
ECOLOGIA

LIGIA PEREIRA DE SOUZA

Efeito da quantidade de habitat, do tamanho do fragmento e da posição dos recursos sobre a frugivoria em ambientes fragmentados

LIGIA PEREIRA DE SOUZA

Efeito da quantidade de habitat, do tamanho do fragmento e da posição dos recursos sobre a frugivoria em ambientes fragmentados

Orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Co-orientador: Prof. Dr. Mauro Galetti

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 Ecóloga.

Rio Claro
2015

574.5 Souza, Ligia Pereira de
S729e Efeito da quantidade de habitat, do tamanho do fragmento e da posição dos recursos sobre a frugivoria em ambientes fragmentados / Ligia Pereira de Souza. - Rio Claro, 2015
39 f. : il., figs., gráfs., quadros, tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Milton Cezar Ribeiro
Coorientador: Mauro Galetti

1. Ecologia. 2. Ecologia de paisagens. 3. Dispersão de sementes. 4. Interações. 5. Processos Ecológicos. I. Título.

À Bernadette, mãe dedicada;
Ao Durcelino, *in memoriam*, pai incrível;
À Efigênia, madrinha zelosa;

Ao Maciel, meu amado companheiro e melhor amigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

À Deus, por me permitir chegar aqui. Sempre me guardando.

À FAPESP, pela bolsa concedida.

À minha mãe, a Bette, que sempre esteve comigo, mesmo longe, cuidando de mim. Mãe atrapalhadinha, mas dedicada, que nunca deixou de se doar aos filhos. Mãe linda e amada. *Ela ensinou-me a ler livros e me deu o gosto pela leitura.*

Ao meu pai, o Durcelino, homem bom, humilde e forte. Dizia com orgulho o seu ano de nascimento: 1911. Suas muitas histórias (como aquela de quando era caminhoneiro e despencou com o caminhão pela enxurrada serra abaixo sendo salvo por Nossa Senhora ou de como foi seu encontro com o fantasmagórico Corpo Seco ou sobre suas caçadas a tesouros escondidos...), vivenciadas no decorrer de sua vida, inspiraram a minha existência. Ele me ensinou a rezar o Pai Nosso e a Ave Maria, de mãos postas, em frente ao meu oratório de papelão. Inteligente, consertava de tudo e ainda criava inventos. *Ele me deu a curiosidade pela ciência.*

À minha madrinha e irmã, minha querida madrinha Gena, que olhava meus cadernos e me incentivava desde a pré-escola. Que me presenteou com livros e me ensinou sobre religião. *Ela me deu a vontade de estudar.*

Ao meu companheiro, amor da minha vida e melhor amigo, Maciel, que virou noites conversando comigo, que me ajudou nos campos da faculdade, que me ensinou a (quase) tocar violão, que me abraçou quando eu estava chorando, que foi paciente durante minhas TPMs ensandecidas e meus *loopings* emocionais, que olhou comigo as estrelas... *Ele me deu alegria em viver.*

Agradeço à toda a minha família. Em especial aos meus irmãos, Lidio Rafael, Dina, padrinho Hélio e Flora, à minha tia Rita e ao Mineiro, aos primos Andréia e Itamar e, também, aos queridos André, Tânia e Joana.

Tenho muito que agradecer ao meu orientador, amigo e viajante do espaço, o Miltinho, pelos ensinamentos, apoio, paciência e conselhos.

E também aos meus ensinadorRes Renata, Pavel e Calebe que me ajudaram com o R e a estatística. E aos revisores Fábio Barros, Pavel e Bernardo que me deram dicas e me ajudaram a melhorar o meu trabalho.

Deixo meu obrigado à dona Irene e ao seu Antônio, meus sogros. Ao Altieri, à Natália, à Keli, à Márcia, à Rafaela e ao Altimar, meus cunhados e cunhadas. E à toda a família Salzano que me acolheu e me fez sentir em casa.

Ao pessoal do LEEC e as amigas Milene, Mayara, Mariana, Débora Najara, Karen e Helena.

À equipe do Colégio Juarez Wanderley e ao Instituto Embraer de Educação e Pesquisa que me deram a oportunidade de cursar o Ensino Médio com excelente qualidade e de graça, de ir ao teatro, de assistir à Orquestra Sinfônica de São Paulo... E de tantas outras experiências que me ajudaram a ser quem eu sou. Aos amigos que fiz nesse colégio: Pâmela, Kátia (*in memoriam*), Guilherme, Andreza, Maiara, Priscila, Renata, Elizete, Rafael, Rodrigo, Falcão, Luiz Felipe, Luiz Gustavo, Carina, Stefanni, Bruna, Tiaguinho, Aline, Tatiane, Augusto, Sofia, Gisele e Janaína.

À professora Maria Silvia, ao diretor seu Luis, da escola Newton Câmara Leal Barros, que permitiam que eu ficasse na biblioteca ou na diretoria, lendo, nos dias em que não ia ninguém à aula. E à todos os amigos e amigas da escola Newton, da Gurilândia, em especial: Luana, Érica, Luciana, Michele, Adriele, Paula, Diogo, Alex e Bruno. À minha primeira professora, a Uranilda. E às senhoras que ficavam na calçada da avenida Cinderela nos finais de tarde e que, assim, me viram crescer: Lena, dona Maria, dona Cida e Graça.

“Terra! Terra!
Por mais distante,
O errante navegante
Quem jamais te esqueceria?”
(VELOSO, 1998)

"Às vezes oiço passar o vento,
e acho que só para ouvir passar o vento vale a pena ter nascido."
(CAEIRO, 1915)

RESUMO

A fragmentação de florestas pode alterar a composição da fauna ao longo do tempo e, conseqüentemente, de processos ecológicos necessários para a manutenção do ecossistema, como a frugivoria, predação e dispersão de sementes. O estudo das relações entre padrões espaciais e processos ecológicos permite entender como as alterações antrópicas afetam a biodiversidade em paisagens perturbadas. Entretanto, poucos estudos envolvendo ecologia de paisagens focam explicitamente em processos ecológicos, sendo a maioria dedicado a explicar a riqueza, abundância ou presença/ausência de espécies. O objetivo deste estudo é estimar a contribuição relativa da posição no fragmento (i.e. tipo de ambiente: interior e borda do fragmento e corredor), do tamanho do fragmento e da quantidade de cobertura vegetal no entorno do fragmento sobre a frugivoria. Foram selecionadas 14 paisagens (com raio de 1000 metros), sendo que em cada uma delas amostrou-se a borda e o interior de um fragmento focal e um corredor florestal. Para a avaliação do processo de frugivoria foram utilizados frutos artificiais fixados em plantas arbustivas ou árvores jovens. Em cada posição foram selecionadas 15 plantas conforme disponibilidade espacial, sendo dispostos 15 frutos por planta. Os frutos foram verificados após sete dias, sendo classificados em consumidos (aves, mamíferos ou insetos), intactos ou simplesmente removidos. Para a análise da variação na frugivoria foi utilizada uma abordagem de seleção de modelos por múltiplas hipóteses concorrentes com base no Critério de Informação de Akaike (AIC) e Modelos Lineares Generalizados (GLM). Encontrou-se uma tendência de que o corredor tenha uma maior taxa de bicadas, seguido da borda e do interior. A frugivoria decresceu com o aumento da área do fragmento e da quantidade de habitat na paisagem. Para a diversidade de bicadas houve uma tendência em que a diversidade cresce com o aumento da área do fragmento e da quantidade de habitat na paisagem amostral. Relação que se inverteu para mordidas. Os resultados indicam que a fragmentação está levando à perda de serviços ecológicos essenciais para manutenção da biodiversidade, como a dispersão de sementes. A rede de interações entre frugívoros e as plantas dispersas por eles tem se tornado menos diversa em paisagens altamente perturbadas. A manutenção da biodiversidade depende que tanto os grandes dispersores quanto a quantidade e qualidade de habitats sejam protegidos e manejados visando uma paisagem autossustentável.

Palavras-chaves: Frugivoria, Ecologia de Paisagens, Dispersão de Sementes, Interações, Processos Ecológicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 A INFLUÊNCIA DA PAISAGEM SOBRE A BIODIVERSIDADE.....	8
1.2 FRUGIVORIA, DISPERSÃO E PREDACÃO DE SEMENTES.....	10
1.3 O USO DE FRUTOS ARTIFICIAIS EM PESQUISAS ENVOLVENDO FRUGIVORIA	11
2 OBJETIVOS	13
3 HIPÓTESES E RESULTADOS ESPERADOS	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
4.2 SELEÇÃO DAS PAISAGENS AMOSTRAIS	16
4.3 FRUTOS ARTIFICIAIS	18
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DO EFEITO DA PAISAGEM SOBRE A FRUGIVORIA	19
5 RESULTADOS	21
5.1 TAXAS DE BICADAS E MORDIDAS	21
5.2 DIVERSIDADE DE MARCAS	25
6 DISCUSSÃO	28
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE A: CARTA DE APRESENTAÇÃO	37
APÊNDICE B: TABELA DE CAMPO	38

1 INTRODUÇÃO

Os biomas Cerrado e Mata Atlântica são as principais formações vegetais presentes no estado de São Paulo, além de *hotspots* de biodiversidade (MITTERMEIER et al., 2005). Contudo, esses biomas estão intensamente fragmentados (RIBEIRO et al., 2009; SÃO PAULO, 2005). Em São Paulo existem cerca de 7.500 fragmentos de Cerrado, dos quais 71% são menores que 20 ha (SÃO PAULO, 2005), e 245 mil fragmentos remanescentes na Mata Atlântica, dos quais 83% são menores que 50 ha (RIBEIRO et al., 2009). A fragmentação reduz as manchas de habitat naturais a ilhas remanescentes circundadas por matrizes antrópicas, geralmente, por agricultura, pastagens, silvicultura e ambientes urbanos. Essa redução da vegetação nativa em pequenos fragmentos corresponde a uma grande ameaça à biodiversidade já que limita a capacidade dos fragmentos em reter espécies, além de comprometer os serviços ecossistêmicos fornecidos por eles (TABARELLI et al., 2012).

Diante do atual panorama de perda de biodiversidade, faz-se necessário desenvolver estratégias para mitigar os impactos ambientais suscitados pelas atividades humanas. A perda e a fragmentação de habitat, além de outras alterações na paisagem, na maioria das vezes tem efeito negativo sobre a biodiversidade, podendo influenciar processos-chave para a manutenção desta (FAHRIG, 2003), tais como a dispersão de sementes e a polinização (CÔRTEZ; URIARTE, 2013). A compreensão desses processos-chave pode trazer informações importantes para o manejo de espécies florestais e para a definição de estratégias adequadas para a recuperação de áreas degradadas, já que a manutenção de áreas recuperadas ou manejadas depende das interações animal-planta como frugivoria, polinização, herbivoria e dispersão e predação de sementes (FLEURY, 2003). Os estudos das relações entre padrões espaciais e processos ecológicos permitem compreender melhor como as alterações antrópicas afetam a biodiversidade em paisagens fragmentadas (LINDENMAYER et al., 2008), propiciando ferramentas para a gestão e conservação dos ecossistemas. Entretanto, poucos estudos envolvendo ecologia de paisagens focam explicitamente em processos ecológicos, sendo a maioria dedicado a explicar a riqueza, abundância ou presença/ausência de espécies.

