando apenas 11,7% da vegetação original distribuídas em 247,173 fragmentos – onde 83,4% dos fragmentos possuem área menor que 50 hectares (RIBEIRO et al., 2009).

A devastação antrópica causa a extinção local de muitas espécies-chaves, como o palmito juçara *Euterpe edulis*. Esta planta já foi a palmeira nativa mais comum na Mata Atlântica (GALETTI et al., 1999) mas está cada vez mais rara devido à perda de habitat e exploração desenfreada para a comercialização do

palmito, ocupando hoje a lista das espécies ameaçadas de extinção (GUERRA et al., 1984; CALVI E PIÑA-RODRIGUES, 2005; RAUPP, BRACK E LEITE, 2009). A extinção das espécies-chaves condiciona a ocorrência de extinções secundárias de espécies dependentes, causando desequilíbrios ecológicos (METZGER, 1999).

Com base nas implicações que a dispersão de sementes possui para a abundância, distribuição e genética das espécies de plantas, é importante que entendamos como as modificações na paisagem alteram a composição da assembleia de frugívoros e suas interações com plantas.

2 OBJETIVOS

Caracterizar a frugivoria do palmito juçara *Euterpe edulis* ao longo de florestas fragmentadas na Mata Atlântica do estado de São Paulo. Especificamente, pretendeu-se responder às seguintes perguntas:

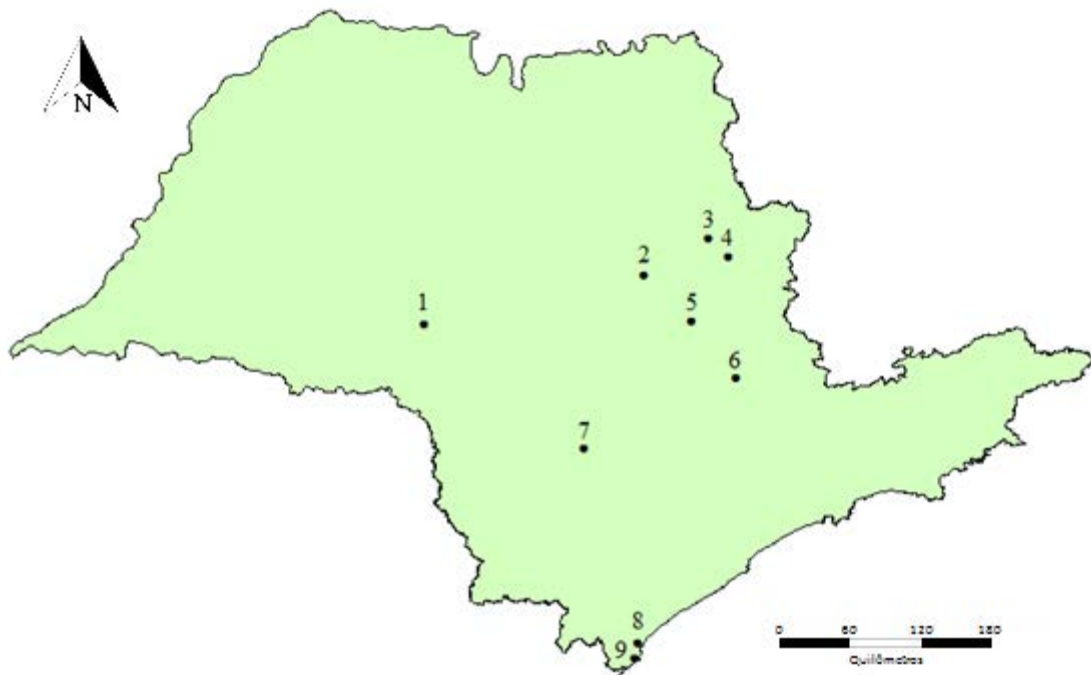
- a) Como varia a frugivoria do palmito *Euterpe edulis* ao longo do gradiente de fragmentação?
- b) Como a estrutura e composição da paisagem está relacionada à frugivoria do palmito *Euterpe edulis*?

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas estudadas

Os estudos foram realizados em 9 paisagens de Mata Atlântica distribuídas no Estado de São Paulo que diferem entre si em relação ao tamanho, forma, porcentagem de cobertura vegetal, conectividade estrutural com outros ambientes florestais e composição da matriz. As diferentes paisagens foram definidas como um círculo de 2 km de raio centrado na área de estudo e estão localizadas nas cidades de Tambaú, Casa Branca, São Carlos, Araras (Mata São José), Cananéia (Morro São João) e Campinas (Santa Genebra), no Parque Estadual da Ilha do Cardoso e nas Estações Ecológicas de Caetetus e Angatuba (Figura 2).

Figura 2: Mapa com a localização das 9 paisagens amostradas no estudo.



Legenda: 1- Estação Ecológica de Caetetus; 2- São Carlos; 3- Tambaú; 4- Casa Branca; 5- Araras (Mata São José); 6- Campinas (Mata Santa Genebra); 7- Estação Ecológica de Angatuba; 8- Cananéia (Morro São João); 9- Parque Estadual da Ilha do Cardoso. **Fonte:** elaborado pela autora.

A Mata Atlântica era a vegetação dominante no Estado de São Paulo, ocupando 68% da área antes da colonização do Brasil, mas, devido ao desenvolvimento socioeconômico, este número caiu para 15,78% em 2010 (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011). As áreas florestais foram desmatadas para dar lugar a agricultura, silvicultura e pastos, que atualmente compõem a matriz dos fragmentos estudados (TABARELLI et al., 2005).

A crescente perda de habitat e a fragmentação tornaram a antiga vasta área florestal em um mosaico composto por 247,173 fragmentos, sendo que 83,4% possuem área menor que 50 hectares (RIBEIRO et al., 2009). Este padrão fragmentado encontrado entre as áreas florestais restantes no estado de São Paulo causa mudanças na paisagem, dificultando cada vez mais a conservação da biodiversidade (ZAÚ, 1998).

3.2 Espécie de estudo

A palmeira *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), conhecida popularmente como juçara, içara, ripeira, entre outros, é a palmeira mais comum na Mata Atlântica (GALETTI et al., 1999), estendendo-se do sul da Bahia e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. É presente também em Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná nas matas ciliares da bacia do rio Paraná (LORENZI et al., 1996).

É uma espécie de sub-bosque (CALVI E PIÑA-RODRIGUES, 2005) de caule solitário, liso, colunar e acinzentado que varia de 5 a 12 metros de altura e de 10 a 15 centímetros de diâmetro (LORENZI et al., 2000). Apresenta folhas alternas, pinadas e de pecíolo curto que podem variar de 10 a 20 unidades por indivíduo (GUERRA et al., 1984). A fenologia de floração e frutificação varia com a altitude e latitude (e.g. CASTRO et al., 2007).

O fruto é uma drupa esférica com pericarpo fino de coloração púrpura rico em lipídeos que se agrupa em grandes infrutescências (Figura 3), chamando a atenção de dispersores (LAPS, 1996). Cada palmeira produz em média três cachos por ano (CALVI E PIÑA-RODRIGUES, 2005), podendo atingir uma produção próxima de 10.000 frutos anuais com pico de produção durante o inverno (GUERRA et al., 1984), estação onde há uma maior escassez de recursos alimentares. Devido a esta característica, a palmeira *E. edulis* é considerada uma espécie-chave, já que é responsável pela manutenção de diversas espécies durante o inverno, uma vez que seu fruto serve de alimento para mais de 30 espécies de aves, incluindo membros das famílias Ramphastidae, Psittacidae, Cracidae, Cotingidae, Trogonidae e 13 espécies de mamíferos que dispersam suas sementes, aumentando o fluxo gênico e a colonização novas áreas (GALETTI et al., 1999; GALETTI et al., 2013).

Figura 3: Infrutescência da palmeira *E. edulis*.



Fonte: acervo pessoal.

A palmeira *E. edulis* possui uma vasta importância econômica devido ao aproveitamento da parte superior de seu caule onde se encontra o palmito, iguaria comestível de consumo amplamente difundido (GUERRA et al., 1984). Por causa disso, o palmito juçara é, atualmente, o produto não madeirável mais explorado da floresta Atlântica e o alto grau de extrativismo comprometeu a espécie a ponto de extingui-la em vários locais de ocorrência natural (CALVI E PIÑA-RODRIGUES, 2005). Isto se deve em grande parte ao corte do palmito, que atinge os indivíduos adultos e jovens com mais de 2 metros de altura, restando apenas plantas em estágios mais iniciais. Como o palmiteiro exige em média 8 anos para a produção de frutos, deduz-se que a regeneração natural é reduzida nos 6 a 9 anos seguintes à extração, de modo que quando os indivíduos jovens remanescentes atingem a altura ideal para o corte eles ainda não passaram pela primeira frutificação, o que contribui para a eliminação quase total da espécie em determinada área (GUERRA et al., 1984 apud HERING, 1975).

Devido à exploração desenfreada, *E. edulis* ocupa hoje a lista de espécies ameaçadas em extinção, tornando necessária uma fiscalização mais eficiente e ativa para combater a destruição do banco genético que os indivíduos vítimas da extração representam para a espécie (RAUPP, BRACK & LEITE, 2009).

3.3 Análise de dados

3.3.1 Frugivoria

Outros trabalhos avaliando a frugivoria do palmito juçara já foram realizados por Ribeiro (2012) e Labecca (2012). Ribeiro (2012) caracterizou a variação da dispersão de sementes de *E. edulis* em florestas ombrófilas e semidecíduas em diferentes áreas de Mata Atlântica, enquanto Labeca (2012) investigou os efeitos da extinção de dispersores de sementes utilizando-se de redes de interação. O presente trabalho utilizou dados coletados por Ribeiro e se diferencia dos demais trabalhos pela abordagem, com enfoque sobre os efeitos da estrutura e composição da paisagem no componente quantitativo da efetividade de sementes e guilda de frugívoros.

Para estudar a guilda de dispersores e frugivoria de *E. edulis*, foram feitas observações árvores-focais em 9 áreas de Mata Atlântica. Os dados de frugivoria

das áreas Tambaú, Casa Branca e Angatuba foram obtidos durante o desenvolvimento desse trabalho. Os dados do P. E. Ilha do Cardoso foram obtido de Cortês (2006) e os dados de São Carlos, Mata Santa Genebra, Mata São José, Morro São João e E. E. Caetetus foram extraídos de Ribeiro (2012).

O método de observação focal é comumente utilizado para estudos em nível populacional e consta na observação direta de uma planta (ou grupo de plantas) com frutos maduros, no caso, a palmeira *E. edulis*. Durante o todo o tempo de observação são anotados os eventos de frugivoria e comportamentos de interesse.

No presente estudo foram registradas especificamente as seguintes informações: a espécie de ave visitante, hora da visita, o tempo de duração da visita a partir do momento da chegada e o número de frutos manipulados distinguindo entre: frutos engolidos, carregados no bico, derrubados, regurgitados ou com polpa consumida. O número de horas de focal por palmeira foi padronizado para no mínimo 3 horas por indivíduo para que as palmeiras sejam unidades comparáveis entre si (CÔRTEZ 2003, 2006).

