
Ciências Biológicas Integral

MARIA LUÍSA BRANCO SOARES

**EFEITO DA PROXIMIDADE DE ESTRADAS
E DA PAISAGEM SOBRE A FRUGIVORIA
EM FRAGMENTOS FLORESTAIS,
UTILIZANDO FRUTOS ARTIFICIAIS**

MARIA LUÍSA BRANCO SOARES

**EFEITO DA PROXIMIDADE DE ESTRADAS E DA PAISAGEM
SOBRE A FRUGIVORIA EM FRAGMENTOS FLORESTAIS,
UTILIZANDO FRUTOS ARTIFICIAIS**

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

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
2013

574.5 Soares, Maria Luísa Branco
S676e Efeito da proximidade de estradas e da paisagem sobre a frugivoria em fragmentos florestais, utilizando frutos artificiais / Maria Luísa Branco Soares. - Rio Claro, 2013
49 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Milton Cezar Ribeiro

1. Ecologia. 2. Processos ecológicos. 3. Ecologia de estradas. 4. Frutos de massa de modelar. 5. Fragmentação. I. Título.

Dedico a quem soube voar e resguardar o amor de uma vida que transpassou gerações.

À você Vô Mauro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a quem sempre acreditou em mim e tentou entender o quanto eu me doou ao que me proponho a fazer, sofreram e riram comigo nos momentos que mais me fizeram ser eu mesma...

Me refiro aos meus pais Mauro e Maria José, a minha eterna admiração e amor a vocês dois; aos meus avós maternos, Mauro e Maria Aparecida (pais da minha mãe) por sempre zelarem por mim, me amarem, me acolherem e independentemente do que eu fizesse sempre estiveram ao meu lado; aos meus avós paternos Matilde e Nergipe, aquela que sempre rezou por mim e este que apesar de eu não ter conhecido, me deu a oportunidade de ter um pai que eu amo muito; ao meu irmão Jorge, que apesar dos desencontros, é a pessoa que ao longo da minha vida toda sempre colocou em prova meus sentimentos, a minha capacidade de superação, a minha maneira de ser e com isso me fez crescer; aos meus tios maternos e paternos, pelo carinho de sempre; ao meu namorado Luiz, por você ser assim desse seu jeito paciente, amoroso, atencioso, um verdadeiro porto seguro com quem um dia quero poder compartilhar minha vida por inteiro e a toda a sua família que sempre me acolheu muito bem.

Aos amigos, dos diversos lugares, histórias, aos antigos, aos novos e os que ainda estão por vir... Vocês são a família que escolhi e tenho o maior orgulho de dizer que sempre amarei vocês! Agradeço a cada um de vocês, por terem me apoiado em cada passo! E mesmo estando longe de vocês, meus velhos amigos e, cada um tendo seguido o seu caminho sempre me senti muito próxima de todos vocês e fico muito feliz em ver e sentir que a preciosidade que é a nossa amizade transpassa o tempo e continua vistosa! Aninha, Eddy, Tata, Jose, Maria Carol, Pan, Carol, Z, Mateus, Léo, Rafa, David, Thissi, Jô, Natasha vocês estão no meu coração!....Em especial, a minha companheira Juliana, por ter me acompanhado desde os primórdios e ainda termos a oportunidade de compartilhar a vida universitária juntas! Como sinto saudades das nossas conversas intermináveis!

Aos amigos que conheci nesse mundo Unespiano, vocês são encantadores!

Ao CBI 2009, sentirei saudades eternas de todas as nossas cumplicidades, juninhas, risadas, brigas, bobearas, dos cuidados que tivemos uns com os outros. Somos únicos! Tenho alguns agradecimentos especiais a vocês: a minha querida Vanessa, quem eu sempre tive muito carinho e muito orgulho por termos cultivado a nossa amizade desde o momento que prestamos o vestibular; a Luá, pela cumplicidade de sempre e por ter optado morar comigo neste último ano (louco) de faculdade; a Carioca, por ser tão amiga e bondosa; a Brejela, por

ser tão surpreendente que me deixa sem palavras; a Dani, por ser tão cuidadosa; a Tibú, por ser parceira de muitas lutas e crises de vida e a todos os outros e que me deram a oportunidade de compartilhar tantos momentos bons juntos!

Ao pessoal do CAB, do Cursinho e do EA Valores, por serem o motor dos meus pensamentos e valores! À ENEBio, que trouxe a tona alguns aspectos de mim mesma se perderam na vida cotidiana.

Aos professores que tive desde sempre e que me inspiraram a seguir a sua profissão!

A Lúcia Helena por estar me ajudando a revigorar em mim a minha força em acreditar nas minhas potencialidades.

Agradeço as pessoas que fizeram esse trabalho se tornar realidade e que apesar dos meus desesperos, sempre me mostravam que um caminho é possível.

Sendo assim, agradeço imensamente ao meu orientador Miltinho, por prezar tanto pelo fazer junto e ser a pessoa que por mais que eu não acreditasse em certas coisas, sempre me incentivou a ir a diante; à família LEECiana : Renata, John, Gambé, Caleb, Smurf, Milene, Paola, Giordano, Jaca e todos os outros que de alguma maneira me ajudaram na realização deste trabalho; à Coró, LEECiana e minha veterana, mas que eu tive a oportunidade melhor de conhecer somente com esse trabalho, não só por ter me ajudado desde quando esse trabalho ainda era uma ideia no papel, mas por termos estabelecido uma parceria que se estendeu muito além do âmbito acadêmico e da qual fico muito feliz; a Marina Côrtes e Mauro Galetti por me ajudarem em como pensar a discussão do meu trabalho e palpitem no projeto; aos técnicos do Departamento, Carlinhos e Sérgio por terem me ajudado a colocar em prática a nossa ideia (principalmente o Carlinhos que sempre aprimorava todas as técnicas de campo!) e também serem pessoas muito bem humoradas que mesmo nos dias mais difíceis, faziam acontecer; os meus ajudantes de campo : Juliana, Vanessa, Carioca, Ligia, Urucum, Cláudia, Mitra e Graviola que botaram a mão na massa (inha)! E por fim, agradeço à Renata, Milene e Coró pela super-revisão nas versões finais do documento.

Agradecimentos também à FAPESP (Processo nº: 2012/18692-3) por ter provido as fontes necessárias para a realização da pesquisa.

Por fim, agradeço a vida por ter me propiciado momentos de intensa aprendizagem, muitos amores, uma família linda, amigos - irmãos, muitas incertezas, mas também muitos avanços e por ter me apontado um caminho a trilhar!

Sonho Impossível

"Sonhar mais um sonho impossível

Lutar quando é fácil ceder

Vencer o inimigo invencível

Negar quando a regra é vender

Sofrer a tortura implacável

Romper a incabível prisão

Voar um limite improvável

Tocar o inacessível chão

É minha lei, é minha questão

Virar esse mundo, cravar neste chão

Não me importa saber se é terrível demais

Quantas guerras terei que vencer por um pouco de paz

E amanhã se esse chão que beijei for meu leito e perdão

Vou saber que valeu delirar e morrer de paixão

E assim, seja lá como for

Vai ter fim a infinita aflição

E o mundo vai ver uma flor

Brotar do impossível chão"

(BETHÂNIA, 1984)

"Lutam melhor aqueles que tem belos sonhos."

(CHE GUEVARA, [196?]

RESUMO

Os maiores impactos que as estradas causam no nível de paisagem são a interrupção dos fluxos nela existentes e a perda de biodiversidade, alterando assim seu funcionamento. Os estudos que relacionam estradas e seus impactos nos ecossistemas e na biodiversidade focam principalmente no atropelamento de animais, evitação pela fauna, dispersão de espécies invasoras, fragmentação de habitat e impactos no meio físico. Entretanto, além dos impactos diretos como os citados acima, considera-se de fundamental importância compreender as influências das estradas, combinados à efeitos da paisagem, sobre aspectos relacionados aos processos ecológicos. Sendo assim, este estudo teve o objetivo de analisar o efeito da proximidade de estradas e da cobertura florestal sobre a frugivoria, um processo ecológico chave para a manutenção da biodiversidade em escalas local e regional. Tal processo foi escolhido por estar fortemente associado a outros dois importantes processos ecológicos, a predação e a dispersão de sementes. Utilizando uma abordagem experimental com frutos artificiais, foi verificada a taxa de frugivoria e a diversidade de bicadas em frutos artificiais de massa de modelar. Foram estudados 14 fragmentos localizados a diferentes distâncias de uma estrada localizada na região que abrange a Bacia do Rio Corumbataí. Em cada fragmento foram escolhidas 20 árvores jovens ou arbustivas e, em cada uma delas foram dispostos 15 frutos artificiais. Após sete dias de exposição cada conjunto de frutos foi avaliado, sendo esses classificados como consumidos, intactos e removidos. As variáveis respostas foram a taxa de frugivoria e a diversidade de bicadas. Com o intuito de avaliar o efeito das estradas e da cobertura vegetal (em raios de 250 e 500 m) na frugivoria utilizou-se a abordagem de múltiplas hipóteses concorrentes. Os modelos testados foram selecionados por apresentarem embasamento ecológico, sendo que os mesmos combinaram um ou mais fatores das estradas, das paisagens ou características dos fragmentos. Encontrou-se que a taxa de bicadas, a taxa de predação por insetos e a taxa total foram explicadas pela distância em relação à primeira barreira florestal; a taxa de inseto por sua vez também pode ser explicada pela porcentagem de cobertura vegetal na escala de 500 m. Já a riqueza de tipos de bicadas foi claramente explicada pela distância da estrada. Quanto maior a distância do fragmento focal em relação à estrada, maior foi a quantidade de tipos de marcas encontradas. Isto sugere que, em paisagens naturalmente heterogêneas e bastante fragmentadas, com é o caso da Bacia do Rio Corumbataí e regiões vizinhas, a estrada pode estar influenciando ou a diversidade de frugívoros ou a disponibilidade de recursos consumidos por esses organismos. Com isso sugere-se que tanto em programas de conservação da biodiversidade como de restauração da paisagem sejam considerado também aspectos das estradas, particularmente o grau de proximidade entre as rodovias e as áreas a serem manejadas.

Palavras Chaves: Frugivoria. Ecologia de Estradas. Frutos artificiais. Fragmentação.

ABSTRACT

The highest impacts that roads cause on the landscapes are the disruption of flows in that area and the loss of biodiversity, thus altering its functioning. Studies associating roads and their impacts on ecosystems and biodiversity focus mainly on animal road kills, wildlife avoidance, invasive species spreading, habitat fragmentation and impacts on physical environment. However, beyond the direct impacts such as those mentioned above, is important to understand the influences of roads, combined with the effects of the landscape, on issues related to ecological processes. This study aimed to analyze the effect of proximity to roads and forest cover on frugivory, a key process to maintaining ecological biodiversity at local and regional scales. This process was chosen because it is strongly associated with two other important ecological processes, predation and seed dispersal. Experiments using artificial fruits were carried out in order to measure frugivory rate and diversity of pecks on fruit of clay. Fourteen fragments located at varying distances from a road were sampled within Rio Corumbataí basin and surroundings. In each fragment 20 young trees or shrubs were chosen, and on each 15 artificial fruit were placed. After seven days of exposure each set of fruits was evaluated, and these fruits were classified as consumed, removed or intact. The response variables were frugivory rate and diversity of pecking. In order to evaluate the effect of roads and vegetation (patch size and forest amount in the scale of 250 and 500 m) on the frugivory it was used the approach of multiple competing hypotheses. The models were selected by considering highly relevant ecological basis, and they used one or combination of two factors of road distances, landscapes or fragments features. It was found that the rate of pecking, the rate of predation by insects and the overall rate were better explained by the distance to the first forest barrier; the rate of insect was also explained by the percentage of vegetation cover in 500 m range around focal patches. The richness of pecking was better explained by the distance from the road. Therefore, in fragments far from road, a great number of kinds of pecking was found. This suggests that in naturally heterogeneous landscapes and quite fragmented, as Rio Corumbataí basin and neighboring regions, the road may influences the diversity of frugivores or the availability of resources consumed by these organisms. This finding suggests that action plans which aims to promote biodiversity conservation and landscape restoration needs to consider aspects of roads, particularly in areas between the highways and the areas to be managed.