1.1 A influência da paisagem sobre a biodiversidade

O tamanho dos fragmentos e a conectividade da paisagem são fatores determinantes para a persistência de espécies em paisagens fragmentadas e para a manutenção da biodiversidade em longo prazo (METZGER, 1999; UEZU et al., 2005). Aumentando-se sua

área, aumenta-se também a quantidade de recursos, bem como a riqueza e a abundância das espécies (MARTENSEN et al. 2012; METZGER et al., 2009). Já a conectividade corresponde ao o grau em que a paisagem facilita o movimento de espécies entre fragmentos, permitindo fluxos biológicos de organismos numa escala local e regional (TAYLOR et al., 1993). Dessa forma, uma paisagem com alta conectividade permitirá que espécies cheguem a fragmentos mais distantes, podendo recolonizar remanescentes onde haviam ocorrido extinções locais (HANSKI et al., 1994).

Para manter essa conectividade, não só os grandes fragmentos são importantes, uma vez que a combinação de todos os fragmentos formam elos na paisagem, reduzindo o isolamento entre fragmentos maiores (RIBEIRO et al., 2009). Corredores, faixas de habitat que conectam dois fragmentos, também são relevantes para estabelecer a conectividade entre fragmentos isolados, reduzindo a extinção local de espécies e promovendo o fluxo gênico entre populações (HADDAD, et al. 2003). Levey et al. (2005) observaram que corredores de habitat aumentam substancialmente o movimento de aves e sementes entre as áreas ligadas por eles e que as aves têm maior probabilidade de serem encontradas em áreas conectadas do que naquelas isoladas. Em estudo realizado com aves de sub-bosque na Mata Atlântica, Martensen et al. (2008) observaram que, dentre as espécies de aves estudadas, as onívoras, as frugívoras e as insetívoras terrestres responderam mais à área do fragmento, enquanto as demais espécies (insetívoras de sub-bosque, nectarívoras, e outras) responderam à conectividade. Não obstante, paisagens fragmentadas apresentam um alto grau de perturbação antrópica, o que altera negativamente o processo de frugivoria (STAGGEMEIER; GALETTI, 2007).

Outro resultado da fragmentação é o aumento da relação perímetro/área (aumento na extensão da borda) das manchas de vegetação (FLEURY, 2003; TURNER, 1996). As bordas são zonas de transição entre o fragmento e a matriz e têm sua influência intensificada à medida que o tamanho do fragmento diminui (TURNER, 1996). Quanto maior a extensão da borda, maior será a permeabilidade do fragmento às condições ambientais da matriz (p. ex., temperatura, umidade e luminosidade), o que influencia a abundância e diversidade das comunidades de animais e vegetais (FLEURY, 2003; RESTREPO, 1999; TURNER, 1996). Galetti et al. (2003) encontraram maiores taxas de frugivoria em bordas, expondo duas principais razões para esse resultado: 1) a variação de luminosidade apresentada pela floresta pode afetar a comunicação visual entre aves e frutos já que na borda há mais luminosidade e isto aumenta a exposição dos frutos e 2) as aves generalistas costumam ser mais abundantes

nas bordas, de modo que a probabilidade de consumo de frutos reflete a abundância dessas aves ou a baixa disponibilidade de recursos naturais nesses ambientes.

Segundo Jordano et al. (2006), uma das consequências mais dramáticas da fragmentação de ambientes naturais é a alteração na composição da fauna ao longo do tempo. Tais alterações podem ser tanto a perda de espécies, que ocorre de forma seletiva (geralmente, os maiores frugívoros sofrem o impacto primeiro), quanto a colonização por outras espécies antes inexistentes ou com números reduzidos, podendo levar a alterações nas relações entre plantas e frugívoros. A queda na abundância e diversidade de dispersores de sementes reflete diretamente nas espécies de plantas zoocóricas, resultando na diminuição de sua abundância e diversidade.

1.2 Frugivoria, dispersão e predação de sementes

A dispersão de sementes, processo pelo qual as sementes são movidas para longe da planta-mãe, é um processo chave no ciclo de vida da maioria das plantas (JORDANO et al., 2006). Ela possui uma relação direta com o recrutamento de indivíduos e a colonização de novas áreas, além de promover a variabilidade genética e influenciar a estrutura e composição da comunidade vegetal (MILLER, 2008; MULLER-LANDAU et al., 2002; SCHUPP et al. 2002).

Diretamente relacionada ao processo de dispersão de sementes, a frugivoria é uma interação ecológica fundamental para a manutenção da diversidade biológica (JANZEN, 1970; JORDANO, 2000). Em florestas tropicais, o processo de reprodução de grande parte das espécies de vegetais envolve interações com animais, destacando-se o processo de frugivoria como contribuição na dispersão de sementes (GALETTI et al., 2003; MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992; SILVA; TABARELLI, 2000). Em contrapartida, os frutos produzidos pelas plantas são uma importante fonte de alimento para os animais (LEVEY et al., 2002). Animais frugívoros, particularmente aves, ao ingerirem os frutos de vegetais acabam por dispersar suas sementes em diferentes localidades da paisagem, favorecendo a regeneração natural e potencializando o fluxo gênico (GARCÍA; GRIVET, 2011; JORDANO et al., 2006). Além de dispersarem sementes, alguns frugívoros também são responsáveis pela predação de sementes, contribuindo para o controle populacional das espécies vegetais (JANZEN et al., 1976; ORROCK et al., 2006; STILES, 1985).

1.3 O uso de frutos artificiais em pesquisas envolvendo frugivoria

Pesquisas envolvendo o uso de frutos para estudar a preferência de aves por determinadas características ou a taxa de frugivoria em determinados ambientes têm apontado o uso de frutos artificiais como uma importante estratégia para experimentos. Tal método têm possibilitado estudos em ampla escala e o controle de variáveis tais como a cor, o tamanho, a degradação e a disposição dos frutos (ALES-COSTA; LOPES, 2001; GALETTI et al., 2003; JACOMASSA et al., 2009). Também têm sido eficiente para se registrar tentativas de consumo pelas aves (ARRUDA et al., 2008). Alves-Costa e Lopes (2001) encontraram maiores taxas de frugivoria em frutos vermelhos (44,9%) e em frutos pretos (34,2%), resultado também encontrado por Galetti et al. (2003).

A relação entre a taxa de frugivoria e a presença de estradas, utilizando frutos artificiais, foi analisada por Soares (2013). Seus resultados apresentaram uma relação positiva entre a riqueza de tipos de bicadas e a distância entre o fragmento e a estrada, sugerindo que a proximidade da estrada pode influenciar negativamente ou a diversidade de frugívoros ou a disponibilidade de recursos consumidos por esses organismos nos fragmentos estudados. A autora observou, também, que quanto menor a cobertura vegetal em torno do fragmento em um raio de 500 m, maior a taxa de predação por insetos.

Tokumoto et al. (2013) teve como objetivo estimar o efeito da cobertura e configuração da paisagem urbana sobre a frugivoria em fragmentos florestais de Manaus, Brasil. Os resultados encontrados foram que a porcentagem de bicadas foi negativamente correlacionada com o tamanho dos fragmentos, com mais bicadas em fragmentos menores; da mesma maneira a porcentagem de bicadas foi negativamente correlacionada com conectividade e área funcional (área de habitat na paisagem), quanto mais conectada e maior a área funcional, menor a porcentagem de bicadas. Segundo a autora, isso pode ser explicado pelo fato de fragmentos menores possuírem menor disponibilidade de recursos e maior concentração de aves frugívoras de sub-bosque o que pode ter elevado a taxa de consumo dos frutos artificiais. Já os fragmentos maiores potencialmente contém mais recursos alimentares, diminuindo a possibilidade das aves consumirem os frutos artificiais. Tokumoto et al. (2013) sugere que a influência da conectividade e da área funcional na frugivoria é devida à maior facilidade que as aves frugívoras têm para se deslocar em paisagens mais conectadas e/ou com maior área funcional. As conclusões apontam que a frugivoria é influenciada não apenas pela área, mas principalmente pela organização espacial (conectividade e área funcional) dos remanescentes.

Dessa forma, observa-se que o uso de frutos artificiais apresenta elevado potencial para estudos experimentais que busquem compreender como fatores como o tamanho, a porcentagem de habitat no entorno do fragmento e a posição (i.e. tipo de ambiente da paisagem: interior, borda e corredor) podem influenciar processos ecológicos considerados chave para a manutenção da biodiversidade.

2 OBJETIVOS

O presente estudo tem o objetivo de estimar a contribuição relativa da posição (i. e. tipo de ambiente da paisagem: interior, borda e corredor), do tamanho do fragmento e da quantidade de vegetação no entorno do fragmento focal sobre a frugivoria por aves e mamíferos no sub-bosque de paisagens fragmentadas do interior paulista.

3 HIPÓTESES E RESULTADOS ESPERADOS

As hipóteses nulas são:

- 1) Não há diferença significativa nas proporções de frugivoria para as diferentes posições dos recursos (interior, borda e corredor);
- 2) O tamanho do fragmento não influencia na frugivoria;
- 3) A quantidade de habitat no entorno do fragmento não influencia a frugivoria;
- 4) Não há diferença na contribuição relativa da posição dos recursos, do tamanho do fragmento e da quantidade de habitat no entorno sobre a frugivoria.

As respostas esperadas são descritas e representadas graficamente no Quadro 1.

Quadro 1 - Predição entre os parâmetros relacionados com a quantidade de habitat, o tamanho do fragmento e a posição dos recursos para explicar a taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas em frutos artificiais.

Modelos	Resultados esperados	Descrição dos resultados esperados
Posição dos recursos: Cor = Corredor, Bor = Borda e Int = Interior.	<p>Gráfico de barras com o eixo Y rotulado 'Taxa de frugivoria' e o eixo X rotulado 'Cor', 'Bor', 'Int'. Há três barras cinzas. A barra 'Cor' é a mais alta, a barra 'Bor' é de altura média e a barra 'Int' é a mais baixa.</p>	Diferentes posições (interior, borda e corredor) em um fragmento diferem em estrutura e diversidade vegetal, dentre outros fatores. Assim espera-se que a taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas nos frutos sejam influenciados pela posição deles no fragmento. Aves generalistas são mais abundantes nas posições corredor e borda e a disponibilidade de recursos nesses locais é naturalmente menor; sendo assim, espera-se que a taxa de frugivoria seja maior nessas posições. Por sua vez, o interior possui mais disponibilidade de recursos, que seriam alvo da preferência das aves que ali se encontram, o que resultaria em uma menor taxa de frugivoria e maior diversidade de marcas.
Área do fragmento	<p>Gráfico de linha com o eixo Y rotulado 'Taxa de frugivoria' e o eixo X rotulado 'Área do fragmento'. Uma linha preta desce linearmente da esquerda para a direita.</p>	A taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas diminuiriam linearmente em relação ao aumento da área dos fragmentos, pois fragmentos maiores apresentariam maior capacidade de suporte, ambientes mais estáveis e maior disponibilidade de recursos. Em contrapartida, os pequenos fragmentos possuem poucos recursos em comparação aos fragmentos maiores, o que causaria uma superexploração deles pela fauna que ali se encontra.
Porcentagem de cobertura vegetal	<p>Gráfico de linha com o eixo Y rotulado 'Taxa de frugivoria' e o eixo X rotulado 'Cobertura vegetal no entorno'. Uma linha preta desce linearmente da esquerda para a direita.</p>	Acredita-se que quanto maior a porcentagem de cobertura vegetal ao redor do limite externo do fragmento, maior será a quantidade de recursos disponíveis para a fauna; isto acarretaria em menor concorrência pelos recursos. Sendo assim, a taxa de frugivoria diminuiria conforme o aumento da porcentagem de cobertura vegetal.