O observador se posicionou a uma distância mínima de 15 metros do indivíduo para a sua presença não interferir nas visitas dos animais às plantas e seus respectivos comportamentos e seu campo de visão esteve desobstruído, de modo que a infrutescência pode ser observada com acurácia. As observações eram iniciadas preferencialmente logo antes do amanhecer, período de maior atividade de forrageio das aves, e no final da tarde (PIZO E GALETTI, 2010). As espécies foram identificadas com o auxílio de guias de campo, seguindo a taxonomia proposta pelo CBRO 2011 (COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS).

Foram consideradas dispersas as sementes que foram engolidas e as que foram carregadas no bico, logo que este tipo de manipulação garante maior probabilidade das sementes serem depositadas a longas distâncias da planta mãe, o que pode favorecer o estabelecimento de plântulas (JANZEN, 1980).

Para avaliar se o esforço amostral em cada área foi suficiente para observarmos a riqueza de aves consumidoras de frutos de palmito construímos curvas do coletor aplicando rarefação para estimar a riqueza total esperada (índice

de Chao). As curvas e estimativas foram feitas usando o pacote vegan (DIXON, 2003) do programa R (TEAM, 2013).

Para avaliar possíveis efeitos de defaunação agindo sobre espécies de maior porte classificamos cada espécie de ave de acordo com a abertura do bico. A abertura do bico é correlacionada ao tamanho corpóreo e é um bom indicativo do papel ecológico que cada ave desempenha em relação à capacidade de dispersar sementes de tamanhos variados (e.g., GALETTI et al., 2013). Nesse sentido, as aves foram classificadas como sendo de porte pequeno (abertura do bico < 11 mm), médio ($11 \text{ mm} \geq \text{abertura do bico} \leq 16 \text{ mm}$) e grande ($> 16 \text{ mm}$).

O componente quantitativo da efetividade da dispersão de sementes de *E. edulis* para cada ave frugívora em cada paisagem foi calculado multiplicando-se os seguintes sub-componentes: frequência de visitas (número de visitas por palmito), taxa de manipulação de frutos (número de frutos manipulados por visita) e probabilidade de dispersão (proporção de frutos dispersos em relação aos manipulados).

Para analisar a variação da frugivoria ao longo das paisagens fragmentadas, analisou-se o componente quantitativo da efetividade de dispersão de sementes tendo em vista cada um dos sub-componentes. Foi utilizado o modelo visual do gráfico de efetividade de dispersão de semente na paisagem (*seed dispersal effectiveness landscape*), em que o eixo x representa a frequência de visitas e o eixo y a taxa de dispersão para cada espécie de ave (SCHUPP, JORDANO E GOMÉZ, 2010). Os gráficos e análises exploratórias foram feitos no programa R.

3.3.2 Análise das paisagens

As paisagens foram definidas como um círculo de 2 km de raio centrado na área de estudo onde as observações focais em *E. edulis* foram conduzidas. Posteriormente, as paisagens foram mapeadas através do software ArcMap 10.3.1 e para os cálculos das métricas foi adicionada a extensão V-Late 2.0 Beta a este programa.

As paisagens foram caracterizadas com base nos seguintes atributos: porcentagem de cobertura vegetal de floresta nativa, porcentagem de cobertura de

outros usos da terra (composição da matriz) e grau de isolamento (determinado pela distância geográfica entre as bordas do fragmento central em relação a todos remanescentes florestais presentes na paisagem). Os tipos de uso da terra foram classificados seguindo as mesmas definições propostas por Carvalho (2013) que avalia a influência da paisagem sobre a diversidade e diferenciação genética de *E. edulis*. O uso da terra foi classificado em 13 classes: i) floresta (vegetação nativa); ii) plantação de *Eucaliptus* spp.; iii) cana-de-açúcar; iv) plantação de café; v) locais com água (lagoa, mar, lagos); vi) pântano com árvores isoladas; vii) pasto; viii) pasto com árvores isoladas ix) construção rural e urbana x) plantação de laranja xi) plantação de *Pinus* spp.; xii) mangue; xiii) estrada. A partir dos tipos de uso da terra calculamos uma métrica de heterogeneidade utilizando o índice de diversidade de Shannon (Figura 4).

Figura 4: Fórmula para o cálculo do índice de diversidade de Shannon (SHDI)

$$SHDI = -\sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)$$

Legenda: p_i - abundância relativa (proporção) da classe de uso da terra tipo i na amostra; n_i - número de classes de uso da terra do tipo i ; N - número de classes de uso da terra total da amostra.

Fonte: McGarigal e Marks (1994).

O valor deste índice representa a quantidade de "informação" por fragmento, neste caso, faz relação com a heterogeneidade da matriz. Ou seja, a quantidade de classes de uso da terra possíveis comparado àqueles presentes na respectiva paisagem. A magnitude absoluta do índice de diversidade de Shannon não é particularmente significativa, portanto, foi usado como um índice relativo de comparação entre as diferentes paisagens (MCGARIGAL E MARKS, 1994).

Foram calculadas também a área do fragmento florestal onde foram coletados os dados de frugivoria (área florestal de estudo - AFE), a área total dos fragmentos florestais dentro do *buffer* de 2 km (área cobertura vegetal - ACV), porcentagem de cobertura vegetal (CV) e média de proximidade com outros fragmentos (MPI).

O grau de isolamento foi determinado através da ferramenta *Proximity*, em que o índice de proximidade considera o tamanho e a distância entre todos os

fragmentos cujas bordas estão dentro de um raio especificado na paisagem, neste caso, 2 km. O MPI calcula o índice médio de proximidade para as manchas (polígonos) que compõem a classe ou para todas as manchas na paisagem. No nível de classe, o MPI mede o grau de isolamento e fragmentação dos polígonos da classe correspondente.

O MPI é igual à soma da área do polígono (m^2) dividido pela distância de borda a borda mais próxima ao quadrado (m^2) entre tal polígono e o polígono focal de todos os polígonos da mesma classe cujas bordas estão dentro de uma distância especificada (m) do fragmento focal, somados em todos os remendos do mesmo tipo e dividido pelo número total de amostras da classe (Figura 5) (MCGARIGAL E MARKS, 1994).

Figura 5: Fórmula para do cálculo do índice médio de proximidade (MPI).

$$MPI = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}}{n_i}$$

Legenda: a – área do fragmento; h – distância da borda do fragmento mais próximo; n_i – número total de manchas na paisagem. **Fonte:** Mcgarigal e Marks (1994).

Em resumo, o índice quantifica a proximidade em um contexto espacial de um fragmento em relação aos seus vizinhos. Um fragmento localizado em um *buffer* contendo mais fragmentos do tipo correspondente terá um valor de índice maior. O índice é adimensional e, por conseguinte, o valor absoluto do índice tem pouco valor interpretativo; desta maneira, foi utilizado de maneira comparativa entre as 9 paisagens (MCGARIGAL E MARKS, 1994).

Para analisar a relação da guilda de frugívoros e a frugivoria com os atributos das paisagens construímos os seguintes modelos: 1) modelos lineares (e não-lineares se necessário) em que o componente quantitativo médio das aves na paisagem foi modelado em função da cobertura florestal e da heterogeneidade da matriz e 2) modelos generalizados lineares (GLM) com distribuição de Poisson em que o número de espécies frugívoras totais e de grande tamanho corpóreo foram modelados em função da cobertura florestal e heterogeneidade da matriz. Os modelos foram construídos e testados no programa R.

4 RESULTADOS

4.1 Frugivoria

As horas de árvore-focal realizadas foram diferentes em cada paisagem, totalizando aproximadamente 703 horas de levantamento de dados sobre a atividade de frugivoria, que revelou um total de 28 espécies de aves de 12 famílias se alimentando dos frutos de *E. edulis* (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização e ocorrência das espécies dispersoras de *E. edulis*.

Espécies	Família	Porte	Massa corpórea ³ (mm)	Abertura média do bico ³ (g)	Nível de frugivoria ¹ ³	Área ²
<i>Antilophia galeata</i>	Pipridae	Pequeno	NA	NA	NA	T
<i>Baryphtengus ruficapillus</i>	Momotidae	Médio	175	17,2	1	C
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Parulidae	Pequeno	9,4	6,3	NA	C
<i>Carpornis cucullata</i>	Cotingidae	Médio	75,7	14,4	3	I
<i>Dacnis cayana</i>	Thraupidae	Pequeno	11,2	7	2	C
<i>Euphonia violacea</i>	Fringillidae	Pequeno	15	6,5	3	CBr
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Tyrannidae	Médio	45,9	17	1	Sc
<i>Pionus maximiliani</i>	Psittacidae	Médio*	293	16,2	3	C
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Tyrannidae	Médio	61	15,5	1	CBr, T
<i>Procnias nudicollis</i>	Cotingidae	Grande	174	24,5	3	A, I
<i>Pyroderus scutatus</i>	Cotingidae	Grande	357	26,7	3	A, I
<i>Ramphastos toco</i>	Ramphastidae	Grande	618	NA	NA	A, CBr, T
<i>Ramphastos vitellinus</i>	Ramphastidae	Grande	361,5	31	3	I

<i>Saltator similis</i>	Thraupidae		43,3	13	1	SJ
<i>Selenidera maculirostris</i>	Ramphastidae	Grande	160	25,2	3	I
<i>Tangara cayana</i>	Thraupidae	Pequeno	18	8,8	2	CBr
<i>Tangara palmarum</i>	Thraupidae	Pequeno	30	10,1	2	CBr
<i>Tangara sayaca</i>	Thraupidae	Pequeno	32	10,1	2	CBr
<i>Tinamus solitarius</i>	Tinamidae	Grande*	1284	20,9	2	CBr
<i>Trogon rufus</i>	Trogonidae	Grande	52,8	17,8	1	SG
<i>Trogon viridis</i>	Trogonidae	Grande	87,6	19,6	2	SG, I
<i>Turdus albicollis</i>	Turdidae	Médio	54,1	11,2	2	C, CBr, I, SG, SJ, Sj
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Turdidae	Médio	63,1	11,4	2	C, SJ, Sj, SG
<i>Turdus flavipes</i>	Turdidae	Médio	60	12	2	A, I, SJ
<i>Turdus fumigatus</i>	Turdidae	Médio	NA	NA	NA	SJ
<i>Turdus leucomelas</i>	Turdidae	Médio	68,6	11,9	2	A, C, CBr, SC, SG, SJ, Sj, T
<i>Turdus rufiventris</i>	Turdidae	Médio	69,5	12	2	C, CBr, SG, Sj, T
<i>Turdus subalaris</i>	Turdidae	Médio	49,5	12	2	C, SG

¹Área: A - Angatuba, T - Tambaú, C - Caetetus, CBr – Casa Branca, SG – Mata Santa Genebra, SJ – Mata São José, Sj – São João, SC – São Carlos e I – Ilha do Cardoso.

²Nível de frugivoria: 1 – frugivoria esporádica, 2 – moderada e 3 – intensiva.