Keywords : Frugivory. Road Ecology. Artificial Fruits. Fragmentation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 O impacto das estradas na biodiversidade e nos ecossistemas.....	9
1.2 Processos ecológicos como foco de análise.....	10
1.3 Estudos com frugivoria.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
3 HIPÓTESES.....	13
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Área de estudo.....	16
4.2 Seleção das paisagens amostrais.....	17
4.3 Frutos artificiais.....	19
4.4 Variáveis resposta.....	20
4.5 Classificação das marcas nos frutos.....	21
4.6 Métricas de paisagem e proximidade da rodovia.....	21
4.6 Análises estatísticas.....	22
5 RESULTADOS.....	24
5.1 Taxas de frugivoria.....	24
5.2 Riqueza de tipos de marcas.....	28
5.2.1 Marcas encontradas.....	28
5.2.2 Modelos que melhor explicaram a riqueza de tipos de marcas.....	30
6 DISCUSSÃO.....	32
6.1 Taxas de frugivoria.....	33
6.2 Riqueza de tipos de marcas.....	35
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
ASSINATURAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 O impacto das estradas na biodiversidade e nos ecossistemas

A ecologia de estradas é um ramo emergente de estudo que foi proposto primeiramente por Forman (1998), e que foi consolidado com a publicação do livro *Road Ecology* (FORMAN et al., 2003). Ela tem como objetivo estudar os impactos que as estradas causam nos ecossistemas, sendo esses relacionados a fatores abióticos, bióticos ou ecológicos (COFFIN, 2007). Com o crescimento da quantidade de rodovias e vias de acesso que fragmentam as paisagens, a ecologia de estradas pode ser tratada como uma sub-área da ciência que busca compreender os efeitos das estradas sobre a biodiversidade e nos ecossistemas. Da mesma maneira visa contribuir com a definição de novas políticas públicas para a conservação da biodiversidade (COFFIN, 2007).

Considerando os possíveis impactos que as estradas podem causar nos ecossistemas e na biodiversidade, acredita-se que essas poderiam também influenciar em aspectos relacionados aos processos ecológicos. Sendo assim, este estudo teve o objetivo de analisar o efeito da proximidade de estradas e de alguns parâmetros relacionados com a estrutura da paisagem sobre a frugivoria, um processo ecológico chave para a manutenção da biodiversidade.

Os principais impactos que as estradas causam na escala da paisagem são a interrupção dos processos relacionados a fluxos nela existentes (p.ex. movimento de organismos, fluxo gênico ou fluxo de energia) e a perda de biodiversidade, alterando assim, o funcionamento da paisagem (FORMAN, 1999). Os estudos que relacionam estradas, e seus impactos diretos nos ecossistemas e na biodiversidade, focam-se principalmente no atropelamento de animais, evitação pela fauna, dispersão de espécies invasoras, fragmentação de habitat e impactos no meio físico (FORMAN & ALEXANDER, 1998). Entretanto poucos estudos tem focado diretamente em processos ecológicos de forma explícita.

Para compreender os efeitos dos atropelamentos de animais, alguns estudos têm avaliado os seguintes grupos ecológicos: (a) mamíferos (KLÖCKER et al., 2006; RAMP & BEN – AMI, 2006; ROEDENBECK & VOSER, 2008; LESIŃSK et al, 2009; CÁRCERES et al, 2010; CARVALHO & MIRA, 2010; GRILO et al., 2010; BULLOCK et al., 2011; BUENO & ALMEIDA, 2011; RYTWINSKI & FAHRIG, 2011); (b) avifauna (CARVALHO & MIRA, 2010; BULLOCK et al., 2011); (c) herpetofauna (ROSEN & LOWE, 1994; CARVALHO & MIRA, 2010); (d) invertebrados (SEIBERT & CONOVER,

1991;YAMADA et al., 2010; GEORGII et al., 2011); e em alguns casos (e) multi-taxon (CARVALHO & MIRA, 2010; BULLOCK et al., 2011).

Já os estudos de evitação buscam compreender quais fatores podem influenciar aspectos ecológicos de acordo com a proximidade das rodovias (JAEGER et al., 2005). Os principais táxons estudados sob a óptica da ecologia de estradas focada na evitação são os pequenos mamíferos (MCGREGOR, 2004) e as aves (REIJNEN et al. 1995, 1996). Esse efeito ocorre principalmente por conta de ruídos decorrentes do tráfego (KOCIOLEK et al., 2011; NEGA et al., 2012), de efeitos de borda (CANADAY, 1997; LAURENCE, 2004) e do impedimento à movimentação de animais na superfície da estrada (DEVELEY & STOUFFER, 2001; LAURENCE et al., 2004; ALEXANDER et al., 2005; KOCIOLEK & CLEVINGER, 2007; MCLAREN et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011).

As estradas também propiciam a perda de habitat e a fragmentação (FAHRIG, 2003; JAEGER et al., 2006), causam redução da qualidade de habitat e a diminuição da conectividade (THEOBALD et al., 1997; CARR et al., 2002), diminuindo a capacidade da paisagem em facilitar ou impedir o fluxo de organismos (TAYLOR et al., 1993). Entretanto, são raros os estudos que buscam compreender os efeitos combinados de perda de habitat e fragmentação considerando também as estradas como forma de quebra de conectividade ou algum nível de efeito sobre processos ecológicos (JACKSON & FAHRIG, 2011).

Apesar dos avanços na ecologia de estradas, ainda pouco se sabe sobre os reais efeitos que as estradas oferecem sobre a fauna (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009). Além disso, a grande maioria dos estudos com estradas buscam principalmente quantificar seus efeitos na distribuição e abundância da fauna ou mensurar os atropelamentos causados por elas (LAURENCE et al., 2004). Com isso a grande maioria dos estudos utiliza variáveis repostas relacionadas às espécies ou organismos, representados principalmente pela riqueza, abundância ou diversidade de espécies, raramente buscando compreender de forma explícita os efeitos das estradas sobre processos ecológicos.

1.2 Processos ecológicos como foco de análise

Diversos processos ecológicos são importantes para a manutenção da biodiversidade, dentre eles estão a dispersão e predação de sementes (FLEMING & ESTRADA, 1993; FRAGOSO, 1997), a polinização (ANDRIEUA et. al, 2009), a herbivoria (BANKS, 1998; CHRISTIE & HOCHULI, 2005) e a frugivoria (JORDANO, 2000). A frugivoria merece especial atenção por estar relacionada à manutenção e restauração dos ecossistemas, em

virtude dela estar associada à dispersão e a predação de sementes (JANZEN, 1970). Frutos ingeridos por frugívoros podem ser depositados em diferentes posições da paisagem, aumentando assim o potencial de regeneração natural de espécies de plantas (GARCÍA & GRIVET, 2011). Em decorrência pode ser observado um aumento da possibilidade de sobrevivência das plântulas (FONSECA & ANTUNES, 2007), além de possibilitar o fluxo gênico, aumentando a variabilidade genética das populações vegetais (JORDANO et al., 2006). Além de dispersores potenciais, alguns frugívoros podem também atuar como predadores de sementes, participando do controle populacional das espécies vegetais (HOWE & PRIMACK, 1975; JANZEN et al., 1976; STILES, 1985).

1.3 Estudos com frugivoria

Estudos sobre frugivoria mostram que a fragmentação, bem como as bordas causadas pela ação antrópica, são capazes de modificar a abundância de frutos e aves frugívoras (STILES, 1980; RESTREPO & GOMEZ, 1998; RESTREPO et al., 1999). No entanto, segundo Silva et al. (2002), uma maior abundância de frugívoros não quer dizer necessariamente que a dispersão de sementes está sendo mais eficiente. Embora estudos sugiram os efeitos das estradas sobre a biodiversidade, em condições particulares isto pode não ocorrer. Por exemplo, no caso do estudo de Laurence et al. (2004), que ao estudar a movimentação de aves frugívoras no interior da Floresta Amazônica, não observou efeitos significativos de estradas sobre essas. A não significância se deve, provavelmente, ao fato da estrada não ser pavimentada e ao baixo fluxo de veículos naquela condição de estudo.

Os estudos com frugivoria podem ser observacionais (FRANCISCO & GALETTI, 2002), experimentais em campo com manipulação (LEVEY et al., 2005) ou em laboratório (BARNEA et al., 1992), ou ainda usando frutos reais ou artificiais (ALVES COSTA & LOPES, 2001; GALETTI et al., 2003). Os frutos artificiais vêm sendo utilizados para muitos estudos de frugivoria (ALVES COSTA & LOPES, 2001; GALETTI et al., 2003; VALDIVIA & SIMONETTI, 2007; ARRUDA et al., 2008; JACOMASSA et al., 2009; DAVIS et al., 2010), e tem permitido determinar a taxa de frugivoria e/ou a diversidade de tipos de marcas em frutos.

Ao comparar os efeitos da cor do fruto artificial em estudos experimentais Alves – Costa & Lopes (2001) mostraram uma preferência das aves pelos frutos vermelhos e pretos em detrimento dos brancos. O mesmo foi também observado por Galetti et al. (2003). Nesse último estudo foi encontrada uma maior taxa de frutos marcados na borda em relação ao

interior de fragmentos florestais. Isso pode ser explicado pela melhor visualização dos frutos e também pela maior abundância de aves generalistas nas bordas dos fragmentos (GRAHAM, 1996; CANDIDO, 2000). Galetti et al. (2003) também observou que em fragmentos maiores a taxa de frutos marcados é maior que em fragmentos menores. Embora estudos busquem compreender os efeitos da paisagem sobre a frugivoria, não temos conhecimento de estudos que buscam compreender a contribuição relativa dos efeitos das estradas e da paisagem sobre esse processo ecológico.

Sendo assim, este estudo se propôs testar experimentalmente se a proximidade de estradas e a estrutura da paisagem afetam a frugivoria em regiões fragmentadas. A área de estudo está localizada na Bacia do Rio Corumbataí e vizinhanças. Frutos artificiais de massa de modelar foram colocados em fragmentos florestais, com o intuito de estimar a taxa de bicadas e diversidade de tipos de marcas em 14 paisagens.

Com este estudo pôde-se obter mais informações sobre a contribuição da proximidade de estradas da quantidade de vegetação sobre aspectos relacionados com a frugivoria. Isso permitiu gerar novos subsídios para o planejamento, definição de áreas e indicação de ações prioritárias para conservação e para a restauração da biodiversidade em regiões com diferentes graus de proximidade de rodovias.

2 OBJETIVOS

Os objetivos específicos do presente estudo são:

- (1) Analisar o efeito da proximidade das estradas e da estrutura da paisagem sobre a taxa de frugivoria;
- (2) Analisar o efeito da proximidade das estradas e da paisagem sobre a diversidade de tipos de marcas em frutos artificiais.