Fonte: Elaborado pela autora.

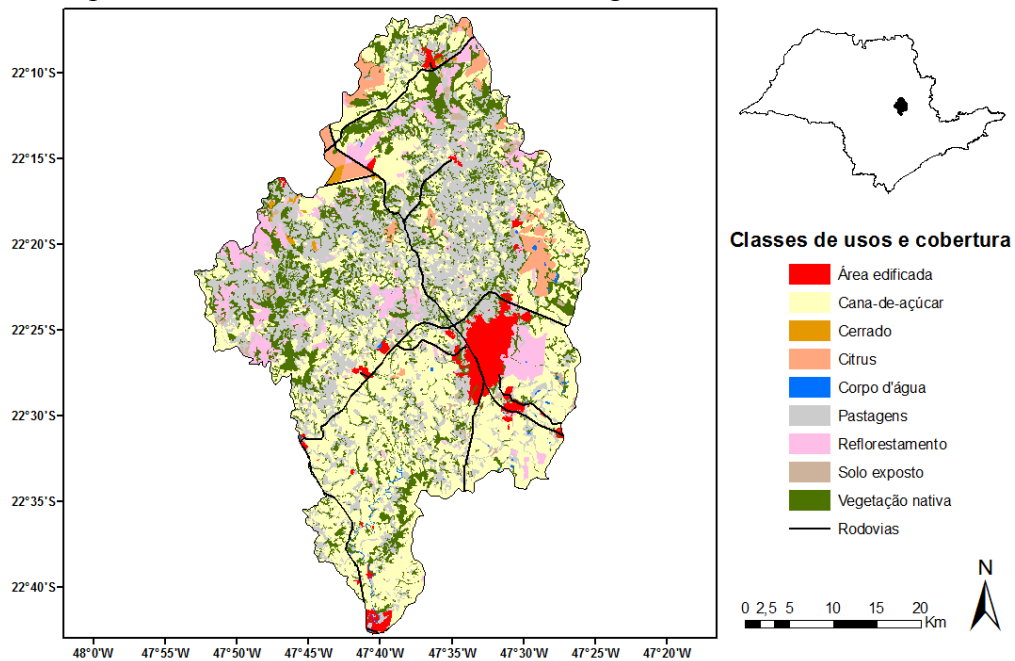
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, localizada na porção centro leste do Estado de São Paulo (Figura 1), entre os paralelos 22°04'46" e 22°41'28" S e os meridianos 47°26'23" e 47°56'15" W. A área possui cerca de 170.000 ha, englobando os municípios de Analândia, Corumbataí, Rio Claro, Santa Gertrudes, Itirapina, Ipeúna, Charqueada e parte de Piracicaba, onde se localiza a foz do Rio Corumbataí. A Bacia é subdividida em cinco sub-bacias: Passa Cinco, Ribeirão Claro, Alto, Médio e Baixo Corumbataí. Parte de sua área está inserida na APA do Corumbataí, Botucatu e Tejuπά, criada mediante o Decreto Estadual N° 20.960/83 (NOBRE, 2008).

As principais formas de uso de solo na área da Bacia são a cana-de-açúcar (39,5%) e o pasto (27,6%), sendo que apenas 17,5% da região correspondem à vegetação nativa (ANTONELLO, 2008b). Segundo Basile (2006), embora a quantidade de habitat seja baixa na região, a vegetação nativa ainda continua sendo substituída por pastagens, cana-de-açúcar e áreas urbanas, sendo que a maior parte dos fragmentos restantes possui área inferior a 20 ha.

Figura 1 - Mapeamento de usos do solo e cobertura vegetal da Bacia do Corumbataí, SP.



Fonte: Modificado de Antonello (2008) e Ceapla (2010).

4.2 Seleção das paisagens amostrais

A seleção das paisagens amostrais foi realizada com base em análises prévias das características da paisagem de modo a ter uma variação de tamanhos de fragmentos (~1 ha a ~300 ha), buscando-se minimizar as diferenças das características da matriz circundante (ANTONELLO, 2008a). Para minimizar a autocorrelação espacial nas variáveis respostas e explanatórias (FORTIN; DALE, 2005), cada paisagem selecionada estava distante pelo menos 2.000 metros de outra paisagem. Para apoiar a seleção das paisagens foram utilizados os mapeamentos do Instituto Florestal (2010) e os mapas disponibilizados por ANTONELLO (2008a) e CEAPLA (2010). As paisagens amostrais são constituídas por um fragmento focal e um corredor, sendo a vizinhança de 1.000 metros no entorno do fragmento considerada como área de análise. O fragmento focal foi dividido em duas posições: interior e borda. Para fins de padronização, foi considerada borda a área correspondente a, aproximadamente, 50 metros do limite para o interior do fragmento. O corredor, neste trabalho, é considerado como uma posição na paisagem amostral e é definido como uma faixa de habitat relativamente estreita, podendo ser mata ciliar ou não, com largura mínima de 30 metros e máxima de 100 metros.

Após a seleção prévia de 21 paisagens com o auxílio de imagens de satélite, foram realizadas verificações em campo com o objetivo de fazer uma seleção mais refinada, garantindo que tanto as paisagens selecionadas como os fragmentos focais atendessem as especificações do projeto. Nessa etapa, também foram realizados os contatos com os proprietários para pedir autorização para realização do experimento nas áreas escolhidas, foi elaborada uma carta de apresentação do trabalho com os contatos da pesquisadora (Apêndice A). Ao final, 14 paisagens (Quadro 2) enquadraram-se nos pré-requisitos do projeto e foram viáveis para realizar o trabalho de campo. As localizações das paisagens amostrais escolhidas estão apontadas na Figura 2. A matriz predominante neste estudo foi a cana-de-açúcar, presente em 12 paisagens amostrais, enquanto pastagens foram observadas em apenas duas paisagens. A Figura 3 ilustra os dois tipos de matrizes mencionados.

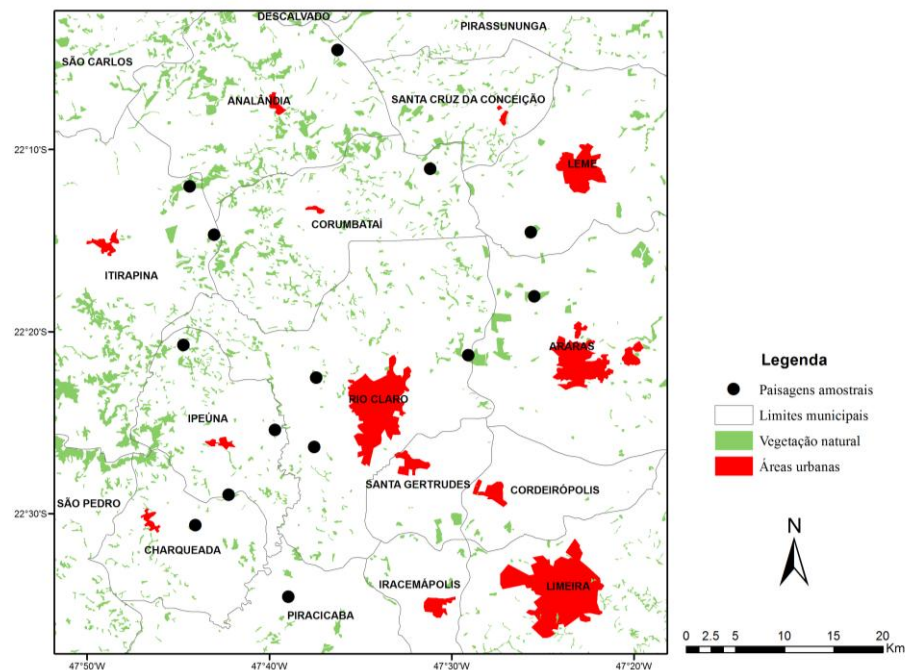
O mapeamento dos fragmentos foi realizado no software ArcGis, baseado em imagens de satélite, na escala 1:15.000. Com esse mapeamento, foram calculadas as áreas dos fragmentos focais e as porcentagens de cobertura vegetal em um raio de 250, 500 e 1000 metros a partir do limite do fragmento.

Quadro 2 – Características das 14 paisagens selecionadas, incluindo-se a área do fragmento focal.

<i>Paisagem</i>	<i>Nome (Coordenadas)</i>	<i>Matriz predominante</i>	<i>Área (ha)</i>
P01	Fazenda HS (22°11'S 47°31'W)	Cana-de-açúcar	96
P02	Washington Luís (22°14'S 47°43'W)	Cana-de-açúcar	41
P03	Altaraju (22°26'S 47°37'W)	Cana-de-açúcar	9
P04	Mata São José (22°21'S 47°28'W)	Cana-de-açúcar	326
P05	Mata do lobo (22°18'S 47°25'W)	Cana-de-açúcar e Mineração	182
P06	Fazenda Luís (22°20'S 47°44'W)	Pastagens	53
P07	Fazenda Santa Elisa (22°14'S 47°25'W)	Cana-de-açúcar e Laranja	121
P08	Sítio Nevoeiro (22°22'S 47°34'W)	Cana-de-açúcar	33
P09	Sítio Barroco (22°34'S 47°39'W)	Cana-de-açúcar	223
P10	Palmital (22°25'S 47°39'W)	Cana-de-açúcar	8
P11	Mineradora Barracão (22°04'S 47°36'W)	Cana-de-açúcar e Mineração	33
P12	Fazenda da Toca (22°12'S 47°45'W)	Pastagens	55
P13	Bananeiras (22°30'S 47°44'W)	Cana-de-açúcar	49
P14	Fazenda Carvalho (22°28'S 47°42'W)	Cana-de-açúcar	57

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2 - Localização das paisagens amostrais no interior paulista.



Fonte: Modificado de Instituto Florestal (2010).

Figura 3- Matrizes presentes nas paisagens amostrais no interior do Estado de São Paulo. Em a) cana-de-açúcar e b) pastagens.



Fonte: Elaborado pela autora.