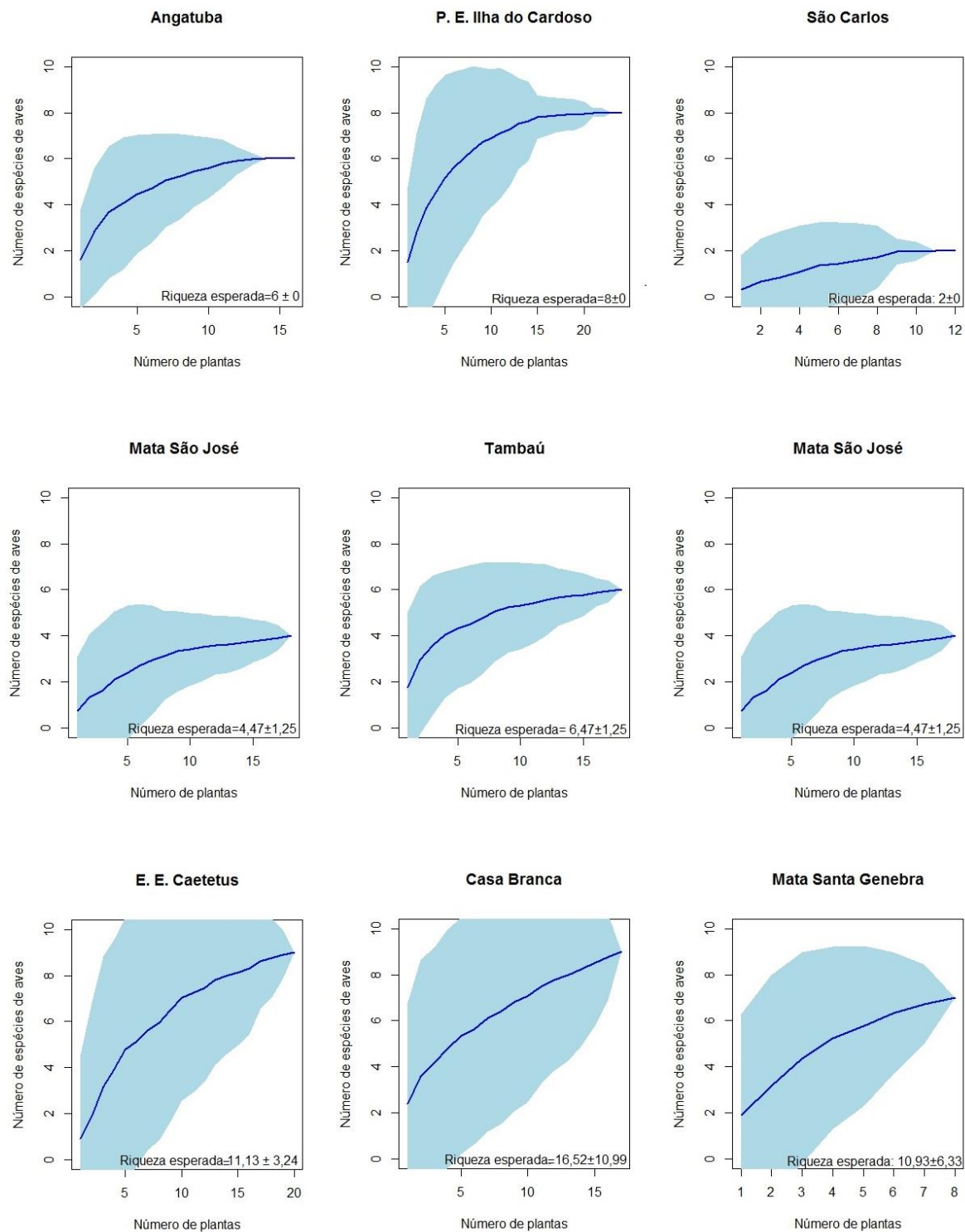
³ Fonte: GALETTI et al., 2013.

* Espécies predadoras de semente.

O esforço amostral despendido nas áreas amostradas se mostrou suficiente nas áreas de Angatuba, P. E. Ilha do Cardoso, Tambaú, São Carlos, Morro São

João e Mata São José. Mais dados deveriam ser coletados nas áreas de E. E. Caetetus, Casa Branca e Mata Santa Genebra (Figura 6).

Figura 6: Avaliação do esforço amostral através da curva de acumulação de espécies, sendo Riqueza esperada= número de espécies esperadas $\pm$ desvio padrão.



Fonte: elaborado pela autora.

4.1.1 Tamanho corpóreo das aves frugívoras

Das 28 espécies registradas, 7 são pequenos frugívoros, 13 são frugívoros de médio porte e 8 são frugívoros de grande porte (Figura 7). Entre os frugívoros de médio porte e grande porte, foi possível registrar o comportamento alimentar de 2 predadores de sementes, *Pionus maximiliani* (médio porte) na E. E. de Caetetus e *Tinamus solitarius* (grande porte) na área de estudo localizada em Casa Branca. Devido ao tratamento dado à semente, estas não foram consideradas dispersas, uma vez que quando predadas não ocorre a germinação.

Figura 7: Algumas espécies dispersoras do palmito juçara registradas durante as observações focais.



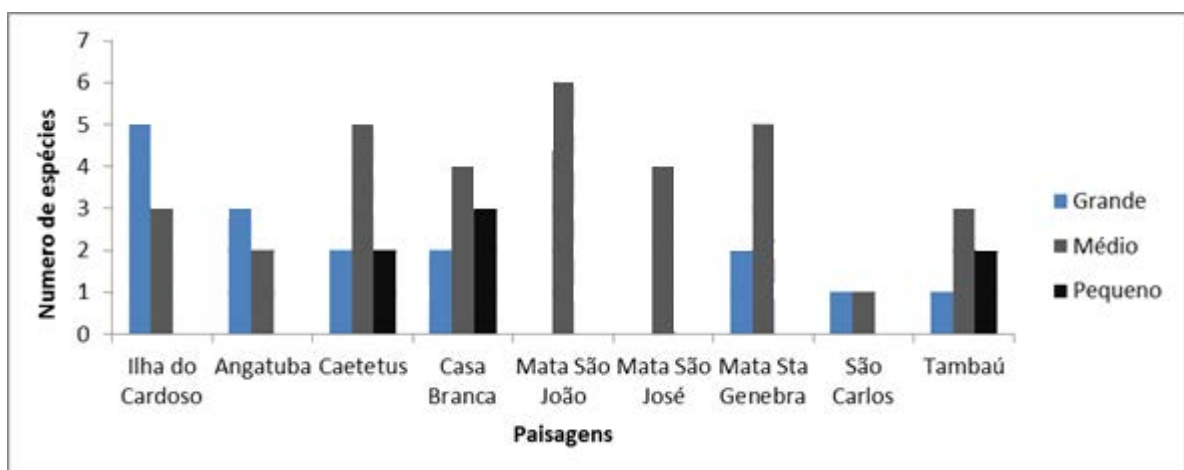
Legenda: 1) *Procnias nudicollis* (grande tamanho corpóreo), 2) *Pyroderus scutatus* (tamanho grande), 3) *Turdus leucomelas* (tamanho médio), 4) *Turdus flavipes* (tamanho médio). **Fonte:** acervo pessoal.

As espécies de grande tamanho corpóreo tiveram as maiores taxas de manipulação em todas as áreas que foram registradas. Esse padrão não é encontrado tão claramente quando analisamos a probabilidade de dispersão, de maneira que a maior probabilidade não esteve totalmente relacionada às aves de grande porte, variando com os indivíduos de *Turdus* spp. O maior valor médio de frequência de visitas foi observado no Morro São João, onde a média da taxa de manipulação foi a mais baixa. As espécies registradas nesta área foram na maioria os sabiás (5 das 6 espécies), que consumiram um menor número de frutos por visita e tiveram um tempo médio de duração da visita relativamente menor que as outras paisagens. A média da taxa de manipulação mais alta foi na paisagem de Tambaú, seguido das áreas com maior cobertura vegetal e maior número de espécies de grande porte - Ilha do Cardoso (n=6), Caetetus (n=3), Casa Branca (n=3) e Angatuba (n=3). As áreas da Mata São José e Morro São João tiveram as menores

médias de taxas de manipulação, onde quase todos os representantes foram os sabiás (Figura 7).

As espécies frugívoras registradas e o porte das mesmas estão relacionados com tamanho das áreas estudadas (Figura 8), de modo que frugívoros de grande porte apresentaram uma resposta mais sensível à fragmentação, apontando uma queda no número de espécies visitantes, enquanto que as maiores áreas observadas, como Ilha do Cardoso e Angatuba, apresentaram o maior número de espécies de grande porte visitantes (5 e 3 espécies, respectivamente). Em Casa Branca, Mata Santa Genebra e na E. E. Caetetus foi possível registrar duas espécies de grande porte (*T. solitarus* e *R. toco*, *T. rufus* e *T. viridis*, *B. ruficapillus* e *P. maximiliani*, respectivamente), enquanto que em São Carlos e Tambaú foi avistada uma espécie deste porte (*M. maculatus* e *R. toco*, respectivamente), apesar da pequena área comparada às demais. Na Mata São José e Morro São João, foram observados apenas frugívoros de médio porte e, com exceção de uma espécie (*Saltator similis*), todos os registros se referiam a membros da família Turdidae.

Figura 8: Quantidade de aves observadas separadas por grupos funcionais (definido pelo porte). As paisagens estão ordenadas em ordem decrescente da área do fragmento florestal.

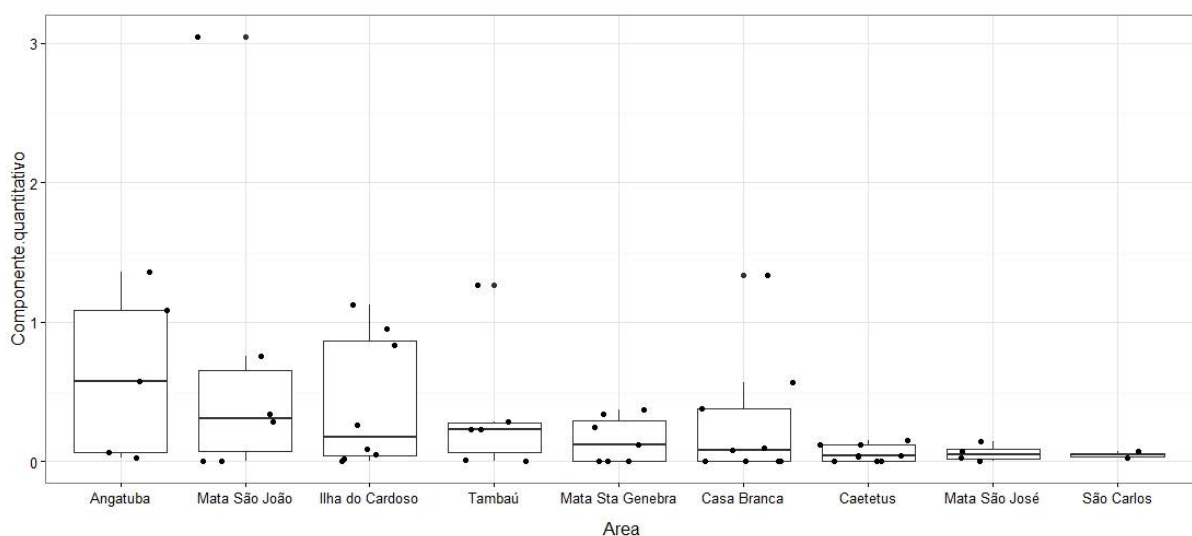


Fonte: elaborado pela autora.