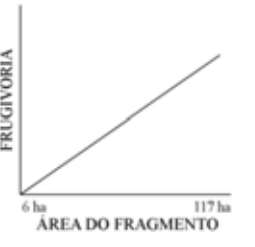

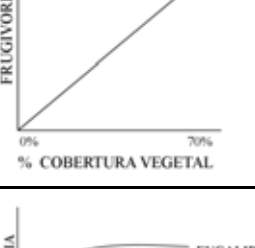
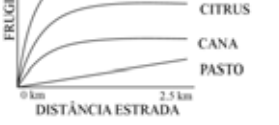
3 HIPÓTESES

As hipóteses que relacionam a taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas com a proximidade das estradas e parâmetros da paisagem no presente estudo estão descritos abaixo e representados graficamente na Figura 1:

- (1) ***Distância da estrada***: Tendo em vista os impactos que a estrada causa na biodiversidade e nos ecossistemas (atropelamento; evitação de fauna; efeito de borda; dispersão de espécies exóticas, poluição e ondas sonoras), espera-se que a taxa e a diversidade de tipos de marcas aumentem à medida que os fragmentos florestais se distanciam da estrada, até uma distância na qual o processo ecológico atingir um limiar ótimo.
- (2) ***Distância barreira florestal***: A barreira florestal existente antes do fragmento amostrado funciona como um filtro aos efeitos negativos potenciais que uma estrada pode causar em aspectos relacionados à frugivoria. Portanto, acredita-se que quanto mais perto a barreira florestal da estrada, mais ela será eficiente em barrar os efeitos potenciais dessa. Tal relação se daria por uma relação linear de modo que conforme a distância da barreira aumenta menor seriam a taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas encontradas nesses fragmentos.
- (3) ***Área do fragmento***: A taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas aumentariam linearmente em relação ao aumento da área dos fragmentos, já que eles apresentam maior capacidade de suporte, ambientes mais estáveis e maior diversidade e quantidade de frugívoros.
- (4) ***Porcentagem de cobertura vegetal***: Conforme a cobertura vegetal ao redor do limite externo do fragmento aumenta, acredita-se que essa condição propiciaria um ambiente mais adequado para a presença da fauna nos fragmentos amostrados, sendo assim, a taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas aumentariam linearmente conforme o aumento da porcentagem de cobertura vegetal.

- (5) ***Tipo de matriz:*** Em um gradiente de impacto, considera-se que conforme a matriz assemelha-se a estrutura florestal, ela teria menos impacto perante presença de animais frugívoros nos fragmentos amostrais. Portanto, a taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas aumentariam linearmente em relação ao gradiente de impacto estabelecido pelos diferentes tipos de matrizes.
- (6) ***Combinação de distância da estrada e matriz:*** Ao combinar os efeitos dessas duas variáveis acredita-se que a matriz estaria influenciando na magnitude do efeito da estrada na taxa e na diversidade de tipos de marcas, sem alterar a padrão esperado do efeito da estrada.

Figura 1 - Predição entre os parâmetros relacionados com a proximidade da estrada e aspectos da paisagem para explicar a taxa de frugivoria e a diversidade de tipos de marcas em frutos artificiais.

Parâmetros	Variáveis Explanatórias	Hipóteses
Proximidade da Estrada	Distância da Estrada	
	Distância da Barreira Florestal	
Paisagem	Área do Fragmento	
	Tipo de Matriz	
	Porcentagem de Cobertura Vegetal	
Proximidade da Estrada + Paisagem	Matriz + Distância da Estrada	

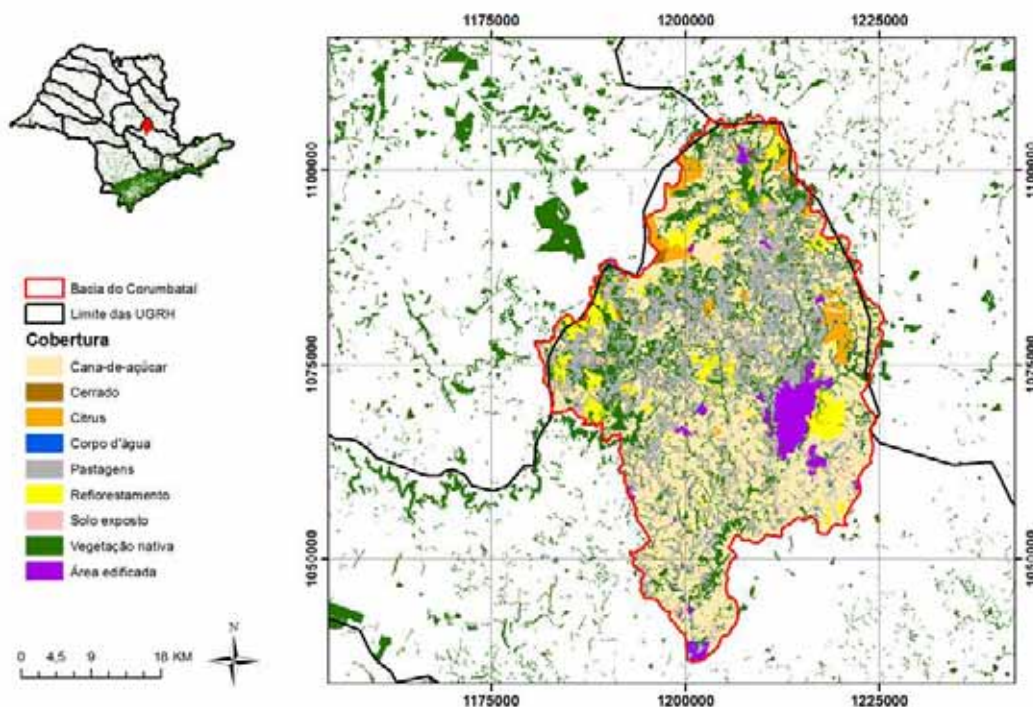
Fonte: Elaborado pela autora.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A região de estudo está localizada na Bacia do Rio Corumbataí e áreas circunvizinhas, a qual está situada na porção centro-oeste do Estado de São Paulo, entre os paralelos 22°04'46''S e 22°41'28''S e os meridianos 47°26'23''O e 47°56'15''O. A bacia tem aproximadamente 170.000 ha, sendo que a maior parte de suas terras encontra-se na Depressão Periférica Paulista. Os municípios que a compõem são: Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro, Santa Gertrudes e parte dos municípios de Analândia, Charqueada, Itirapina e Piracicaba (Figura 2). Entretanto foi também utilizado nas análises o município de Brotas e Pirassununga.

Figura 2 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Rio Corumbataí e áreas circunvizinhas, onde foi realizado estudo de frugivoria com frutos artificiais, Estado de São Paulo.



Fontes: Remanescentes florestais: IF (2005); Uso e Cobertura do Solo: Valente (2001).

A bacia é subdividida em cinco sub-bacias: Alto Corumbataí (31.800 ha), Passa-Cinco (52.760 ha), Médio Corumbataí (29.320 ha), Ribeirão Claro (28.175 ha) e Baixo Corumbataí (28.720 ha). O clima da região é subtropical, sendo seco no inverno e chuvoso no verão, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (SALATI, 1996). O regime de chuvas

é tropical, com duas estações definidas: um período seco de março a setembro, com menos de 20% da precipitação anual, e um período chuvoso de outubro a fevereiro, com mais de 80% da precipitação anual, sendo o total precipitado no ano em torno de 1390 mm (TROPPEMAIR & MACHADO, 1974).

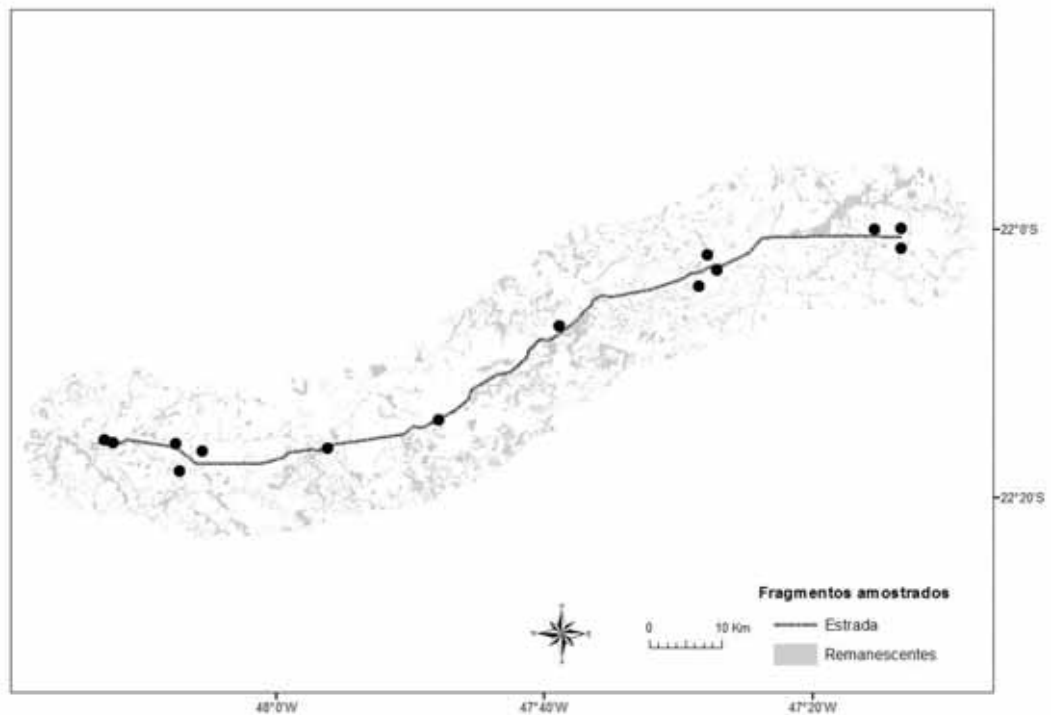
Originalmente a cobertura vegetal da Bacia do Rio Corumbataí era floresta estacional semidecidual e áreas menores com cerrado e campos cerrados (KOFFLER, 1993). Seu processo de degradação florestal teve início no século XIX, com a implantação da cultura do café, ferrovias com máquinas a vapor e numerosas olarias, de modo que da mata original existe hoje apenas pequenos vestígios (GARCIA, 2000). Posteriormente, o café foi substituído por pastagens e, mais recentemente, tem-se a presença das culturas da cana-de-açúcar, fruticultura e reflorestamentos comerciais (GARCIA, 2000).

O estudo de Valente (2001) mostrou que o a paisagem da Bacia do Rio Corumbataí apresenta 43,68% do total de sua área ocupada por pastagens; 25,57% por cana-de-açúcar; 2,82% por fruticultura; 1,02%; por culturas anuais e 0,09% por mineração. Somente 11,11% de sua área é ocupada por floresta nativa, o cerrado perfaz um total de 1,25% e as florestas plantadas (silvicultura) estão presentes em 7,33 % de sua área total. Com essa ocupação pode-se dizer que a bacia possui uma matriz de uso e cobertura predominantemente agrícola, o que leva à diminuição da área ocupada por florestas naturais e contribui para o processo de fragmentação florestal.

4.2 Seleção das paisagens amostrais

Foram selecionadas 14 paisagens amostrais tendo-se um fragmento florestal no centro da mesma. Os fragmentos centrais estavam dispostos a diferentes distâncias da Rodovia SP – 225 (de 0 a 2,5 km), a qual parte dela está localizada dentro da área que abrange a Bacia do Rio Corumbataí e áreas circunvizinhas (Figura 3).

Figura 3 - Fragmentos amostrais ao redor da Rodovia SP - 225, Bacia do Rio Corumbataí, interior do Estado de São Paulo, onde foi realizado estudo experimental com frugivoria utilizando frutos artificiais.



Fonte dos remanescentes florestais: IF 2008/2009.

A escolha dos fragmentos foi realizada com base no mapa de remanescentes florestais do IF 2008/2009, na escala 1:25.000, o qual apresenta a vegetação restante no Estado de São Paulo. Embora o mapeamento apresente diferentes tipologias vegetacionais, este estudo utilizou exclusivamente remanescentes florestais e cerrados florestais.