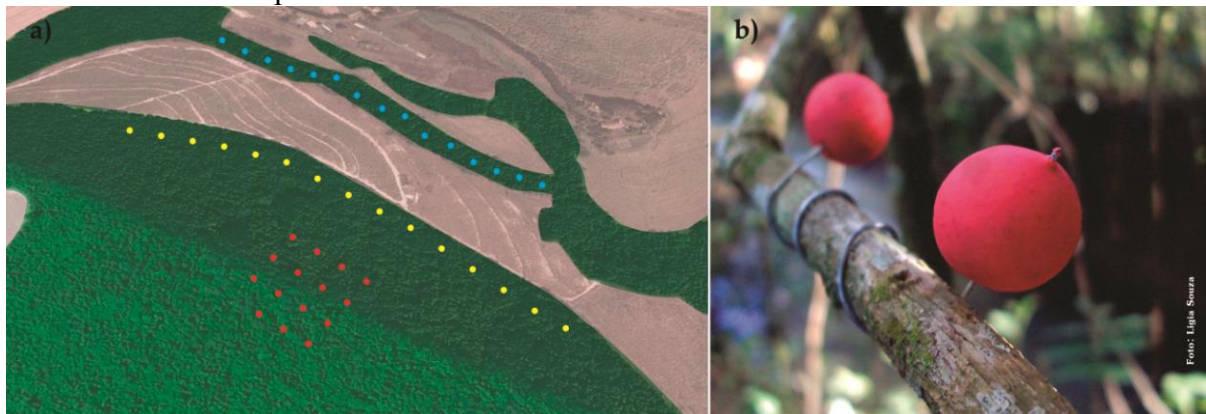
4.3 Frutos artificiais

Para se avaliar o processo de frugivoria foram utilizados frutos artificiais, método que permite a manipulação e controle de variáveis como cor, acessibilidade, tamanho, quantidade e distância entre as plantas frutíferas (ALVES-COSTA; LOPES, 2001; GALETTI et al., 2003), as quais influenciam a seleção de frutos pela fauna (GALETTI et al., 2003; LEVEY et al., 1984; MOERMOND; DENSLOW, 1983; MOORE; WILLSON, 1982; SALLABANKS, 1993).

Os frutos foram confeccionados em formatos esféricos, com tamanho de aproximadamente 15 mm de diâmetro. Utilizou-se massa de modelar atóxica na cor vermelha, sem odor e resistente à água (ALVES-COSTA; LOPES, 2001). A escolha pela cor vermelha foi motivada por ela ser eficiente na atração de frugívoros (ALVES-COSTA; LOPES, 2001; GALETTI et al., 2003). Os frutos foram fixados em galhos de arbustos ou árvores jovens na altura do sub-bosque da floresta (entre um e dois metros de altura) com auxílio de arames flexíveis. Para minimizar a influencia de outras variáveis indesejáveis atuando nas taxas de consumo dos frutos, foram selecionadas apenas plantas sem flores e sem frutos, e com características morfológicas mais similares possíveis. Para que os frutos fossem visualizados facilmente pela fauna, eventuais folhas que estivessem impedindo essa visualização foram retiradas.

As plantas que receberam os frutos estavam separadas cerca de 50 metros uma das outras, aumentando a chance da independência espacial entre os pontos (FORTIN; DALE, 2005). Sendo assim, em cada posição (interior, borda e corredor) foram selecionadas até 15 plantas, conforme disponibilidade espacial. Em cada planta foram dispostos conjuntos de 15 frutos artificiais (Figura 4).

Figura 4 - Disposição dos frutos artificiais utilizado em estudo sobre frugivoria em paisagens fragmentadas do interior paulista. (a) disposição das plantas onde foram dispostos os frutos nas três posições da paisagem: interior (vermelho), borda (amarelo) e corredor (azul); (b) detalhe dos frutos na planta.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após sete dias da instalação do experimento, todos frutos consumidos, intactos e removidos foram contabilizados. Foram considerados consumidos os frutos que apresentavam marcas de bicadas (aves), mordidas (mamíferos) e/ou predação por insetos. A diversidade foi contabilizada apenas para bicadas e mordidas, uma vez que a frequência de marcas de insetos foi baixa nas paisagens. Assim, a classificação foi realizada com base nas diferentes marcas deixadas nos frutos artificiais, atribuindo a cada marca diferente uma letra do alfabeto. Todos os dados foram anotados em ficha de campo desenvolvida para tal, na qual cada fruto foi descrito (Apêndice B).

4.4 Análises estatísticas do efeito da paisagem sobre a frugivoria

Com a finalidade de avaliar os efeitos da estrutura da paisagem sobre a taxa de frugivoria, utilizou-se a abordagem de seleção de modelos por múltiplas hipóteses concorrentes com base na teoria de informação usando-se o Critério de Informação de Akaike – AIC (BURNHAM; ANDERSON, 2002). Também foram estimados os ΔAIC (diferença entre o AIC de um modelo e o AIC do melhor modelo; quanto menor o AIC ou ΔAIC , melhor

é o modelo) e os pesos para os AICs (i.e. $wAIC$), os quais referem-se à contribuição relativa de um determinado modelo em explicar os padrões observados em uma estrutura de dados, dado uma lista de modelos concorrentes. Modelos com $\Delta AIC < 2$ ou $wAIC > 0,10$ foram considerados igualmente plausíveis para explicar os padrões.

Como variáveis dependentes (VD), considerou-se as proporções de frugivoria (taxa de bicada, taxa de mordida e taxa de predação por insetos) e diversidade de bicadas e mordidas (calculadas pelos índices de Shannon e Simpson). A classificação de marcas para os cálculos de diversidade foi realizada com base na metodologia proposta por Alves e Costa (2001). Foram utilizados para explicar essas variáveis, um conjunto de modelos que combinaram um ou mais fatores da paisagem, características do fragmento ou posição. O Quadro 3 apresenta a lista de modelos definidos por apresentarem significados ecológicos, sendo que tais modelos combinaram um ou mais fatores de paisagem. Para garantir que os modelos concorrentes são melhores do que o acaso foi incluído um modelo nulo (M0 = representando a ausência de efeito) na lista avaliada. As análises foram feitas no ambiente R (R Core Team, 2013), por meio de Modelos Lineares Generalizados (GLM; Zuur et al., 2009).

Quadro 3 - Modelos e combinações utilizados nas análises estatísticas. VD - variável dependente (taxa de bicadas, de mordidas, diversidade de bicadas ou de mordidas); P - posição dos recursos dentro da paisagem amostral (interior, borda ou corredor); VEG - porcentagem de vegetação no entorno do fragmento a 250, 500 ou 1000 metros; AREA - área dos fragmentos.

MODELOS	
M0: VD ~ Modelo Nulo (Acaso)	M4: VD ~ P + VEG
M1: VD ~ P	M5: VD ~ P + AREA
M2: VD ~ VEG	M6: VD ~ AREA + VEG
M3: VD ~ AREA	

Fonte: Elaborado pela autora.

5 RESULTADOS

5.1 Taxas de bicadas e mordidas

Em relação à frugivoria, 20,5% dos frutos apresentaram marcas de bicadas, 3% foram mordidos e 1% apresentaram marcas de predação por insetos. Dos frutos bicados, apenas 129 marcas (7%) sugeriam um bico de grande abertura.

Na Tabela 1 pode-se observar os $wAICs$ para cada modelo. A classe “geral” agrupa todas as três posições, enquanto que as demais possuem apenas dados da posição que a nomeia. Os modelos que consideraram a porcentagem de cobertura vegetal no entorno do fragmento focal não foram significantes para bicadas, mas foram para mordidas. Os modelos relacionados à área e à posição foram plausíveis, com $wAICs$ de 0,47 e 0,29, respectivamente. Confirmando as hipóteses iniciais previstas no quadro 1.

Tabela 1 – Resultados dos $wAICs$ para cada modelo, considerando a Variável Dependente (VD) como a taxa de bicadas e de mordidas. Os números em negrito correspondem aos modelos considerados igualmente plausíveis para explicar os padrões (considerando os modelos da mesma coluna). Aqueles em vermelho não foram significativos ($p>0,05$). “Cobertura” refere-se à quantidade de cobertura vegetal no entorno do fragmento focal à um raio de 250, 500 ou 1000 metros.

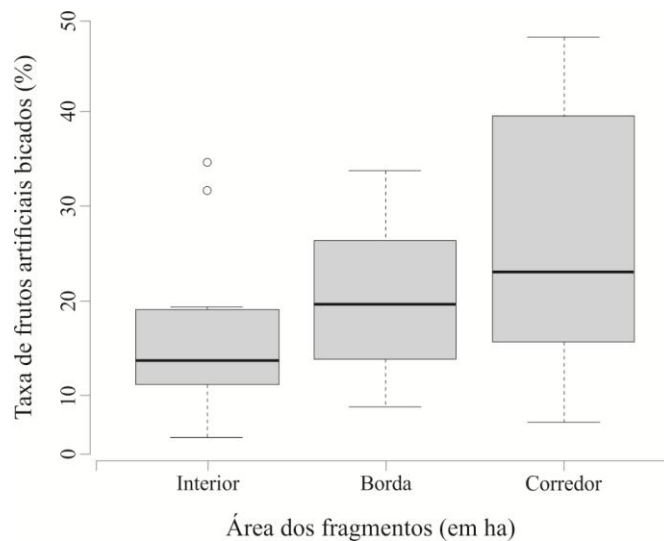
<i>VD = Taxa de bicadas</i>				
	Geral	Interior	Borda	Corredor
Posição	0,29	-	-	-
Área	0,47	0,33	0,30	0,53
Cobertura 250	0,04	0,24	0,15	0,13
Cobertura 500	0,08	0,21	0,20	0,15
Cobertura 1000	0,09	0,21	0,35	0,20
Modelo Nulo	0,03	<0,001	<0,001	<0,001
<i>VD = Taxa de mordidas</i>				
	Geral	Interior	Borda	Corredor
Posição	0,002	-	-	-
Área	0,13	0,21	0,153	0,24
Cobertura0250	0,05	0,18	0,083	0,20
Cobertura0500	0,06	0,42	0,066	0,22
Cobertura1000	0,76	0,20	0,699	0,33
Modelo Nulo	0,01	<0,001	<0,001	<0,001

Fonte: Dados da pesquisa.

Um modelo plausível para explicar a taxa de bicadas nas três posições juntas foi a posição em que o recurso alimentar se encontra (Tabela 1). Houve maior taxa de bicadas no corredor (Figura 5). A tendência observada é que o corredor apresente maior taxa de bicadas, seguido da borda e do interior.

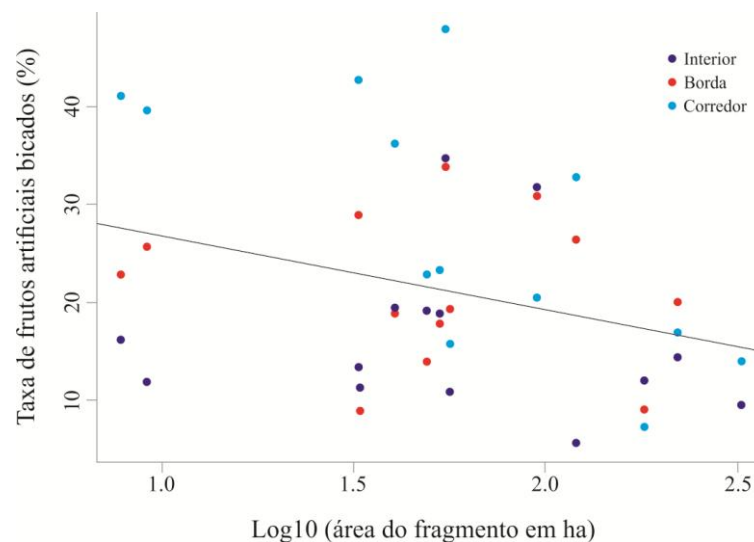
A taxa de bicadas também foi explicada pela área do fragmento focal, com o aumento da área a taxa de bicadas decresceu (Figura 6).