4.1.2 Componente quantitativo da efetividade de dispersão

As aves frugívoras de Angatuba, Mata São João e Ilha do Cardoso foram as que apresentaram uma maior média e variação do componente quantitativo da dispersão de sementes, enquanto que as aves de Caetetus, Mata São José e São Carlos apresentaram as menores médias e menores variações (Figura 9).

Figura 9: Medianas do componente quantitativo e variação representada pelo primeiro e terceiro quartil em cada paisagem (área).

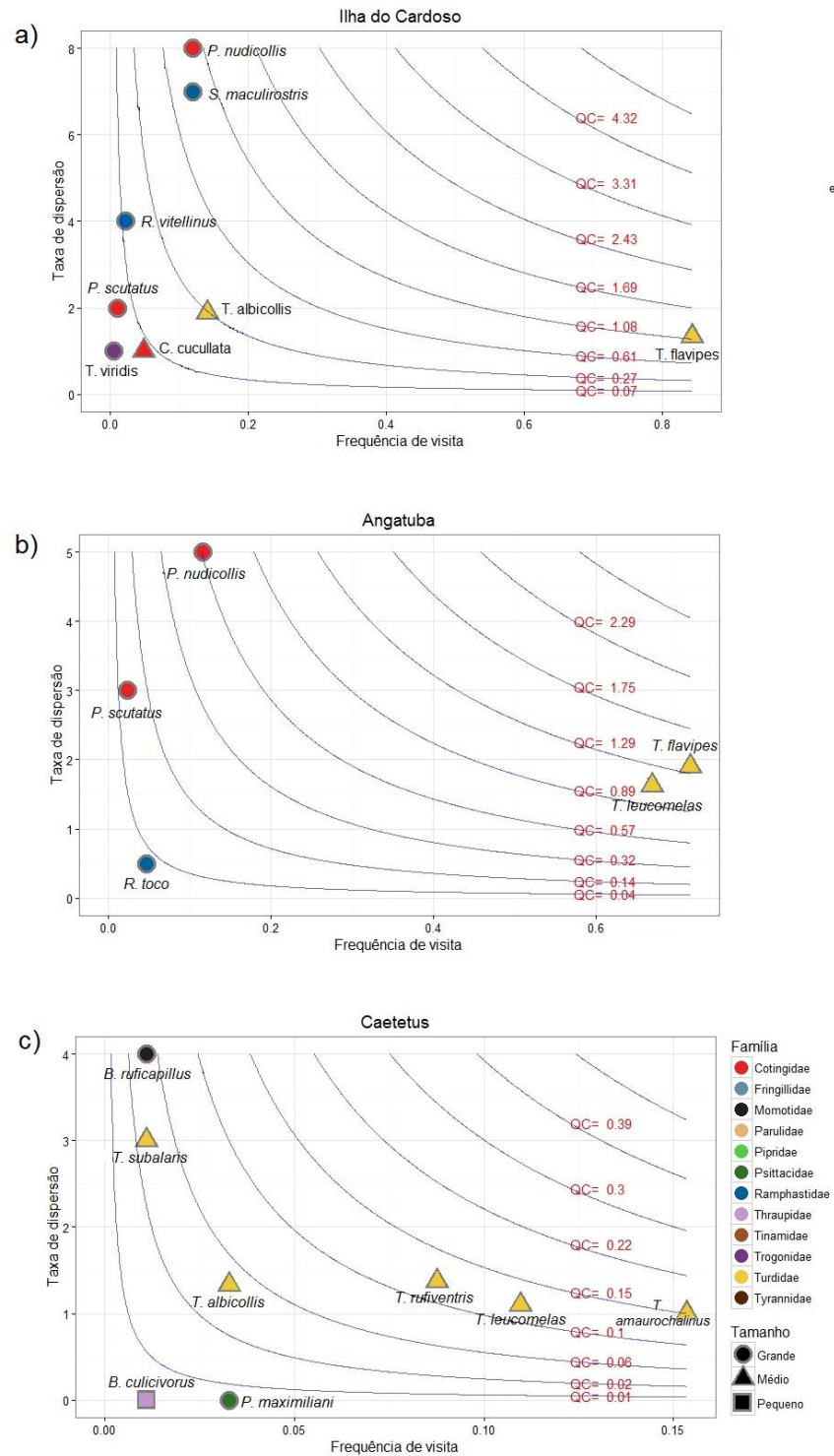


Fonte: elaborado pela autora.

O componente quantitativo da efetividade da dispersão de semente (Figura 10) foi avaliado através da relação entre a frequência de visitas (eixo x) e a taxa de dispersão (número de frutos engolidos e carregados por visita; eixo y). Desta maneira, pudemos observar um padrão em todas as áreas, onde as espécies de grande porte tiveram maiores valores de taxa de dispersão, enquanto os de médio porte, apesar de variar no eixo x, sempre foram representados por espécies com altos valores de frequência de visitas.

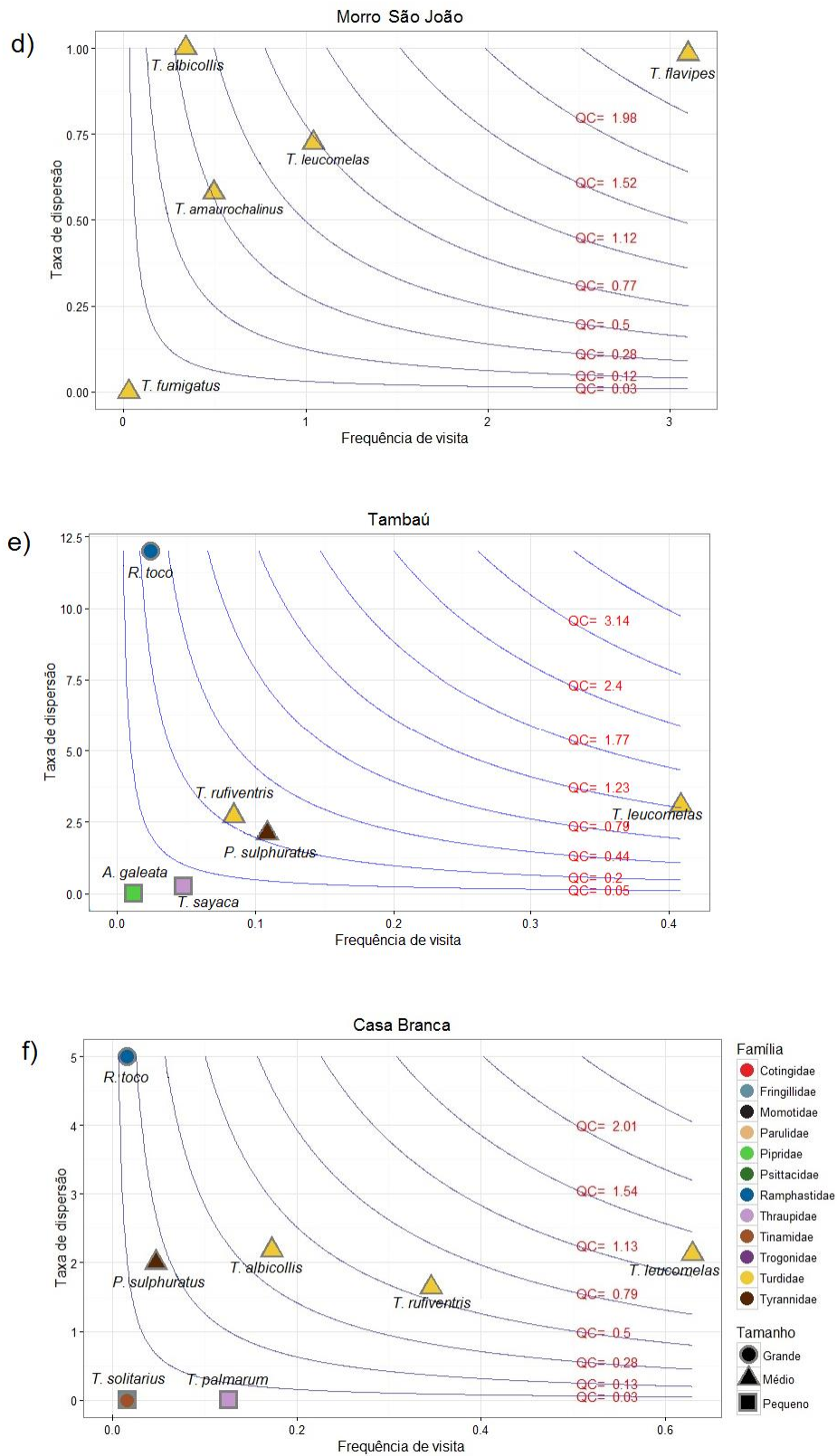
A maior frequência de visita esteve relacionada em sua totalidade aos membros da família Turdidae, assim como o componente quantitativo da dispersão. A espécie considerada mais efetiva em dispersar sementes do palmito juçara foi o sabiá-una (*T. flavipes*), que obteve o maior valor do componente quantitativo em 100% das áreas em que foi amostrado. Em segundo lugar ficaram empatados os sabiás *T. leucomelas* e *T. amaurochalinus*, com maior componente quantitativo em 50% das áreas em que foram encontrados (Figura 10).

Figura 10: A-C: Efetividade de dispersão de semente nas paisagens de Ilha do Cardoso, Angatuba e Caetetus.