Com base no mapeamento do IF 2008/2009, os fragmentos foram escolhidos segundo os seguintes critérios: a) distâncias variáveis da rodovia SP - 225; b) estarem estruturalmente isolados (i.e. evitando-se fragmentos conectados por corredores ou matas ciliares a outros fragmentos); c) apresentarem área entre 15 a 25 ha, para se minimizar o efeito do tamanho já que esta não era uma das hipóteses principais de interesse do estudo. Entretanto, depois de realizar os trabalhos de campo, observou-se que os tamanhos estruturais dos remanescentes, ao serem mapeados em escala mais fina (1:5.000) resultaram em variação no tamanho dos mesmos. Desta forma inclui-se o novo valor de área refinada na escala 1:5.000 como mais um modelo a ser comparado nas análises. O tamanho dos fragmentos centrais em cada paisagem variou de 6 ha a 117 ha, com predomínio de fragmentos de 16 ha a 25 ha. As paisagens apresentaram os seguintes tipos de matrizes circundando os fragmentos: pastagem, cana-de-

açúcar, laranja e eucalipto. O tipo de matriz foi considerado nas análises pelo fato de estudos sugerirem que o tipo de matriz pode ter efeitos significativos sobre aspectos ecológicos como movimentação e uso de habitat para espécies florestais, como é o caso das aves (HANSBAUER et al., 2010). Foi definida uma distância mínima de 500 metros entre cada fragmento, com a finalidade de se minimizar potenciais efeitos de autocorrelação espacial (FORTIN & DALE, 2005).

4.3 Frutos artificiais

Para avaliar a frugivoria, foram utilizados frutos artificiais. Esse método permite o controle de variáveis – cor, acessibilidade, tamanho, quantidade, habitat, distância entre as plantas frutíferas – de forma independentemente (ALVES-COSTA & LOPES, 2001), as quais podem influenciar a seleção de frutos pela fauna (MOORE & WILLSON, 1982; MOERMOND & DENSLOW, 1983; LEVEY et al., 1984; SALLABANKS, 1993; GALETTI et al., 2003).

Os frutos foram confeccionados em formato esférico, com aproximadamente 15 mm de diâmetro, com massa de modelar atóxica, sem odor e resistente à água na cor vermelha (ALVES-COSTA & LOPES, 2001 - Figura 4). Foram fixados entre o final do verão e começo do outono em galhos de plantas arbustivas ou árvores jovens (sem flores e sem frutos), com características similares entre si. A fixação se deu com auxílio de um grampo de arame e a alturas variando entre um e dois metros. A verificação dos frutos ocorreu imediatamente após sete dias de exposição. A Figura 5 ilustra um ponto de amostragem com os frutos devidamente fixados em planta escolhida no campo.

Figura 4 - Fruto artificial de massa de modelar vermelha com aproximadamente 15 mm de diâmetro.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5 - Disposição dos frutos artificiais em um arbusto selecionado em campo para estudo de frugivoria, Bacia do Corumbataí, interior do Estado de São Paulo, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em cada fragmento foram escolhidas 20 árvores/arbustos, as quais distaram no mínimo 50 m uma da outra para garantir minimamente a independência entre os pontos. Os frutos foram dispostos em distâncias superiores a 50 m do limite externo do fragmento, distância decidida de forma arbitrária, a fim de minimizar o efeito de borda (DODONOV et al., 2013).

4.4 Variáveis respostas

Os frutos artificiais foram utilizados para avaliar a taxa de frugivoria e diversidade de tipos de marcas em fragmentos florestais a diferentes distâncias de uma estrada. A frugivoria foi medida por meio das evidências de bicadas, mordidas ou ausência dessas nos frutos artificiais. Sendo assim, foram contabilizados: os frutos consumidos (diferenciados em aves, mamíferos e insetos), intactos e removidos. Já os frutos caídos sem evidências (derrubados pelo vento ou com que escaparam do arame) foram considerados como intactos. As taxas foram calculadas levando em conta cada árvore amostrada por fragmento, sendo assim, para cada fragmento amostral teve-se $n=20$. Por considerar que as plantas em um fragmento não são independentes, nas análises estatísticas inclui-se a identificação da paisagem como um fator aleatório.

A diversidade de tipos de evidências de frugivoria foi calculada com base na riqueza de tipos de marcas, a qual representa o número de marcas diferentes encontradas em um único fragmento. A riqueza foi calculada para cada paisagem amostral, representada pelos 14 fragmentos analisados.

4.5 Classificação das marcas nos frutos

A classificação das evidências de frugivoria (bicadas e mordidas) foi feita com base nas diferentes marcas deixadas nos frutos, as quais foram categorizadas em campo, por uma única pessoa com base nas diferenças de forma e tamanho existentes entre elas. Já as evidências de predação por inseto não foram analisadas quanto a sua diversidade, pois foram poucos os tipos de evidências encontradas.

4.6 Métricas de paisagem e proximidade da rodovia

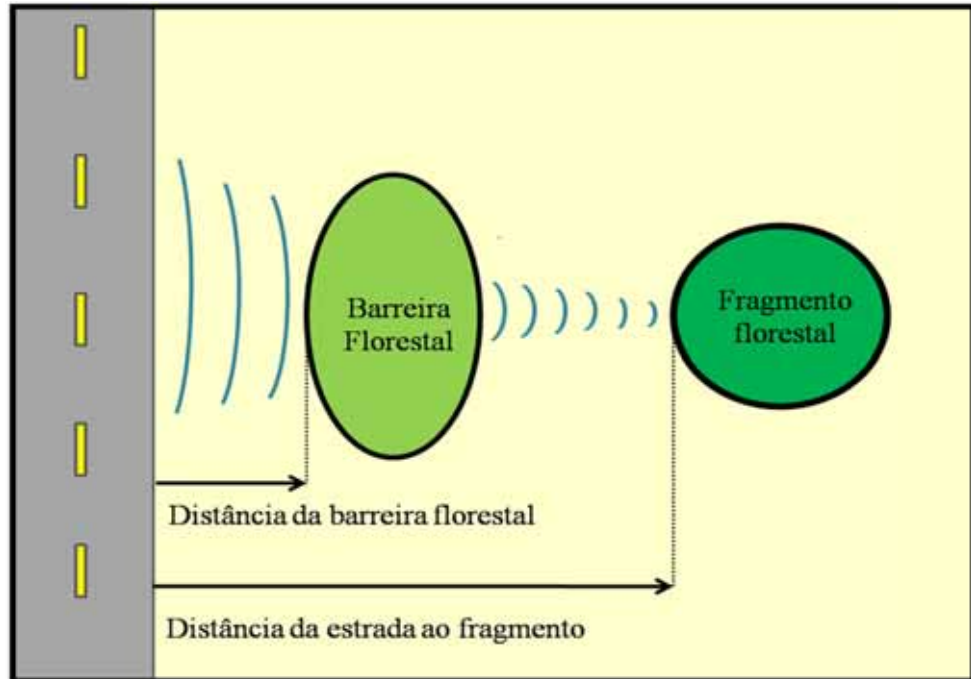
Para que fosse possível fazer as análises estatísticas dos dados obtidos empiricamente, foi necessário obter características detalhadas das paisagens, dos fragmentos focais e da proximidade da rodovia. Sendo assim, com o auxílio do software de SIG Quantum GIS Lisboa 1.8.0 (QGIS) as informações sobre distância do fragmento em relação à estrada, tamanho do fragmento e tipo de matriz foram aferidas e sofreram ajustes quando pertinente.

O mapeamento foi realizado na escala 1:5.000, sendo consideradas informações de campo quando necessário. Nesse mapeamento foram utilizadas imagens de alta resolução disponível no Google Earth. Tais imagens foram acessadas diretamente pelo QGIS com auxílio do complemento OpenLayer, que permite conectar o QGIS às imagens de alta resolução do Google Earth de forma automática. Também foram calculadas as porcentagens de cobertura para 250 e 500 m ao redor dos limites externos de cada fragmento focal. Essa escala foi utilizada como uma adaptação dos resultados da resposta de aves de sub-bosque (BOSCOLO & METZGER, 2009), uma vez que naquele estudo foi estimada a quantidade de habitat a partir do centro dos fragmentos, e no caso deste estudo foi a partir da borda.

Foram calculadas duas métricas em relação à distância da estrada: (a) distância da estrada em relação ao fragmento focal; (b) distância da barreira florestal (Figura 6), que representa a distância da rodovia até a primeira barreira florestal antes do fragmento amostral, de modo que ela pode funcionar como um filtro aos impactos potenciais da estrada. Com isso seria possível avaliar se o efeito potencial da distância da estrada sobre a frugivoria estaria

sendo representada mais na barreira florestal, do que pela distância euclidiana entre o fragmento focal e a estrada em si.

Figura 6 - Ilustração da proximidade da estrada até a primeira barreira encontrada antes do fragmento amostrado e o seu efeito de barrar os efeitos negativos potenciais da estrada em relação, por exemplo, aos ruídos por ela causados.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.6 Análises estatísticas

Para avaliar a influência da proximidade da estrada e da estrutura da paisagem sobre a frugivoria, utilizou-se uma abordagem de seleção de modelos por múltiplas hipóteses concorrentes, tendo-se como base o Critério de Informação de Akaike – AIC corrigido para bancos de dados pequenos (Burnhan & Anderson, 2002). Com base nos AICc foram calculados os valores de diferença entre o AICc de um determinado modelo e o melhor modelo ($\Delta AICc$), bem como o peso do AICc ($wAICc$). Modelos com $\Delta AICc < 2$ ou com um $wAICc > 0,1$ foram considerados como igualmente plausíveis para explicar os padrões.

As análises foram realizadas utilizando o software R (R CORE TEAM, 2013), nas quais se levou em conta que a relação entre as variáveis respostas e explanatórias poderiam apresentar padrões lineares ou não lineares. Para todas as variáveis explanatórias relacionadas com as taxas de frugivoria, menos para distância da barreira florestal, foram ajustados modelos lineares pela função `glm()`. Para relacionar a riqueza de tipos de marcas com todas as variáveis explanatórias e também a distância da barreira florestal com as taxas de frugivoria

foram usados modelos não lineares ajustados pela função `mle2()` do pacote `bbmle` do R (BOLKER, 2008). Todos os ajustes foram realizados com auxílio de funções de máxima verossimilhança.

As variáveis respostas relacionadas com a frugivoria, com a predação de frutos e com a diversidade de tipos de bicadas e mordidas foram: (a) taxa de bicada; (b) taxa de mordida, (c) taxa de predação por insetos; (d) taxa total (que somam as taxas de bicada, mordida e a predação por inseto); (e) riqueza de tipos de bicadas; (f) riqueza de tipos de mordidas. Essas variáveis respostas estão representadas pela sigla VD (variável dependente) na Tabela 1. Para explicar essas variáveis foram comparados modelos que combinaram um ou mais fatores da paisagem, características dos fragmentos ou proximidades das estradas, além do modelo nulo que considera a ausência de efeito para a explicação dos padrões de frugivoria encontrados. As variáveis explanatórias consideradas em cada modelo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Modelos comparados por múltiplas hipóteses concorrentes com base no AICc, aplicados em estudo de frugivoria com frutos artificiais em paisagens fragmentadas de São Paulo: VD-variável dependente (taxa de frugivoria, taxa de predação de frutos e diversidade de bicadas e mordidas); DIST – distância do fragmento até a estrada; DISTBARR - distância da estrada até a primeira barreira florestal; MATRIZ – tipo de matriz ao redor do fragmento; AREA – área dos fragmentos; COB250 – porcentagem de cobertura florestal ao redor dos fragmentos na escala de 250 m; COB500 – porcentagem de cobertura vegetal ao redor dos fragmentos na escala de 500 m.