Figura 5 – Taxa de bicadas em frutos artificiais em três posições (interior, borda e corredor), em paisagens fragmentadas do interior paulista ($F=3,677$; $p=0,034$).



Fonte: Dados da pesquisa.

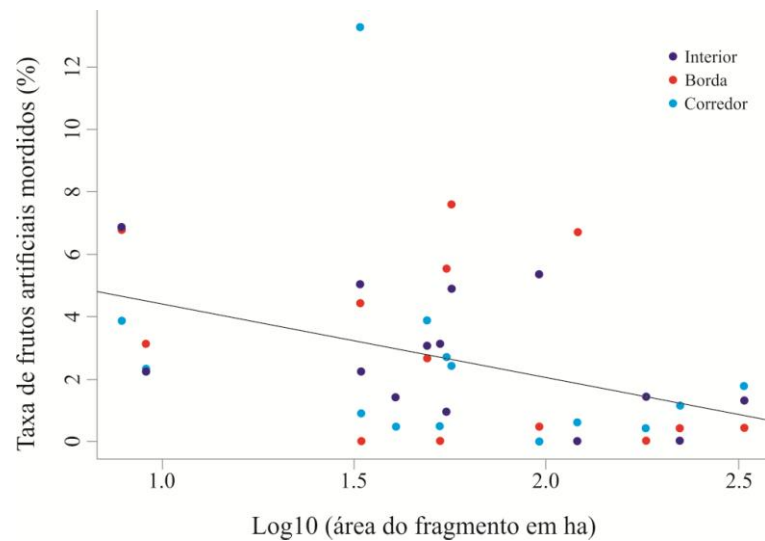
Figura 6 – Relação entre a taxa de bicadas em frutos artificiais e a área do fragmento ($R^2=0,104$; $F=4,645$; $p=0,0372$). A área (ha) está em escala logarítmica.



Fonte: Dados da pesquisa.

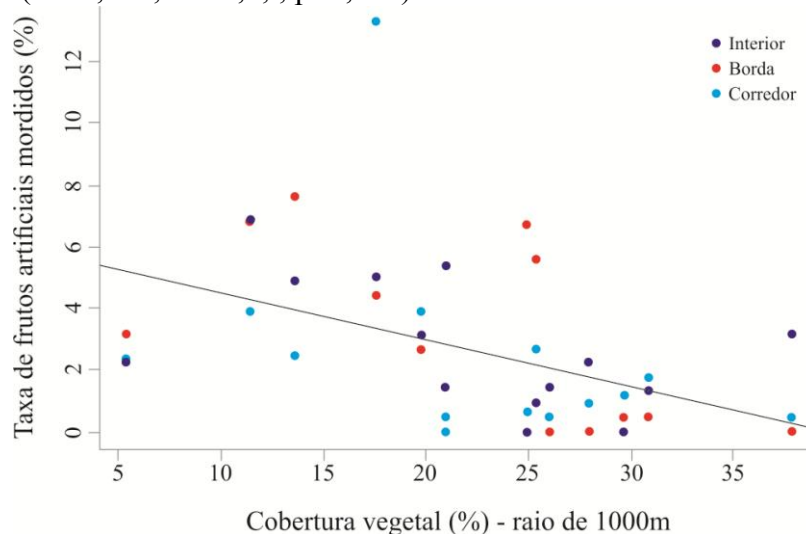
A taxa de mordidas apresentou comportamento semelhante à de bicadas quando relacionada com a área do fragmento (Figura 7). O modelo que considera a quantidade de habitat no entorno do fragmento à um raio de 1000 metros também foi plausível, entretanto apresentou uma maior contribuição do que a área (Tabela 1). Observa-se que há uma diminuição na taxa de mordidas em relação à porcentagem de cobertura florestal (Figura 8).

Figura 7 – Relação entre a taxa de mordidas em frutos artificiais e a área do fragmento em paisagens fragmentadas do interior paulista ($R^2=0,155$; $F=7,356$; $p=0,0098$). A área (ha) está em escala logarítmica.



Fonte: Dados da pesquisa.

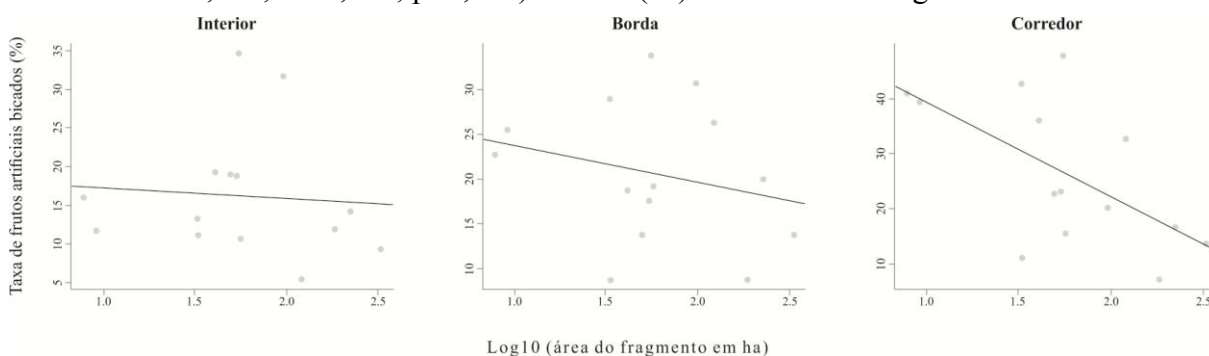
Figura 8 – Relação entre a taxa de mordidas em frutos artificiais e a porcentagem de vegetação no entorno do fragmento à um raio de 1000 metros em paisagens fragmentadas do interior paulista ($R^2=0,202$; $F=10,1$; $p=0,003$).



Fonte: Dados da pesquisa.

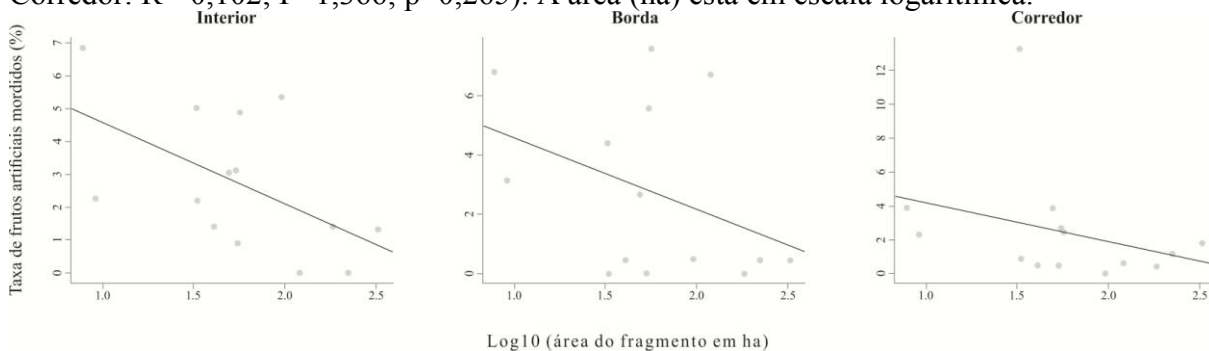
Considerando separadamente as posições em relação à área, a taxa de bicadas no corredor recebeu influencia mais significativa da área do fragmento do que a borda e o interior (Figura 9). Observa-se que a inclinação da reta aumenta gradativamente do interior para a borda e depois para o corredor. Sendo que a área é o modelo que, além de ser plausível, apresentou maior significância ($p < 0,05$) para a taxa de bicadas no corredor. Já para mordidas, o interior e a borda dos fragmentos pareceu ser mais influenciado pela área do que o corredor (Figura 10).

Figura 9 – Relação entre a taxa de bicadas em frutos artificiais, para cada posição, e a área do fragmento (Interior: $R^2=0,006$; $F=0,073$; $p=0,791$; Borda: $R^2=0,060$; $F=0,770$; $p=0,397$ e Corredor: $R^2=0,370$; $F=7,047$; $p=0,021$). A área (ha) está em escala logarítmica.



Fonte: Dados da pesquisa.

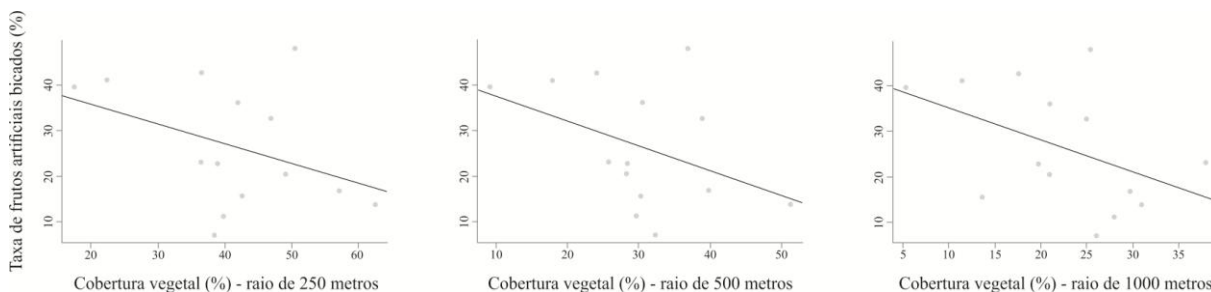
Figura 10 – Relação entre a taxa de mordidas em frutos artificiais, para cada posição, e a área do fragmento (Interior: $R^2=0,300$; $F=5,143$; $p=0,043$; Borda: $R^2=0,152$; $F=2,147$; $p=0,169$ e Corredor: $R^2=0,102$; $F=1,366$; $p=0,265$). A área (ha) está em escala logarítmica.



Fonte: Dados da pesquisa.

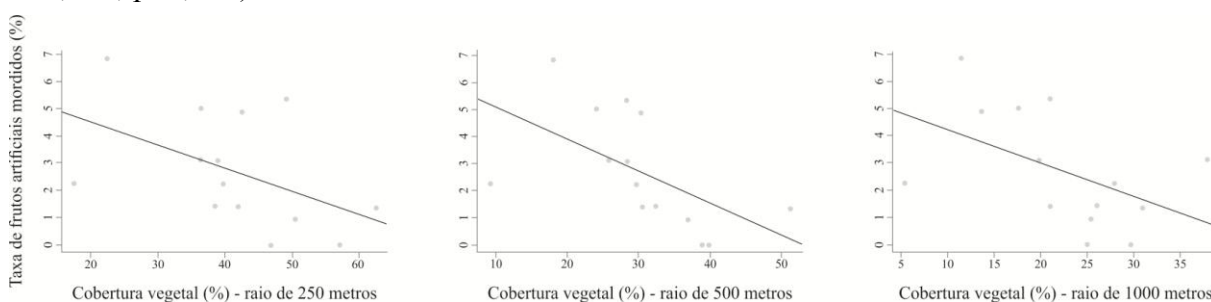
Esse comportamento se repetiu quando os dados, separados por posição, foram relacionados com a quantidade de cobertura vegetal no entorno. Sendo que, para bicadas, os dados do corredor apresentaram-se mais consistentes (Figura 11) e, para mordidas, o interior apresentou uma relação mais forte (Figura 12).