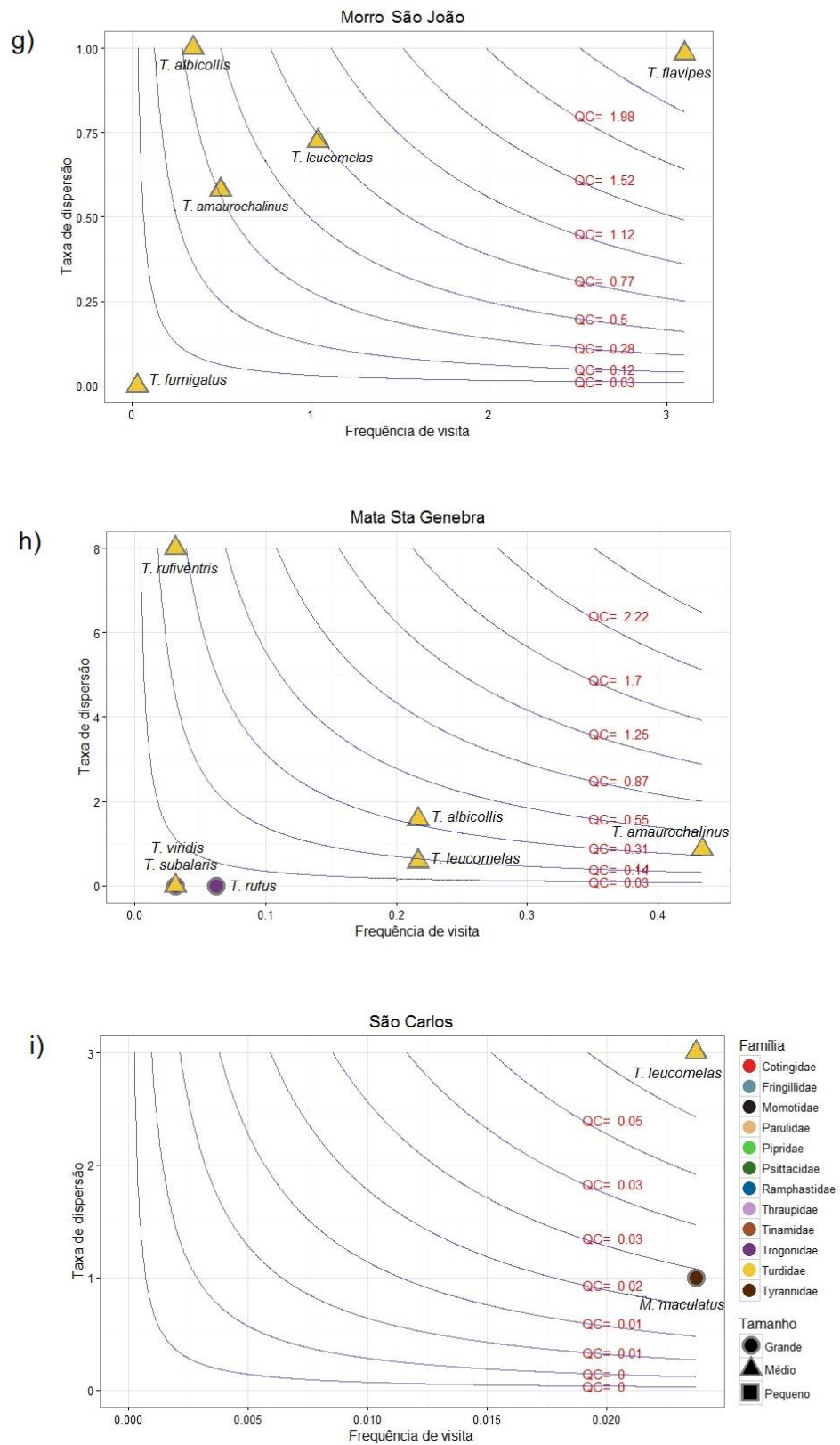
Fonte: elaborado pela autora.

Figura 10: D-F: Efetividade de dispersão de semente nas paisagens de Morro São João, Tambaú e Casa Branca.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 10: G-I: Efetividade de dispersão de semente nas paisagens de Mata São José, Mata Santa Genebra e São Carlos.



Fonte: elaborado pela autora.

4.2 Análise das paisagens

4.2.1 Métricas da paisagem

As paisagens de Tambaú, Morro São João e Casa Branca apresentaram maiores valores de MPI, logo, possuem os fragmentos de mata menos distantes entre si indicando uma maior conectividade estrutural. Possuem maior isolamento de outras áreas florestais as áreas de São Carlos, E. E. Angatuba e Mata São José. O P. E. Ilha do Cardoso não possui uma paisagem de retalhos onde o fragmento focal possui um índice de proximidade médio, uma vez que toda área é composta por floresta (Tabela 2).

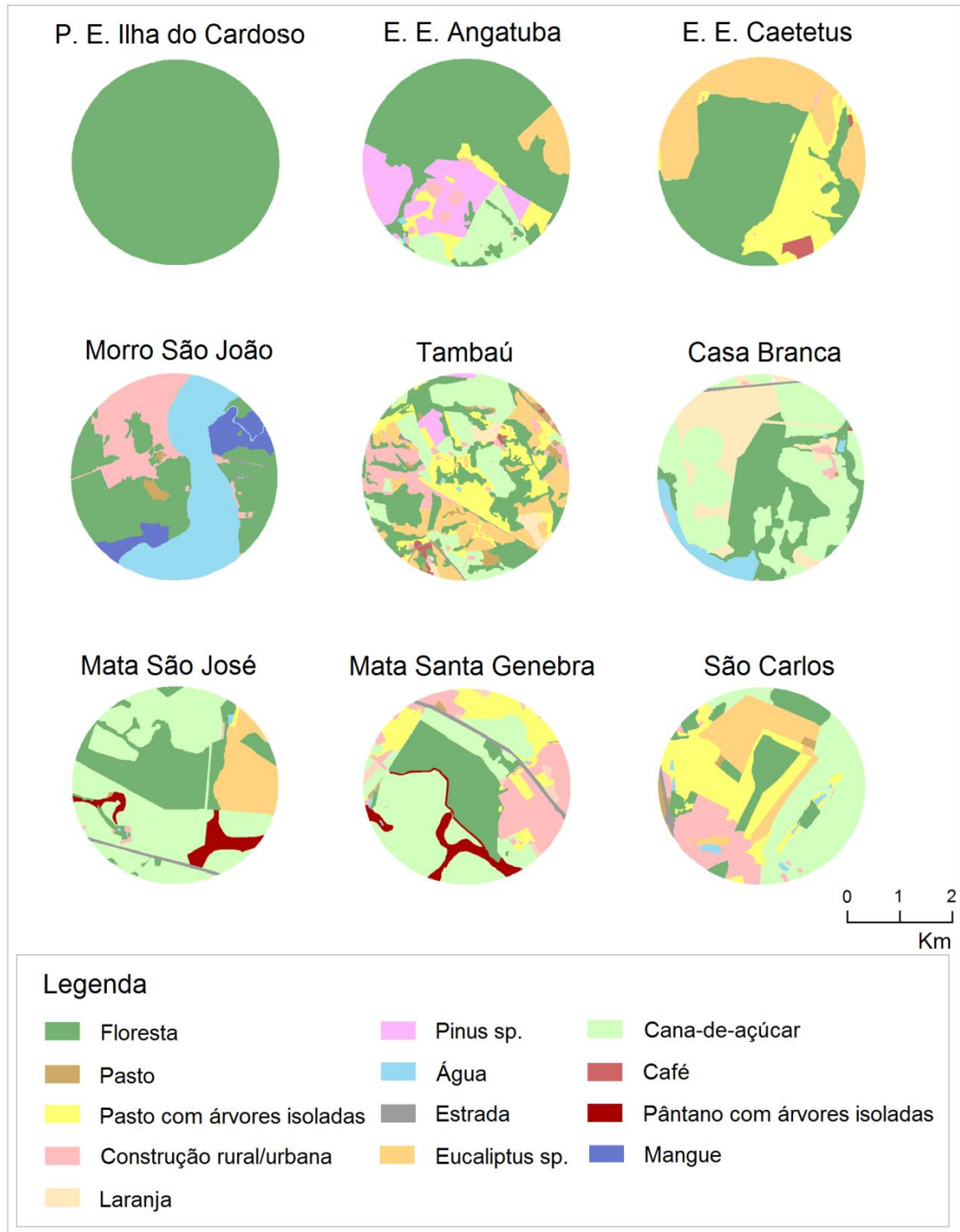
A paisagem de Tambaú apresenta maior diversidade e heterogeneidade de uso e cobertura da terra, já o P. E. Ilha do Cardoso apresenta menor diversidade no, que é composta apenas por floresta (Figura 11, Tabela 2).

Tabela 2: Características das 9 paisagens analisadas.

Paisagem	AFE (km ²)	ACV (km ²)	CV (%)	MPI	SHANNON	RR(%)
Angatuba	6,56	6,96	55,43	65,34	1,31	43,75
Casa Branca	3,26	3,45	27,47	695,74	1,29	56,25
Caetetus	5,48	6,15	49,04	292,96	1,12	38,46
Ilha do Cardoso	12,55	12,55	100,00	N.A	N.A	7,69
São João	2,47	4,75	37,81	9343,09	1,34	46,15
São José	2,47	3,30	26,31	79,22	1,23	62,50
Santa Genebra	2,42	2,45	19,55	128,38	1,66	56,25
São Carlos	0,79	1,89	15,11	16,71	1,69	61,54
Tambaú	0,19	3,55	28,27	80912,86	1,92	81,25

Legenda: AFE: área do fragmento de estudo onde foram coletados os dados; ACV: área de cobertura florestal no raio de 2km; CV: porcentagem de cobertura vegetal; MPI: grau de proximidade do fragmento focal em relação aos outros, SHANNON: índice de diversidade de Shannon; RR: proporção de classes de uso na paisagem em relação ao total. **Fonte:** elaborado pela autora.

Figura 11: Composição da matriz nas 9 paisagens analisadas, definidas por um raio de 2 km centrado na respectiva área de estudo. As figuras estão ordenadas em ordem decrescente de cobertura vegetal.



Fonte: elaborado pela autora.

As classes de uso da terra foram parecidas na maioria das áreas, sendo compostas principalmente por cana-de-açúcar e *Eucaliptus* sp. (Tabela 3).

Tabela 3: Matrizes predominantes em cada área.

Área	Matriz	Cobertura (%)
Angatuba	<i>Pinus</i> sp.	19,6
	Cana-de-açúcar	11,5
Caetetus	<i>Eucaliptus</i> sp.	27,9
	Pasto com árvores isoladas	21,3
Casa Branca	Cana-de-açúcar	45,0
	Laranja	19,7
Ilha do Cardoso	Não possui matriz	Não possui matriz
São João	Água (mar)	33,0
	Zona urbana	18,3
São José	Cana-de-açúcar	52,8
	<i>Eucaliptus</i> sp.	13,2
Santa Genebra	Cana-de-açúcar	38,8
	Zona urbana	16,6
São Carlos	Cana-de-açúcar	30,0
	<i>Eucaliptus</i> sp.	16,3
Tambaú	Cana-de-açúcar	21,3
	<i>Eucaliptus</i> sp.	16,9

Fonte: elaborada pela autora.

A composição da matriz não se relacionou diretamente ao componente quantitativo e a composição da assembléia de frugívoros nas paisagens

4.2.2 Relação entre a frugivoria e as métricas da paisagem

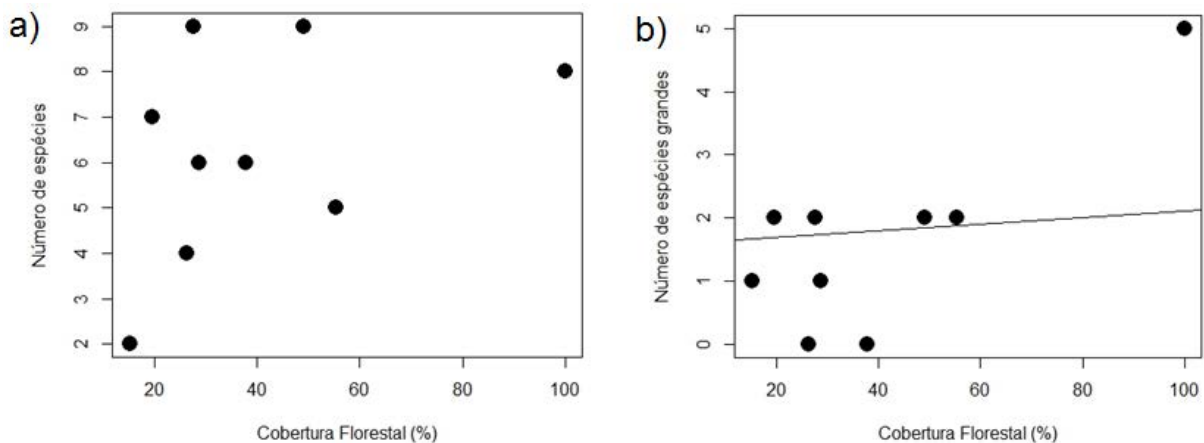
Modelou-se a frugivoria de acordo com a cobertura florestal e heterogeneidade da paisagem. A área do fragmento florestal não foi modelada, pois está altamente relacionada com a cobertura vegetal ($R^2=0,763$; $p=0,002$). O grau de isolamento não foi modelado, pois não apresentou variação suficiente entre as paisagens.