MODELOS
M0: VD ~ Modelo Nulo (acaso)
M1: VD ~ DIST
M2: VD ~ DISTBARR
M3: VD ~ MATRIZ
M4: VD ~ AREA
M5: VD ~ COB250
M6: VD ~ COB500
M7: VD ~ DIST + MATRIZ

Fonte : Elaborado pela autora.

5 RESULTADOS

No total foram colocados nos fragmentos 4200 frutos, dos quais parte deles foram bicados, mordidos, predados por insetos, removidos ou encontrados intactos. A Tabela 2 mostra a porcentagem dos frutos encontrados nessas diferentes categorias.

Tabela 2 - Porcentagem total de frutos artificiais bicados, mordidos, predados por insetos, removidos e intactos, observada em estudo na Bacia do Corumbataí, São Paulo.

Evento	Porcentagem
Frutos Bicados	28%
Frutos Mordidos	2%
Frutos Predados	2%
Frutos Removidos	2%
Frutos Intactos	36%

Fonte: Dados da pesquisa.

5.1 Taxas de frugivoria

Após as análises selecionaram-se os modelos que explicam as taxas de frugivoria e de predação ($\Delta AICc < 2$ e/ou $wAICc > 0,1$). Observou-se que tanto aspectos relacionados com a proximidade da estrada quanto com os aspectos da paisagem explicam os padrões observados (Tabela 3).

Tabela 3 - Modelos que melhor explicaram as taxas de frugivoria e predação de frutos artificiais em 14 paisagens da Bacia do Corumbataí, interior do Estado de São Paulo, Brasil. Valores em negrito sublinhados mostram os modelos igualmente plausíveis ($\Delta AICc < 2$ ou $wAICc > 0,10$) para explicar a taxa de bicada, a taxa de mordida, a taxa de predação por inseto e a taxa total. K= número de parâmetros estimados para cada modelo.

Modelos	<i>Taxa de Bicada</i>			<i>Taxa de Mordida</i>			<i>Taxa de Inseto</i>			<i>Taxa Total</i>		
	K	$\Delta AICc$	wAICc	K	$\Delta AICc$	wAICc	K	$\Delta AICc$	wAICc	K	$\Delta AICc$	wAICc
Nulo	3	5,9	0,035	3	<u>2,5</u>	<u>0,108</u>	3	15,3	<0,001	3	8,1	0,016
Distância da Estrada	3	6,0	0,033	3	2,8	0,093	3	11,7	0,002	3	10,3	0,005
Distância Barreira	3	<u>0,0</u>	<u>0,656</u>	3	2,9	0,089	3	<u>2,6</u>	<u>0,199</u>	3	<u>0,0</u>	<u>0,942</u>
Tamanho do Fragmento	3	4,0	0,087	3	3,0	0,084	3	13,8	<0,001	3	7,9	0,018
% Cobertura Vegetal (250m)	3	3,9	0,096	3	<u>0,0</u>	<u>0,377</u>	3	5,6	0,045	3	10,6	0,005
% Cobertura Vegetal (500m)	3	5,8	0,037	3	<u>2,4</u>	<u>0,116</u>	3	<u>0,0</u>	<u>0,750</u>	3	10,1	0,006
Tipos de Matriz	3	6,0	0,033	3	2,9	0,090	3	12,5	0,001	3	10,6	0,005
Distância Real + Matriz	4	6,8	0,022	4	4,3	0,043	4	12,4	0,001	4	11,4	0,004

Fonte: Dados da pesquisa.

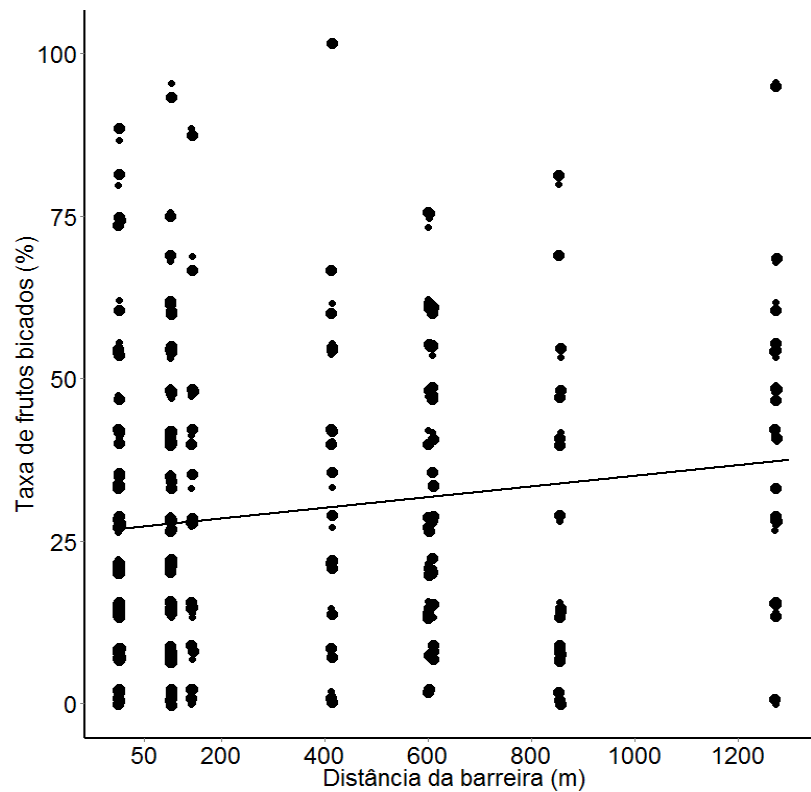
A taxa de bicada foi melhor explicada pela distância da estrada em relação à primeira barreira florestal existente antes dos fragmentos amostrais, de modo que foi observada uma discreta relação positiva entre as variáveis, indicando que quanto mais distante a barreira florestal da estrada, maior a taxa de bicadas encontrada nos fragmentos amostrados (Figura 7). Já a taxa de mordida não foi explicada por nenhum modelo, uma vez que o modelo nulo também estava entre os mais plausíveis para se explicar os padrões.

Entretanto, a taxa de predação por insetos foi explicada pelo modelo da porcentagem de cobertura vegetal na escala de 500 m (Figura 8), que indica que quanto menor a cobertura vegetal, maior foi a taxa de predação por insetos. Em relação à distância da barreira florestal, a taxa de predação por insetos foi também explicada por um padrão positivo discreto, que

indica que quanto maior a distância da barreira florestal em relação à estrada, maior a taxa de predação de insetos nos fragmentos amostrais (Figura 9).

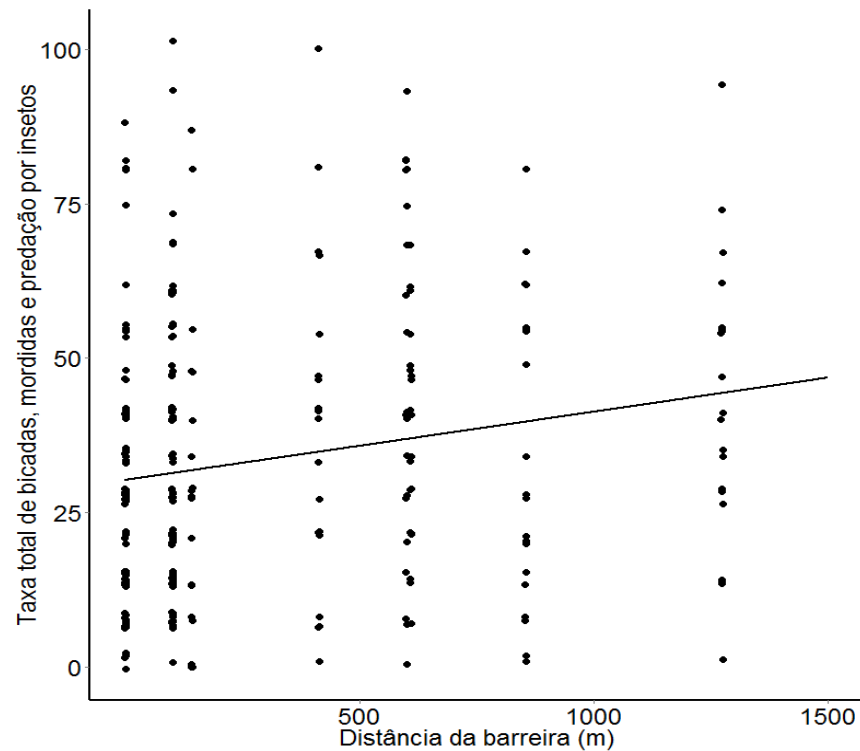
Em relação a taxa total de frugivoria (bicadas+ mordidas+ insetos) pode ser explicada novamente pelo modelo da distância da barreira florestal (Figura 10), sendo observada uma relação discreta positiva. Isso pode estar relacionado pela contribuição de bicadas (que foi explicada por esse mesmo modelo) em relação ao total de eventos, tendo em vista que as bicadas tiveram maior contribuição (28%) do que as mordidas (2%) e predação por insetos (2%) – ver Tabela 2.

Figura 7 - Relação entre a taxa de frutos bicados e a distância da barreira florestal, observada em estudo com frutos artificiais na Bacia do Corumbataí, São Paulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 10 - Relação entre a taxa total e a distância da barreira florestal, observada em estudo com frutos artificiais na Bacia do Corumbataí, São Paulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

5.2 Riqueza de tipos de marcas

5.2.1 Marcas encontradas

Foram registradas vinte e cinco classes de bicadas (algumas delas representadas nas Figuras 11 e 12) e dezessete classes mordidas (parte delas representadas na Figura 13). Também foram observadas evidências de predação por insetos (Figura 14).

Figura 11 - Tipos de bicadas observadas em estudo com frutos artificiais na Bacia do Corumbataí, São Paulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 12 - Tipos de bicadas observadas em estudo com frutos artificiais na Bacia do Corumbataí, São Paulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 13 - Tipos de mordidas observadas em estudo com frutos artificiais na Bacia do Corumbataí, São Paulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 14 - Evidências de predação por insetos observadas em estudo com frutos artificiais na Bacia do Corumbataí, São Paulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

5.2.2 Modelos que melhor explicaram a riqueza de tipos de marcas

Após as análises selecionaram-se os modelos que melhor explicam a riqueza de tipos de bicadas e mordidas ($\Delta AICc < 2$ e/ou $wAICc > 0,1$). Neste caso, apenas aspectos relacionados com a proximidade da estrada foram passíveis para explicar o padrão encontrado (Tabela 4).

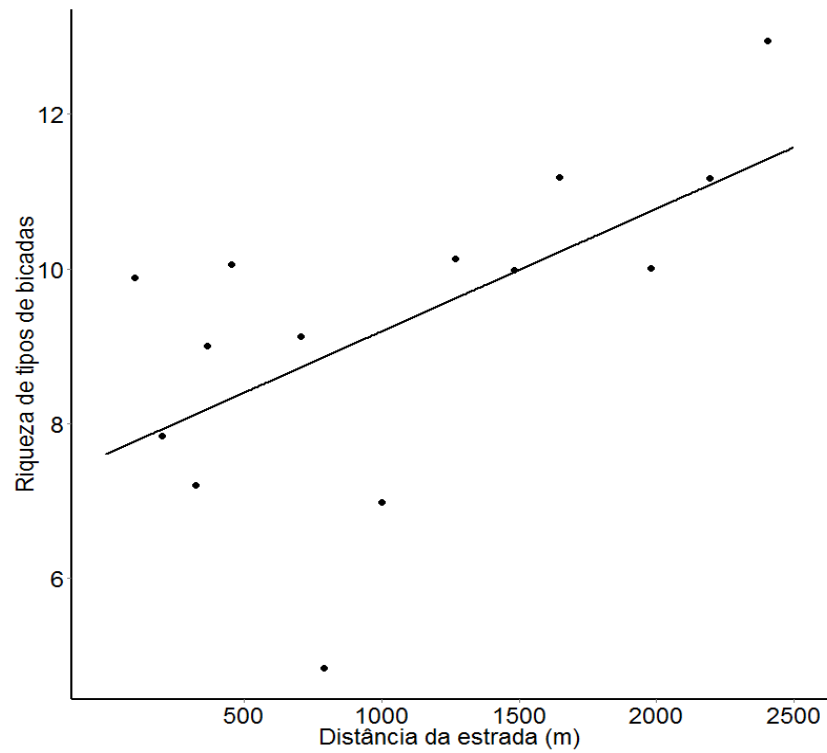
Tabela 4 - Modelos que melhor explicaram a riqueza de tipos de bicadas e mordidas em frutos artificiais em 14 paisagens da Bacia do Corumbataí, interior do Estado de São Paulo. Os números em negrito sublinhados mostram os modelos igualmente plausíveis ($\Delta AICc < 2$ ou $wAICc > 0,10$) para explicar a riqueza de tipos de bicadas e a riqueza de tipos de mordida. K= número de parâmetros estimados para cada modelo.