Figura 11 – Relação entre a taxa de bicadas em frutos artificiais, para o corredor, e a quantidade de cobertura vegetal no entorno do fragmento à três raios distintos: 250 ($R^2=0,152$; $F=2,153$; $p=0,168$), 500 ($R^2=0,171$; $F=2,467$; $p=0,142$) e 1000 ($R^2=0,206$; $F=3,104$; $p=0,104$) metros.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 12 – Relação entre a taxa de mordidas em frutos artificiais, para o interior, e a quantidade de cobertura vegetal no entorno do fragmento à três raios distintos: 250 ($R^2=0,2297$; $F=3,579$; $p=0,0829$), 500 ($R^2=0,3177$; $F=5,588$; $p=0,0358$) e 1000 ($R^2=0,243$; $F=3,841$; $p=0,074$) metros.



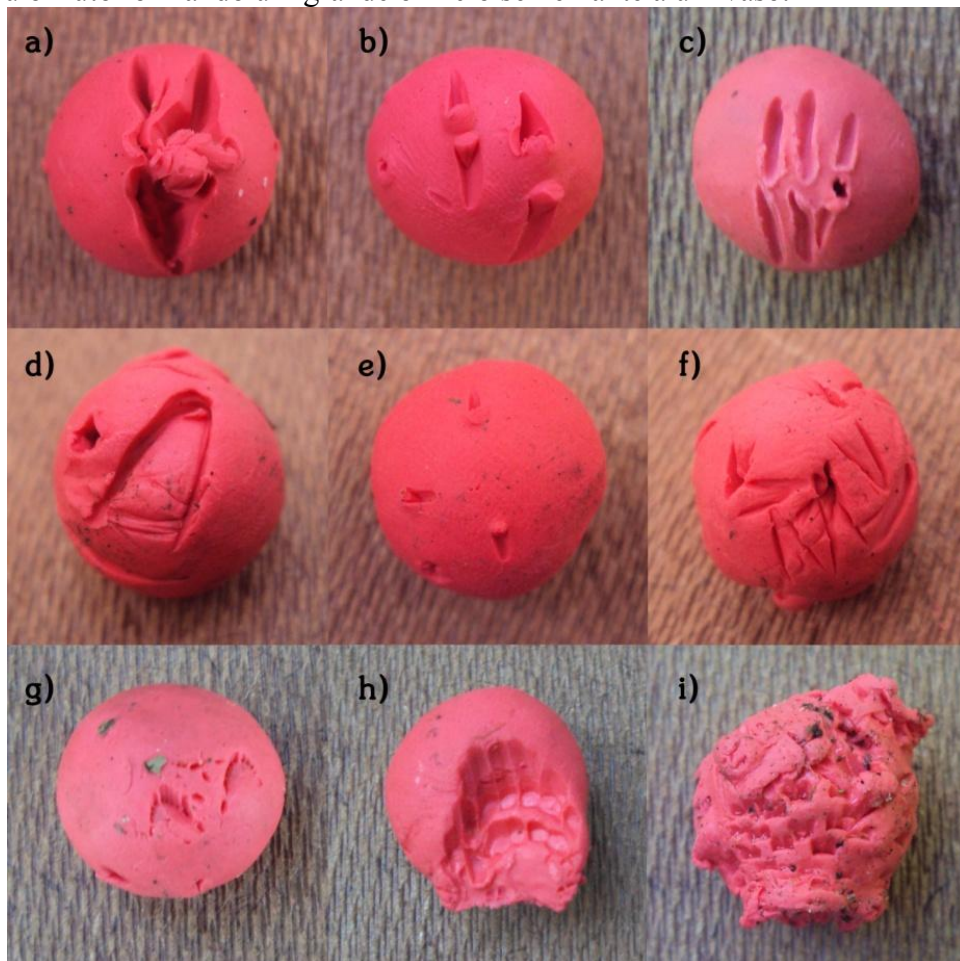
Fonte: Dados da pesquisa.

5.2 Diversidade de marcas

A diversidade de marcas foi avaliada com base no que foi apresentado por Alves e Costa (2001). Foram classificadas 24 marcas de bicadas e 10 de mordidas, na Figura 13 são apresentados os tipos mais frequentes de bicadas e mordidas.

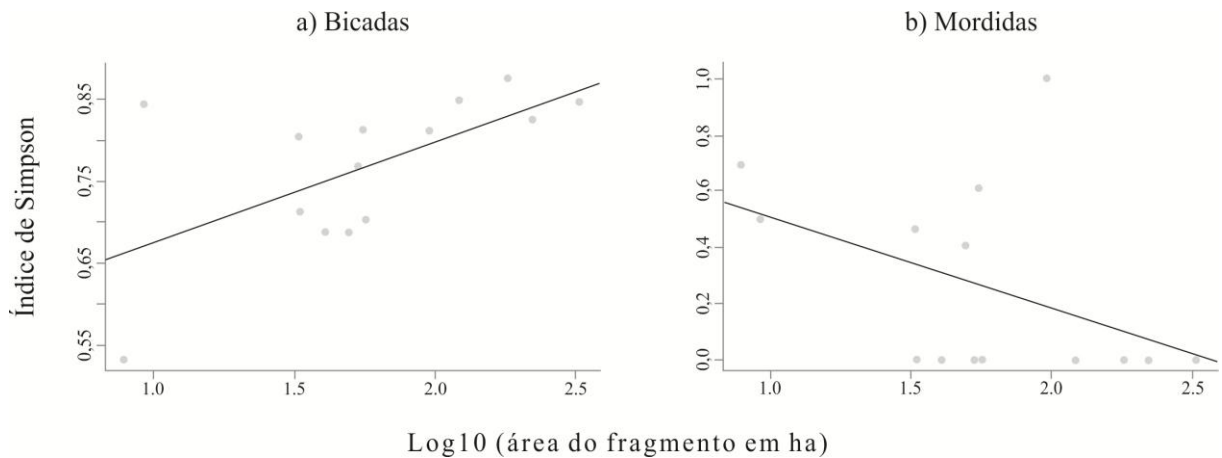
Para os dados separados por posição, o corredor apresentou resultados significativos tanto para bicadas quanto para mordidas. As tendências são as mesmas quando se relaciona a diversidade de bicadas ou mordidas com a área do fragmento ou a quantidade de cobertura vegetal no entorno do fragmento. Para a bicadas, a diversidade tende a aumentar conforme aumenta-se a área do fragmento (Figura 14a) ou a quantidade de vegetação no entorno (Figura 15). Já para mordidas, o aumento da área (Figura 14b) ou da porcentagem de vegetação no entorno (Figura 16) acarreta em um decréscimo da diversidade de marcas.

Figura 13 – Principais tipos de bicadas (a-f) e mordidas (g-i) encontrados nos frutos artificiais. Categoria (a) marcas profundas com aspecto triangular, remodelando ou removendo parte da massa, sugerindo um bico de grande abertura; (b) marcas com aspecto triangular de tamanho mediano que remodelam pouca quantidade de massa, sugere um bico menor que aquele da categoria (a); (c) marcas rasas, praticamente lineares, levemente arredondadas; (d) grande marca triangular com ponta arredondada, não profunda, mas que achata levemente o fruto, sugerindo um bico grande; (e) marcas triangulares pequenas, remodelam muito pouca massa, sugere um bico bem pequeno; (f) marcas triangulares superficiais; (g) marcas curvadas e profundas, sugerindo mamífero de mandíbula e dentes pequenos; (h) marcas com curvatura maior que (g), removendo parte do fruto e sugerindo um mamífero com dentes de superfície plana; (i) várias marcas de mordidas, sugerindo dois dentes pequenos, algumas vezes remodelou o fruto formando um grande orifício semelhante a um vaso.



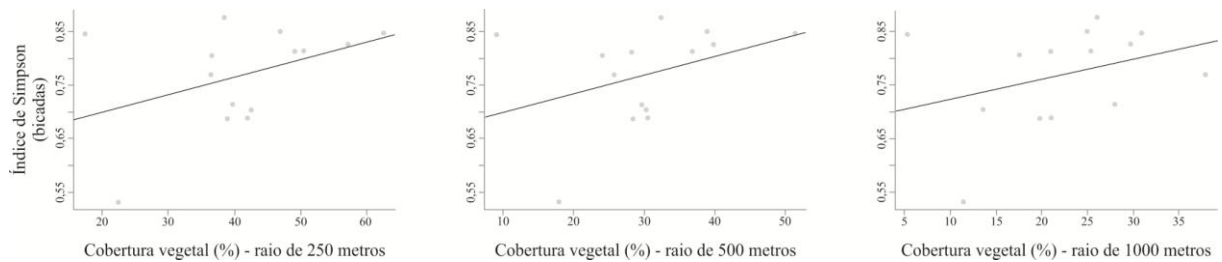
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 14 – Relação entre a diversidade de marcas (Índice de Simpson) e a área do fragmento, para o corredor. (a) para bicadas ($R^2=0,370$; $F=7,060$; $p=0,021$) e (b) para mordidas ($R^2=0,196$; $F=2,917$; $p=0,113$).



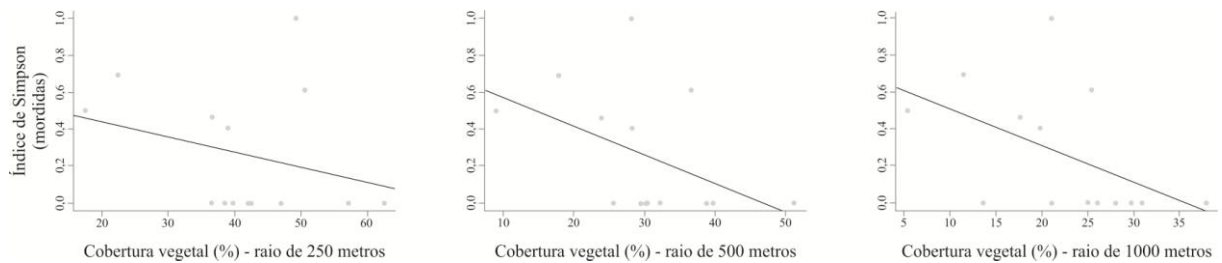
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 15 – Relação entre a diversidade de marcas de bicadas (Índice de Simpson) e a quantidade de vegetação no entorno do fragmento em três raios distintos: 250 ($R^2=0,173$; $F=2,516$; $p=0,139$), 500 ($R^2=0,138$; $F=1,928$; $p=0,190$) e 1000 ($R^2=0,113$; $F=1,523$; $p=0,241$) metros, para o corredor.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 16 – Relação entre a diversidade de marcas de mordidas (Índice de Simpson) e a quantidade de vegetação no entorno do fragmento em três raios distintos: 250 ($R^2=0,084$; $F=1,093$; $p=0,316$), 500 ($R^2=0,212$; $F=3,221$; $p=0,098$) e 1000 ($R^2=0,244$; $F=3,872$; $p=0,073$) metros, para o corredor.