4.2.2.1 Porcentagem de cobertura vegetal

A cobertura vegetal não se relacionou significativamente com o número de espécies totais encontrados em cada área ($p=0,286$) (Figura 12a). Ao considerar apenas as

aves de grande porte verificamos uma relação estatisticamente significativa ($p=0,013$), mostrando a existência de uma tendência fraca, mas positiva, entre maior cobertura florestal e mais espécies de tamanho corpóreo grande (Figura 12b).

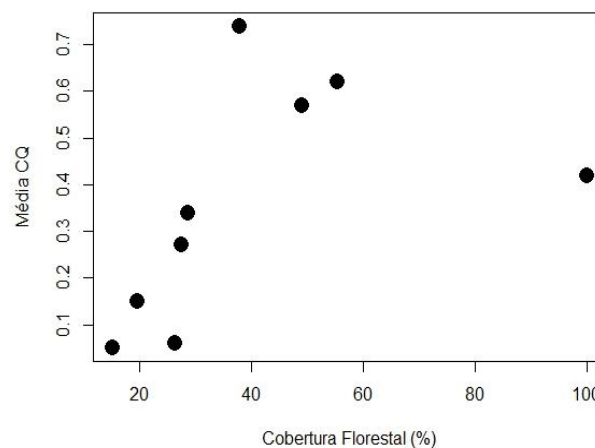
Figura 12: Modelo do número de espécies totais (a) e grandes (b) em função da porcentagem de cobertura vegetal.



Fonte: elaborado pela autora.

O modelo linear da porcentagem da média do componente quantitativo em função da cobertura vegetal também não apresentou efeito significativo ($R^2=0,25$, $p=0,16$) (Figura 13).

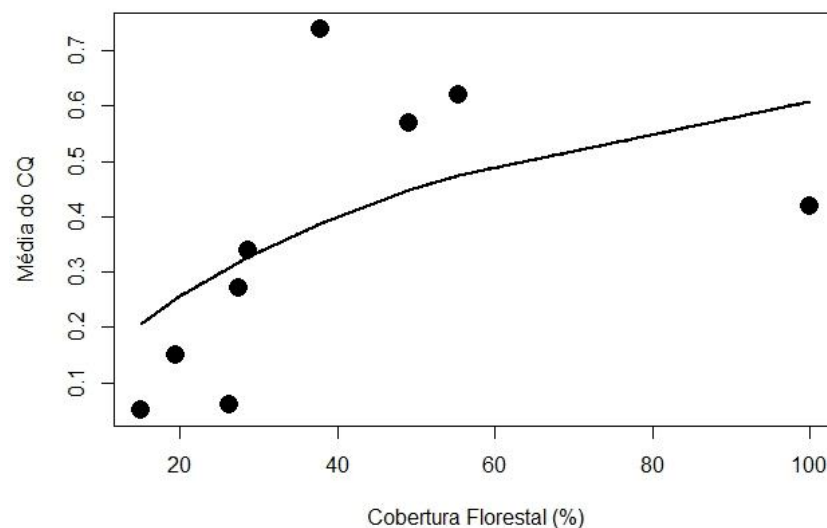
Figura 13: Modelo da média do componente quantitativo em função da porcentagem de cobertura vegetal.



Fonte: elaborado pela autora.

Embora não exista relação linear significativa entre o componente quantitativo e cobertura florestal, é possível verificar uma relação não linear. Para testar essa relação construímos o seguinte modelo: $y \sim (a \cdot x) / (b + x)$, em que y é o componente quantitativo e x é a variável preditora cobertura florestal. Utilizamos o comando `nls` do programa R. O coeficiente a estimado foi igual a 0,93 e o coeficiente b foi igual a 53,27. A partir do modelo verificamos que houve uma correlação de 0,66 entre os dados observados do componente quantitativo e os valores preditos pelo modelo, indicando um bom ajuste. Verificamos que existe uma relação positiva entre cobertura florestal e o componente quantitativo (Figura 14).

Figura 14: Modelo não linear da média do componente quantitativo em função da cobertura vegetal (%).

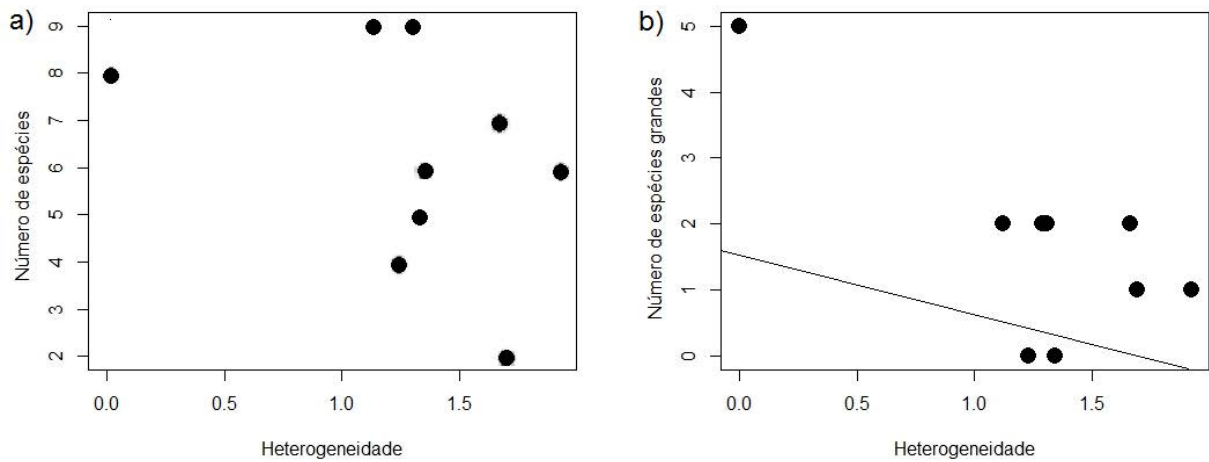


Fonte: elaborado pela autora.

4.2.2.2 Heterogeneidade da matriz

A heterogeneidade não apresentou efeito significativo sobre o número de espécies total ($p=0,271$). Em função das espécies grandes, a heterogeneidade apresentou um valor significativo ($p=0,018$) (Figura 15). A Ilha do Cardoso apresentou-se como um ponto isolado à esquerda superior do gráfico devido à composição da matriz ser 100% de floresta nativa. Mas quando observamos os demais pontos, onde as paisagens são mais diversas, não notamos um padrão.

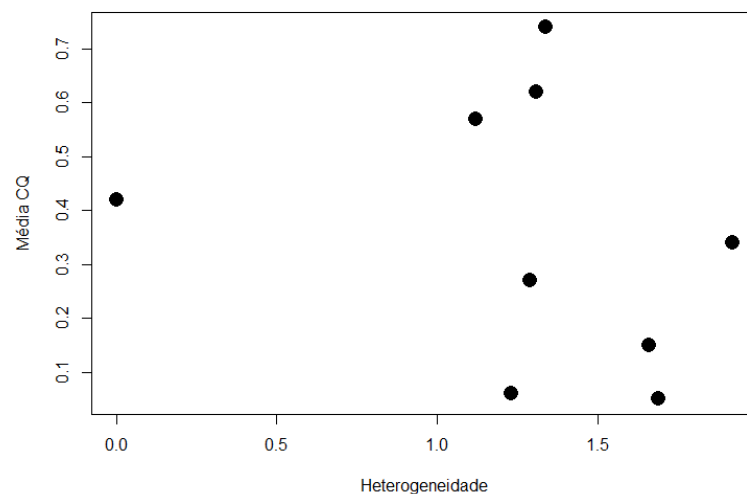
Figura 15: a) Modelo linear do número de espécies total em função da heterogeneidade da paisagem. b) Modelo linear do número de espécies grandes em função da heterogeneidade da paisagem.



. Fonte: elaborado pela autora.

Quando em função da média do componente quantitativo, a heterogeneidade não apresentou significância ($R^2=0,068$, $p=0,497$) (Figura 16).

Figura 16: Modelo linear da heterogeneidade da paisagem em função da média do componente quantitativo.



Fonte: elaborado pela autora.

5 DISCUSSÃO

A frugivoria da palmeira *Euterpe edulis* variou ao longo das paisagens fragmentadas. No geral observamos que paisagens menos fragmentadas

apresentam maior frequência de visitas de aves de grande porte, embora a relação não seja linear. Nessas áreas, a taxa de dispersão teve maior significado devido ao comportamento dessas espécies, como a maior taxa de manipulação de frutos. A frequência de visitas foi mais alta nas espécies de médio porte, representados principalmente pela família Turdidae, que, apesar das baixas taxas de manipulação, obtiveram os maiores valores da efetividade de dispersão devido à elevada frequência de visitas.

5.1 Como varia a frugivoria do palmito *Euterpe edulis* ao longo de paisagens fragmentadas?

Ao longo do gradiente de fragmentação, tivemos que a característica mais diversa foi a composição da assembleia de frugívoros. Notou-se que os eventos de frugivoria das aves de grande porte foram registrados majoritariamente nas áreas mais preservadas.

O número de espécies registradas nas 9 áreas foi relativamente baixo comparado com o registro total de 58 espécies observadas se alimentando da palmeira *E. edulis* (GALETTI et al., 2013). O uso de diferentes metodologias poderia ter influenciado estes números, uma vez que o método de transectos é melhor para amostrar a riqueza de espécies em uma área do que o método árvore-focal. Entretanto, o focal é mais indicado para análise do comportamento alimentar da ave que foi utilizado neste estudo (CÔRTEZ, 2006).

A composição da fauna frugívora sofreu alterações devido ao tamanho do fragmento de estudo, que esteve altamente relacionado com a cobertura vegetal, de modo que frugívoros de grande porte foram encontrados com maior diversidade e frequência em ambientes onde a área total do fragmento e cobertura vegetal foi maior, como, por exemplo, a Ilha do Cardoso.