Modelos	<i>Riqueza de tipos de bicadas</i>			<i>Riqueza de tipos de mordidas</i>		
	K	$\Delta AICc$	wAICc	K	$\Delta AICc$	wAICc
Nulo	3	5,4	0,0524	3	<u>0,1</u>	<u>0,229</u>
Distância da Estrada	3	<u>0,0</u>	<u>0,786</u>	3	<u>1,0</u>	<u>0,144</u>
Distância Barreira	3	6,4	0,031	3	<u>0,0</u>	<u>0,236</u>
Tamanho do Fragmento	3	6,5	0,046	3	<u>1,4</u>	<u>0,118</u>
% Cobertura Vegetal (250m)	3	5,7	0,050	3	<u>1,1</u>	<u>0,139</u>
% Cobertura Vegetal (500m)	3	5,5	0,050	3	<u>1,2</u>	<u>0,126</u>
Tipos de Matriz	5	13,8	< 0,001	5	7,2	0,006
Distância Real + Matriz	6	12,4	0,002	6	10,8	0,001

Fonte: Dados da pesquisa.

A riqueza de tipos de bicadas foi explicada pelo modelo da distância da estrada com uma relação linear positiva, indicando que quanto mais distante o fragmento amostral da estrada, maior será a riqueza de tipos de bicadas (Figura 15). Ao se analisar a riqueza de tipos de mordidas não foi encontrado nenhum modelo plausível, uma vez o modelo nulo estava entre os selecionados (Tabela 4).

Figura 15 - Relação positiva entre a riqueza de tipos de bicadas e a distância da estrada, observada em estudo com frutos artificiais na Bacia do Corumbataí, São Paulo.



Fonte: Dados da pesquisa.

6 DISCUSSÃO

O estudo de campo foi realizado no final do verão e começo de outono, época na qual os recursos podem estar mais abundantes, e isso pode ter influenciado nas taxas e diversidade encontradas. Segundo Garcia et al. (2001) a presença de árvores com frutos ao redor da árvore amostrada, aumenta a taxa de visitação de aves frugívoras. Vergara et al. (2010) coloca que simplesmente a maior disponibilidade de recursos não determina que haverá uma maior retirada de frutos pelos frugívoros. Segundo este autor, essa relação será também influenciada pelas características das aves frugívoras, tal como a história de vida, eficiência de forrageamento, área de vida, capacidade de dispersão e estrutura social da espécie.

Entretanto, como não foi feito nenhum tipo de levantamento de recursos florestais nas áreas de estudo, não se pode afirmar qual foi de fato a contribuição desse aspecto nos resultados encontrados.

Esperava-se que em fragmentos maiores os parâmetros relacionados com a frugivoria seriam beneficiados em relação a fragmentos menores, pois a riqueza de espécies e abundância de indivíduos tende a ser maior. Estudos de Cordeiro & Cowe (2003) e Galetti et al. (2003) mostram que a abundância de espécies de aves frugívoras de fato aumentou em fragmentos maiores e decresceu em fragmentos menores. Anjos (2001) e Martensen (2008) observaram um acréscimo na quantidade de espécies frugívoras observadas em fragmentos maiores e somente poucas espécies foram encontradas em fragmentos de menor tamanho. Por outro lado, o efeito da área não foi significativo neste estudo, o que pode ter ocorrido devido à predominância de fragmentos nas faixas de 16 a 25 ha, de modo que a essa faixa de variação não se mostrou representativa para que se observasse o padrão esperado (relação positiva entre frugivoria e tamanho do fragmento). No estudo de Galetti et al. (2003), os fragmentos foram classificados como pequenos (245 - 273 ha) e grandes (1327 - 36 831 ha), o que define diferenças quanto a composição e estrutura desses. Já Martensen (2008) encontrou maior variação das áreas dos fragmentos amostrados (1,95 a 175,09 ha), de modo que nesses dois delineamentos experimentais foi possível observar o efeito da área em aspectos relacionados à frugivoria (abundância e riqueza de frugívoros, respectivamente).

Segundo a hipótese que relaciona os tipos de matriz e aspectos relacionados com a frugivoria, esperava-se que conforme a matriz se assemelhasse a estrutura florestal, essa apresentaria um impacto menor perante a abundância e ou riqueza de animais frugívoros e, portanto, a taxa de frugivoria e a riqueza de tipos de marcas aumentariam em relação ao gradiente de impacto estabelecido pelos diferentes tipos de matrizes (pasto, cana, laranja e

eucalipto). Tal resposta pode ser corroborada por Silva et al. (1996) e Goulart et al. (2011). Em ambos os estudos observou-se que parâmetros relacionados com os frugívoros (dieta, frequência de ocorrência e movimentação) foram beneficiados ao longo de um gradiente vegetacional mais complexo. Desse modo, tais situações podem ser extrapoladas, quando se remete a diferentes tipos de matriz, as quais seriam mais impactantes a medida que se distanciassem da estrutura florestal e menos impactantes quando apresentassem uma estrutura semelhante à florestal. Mas no presente estudo os tipos de matriz não se mostraram importantes para explicar os padrões de frugivoria encontrados. Silva et al. (1995) coloca que mesmo as espécies de aves que são consideradas dependentes da floresta podem ter adaptações para utilizar ambientes não florestais, o que pode estar relacionado com algumas árvores remanescentes imersas no meio da matriz (GALINDO-GONZÁLEZ et al., 2000), que podem ser usadas como poleiros e locais de forrageio para aves e morcegos frugívoros. Além disso, segundo Garcia & Bañuelos (2003) características como corredores e qualidade da matriz, podem facilitar a permeabilidade desses animais em áreas não florestadas. Isso foi demonstrado por Ferraz et al. (2012) na região da Bacia do Rio Corumbataí, onde espécies de aves dependentes da floresta foram observadas utilizando a matriz, principalmente nas regiões que estão mais próximas do fragmento florestal. Isso sugere que as aves poderiam estar suplementando suas necessidades de habitat na matriz (DUNNING et al., 1992; BETTS et al., 2007). Nesses casos, pode-se supor que fragmentos muito pequenos podem não ter a quantidade de recursos necessária para determinadas espécies de aves (GOLDINGAY & POSSINGHAM, 1995; RICKLEFS & LOVETTE, 1999), fazendo com que elas busquem recursos em fragmentos do entorno, necessitando atravessar a matriz (BOSCOLO & METZGER, 2011).

A hipótese que combina o efeito da matriz e da distância da estrada em relação ao fragmento amostral, previa que a matriz potencializaria o efeito da estrada. No entanto, como o efeito da matriz não foi significativo para explicar os padrões de frugivoria, esta relação também não explicou nenhuma variável relacionada à frugivoria (taxa e diversidade de marcas).

6.1 Taxas de frugivoria

As taxas de bicada, inseto e total foram explicadas pelo modelo que leva em consideração a distância da primeira barreira florestal em relação à estrada, no entanto em um padrão oposto ao esperado. Segundo a hipótese, a barreira florestal, que está mais perto da

estrada do que o fragmento amostrado, ajudaria a diminuir possíveis impactos da estrada na frugivoria, já que ela serviria como uma espécie de filtro a esses impactos. Esse conceito é muito utilizado com barreiras artificiais em estudos de dispersão de som (ISHIZUKA & FUJIWARA, 2004) e poluição (HAGLER et al., 2011) em áreas que sofrem grande pressão antrópica, inclusive, ao redor de estradas (SLABBEKOON & RIPMEESTER, 2008; HEIST et al., 2009; HAGLER et al., 2011).

A partir da premissa de barreira florestal, acreditava-se que a barreira poderia impedir que não só que o barulho e a poluição se espalhassem ao longo da área de influência da estrada, mas também, efeitos como a evitação da fauna, a dispersão de espécies invasoras, alterações microclimáticas, efeito de borda, atropelamentos e alterações na movimentação animal (COFFIN, 2007). Esses efeitos podem afetar a abundância, riqueza, distribuição de animais (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009) e qualidade de habitat (ORTEGA & CAPEN, 1999). Desta forma, ao longo de um gradiente de influência da estrada tais efeitos também poderiam afetar frugívoros que podem ser sensíveis ao efeito de fragmentação (PIZO, 2004).

No entanto, os resultados mostram-se contrários a essa premissa, o que pode estar relacionado com o fato de alguns fragmentos amostrais não possuírem nenhum tipo de barreira florestal anterior a eles, sendo os próprios fragmentos considerados como tal. Sendo assim, o efeito da barreira pode não ter sido eficaz para esses fragmentos e, portanto os efeitos da estrada influenciaram negativamente na presença de frugívoros e de predadores, o que resultou em uma diminuição das taxas de bicada, inseto e conseqüentemente, a taxa total em fragmentos com barreiras próximas à estrada. Outro fator que pode ter levado a esse padrão, é o fato de não ter sido calculada a distância entre a barreira e o fragmento amostral, sendo este dado interessante para mensurar como foi a disseminação do distúrbio da estrada ao longo da paisagem.

A taxa de mordida não foi explicada por nenhuma das variáveis, possivelmente devido ao fato de que mamíferos frugívoros podem ser mais orientados pelo olfato do que pela visão (ALVES - COSTA & LOPES, 2001; CORLETT, 2011). Dessa maneira os frutos vermelhos e inodoros poderiam não estar atraindo tanto esses animais quanto atraíram as aves.

Em relação a variável de cobertura vegetal, esperava-se que com o seu aumento na escala de 250 m e 500 m fosse observada uma relação positiva entre a taxa de frugivoria e diversidade de tipos de marcas. Tendo em vista que o estudo feito por Price et al. (1999) na Austrália, pode-se observar que a cobertura vegetal ao redor do fragmento foi determinante para a ocorrência de espécies frugívoras e, o estudo de Boscolo & Metzger (2011) feito na

Floresta Atlântica, São Paulo, Brasil, também apontou para uma maior ocorrência de aves em fragmentos imersos em áreas com maior cobertura vegetal.