Fonte: Dados da pesquisa.

6 DISCUSSÃO

A maioria das marcas nos frutos artificiais foi feita por aves. O principal motivo seria que as aves orientam-se melhor visualmente do que mamíferos, que se orientam primariamente pelo olfato (AGUIAR; BISPO, 2013; LEITE, 2007). Assim, o uso de frutos artificiais de massa de modelar pode ser mais adequado para estimativas de frugivoria por aves do que por mamíferos.

As maiores proporções de bicadas na borda e corredor, possivelmente, refletem a maior abundância de aves generalistas e a baixa disponibilidade natural de recursos alimentares nesses ambientes (GALETTI, et al. 2003). O efeito de borda implica em uma ampla gama de perturbações em parâmetros ecológicos e importantes implicações para a estrutura, função e manutenção de paisagens fragmentadas (HARPER, et al., 2005). Uma alteração comum em bordas é a modificação na intensidade da luminosidade, que pode influenciar a detectabilidade dos frutos, tornando-os mais visíveis para as aves em bordas e corredores florestais (GALETTI, et al. 2003). Outro aspecto é o uso do corredor como “ponte” entre fragmentos de floresta (HADDAD, et al. 2003), dessa forma, a maior intensidade na frugivoria nessa posição pode refletir, também, a maior abundancia de animais que passam por ali em relação à borda e ao interior.

O modelo que compara os efeitos da área do fragmento sobre a frugivoria também explicou a taxa de bicadas, que diminuiu com o aumento da área. Tal comportamento era previsto dado que, à medida que a área do fragmento aumenta, espera-se que os recursos disponíveis para os frugívoros também aumentem. A queda na taxa de frutos artificiais bicados corresponderia à preferência das aves pelos recursos aos quais já estão acostumadas. Em contrapartida, fragmentos menores possuem poucos recursos em comparação aos fragmentos maiores, o que causaria uma superexploração deles pela fauna que ali se encontra. Aves generalistas costumam ser encontrados em ambientes perturbados (HAGEN, et al. 2012), essas espécies poderiam estar exercendo pressão sobre os recursos já escassos nesses ambientes.

A taxa de mordidas também diminuiu com a área do fragmento. E, da mesma forma, decresceu com a quantidade de vegetação no entorno do fragmento (a um raio de 1000 metros da borda). Acredita-se que quanto maior a porcentagem de cobertura vegetal ao redor do limite externo do fragmento, maior será a quantidade de recursos disponíveis para a fauna. Isto acarreta em menor concorrência pelos recursos. Sendo assim, a pressão sobre os frutos artificiais é menor.

A melhor resposta de bicadas para área do fragmento focal do que para a quantidade de habitat na paisagem sugere que aves respondam a uma escala mais fina (local). Martensen et al. (2012) encontraram que, em paisagens com baixa quantidade de habitat, a riqueza de pássaros de sub-bosque foi mais relacionada com o tamanho do fragmento do que com a conectividade da paisagem. Para mordidas, a maior contribuição da quantidade de vegetação no entorno do fragmento sugere que pequenos mamíferos seriam mais influenciados pelo contexto onde os fragmentos estão inseridos. De fato, algumas espécies de pequenos mamíferos são favorecidos pela fragmentação e podem sobreviver em paisagens perturbadas (PARDINI, 2004). Contudo, a resposta de mamíferos deve ser melhor investigada, com um método mais adequado. A influência da escala nas interações ecológicas foi discutida por García, et al. (2011), que avaliaram a importância relativa da disponibilidade de alimentos e estrutura do habitat para explicar a variabilidade dependente da escala sobre interações de frugivoria e predação de sementes.

Considerando as posições interior, borda e corredor separadamente, a relação com área foi significativa apenas no corredor pra bicadas. Nesse caso, a taxa de bicadas diminuiu conforme se aumentou a área do fragmento e a quantidade de vegetação no entorno dele, assim como ocorreu no modelo que englobou todas as três posições. A relação mais forte do corredor com a taxa de bicadas para a área e porcentagem de habitat pode estar relacionada, dentre outras variáveis, aos efeitos de interação entre bordas (PORENSKY; YOUNG, 2012). Esses autores sugerem que faixas estreitas de habitat circundadas por matriz, tal como são os corredores florestais, podem exibir interação entre suas bordas, reforçando o efeito de borda nessa posição. Nesse caso, o corredor, por possuir bordas próximas, apresenta um ambiente “sem interior”, com o efeito de borda penetrando na faixa de vegetação pelos dois lados. Assim, o efeito de borda de um lado reforçaria o do outro lado, e vice-versa, criando um ambiente mais perturbado em relação a uma borda de fragmento (PORENSKY; YOUNG, 2012). Conseqüentemente, os efeitos sobre as interações ecológicas e recursos seriam mais severos. De fato, observou-se que no corredor houve tendência a uma maior probabilidade de um fruto ser consumido do que nas posições borda e interior do fragmento.

A diversidade de bicadas tende a aumentar conforme se aumenta a área do fragmento ou a quantidade de vegetação no entorno. Martensen et al. (2012) observaram que a riqueza e abundância de aves aumentam com o tamanho do fragmento. A diminuição da área do fragmento, mesmo mantendo-se a conectividade na paisagem, acarreta na perda de espécies de frugívoros de tamanhos corporais maiores, pela redução da área de vida e de recursos (HAGEN, et al. 2012). Já para mordidas, o aumento da área ou da porcentagem de vegetação

no entorno acarreta em um decréscimo da diversidade de marcas. Isso corrobora os resultados de Umetsu e Pardini (2007), que apontam para um maior domínio por pequenos mamíferos invasores e generalistas em paisagens altamente perturbadas.

Alta frugivoria e baixa diversidade de bicadas em fragmentos pequenos podem refletir uma compensação por densidade (GALETTI, et al. 2003). Por exemplo, em paisagem com fragmentos menores e, portanto, mais degradadas, é comum a extinção local de espécies de aves especialistas e dependentes de melhores condições ambientais (HAGEN, et al. 2012; JORDANO et al. 2006). Com a extinção dessas espécies, outras espécies generalistas ocupam o nicho disponível e sua abundância aumenta. Dessa forma, apesar da baixa riqueza de espécies, a frugivoria é alta. No entanto, a elevada taxa de frugivoria em pequenos fragmentos pode não corresponder à um serviço de dispersão de sementes efetivo para uma espécie de planta, pois, como sugerido por Loiselle e Blacke (2002), a extinção de pequenas aves frugívoras pode alterar drasticamente a chuva de sementes.

A maioria das marcas de bicos encontradas nesse trabalho sugerem aves de bico pequeno, com pequena abertura, que corresponde, geralmente, a espécies generalistas comuns em bordas florestais. Essa ausência de grandes dispersores pode levar a modificações na estrutura da comunidade vegetal através da perda de riqueza e substituição das espécies de sementes grandes por espécies com pequenas sementes, dispersas por essas aves (JORDANO et al. 2006; SILVA; TABARELLI, 2000). Galetti et al. (2013) encontraram que a perda de grandes dispersores na Mata Atlântica tem feito com que as palmeiras juçaras (*Euterpe edulis*) produzam frutos menores, que possuem menor qualidade se comparados aos frutos de tamanho normal. Paisagens cada vez mais fragmentadas, com menores áreas de habitats e baixa conectividade, dificilmente manterão espécies de dispersores de médio e grande porte, bem como das espécies vegetais dispersas por eles (HAGEN, et al. 2012). Dessa forma, esses ambientes estão mais propensos ao colapso.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam que o processo de frugivoria por aves no sub-bosque de paisagens fragmentadas tende a diferir dependendo da posição (interior, borda ou corredor) considerada. A maior taxa de frutos bicados no corredor pode refletir a grande abundância de aves generalistas e a baixa disponibilidade natural de recursos nesse ambiente. Além disso, a intensidade da frugivoria na borda e no corredor, que possuem maior luminosidade do que o interior, também pode ser uma resposta ao efeito da luz na perceptibilidade da fruta. Projetos de reflorestamento podem aproveitar essa tendência dos corredores atuarem como “focos de dispersão”, incrementando o plantio em corredores com uma ampla gama de espécies de plantas de sub-bosque que são dispersas por aves. Dessa forma, essas espécies poderão ser dispersas para os fragmentos existentes nas proximidades.

Área e cobertura vegetal no entorno dos fragmentos também influenciaram a taxa de bicadas e mordidas, o que indica que a fragmentação está interferindo no processo de frugivoria. Paisagens mais fragmentadas e com menor quantidade de habitat apresentam maiores proporções de bicadas, no entanto, a diversidade de marcas tende a ser baixa. Fragmentos pequenos tendem a possuir pouco recurso alimentar disponível e maior quantidade de aves generalistas, geralmente de pequeno porte. Esse panorama leva à extinções locais tanto de dispersores especialistas de médio a grande porte quanto de plantas dispersas por esses grandes frugívoros e, até mesmo, a modificações evolutivas em espécies vegetais a longo prazo. Por sua vez, os fragmentos de mata tendem a se tornarem pobres em espécies e inviáveis para manter um mínimo de biodiversidade e serviços ecológicos.

Os resultados permitem inferir que a fragmentação está levando à redução ou perda de serviços ecológicos essenciais para manutenção da biodiversidade, como a dispersão de sementes. A rede de interações entre frugívoros e as plantas dispersas por eles tem se tornado menos diversa em paisagens altamente perturbadas. Esse quadro acaba por deixar os pequenos fragmentos propensos ao colapso de suas interações. A manutenção da biodiversidade depende que tanto os grandes dispersores quanto a quantidade e qualidade de habitats sejam protegidos e manejados visando uma paisagem autossustentável.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. G.; BISPO, A. A. Efeitos da coloração e da distribuição de frutos artificiais nas taxas de consumo por aves em um fragmento florestal. **Bioikos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 57-65, 2013.
- ALVES-COSTA, C. P.; LOPES, A. V. Using Artificial Fruits to Evaluate Fruit Selection by Birds in the Field. **Biotropica**, Hoboken, v. 33, n. 4, p. 713-717, 2001.
- ANTONELLO, S. L. Mapa de uso e ocupação das terras. In.: **Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí**. CEAPLA. 2008a.
- ANTONELLO, S. L. **Um sistema de planejamento e gestão para bacias hidrográficas com uso de análise multicritérios**. 2008. 130p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agrossistemas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008b.
- ARRUDA, R.; RODRIGUES, D. J.; IZZO, T. J. Rapid assessment of fruit-color selection by birds using artificial fruits at local scale in Central Amazonia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 291-296, 2008.
- BASILE, A. **Caracterização estrutural e física de fragmentos florestais no contexto da paisagem da Bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BIZERRIL, M. X. A. et al. Análise dos estudos sobre frugivoria e dispersão de sementes no Brasil. **Universitas Ciências da Saúde**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 73-82, 2005.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. 2002. **Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information – Theoretic Approach**. 2. ed. 2002. New York: Springer-Verlag, 2002. 488 p.
- CAEIRO, A. **Poemas Completos de Alberto Caeiro**. Lisboa: Presença, 1994. 352 p.
- CEAPLA. **Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí**. 2010. Disponível em: <<http://ceapla2.rc.unesp.br/atlas/>>. Acesso em: 5 jan. 2013.
- CÔRTEZ, M. C.; URIARTE, M. Integrating frugivory and animal movement: a review of the evidence and implications for scaling seed dispersal. **Biological Reviews**, Chichester, v. 88, p. 255-272, 2013.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515, 2003.
- FIGUEIREDO, N. Da importância dos artigos de revisão da literatura. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 23, n. 1/4, p. 131-135, 1990.