Em áreas menores, como Tambaú e Casa Branca, foi registrada uma espécie de grande porte, entretanto, a espécie observada foi o Tucano Toco (*Ramphastos toco*), ave que ocorre no Cerrado e florestas do interior do Brasil e, diferentemente de outras espécies que ocorrem em florestas fechadas, habita mais comumente áreas abertas e semi-abertas (FRANÇA et al., 2009). A presença deste animal nas paisagens estudadas se dá pela grande especialização nos ambientes antropizados e fragmentados, que já não conseguem oferecer um ambiente adequado para que uma população de demais espécies de Ranfastídeos, Cotingídeos e Cracídeos se

estabeleçam (RIBEIRO, 2012). Desta maneira, Tucano Toco acaba desempenhando o papel de dispersores já extintos nas florestas que estudamos.

O tamanho corpóreo das espécies frugívoras limita o número máximo de frutos que podem ser engolidos ou processados no forrageamento (como durante curtas visitas a plantas) e a quantidade máxima de massa de celulose que pode ser mantida dentro do intestino (LEVEY, 1987). Sendo assim, a capacidade do trato digestório está fortemente relacionada com a massa corporal (JORDANO, 2000), ou seja, quanto maior for a massa corpórea de uma ave, mais frutos ela pode consumir por visita e, conseqüentemente, dispersar.

Por exemplo, a araponga (*Procnias nudicollis*) e o araçari-poca (*Selenidera maculirostris*), ambos animais de grande porte, tiveram um grande número de sementes dispersas - 201 e 154, respectivamente. Já os animais de pequeno porte tiveram uma quantidade muito menor, totalizando 36 sementes manipuladas e apenas uma dispersa por apenas uma das 7 espécies (*Tangara sayaca*). Notou-se que a semente dispersa por esta ave era visivelmente pequena e uma exceção em meio às demais manipuladas, que, devido à abertura do bico ter poucos milímetros, não foram dispersas, mas foram derrubadas ou tiveram apenas a polpa consumida.

Além da quantidade máxima de massa que estas aves podem manter em seu sistema digestivo ser reduzida, o tamanho médio da abertura do bico também colabora para que as sementes não recebam o melhor tratamento para germinação, que, no caso, seria a ingestão do fruto inteiro. Dessa maneira, algumas espécies, como *Euphonia violacea* (abertura média do bico de 6,5 mm), acabam comendo apenas a polpa do fruto da palmeira, não levando a semente para ser depositada em uma área segura com maiores taxas de germinação. Outro ponto a ser analisado é fato dos frutos do palmito possuem uma grande variação no diâmetro (14.2 ± 1.2 mm de largura) (PIZO e VIEIRA, 2004), fazendo com que a palmeira *E. edulis* sofra uma pressão seletiva sobre a morfologia de seus frutos. Dessa maneira, frutos menores seriam selecionados pelo tamanho da abertura do bico que, no caso de áreas fragmentadas, possui uma média menor, já que a assembléia de frugívoros é caracterizada principalmente pelos *Turdus* spp. (GALETTI et al., 2013).

Em relação à efetividade de dispersão de semente pelas aves, tivemos que o *Turdus flavipes* foi considerado o frugívoro mais efetivo, obtendo o maior valor do

componente quantitativo de dispersão em 100% das áreas em que ocorre. Sua taxa de dispersão foi baixa, uma vez que tem uma baixa taxa de manipulação de frutos por visita e a duração da visita é curta. As demais aves pertencentes à família Turdidae, como o *T. lecomelas* e *T. amaurochalinus*, obtiveram componentes quantitativos mais altos que as espécies de grande porte.

Esses dados sugerem que este grupo poderia suprir a demanda de dispersão de *E. edulis* caso as espécies de grande porte desaparecessem devido à maior sensibilidade a alterações em seus habitats (GIMENES E ANJOS, 2003). No entanto, com a degradação, isolamento, perda e sub-divisão de habitats e rompimento de suas interações, a presença de espécies ecologicamente equivalentes não garante que a função e estrutura do ecossistema serão conservadas sob cenários de perturbação (LOISELLE, et al. 2007), fazendo com que mudanças na composição de aves em fragmentos pequenos possam afetar a probabilidade de dispersão de sementes, alterando a comunidade de plantas (GALETTI et al., 2003).

O grupo funcional de grande porte não possui o maior componente quantitativo entre as espécies observadas, sendo mais importante no processo de dispersão devido à taxa de dispersão. A probabilidade de dispersão neste grupo é mais alta, uma vez que o comportamento alimentar deles é na maioria das vezes a ingestão de frutos. Além disso, a taxa de manipulação de sementes por visita é elevada, o que garante um grande número de sementes dispersas mesmo que o número de visitas seja mais baixo que dos *Turdus* sp. Entretanto, este fator pode ser influenciado se a ave passar tempo demais sobre a infrutescência, uma vez que regurgitam as sementes quando ainda estão sobre a planta-mãe, de modo que os frutos são derrubados a uma distância mínima, o que não os caracterizam como dispersos. Outro fator importante é o fato destas aves voarem a longas distâncias, aumentando a probabilidade de germinação e estabelecimento de plântulas, além de garantir a conectividade entre populações e aumentar o fluxo gênico.

5.2 Como a estrutura e composição da paisagem está relacionada à frugivoria do palmito *Euterpe edulis*?

A cobertura florestal se destacou como a métrica da paisagem mais importante influenciando a guilda e processos de interação animal-plantas. De maneira geral, a cobertura florestal teve um efeito fraco mas significativo e linear sobre o número de frugívoros de grande tamanho corpóreo e um efeito não linear, positivo e significativo, sobre o componente quantitativo médio da dispersão de sementes.

O grau de isolamento dos fragmentos foi um dado utilizado por vários autores para explicar porque habitats fragmentados muitas vezes contêm menos espécies de aves do que habitats contíguos (DICKMAN, 1987; MOORE E HOOPER, 1975; HELLIWELL, 1976; HAYDEN ET AL., 1985). Neste trabalho, não foi possível notar grandes diferenças devido ao grau de isolamento. Supomos que a composição de frugívoros, principalmente de grande porte, quando em habitats não contíguos, devem estar relacionados à proximidade com fragmentos grandes que possuem recursos para abrigar este grupo funcional e não a qualquer tipo de fragmento. A E. E. Angatuba, por exemplo, está localizada próxima ao P. E. Serra do Mar, onde possui uma alta diversidade de frugívoros, o que explicaria o maior número de espécies de grande porte. Com este mesmo raciocínio, em relação à paisagem de Tambaú, que possui uma proximidade elevada com outros fragmentos e possui apenas uma espécie de grande porte, podemos assumir que isso ocorre devido à distância de fragmentos grandes e preservados (remanescentes fontes) que poderiam abrigar espécies de grande porte.

A hipótese de que as paisagens com maior heterogeneidade da matriz e compostas por culturas de plantas frutíferas teriam maiores valores de componente quantitativo foi elaborada de acordo com a publicação de Metzger (1999), onde estudos mostraram que a maioria das aves frugívoras utilizam as culturas de cacau e café como um elemento de conexão entre a paisagem ao mesmo tempo em que consomem os frutos destas plantas como fonte de alimento suplementar. Dessa maneira, a resistência das matrizes varia entre as diferentes composições e para as espécies que as utilizarão para se movimentarem. Portanto, matrizes mais heterogêneas e compostas por culturas frutíferas favoreceriam a conectividade entre os fragmentos florestais, de modo que mais indivíduos de mais espécies pudessem colonizar os fragmentos localizados nesses tipos de matriz e aumentar o componente quantitativo da área. Metzger (1999) ainda cita que espécies

generalistas, como os *Turdus* spp. e *R. toco*, são menos afetadas pela matriz, o que também explica a presença destas espécies nas diversas paisagens analisadas.

Neste estudo, foram encontradas relações lineares significativas entre a heterogeneidade e o número de espécies grandes, sugerindo que quanto menor for a heterogeneidade, maior é o número de espécies de grande porte. Entretanto, deve-se levar em consideração que ponto isolado no gráfico que representa este modelo é o P. E. Ilha do Cardoso, onde a paisagem é homogênea já que a cobertura vegetal ocupa 100% da área de estudo. Dessa maneira, entendemos que a porcentagem de cobertura vegetal é a variável da paisagem que mais influencia na presença de frugívoros de grande porte. Sendo assim, a composição da matriz, heterogeneidade e grau de isolamento não irão influenciar de maneira significativa a frugivoria em uma determinada área se não houver ocorrência dos frugívoros de grande porte na região para conectar os fragmentos.

A cobertura vegetal tem um efeito não linear sobre o componente quantitativo de dispersão, notou-se que existe uma tendência a paisagens com maior cobertura vegetal e próximas às grandes áreas de florestas, como Parques Estaduais (como no caso do Morro São João), exibirem um maior componente quantitativo. O modelo não linear mostra um aumento rápido de componente quantitativo a medida que se aumenta a proporção de vegetação nativa na paisagem de 0 a 60%, mas o componente deve atingir uma assíntota a partir de um valor intermediário de cobertura. Seria importante incluir novas áreas ao estudo que contivessem valores intermediários de cobertura florestal (entre 60 e 90% de cobertura florestal) para identificarmos o valor mínimo de proporção de floresta para a manutenção de uma dispersão de sementes quantitativamente ideal.

Portanto, a cobertura vegetal mostrou-se uma variável de grande importância para a guilda de frugívoros e para a frugivoria, fornecendo maiores recursos para a sobrevivência das espécies de grande porte e consequentemente, aumentando o componente quantitativo de dispersão da área.

6 CONCLUSÃO

A frugivoria do palmito juçara variou entre as paisagens de acordo com as características alimentares comportamentais de cada grupo funcional. Evidenciou-se

que em áreas com maior cobertura vegetal tivemos mais registros de aves de grande porte; nesse caso, a frugivoria teve sua efetividade de dispersão representada principalmente pela taxa de dispersão das sementes. O inverso ocorreu em áreas mais fragmentadas, onde, apesar das baixas taxas de manipulação, as áreas apresentaram maiores valores de frequência de visitas, fazendo com que o componente quantitativo de dispersão fosse maior.

As espécies da família Turdidae merecem destaque neste estudo, uma vez que obtiveram os maiores valores de efetividade de dispersão e acabam por desempenhar o papel dos grandes frugívoros onde eles já não existem mais ou não são abundantes.