Porém, o padrão encontrado entre a relação da taxa de predação de insetos e a porcentagem de cobertura vegetal em uma paisagem de 500 m no entorno dos fragmentos mostrou-se contrário ao esperado, pois aumentou conforme a diminuição da cobertura vegetal. Isso pode ser explicado pela predominância de espécies de insetos predadoras de frutos em áreas de menor cobertura vegetal. Essa predominância pode ser influenciada por diversos fatores que interagem entre si (DIDHAM et al., 1996), mas ainda não é claro quais interações seriam essas. Uma possível explicação seria que em áreas com menor cobertura vegetal as condições microclimáticas foram alteradas de tal maneira a ficarem mais quentes e com uma taxa de irradiação solar maior (EWERS & BANKS - LEITE, 2013), favorecendo a abundância de insetos predadores de frutos (PENG et al, 1992; ROSLIN et al., 2009). Outra possibilidade é que a diminuição da cobertura vegetal faça com que os remanescentes se tornem refúgios para a fauna, de modo a intensificar as relações de predação e competição por recursos nos fragmentos (SAUNDERS et al., 1991). Em condições de extrema competição por recursos os insetos podem estar se beneficiando em relação aos vertebrados frugívoros, o que pode ser corroborado pela menor ocorrência de aves frugívoras em áreas com menor cobertura vegetal (PRICE et al.,1999) e com o fato de que a predação de frutos por insetos pode diminuir consideravelmente o consumo desses por vertebrados, já que muitas vezes o fruto está inviabilizado e ou parasitado (SALLABANKS & COURTEY, 1992) após a relação de predação, sendo então, evitados pelos vertebrados. Sendo assim, tais relações podem ter favorecido o consumo de frutos por insetos em áreas com menor porcentagem de cobertura vegetal.

6.2 Riqueza de tipos de marcas

A riqueza de tipos de bicadas foi explicada claramente pela distância da estrada, corroborando a hipótese de que quanto mais distante da estrada está o fragmento amostrado, maior a riqueza de tipos de bicadas. Tal padrão se deve provavelmente à menor interrupção no processo de frugivoria em fragmentos mais distantes da estrada devido ao menor distúrbio causado por ela. Sendo assim, esses ambientes podem apresentar condições mais estáveis, o que resulta em uma maior quantidade de aves deixando as marcas de seus bicos nos frutos. Outra possibilidade é que a maior diversidade de espécies levaria a maior variação nos tipos

de manipulação de fruto, por variações morfológicas e comportamentais dessas, resultando em diferentes tipos de marcas nos frutos.

Segundo Jordano et al. (2006) a frugivoria e, conseqüentemente a dispersão de sementes, pode ser afetada por aspectos relacionados à planta, ao frugívoro, à interação entre eles e aspectos relacionados com a paisagem. Ao levar em consideração esses aspectos, a frugivoria pode ser influenciada negativamente com a defaunação, que ocorre pela rápida remoção de alta biomassa ou diversas espécies da fauna de um ecossistema (JORDANO et al., 2006), de modo que grandes frugívoros são removidos devido a grande pressão de caça (REDFORD, 1992) e, também com a intensificação da fragmentação, na qual a perda tanto desses quanto de pequenos frugívoros (ANDRESEN, 2003) associa-se ao efeito de borda e à redução de habitat (PERES, 2001), o que leva a alterações dos padrões de regeneração e biodiversidade (DIRZO & MIRANDA, 1991; CORDEIRO & HOWE, 2003; DONATTI, 2004).

Aspectos que apresentam impactos nos processos relacionados com a frugivoria podem ser intensificados em parte com a presença de uma estrada na paisagem, afetando a dinâmica do ecossistema por meio de: efeito de borda (LAURENCE et al., 2004); alterações em fatores abióticos (RUMMER et al., 1997); disseminação de espécies exóticas (HANSEN & CLEVINGER, 2005); fragmentação de habitat (ANDREWS, 1990); atropelamentos (GRILO et al., 2010; BULLOCK et al., 2011; RYTWINSKI & FAHRIG, 2011) - que podem ser um fator que intensifica o processo de defaunação. Além de promover a evitação da fauna, tanto pela diminuição da qualidade de habitats próximos da estrada (CARR et al., 2002) como por distúrbios causados pelo excesso de ruídos sonoros (NEGA et al., 2012), poluição (HAGLER et al., 2011) e impedimento à movimentação (OLIVEIRA et al., 2011), os quais podem afetar de maneira significativa a presença de animais (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009) que podem desempenhar o papel de frugívoros, na imediação das estradas.

Já a riqueza de tipos de mordidas, assim como a taxa de mordidas, não foi explicada por nenhum dos modelos propostos, provavelmente novamente pelo fato de que certos mamíferos frugívoros podem ser mais orientados pelo olfato (ALVES - COSTA & LOPES, 2001; CORLETT, 2011). Como os frutos artificiais eram inodoros, esses podem não ter sido atrativos para mamíferos, entretanto esse fator não foi controlado e nem testado nesse estudo.

Como o uso de frutos artificiais não permite identificar a espécie que bicou ou mordeu os frutos, é possível que espécies diferentes de frugívoros tenham deixado a mesma marca nos frutos, ou ainda que uma mesma espécie possa ter deixado marcas diferentes no fruto, devido

a alguma diferença na manipulação desse. Tal hipótese pode ser corroborada, pois mais de uma vez foi encontrado mais de um tipo de marca no mesmo fruto. A variação de tipos de manipulação na tentativa de ingerir o fruto pode ter gerado o grande número de classes de marcas, mas de acordo com os critérios utilizados para separar os tipos de marcas em classes defende-se a ideia de que a diversidade de tipos de marca reflete a biodiversidade de espécies de frugívoros nos fragmentos amostrados.

Por fim, com base nos resultados encontrados neste estudo, observou-se que a proximidade da estrada afeta diretamente em aspectos relacionados com a frugivoria, de modo que foi encontrada uma maior riqueza de tipos de bicadas em fragmentos mais distantes da estrada, o que indica que os seus impactos vão diminuindo a medida que se distancia dela na paisagem. Porém, é importante ressaltar que os fatores que levam a riqueza de espécies ser maior e não a taxa em que os frutos foram consumidos, em relação a distância da estrada ainda mostra-se como um elemento a ser melhor explorado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em áreas muito heterogêneas como a Bacia do Rio Corumbataí, a estrada é mais um elemento impactante no funcionamento dos ecossistemas. Desse modo, processos ecológicos importantes como a frugivoria e dispersão de sementes podem estar sendo influenciados por vários aspectos da paisagem, incluindo a proximidade da estrada e também a porcentagem de cobertura vegetal.

Com base nos resultados deste estudo é possível determinar que os impactos causados pela estrada são dissipados ao longo da paisagem, de modo que em fragmentos mais longe dessa, o efeito da estrada não é nitidamente evidente. No entanto, é difícil prever precisamente qual é o efeito isolado que uma estrada poderia ter nesse processo, já que em áreas com alta densidade de estradas é bem provável que outras variáveis relacionadas com a fragmentação da paisagem se mostrem também importantes.

Para isso, seria necessário que os estudos tentassem agregar formas de mensurar os recursos alimentares e fauna frugívora existentes na área de estudo e pudesse ter meios de acompanhar no período de exposição dos frutos quais animais visitaram as plantas amostradas, por meio de armadilhas fotográficas (câmera traps), por exemplo. Por fim, um caminho interessante a se seguir ao se estudar a relação dos efeitos que a estrada pode ter na frugivoria é estudar um impacto potencial e verificar como ele se estende em meio à paisagem, associando com os aspectos relacionados à frugivoria, para que assim, fosse possível mensurar o impacto direto que a estrada poderia estar causando.

Sugere-se que as estradas sejam consideradas de forma explícita tanto no desenvolvimento de novos estudos da biodiversidade, como na definição de estratégias para conservação e restauração na escala paisagem, em especial, em estudos relacionados com processos ecológicos como a frugivoria. De modo que seja possível vincular ações de manejo e de conservação adequadas para a manutenção desse sistema de interação e, conseqüentemente todos os serviços ambientais que ele provê, como por exemplo, controle do limite do crescimento populacional de plantas, dispersão de sementes e frutos, recrutamento de plântulas e fluxo gênico (STAGGEMEIER & GALETTI, 2007).

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, S.M.; WATERS, N.M.; PAQUET, P.C. Traffic volume and highway permeability for a mammalian community in the Canadian Rocky Mountains. **The Canadian Geographer**. Malden, 49,4, 321–331, 2005.
- ALVES-COSTA, C.P.; LOPES, A.V. Using artificial fruits to evaluate fruit selection by birds in the field. **Biotropica**. Hoboken, 33: 713-717, 2001.
- ANDRESEN, E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, Copenhagen, 26, 87-97, 2003.
- ANDREWS, A. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. **Australian Zoologist**. Mosman, 26, 130-141, 1990.
- ANDRIEUA E.; DORNIER A.; ROUIFEDA S.; SCHATZA B.; CHEPTOU, P.O. The town Crepis and the country Crepis: How does fragmentation affect a plant–pollinator interaction?. **Acta Oecologica**. Issy les Moulineaux , 35, 1–7, 2009.
- ANJOS, L. dos .Bird communities in five Atlantic forest fragments in Southern Brazil. **Ornitologia Neotropical**. Saint Louis, 12, 11-27, 2001.
- ARRUDA, R.; RODRIGUES, D. J.; IZZO, T. Rapid assessment of fruit-color selection by birds using artificial fruits at local scale in Central Amazonia. **Acta Amazonica**. Manaus, 38, 291–296, 2008.
- BANKS, J. E. The scale of landscape fragmentation affects herbivore response to vegetation heterogeneity. **Oecologia**. Heldberg, 117, 239-246, 1998.
- BARNEA, A.; YOM-TOV, Y.; FRIEDMAN, J. 1992. Effect of frugivorous bird on seed dispersal and germination of multi-seeded fruits. **Acta Ecologica**. Kota, 13, 2, 209-219, 1992.
- BETHÂNIA, M. **Sonho Impossível**. São Paulo: Universal, 1984. Letra retirada do site Letras.mus.br. Disponível em: <<http://letras.mus.br/chico-buarque/86054/>>. Acesso em: 24 set. 2013.
- BETTS, M. G. et al. Thresholds in songbird occurrence in relation to landscape structure. **Conservation Biology**. Hoboken, 21, 1046 - 1058, 2007.
- BOLKER, B. **Ecological models and data in R**. 2008. 516p. Disponível em: <<http://www.zoo.ufl.edu/bolker/emdbook>>. Acesso em: 26 set. 2013.
- BOSCOLO, D.; METZGER, J.P. Is bird incidence in Atlantic forest fragments influenced by landscape patterns at multiple scales?. **Landscape Ecology**. Dordrecht, 24, 907-918, 2009.
- BOSCOLO, D.; METZGER, J. P. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes. **Ecography**. Copenhagen , 34, 1-12, 2011.

BUENO, C.; ALMEIDA, P.J.A.L. de. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). **Revista Brasileira de Zoociências**. Juiz de Fora, 12 ,3,219-226, 2010.

BULLOCK, K.L.; MALAN, G.; PRETORIUS, M.D. Mammal and Bird Road Mortalities on the Upington to Twee Rivieren Main Road in the Southern Kalahari, South Africa. **African Zoology**. Stellenbosch, 46,1,60-71, 2011.

BURNHAM K, P.; ANDERSON D, R. **Model selection and multimodel inference: A practical information – Theoretic Approach**. 2002. Segunda Edição. New York: Springer - Verlag.2002.488p.

CANADAY, C. Loss of Insectivorous Birds Along a Gradient of Human Impact in Amazonia. **Biological Conservation**. Amsterdam, 77, 63-77,1997.

CANDIDO JR.; J.F.The edge effect in a forest bird community in Rio Claro, São Paulo State, Brazil. **Ararajuba**. Belém,8, 9–16, 2000.

CÁRCERES, N.C.;HANNIBAL, W.;FREITAS, D.R.;SILVA, E.L.; ROMAN, C.; CASELLA, J. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in south-western Brazil. **Zoologia**, Curitiba, 27,5, 709-717,2010.

CARR, L.W.; FAHRIG, L.; POPE, S.E. Impacts of landscape transformation by roads. In: GUTZWILLER, K.J. **Applying Landscape Ecology in Biological Conservation**. New York: Springer-Verlag, 2002, 519p. 225–243p.

CARVALHO, F.; MIRA, A. Comparing annual vertebrate road kills over two time periods, 9 years apart: a case study in Mediterranean farmland. **European Journal of Wildlife Research**. Heidelberg,57: 157–174, 2010.