FLEURY, M. **Efeito da fragmentação florestal na predação de sementes da palmeira Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) em florestas semidecíduas do Estado de São Paulo**. 2003. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

FORTIN, M.J., DALE, M.R.T. **Spatial Analysis: A Guide for Ecologists**. Cambridge: Cambridge University Press. 2005.

GALETTI, M. et al. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, New York, v. 340, n. 6136, p. 1086-1090, 2013.

GALETTI, M.; ALVES-COSTA, C. P.; CAZETTA, E. Effects of Forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 111, p. 269-273, 2003.

GARCÍA, C.; GRIVET, D. Molecular insights into seed dispersal mutualisms driving plant population recruitment. **Acta Oecologica**, Issy les Moulineaux, v. 37, n. 6, p. 632-640, nov-dez. 2011.

HADDAD, N. M. et al. Corridor use by diverse taxa. **Ecology**, New York, v. 84, n. 3, p. 609-615, mar. 2003.

HAGEN, M. et al. Biodiversity, Species Interactions and Ecological Networks in a Fragmented World. **Advances in Ecological Research**, Maryland Heights, v. 46, p. 89–210

HANSKI, I. A practical model of metapopulation dynamics. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 63, p. 151-162, jan. 1994.

KRONKA F.J.N., NALON M.A., MATSUKUMA C.K. et al. **Inventário florestal da vegetação do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial Press. Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal. 2005. 200p.

JACOMASSA, F. A. F.; KOENEMANN, J. G.; BERVIAN, P. V. Uso de frutos artificiais no estudo da frugivoria por aves em borda e interior de Floresta Ombrófila Densa no sul do Brasil. **Biodiversidade Pampeana**, Uruguaiiana, v. 7, n. 1, p. 23-25, fev. 2009.

JANZEN, D. H. et al. Two Costa-Rican bat-generated seedshadows of *Andira inermis* (Leguminosae). **Ecology**, New York, v. 57, n. 5, p. 1068-1075, ago. 1976.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in a tropical forest. **American Naturalist**, Chicago, v. 104, p. 501-528, 1970.

JORDANO, P. et al. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V. (org.). **Biologia da conservação** – essências. São Carlos: RiMa, 2006. Cap. 18. p. 411-436.

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

LEITE, M. S. **Cor e densidade determinam a escolha de frutos por aves de sub-bosque?** Livro do curso de campo ecologia da Floresta Amazônica, 2007. Disponível em: <http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2007/pdf/km41/final_melina.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2014.

LEVEY, D.J.; MOERMOND, T.C.; DENSLOW, J.S. Fruit choice in Neotropical birds: the effect of distance between fruits on preference patterns. **Ecology**, New York, v. 65, p. 844-850, 1984.

LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (ed.). **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation**. New York: CABI Publishing, 2002. 511p.

LEVEY, D. J. et al. Effects of landscape corridors on seed dispersal by birds. **Science**, New York, v. 309, n. 5731, p. 146-148, jul. 2005.

LINDENMAYER, D. et al. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. **Ecology Letters**, Chichester, v. 11, n. 1, p. 78-91, jan. 2008.

LOISELLE, B.A., BLAKE, J.G. Potential consequences of extinction of frugivorous birds for shrubs of a tropical wet forest. In: LEVEY, D.J., SILVA, W.R., GALETTI, M. (Ed.) **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation**. Oxon: CAB International Publishing, 2002, pp. 397–406.

MARTENSEN, A. C.; PIMENTEL, R. G.; METZGER, J. P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. **Biological Conservation**, Orlando, v. 141, n. 9, p. 2184–2192, 2008.

MARTENSEN, A. C. et al. Associations of Forest Cover, Fragment Area, and Connectivity with Neotropical Understory bird Species Richness and Abundance. **Conservation Biology**, Hoboken, v. 26, n. 6, p. 1100-1111, 2012.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 3-I, 1999.

METZGER, J. P. et al. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, Orlando, v. 142, p. 1166–1177, 2009.

MILLER, L. L. C. **Chuva de sementes e limitação ao recrutamento em diferentes fisionomias na ilha Anchieta**. 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Monterrey: Cemex, Conservation International and Agrupacio'n Sierra Madre, 2005. 392 p.

MOERMOND, T.C., DENSLOW, J.S. Fruit choice in Neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. **Journal of Animal Ecology**, Chichester, v. 52, p. 407-420, 1983.

MOORE, L.A.; WILLSON, M.F. The effect of microhabitat, spatial distribution, and display size on dispersal of *Lindera benzoin* by avian frugivores. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 60, p. 557-560, 1982.

MORELLATO, L.P.; LEITÃO-FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japí. In: Morellato, L.P. (Ed.). **História Natural da Serra do Japí**. Campinas: UNICAMP/FAPESP, 1992, p. 112–140.

MULLER-LANDAU, C. H. et al. Assessing recruitment limitation: concepts, methods and case-studies from a tropical forest. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. Oxon: CAB International, 2002. Cap. 2, p. 35-53.

NOBRE, M. F. **O zoneamento ecológico-econômico como instrumento de planejamento e gestão ambiental: uma proposta para a Bacia hidrográfica do Rio Corumbataí/SP**. 2008. 249 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

ORROCK, J. L. et al. Seed predation, not seed dispersal, explains the landscape-level abundance of an early-successional plant. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 94, p. 838-845, 2006.

PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 13, p. 2567–2586, 2004.

PORENSKY, L. M.; YOUNG, T. P. Edge-Effect Interactions in Fragmented and Patchy Landscapes. **Conservation Biology**, Dordrecht, v. 27, n. 3, p. 509–519, 2013.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 5 jun. 2014.

RESTREPO, C.; GOMEZ, N.; HEREDIA, S. Anthropogenic edges, treefall gaps, and fruit–frugivore interactions in a neotropical montane forest. **Ecology**, New York, v. 80, n. 2, p. 668-685, mar. 1999.

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**, Orlando, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Florestal. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 202 p.

SALLABANKS, R. Hierarchical mechanisms of fruit selection by an avian frugivore. **Ecology**, New York, v. 74, p. 1326-1336, 1993.

SCHUPP, E. W.; MILLERON, T.; RUSSO, S. E. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species-rich tropical forests In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. Oxon: CABI International, 2002. Cap. 2, p. 19-33.

SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**, London, v. 404, p. 72-74. Mar. 2000.

STAGGEMEIER, V. G.; GALETTI, M. Impacto humano afeta negativamente a dispersão de sementes de frutos ornitocóricos: uma perspectiva global. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p. 281-287. 2007.

STILES, F. G. On the role of birds in the dynamics of neotropical forests. In: DIAMOND, A. W.; LOVEJOY, T. E. (ed.). **Conservation of tropical forest birds**. Cambridge: ICBP, 1985. p. 49-59.

TABARELLI, M. et al. A conservação da Floresta Atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, Caracas, v. 37, n. 2, p. 88-92, fev. 2012.

TAYLOR, P. D. et al. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, Malden, v. 68, n. 3, p. 571-573, 1993.

TOKUMOTO, P. M.; CORNELIUS, C.; RIBEIRO, M. C. Efeito da paisagem sobre a frugivoria em fragmentos florestais urbanos. In: SIMPÓSIO DE ECOLOGIA 2013: 100 QUESTÕES PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA, 1., 2013, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: PPGERN-UFSCAR, 2013. p.38.

TURNER, I. M. Species Loss in Fragments of Tropical Rain Forest: A Review of the Evidence. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 33, n. 2, p. 200-209, abr. 1996.

UEZU, A.; METZGER, J. P.; VIELLIARD, J. M. E. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biological Conservation**, Orlando, v. 123, p. 507-519, 2005.

UMETSU, F.; PARDINI, R. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats - evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 22, n. 4, p. 517-530, 2007.

VELOSO, C. Terra. In: _____. **Prenda minha**. Rio de Janeiro: Universal Music Brasil, 1998. 1 CD. Faixa 4.

ZUUR, A. F. et al. **Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R**. New York: Springer, 2009.

APÊNDICE A: CARTA DE APRESENTAÇÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



06 de junho de 2013

A quem possa interessar**Carta de Apresentação do Projeto: Ecologia de Paisagens e Biodiversidade.**

Venho por meio desta carta apresentar informações referentes ao projeto "*Efeito da estrutura da paisagem sobre a frugivoria em ambientes fragmentados*" que está se iniciando na região da bacia hidrográfica do rio Corumbataí. O projeto conta com a participação de alunos e pesquisadores da UNESP Rio Claro, com objetivo de avaliar o efeito da fragmentação da paisagem sobre a taxa de consumo de frutos por aves e mamíferos nos fragmentos florestais. Neste sentido contamos com a colaboração de todos para atingirmos nosso objetivo e desde já gostaríamos de agradecer pela atenção e colaboração. Particularmente, em nossos estudos de campo necessitaremos acessar áreas da região, motivo pelo qual estamos encaminhando esta carta aberta.

Aproveitamos para informar que o projeto faz parte das atividades do Departamento de Ecologia da UNESP, e que os alunos e pesquisadores encontram-se autorizados por órgãos competentes da área ambiental (ICMBio – IBAMA). Os seguintes alunos e seus auxiliares de campo devem realizar os estudos:

Ligia Pereira de Souza <ligia.ecologa@gmail.com>, tel. (19) 8828-6824 / 3023-3814

Qualquer dúvida é só nos contactar pelo e-mail ou telefones descritos acima ou no Depto de Ecologia da UNESP de Rio Claro.

Cordialmente,

Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro
Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação - LEEC
Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências de Rio Claro
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP
Av. 24A, 1515, Bela Vista, 13506-900 – Rio Claro, SP, Brasil
TEL: +55-19-3526-9647 / 9853-3220; email: mcr@rc.unesp.br

APÊNDICE B: TABELA DE CAMPO

FICHA DE CAMPO - PAISAGEM AMOSTRAL N° _____							
Matriz: <input type="checkbox"/> Interior <input type="checkbox"/> Borda <input type="checkbox"/> Corredor							
Pto	Fru- to	Predado? Qual o tipo de marca?			Deslo- cado?	Observações	Fotos
		Bico	/ Dentes	/ Inseto			
A	1						
A	2						
A	3						
A	4						
A	5						
A	6						
A	7						
A	8						
A	9						
A	10						
A	11						
A	12						
A	13						
A	14						
A	15						
B	1						
B	2						
B	3						
B	4						
B	5						
B	6						
B	7						
B	8						
B	9						
B	10						
B	11						
B	12						
B	13						
B	14						
B	15						