Por fim, ressalta-se a importância da influência da paisagem, em particular da cobertura florestal, sobre os processos ecológicos e não somente na presença e ausência de espécies e abundância, pois é através das interações que há perda de funções ecológicas.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R.; QUESADA, M.; ASHWORTH L.; HERRERIAS-DIEGO Y.; Lobo J. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. **Molecular Ecology** 17, 5177-5188, 2008.
- CALVI, G. P. E PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – Mart em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira – RJ. **Revista Universal Rural**, Seropédica, Rio de Janeiro, p 33-40, vol 25, nº 1, 2005.
- CARVALHO, C. S. **O papel da estrutura da paisagem na variabilidade genética da palmeira *Euterpe edulis* na Mata Atlântica**. 2013. 63f. Dissertação (Mestrado na área de Ecologia e Evolução) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, GO, 2013.
- CORDEIRO N.J.; NDANGALASI H. J.; MCENTEE J. P.; HOWE H. F. Disperser limitation and recruitment of an endemic African tree in a fragmented landscape. **Ecology** 90, 1030-1041, 2009.
- CÔRTEZ, M. C. **Variação espacial nas interações entre o palmito (*Euterpe edulis*) e as aves frugívoras. implicações para a dispersão de sementes**. 101p . Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área: Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, SP, 2006.
- CÔRTEZ M. C., URIARTE M., LEMES M. R., *et al.* Low plant density enhances gene dispersal in the Amazonian understory herb *Heliconia acuminata*. **Molecular Ecology** 22, 5716-5729, 2013.
- CÔRTEZ, M. C. **Frugivoria e dispersão de sementes de *Euterpe edulis* (Arecaceae) em três tipos florestais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso – SP**. Trabalho para obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas, UNESP, Rio Claro, 2003.
- FAHRIG L. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. **Functional Ecology** 21, 1003-1015, 2007.
- FAHRIG, L.. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. **The Journal of Wildlife Management** 61(3):603-610, 1997.
- FRANÇA, L. F.; RAGUSA-NETTO, J.; PAIVA, L. V. DE. Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (*Ramphastos toco*) em dois habitats do Pantanal Sul. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 2, p. 125–130, 2009.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008 – 2010**. São Paulo, 2011.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Florestas. A Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em 28 de março de 2015.

GALETTI, M. et al. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit color on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological Conservation**, Boston MA, v.111, n.2, p269-273, jun. 2003.

GALETTI, M. et al. Functional Extinction of Birds Drives Rapid Evolutionary Changes in Seed Size. **Science**. Vol 340, p 1086-1090, may, 2013.

GALETTI, M., ZIPPARRO, V. B. E MORELLATO, P. C. Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland atlantic forest of Brazil. **Ecotropica**, 5, p. 115-122, 1999.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.25, n.2, p.391-402, 2003.

GUERRA, M. P.; NODARJ, R. O. E REIS, A. – **Considerações sobre o palmitheiro no sul do Brasil**, 1984.

JANZEN, D. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU / EDUSP, 1980.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (ed.). **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, Cap. 6, p.125-166, 2000.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M.A.; SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. **Biologia da Conservação: essências**. Ed. Rima. Instituto Biomas, Rio de Janeiro, 2006.

JORDANO, P.; SCHUPP, E. W. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. **Ecological Monographs**. 70(4):591-615, 2000.

LABECCA, F. M. **Redes de interação entre dispersores de sementes e *Euterpe edulis* (Arecaceae) em um gradiente de defaunação**. Trabalho apresentado para obtenção de bacharel em Ciências Biológicas, UNESP, Rio Claro, 2012.

LAPS, R. R. **Frugivoria e dispersão de sementes de palmiteiro (*E. edulis*, *Martius*, Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas-SP, 1996.

LEVEY, D. J. Seed size and fruit-handling techniques of avian frugivores. **The American Naturalist**, Chicago, v.129, n.4, p.471-485, abr. 1987.

LOISELLE, B. A. et al. Ecological redundancy in seed dispersal systems: a comparison between manakins (Aves: Pipridae) in two tropical forests. In: DENNIS, A. J. et al. (ed.). **Seed dispersal: theory and its application in a changing world**. Reading, UK: Columns Design, Cap. 8, p.178-195, 2007.

LORENZI, H. et al. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3ª ed. Nova Odessa. SP: Editora Plantarum, v. 3, 2000.

LORENZI, H. et al. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa. SP: Editora Plantarum, 1996.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscapes structure**. General Technical Report. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Portland, OR, v. 97331, n. 503, p. 134, 1994.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 71(3-1):445-463, 1999.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens?. **Biota Neotropica**. Vol 1, novembro, 2001.

PIZO, M. A.; GALETTI, M. Métodos e perspectivas da frugivoria e dispersão de sementes por aves. In: VON MATTER, S. et al. (org.). **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. Rio de Janeiro: Tecnical Books, Cap. 23, p.491-506, 2010.

PIZO, M. A.; VIEIRA, E. M. Palm harvesting affects seed predation of *Euterpe edulis*, a threatened palm of the Brazilian Atlantic Forest. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.64, n.3b, p.669-676, ago. 2004.

RAUPP, V. S.; BRACK, P. E LEITE, S. L. C. **Aspectos demográficos de palmitero (*Euterpe edulis* Mart.) em uma área da Floresta Atlântica de Encosta, em Maquiné, Rio Grande do Sul**, 2009.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** 142: 1141-1153, 2009.

RIBEIRO, T. C. **Efetividade de dispersão de sementes de palmito (*Euterpe edulis*) em um gradiente de defaunação**. Trabalho apresentado para obtenção de bacharel em Ciências Biológicas, UNESP, Rio Claro, 2012.

SCHUPP, E. W.; JORDANO, P. E GÓMEZ, J. M. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. **New Phytologist** 188: 333-353, 2010.

SEBBENN A. M.; CARVALHO A. C. M. E FREITAS M. L. M. *et al.* Low levels of realized seed and pollen gene flow and strong spatial genetic structure in a small, isolated and fragmented population of the tropical tree *Copaifera langsdorffii* Desf. **Heredity** **106**, 134-145, 2011.

TABARELLI, M. et al. - Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**. Volume 1, p 133 – 138, julho, 2005.

TEAM R.D.C. R: a language and environment for statistical computing. In. **Foundation for Statistical Computing** Vienna, Austria, 2013.

TURNER, M. G. Landscape Ecology: what is the state of the Science? **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 36:319-344, 2005.

ZAÚ, A. S. – Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. **Floresta e Ambiente**. Volume 5, p 160 – 170, jan./dez., 1998.

WANG, B. C.; SMITH, T.B. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology and Evolution**. 17(8): 379-385, 2002.

ANEXOS

Anexo 1: Variáveis da frugivoria por espécie e as respectivas médias por área (em negrito).

	Frequência de visita	Probabilidade de dispersão	Taxa de manipulação	Duração da visita	Componente Quantitativo
Angatuba	0,31	0,97	2,46	45,99	0,62
<i>Procnias nudicollis</i>	0,12	1,00	5,00	117,00	0,58
<i>Pyroderus scutatus</i>	0,02	1,00	3,00	101,80	0,07
<i>Ramphastos toco</i>	0,05	1,00	0,50	63,50	0,02
<i>Turdus flavipes</i>	0,72	0,92	2,06	62,58	1,36
<i>Turdus leucomelas</i>	0,67	0,94	1,72	14,93	1,09
Caetetus	0,05	0,57	3,34	127,48	0,06
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	0,01	0,80	5,00	118,00	0,04
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,01	0,00	0,00	9,00	0,00
<i>Dacnis cayana</i>	0,01	0,00	0,00	10,00	0,00
<i>Pionus maximiliani</i>	0,03	0,00	16,00	1135,33	0,00
<i>Turdus albicollis</i>	0,03	1,00	1,33	35,67	0,04
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,15	0,88	1,14	34,29	0,15
<i>Turdus leucomelas</i>	0,11	0,85	1,30	77,40	0,12
<i>Turdus rufiventris</i>	0,09	0,61	2,25	171,63	0,12
<i>Turdus subalaris</i>	0,01	1,00	3,00	97,00	0,03
Casa Branca	0,17	0,54	2,81	30,93	0,27
<i>Euphonia violacea</i>	0,02	0,00	2,00	74,00	0,00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,05	1,00	2,00	26,75	0,09
<i>Ramphastos toco</i>	0,02	1,00	5,00	170,00	0,08
<i>Tangara cayana</i>	0,13	0,00	2,00	24,50	0,00
<i>Tangara palmarum</i>	0,13	0,00	1,13	10,29	0,00
<i>Tinamus solitarius</i>	0,02	0,00	7,00	120,00	0,00
<i>Turdus albicollis</i>	0,17	0,96	2,27	34,55	0,38
<i>Turdus leucomelas</i>	0,63	0,97	2,20	33,18	1,34
<i>Turdus rufiventris</i>	0,35	0,95	1,73	22,36	0,57
Ilha do Cardoso	0,16	0,99	3,34	75,27	0,42
<i>Carpornis cucullata</i>	0,05	1,00	1,00	1,00	0,05
<i>Procnias nudicollis</i>	0,12	0,99	8,05	186,24	0,95
<i>Pyroderus scutatus</i>	0,01	1,00	2,00	92,50	0,02
<i>Ramphastos vitellinus</i>	0,02	0,94	4,25	29,75	0,09
<i>Selenidera maculirostris</i>	0,12	0,97	7,18	410,55	0,83
<i>Trogon viridis</i>	0,01	1,00	1,00	1,00	0,01
<i>Turdus albicollis</i>	0,14	0,98	1,92	25,32	0,26
<i>Turdus flavipes</i>	0,84	1,00	1,33	30,00	1,12
Mata São João	0,84	0,48	0,97	52,36	0,74
<i>Saltator similis</i>	0,03	0,00	0,00	30,00	0,00
<i>Turdus albicollis</i>	0,34	0,52	1,92	103,54	0,34

<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,49	0,79	0,74	92,00	0,29
<i>Turdus flavipes</i>	3,10	0,81	1,21	37,88	3,05
<i>Turdus fumigatus</i>	0,03	0,00	1,00	26,00	0,00
<i>Turdus leucomelas</i>	1,04	0,74	0,98	63,80	0,76
Mata São José	0,04	0,73	1,31	120,20	0,06
<i>Turdus albicollis</i>	0,02	0,00	0,50	41,00	0,00
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,02	1,00	1,50	87,50	0,02
<i>Turdus leucomelas</i>	0,08	1,00	1,80	279,20	0,14
<i>Turdus rufiventris</i>	0,06	0,90	1,43	79,57	0,07
Mata Santa Genebra	0,15	0,57	1,57	76,33	0,15
<i>Trogon rufus</i>	0,06	0,00	0,00	24,50	0,00
<i>Trogon viridis</i>	0,03	0,00	0,00	86,00	0,00
<i>Turdus albicollis</i>	0,22	1,00	1,57	33,29	0,34
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,43	1,00	0,86	124,71	0,37
<i>Turdus leucomelas</i>	0,22	1,00	0,57	71,80	0,12
<i>Turdus rufiventris</i>	0,03	1,00	8,00	70,86	0,25
<i>Turdus subalaris</i>	0,03	0,00	0,00	62,00	0,00
São Carlos	0,02	1,00	2,00	5,25	0,05
<i>Myiodynastes maculatus</i>	0,02	1,00	1,00	3,00	0,02
<i>Turdus leucomelas</i>	0,02	1,00	3,00	60,00	0,07
Tambaú	0,11	0,63	4,18	77,68	0,34
<i>Antilophia galeata</i>	0,01	0,00	0,00	12,00	0,00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,11	0,90	2,33	42,67	0,23
<i>Ramphastos toco</i>	0,02	0,83	14,50	293,50	0,29
<i>Tangara sayaca</i>	0,05	0,11	2,25	12,80	0,01
<i>Turdus leucomelas</i>	0,41	0,94	3,29	91,54	1,26
<i>Turdus rufiventris</i>	0,08	1,00	2,71	47,43	0,23