CHE GUEVARA, E. **Pensador. Info**. [196?]. Disponível em: <
http://pensador.uol.com.br/autor/che_guevara/>. Acesso em: 22 set. 2013.

CHRISTIE, F. J.; HOCHULI, D.L. Elevated Levels of Herbivory in Urban Landscapes: Are Declines in Tree Health More Than an Edge Effect?. **Ecology and Society**. Waterloo,10,1,10, 2005.

COFFIN, A.W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological affects of roads. **Journal of Transport Geography**. Doetinchem,15,396-406, 2007.

CORDEIRO, N. J.; HOWE, H. F. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. **Proceedings of the National Academy of Science**.Kirksville, 100,14052-14056, 2003.

CORLETT, R. T. How to be a frugivore (in a changing world). **Acta Oecologica**. Issy les Moulinaux,37, 674–681, 2011.

DAVIS, N. E.;O'DOWD, D. J.; MAC NALLY, R.;GREEN, P.T. Invasive ants disrupt frugivory by endemic island birds. **Biology Letters**. London, 6, 85–88, 2010.

DEVELEY, P. & STOUFFER, P.C. Effects of roads on movements of understory birds in mixed species flocks in central Amazonian Brazil. **Conservation Biology**. Hoboken, 11,1201-1210, 2001.

DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E., DAVIS, A. J. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Trends in Ecology and Evolution**. Kidlington,11,6,255-260. 1996.

DIRZO, R.; MIRANDA, A. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation, In: PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BENSON, W. W. **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. 1 edição. New York: John Wiley & Sons. 1991. 639p. 273-287p.

DODONOV, P.; HARPER, K.A.; SILVA - SANTOS, D.M. The role of edge contrast and forest structure in edge influence: vegetation and microclimate at edges in the Brazilian cerrado. *Plant Ecology*. Dordrecht, DOI 10.1007/s 11258 - 013 - 0256 - 0, 2013.

DONATTI, I.C . **Conseqüências da Defaunação na Dispersão e Predação de Sementes e no Recrutamento de Plântulas da Palmeira Brejaúva (*Astrocaryum Aculeatissimum*) na Mata Atlântica**. 2004. Dissertação . Curso de Mestrado de Ecologia e Agroecossistemas da Escola Superior de Agricultura Luiz De Queiroz, Universidade de São Paulo (Esalq/Usp), Piracicaba, SP,2004.

DUNNING, J. B. et al. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. **Oikos**. Malden, 65, 169 - 175,1992.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. **Biological Conservation**. Hoboken, 103: 237-245, 2002.

EWERS, R.M.; BANKS-LEITE, C. Fragmentation Impairs the Microclimate Buffering Effect of Tropical Forests. **PLoS ONE**. San Francisco, 8,3,e58093, 2013.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**. Palo Alto,34,487-515, 2003.

FARHIG, L. & RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis. **Ecology and Society**. Waterloo, 14, 21, 2009.

FERRAZ, K. M. P. M. B.; SIQUEIRA, M. F.; ALEXANDRINO, E. R.; LUZ, D. A. T.; COUTO, H. T. Z. Environmental suitability of a highly fragmented and heterogeneous landscape for forest bird species in southeastern Brazil. **Environmental Conservation**. Cambridge,1,1-9, 2012.

FLEMING, T.H & ESTRADA, A. Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. **Vegetation**. Cedex,107-108, 1993.

FONSECA, F. Y.; ANTUNES, A. Z. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, 19,2, 81-91, 2007.

FORMAN, R.T.T. Road ecology: a solution for the giant embracing us. **Landscape Ecology**. Dordrecht,13, 3-5, 1998.

FORMAN R.T.T. Horizontal processes, roads, suburbs, societal objectives, and landscape ecology. In: KLOPATEK,J.M.; GARDNER,R.H. **Landscape ecological analysis: Issues and applications**. New York: Springer-Verlag. 1999.400p. 35 - 53p.

FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L.E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Palo Alto,29: 207-231, 1998.

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H., FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. **Road ecology: Science and solutions**. Washington: Island Press. 2003. 481p.

FORTIN, M.J.;DALE, M.R.T. **Spatial analysis: A guide for ecologists**. Cambridge: University Press, Cambridge, 2005.377p.

FRANCISCO, M. R.; GALETTI, M. Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, 25,1,11-17, 2002.

FRAGOSO, J. M. V. Tapir-generated seed shadows: scale-dependent patchiness in the Amazon rain forest. **Journal of Ecology**.London, 85,519-529, 1997.

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, 111,269-273, 2003.

GALINDO-GONZÁLEZ, J.; GUEVARA, S.;SOSA, V.J. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. **Conservation Biology**.Hoboken, 14, 1693-1703, 2000.

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

GARCÍA, D.; ZAMORA,R.; GÓMEZ, J. M.; HÓDAR, J. A. Frugivory at *Juniperus communis* depends more on population characteristics than on individual attributes. **Journal of Ecology**. Oxford,89,639–647, 2001.

GARCÍA, D.; BAÑUELOS, M. J. Matrix matters for seed dispersal - a comment to Jules and Shahani. **Journal of Vegetation Science**. Grangaerde, 14:931, 2003.

GARCÍA, D.; ZAMORA, R.; AMICO, G. C. The spatial scale of plant-animal interactions: effects of resource availability and habitat structure. **Ecological Monographs**. Washington, 81, 103–121, 2011.

GARCIA, L.B.R. Ocupação e desenvolvimento econômico da Bacia do Corumbataí séculos XVIII a XX. **Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí**. DEPLAN/ IGCE/ UNESP, Rio

Claro, 2000. Disponível em: < <http://www.rc.unesp.br/igce/ceapla/> >. Acesso em: 23 jul. 2012.

GEORGII, B.; KELLER, V.; PFISTER, H.P.; RECK, H.; PETERS-OSTENBERG, E.; HENNEBERG, M.; HERRMANN, M.; MUELLER-STIESS, H.; BACH, L. Use of wildlife passages by invertebrate and vertebrate species. **Wildlife passages in Germany**. 1-27, 2011.

GOLDINGAY, R.; POSSINGHAM, H. Area requirements for viable populations of the Australian gliding marsupial *Petaurus australis*. **Biological Conservation**. Amsterdam, 73: 161-167, 1995.

GOULART, F.F.; VANDERMEER, J.; PERFECTO, I.; DA MATTA-MACHADO, R.P. 2011. Frugivory by five bird species in agroforest home-gardens of Pontal do Paranapanema, Brazil. **Agroforestry Systems**. Dordrecht, 1–8, 2011.

GRAHAM, D.L. **Interactions of Understory Plants and Frugivorous Birds in a Lowland Costa Rican Forest**. PhD Thesis, University of Florida, Miami, 1996.

GRILO, C.; ASCENSÃO, F.; SANTOS-REIS, M.; BISSONETTE, J.A. Do well-connected landscapes promote road-related mortality?. **European Journal of Wildlife Research**. Heidelberg, 57, 707-716, 2010.

HAGLER, G.S.W.; TANG, W.; FREEMAN, M.J.; HEIST, D.K.; PERRY, S.G.; VETTE, A.F. Model evaluation of roadside barrier impact on near-road air pollution. **Atmospheric Environment**. Kidlington, 45, 2522–2530, 2011.

HANSEN, M.J.; CLEVINGER, A.P. 2005. The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. **Biological Conservation**. Amsterdam, 125, 249–259, 2005.

HANSBAUER, M. M.; STORCH, I.; KNAUER, F.; PILZ, S.; KÜCHENHOFF, H.; VÉGVÁRI, Z.; PIMENTEL, R. G. et al. Landscape perception by forest understory birds in the Atlantic Rainforest: black-and-white versus shades of grey. **Landscape ecology**. Dordrecht, 25, 3, 407–417, 2010.

HEIST, D.K.; PERRY, S.G.; BRIXEY, L.A. A wind tunnel study of the effect of roadway configurations on the dispersion of traffic-related pollution. **Atmospheric Environment**. Kidlington, 43, 5, 101 - 111, 2009.

HOWE, H. F.; PRIMACK, R. B. Differential seed dispersal by birds of the tree *Casearia nitida* (Flacourtiaceae). **Biotropica**, Malden., 7, 4, 278-283, 1975.

ISHIZUKA, T.; FUJIWARA, K. Performance of noise barriers with various edge shapes and acoustical conditions. **Applied Acoustics**. Kidlington, 65, 125–141, 2004.

JACKSON, N.D.; FAHRIG, L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. **Biological Conservation**. Amsterdam, 144, 3143–3148, 2011.

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

JAEGER, J.A.G.; BOWMAN, J.; BRENNAN, J.; FAHRIG, L.; BERT, D.; BOUCHARD, J.; CHARBONNEAU, N.; FRANK, K.; GRUBER, B.; VON TOSCHANOWITZ, K.T. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological Modelling**. Amsterdam, 185, 329–348, 2005.

JAEGER, J.A.G.; FAHRIG, L.; HABER, W. Reducing habitat fragmentation by roads: a comparison of measures and scales. In: IRWIN, C.L.; GARRETT, P.; MCDERMOTT, K.P. **Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation**. Raleigh: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, 2006, 686p. 13-17p.

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

JANZEN, D. H. et al. Two Costa-Rican bat-generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). **Ecology**. Washington, 57, 5, 1068-1075, 1976.

JORDANO, P. 2000. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Segunda Edição. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureau International, 2000. 410p. 125-166p.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M.A. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H.G.; DOS SANTOS, M.A & VA, A.E. **Biologia da conservação – essências**. São Carlos: Editorial RiMa, 2006. 588p. 411-436p.

KAPOS, V.; WANDELLI, E.; CAMARGO, J.L.; GANADE, G. Edge-related changes in environmental and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. In: LAURANCE, W.F., BIERREGAARD, R.O. **Tropical Forest Remnants**. Chicago: Chicago University Press, 1997. 632p. 33–44p.

KLÖCKER, U.; CROFT, D.B.; RAMP, D. Frequency and causes of kangaroo–vehicle collisions on an Australian outback highway. **Wildlife Research**. Collingwood, 33, 1, 5–15, 2006.

KOCIOLEK, A.; CLEVINGER, A. 2007. Highway median Impacts on Wildlife Movement and Mortality. In: IRWIN, C.L.; NELSON, D.; MCDERMOTT, K.P. **Proceedings of the 2007 International Conference on Ecology and Transportation**. Raleigh: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, 2007. 609-612p.

KOCIOLEK, A. V.; CLEVINGER, A. P.; ST. CLAIR, C. C.; PROPPE, D. S. Effects of Road Networks on Bird Populations. **Conservation Biology**. Hoboken, 25, 2, 241–249, 2011.

KOFFLER, N.F. Uso das terras da bacia do rio Corumbataí em 1990. **Geografia**. Rio Claro, 18, 1, 135-150, 1993.

LAURANCE, S.G.W. Responses of Understory Rain Forest Birds to Road Edges in Central Amazonia. **Ecological Applications**. Washington,14,5,1344-1357, 2004.

LAURENCE, S. G. W., STOUFFER, P. C. & LAURENCE, W. F. Effects of Road Clearings on Movement Patterns of Understory Rainforest Birds in Central Amazonia. **Conservation Biology**.Hoboken,18: 1099–1109, 2004.

LESINSKI, G.; SIKORA A.; OLSZEWSKI, A. Bat casualties on a road crossing a mosaic landscape. **European Journal of Wildlife Research**. Heidelberg,57, 217–223, 2010.

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

LEVEY, D. J.; BOLKER, M.B.; TEWKSBURY, J.J.; SARGENT, S.; HADDAD, N. M. Effects of landscape corridors on seed dispersal by birds. **Science**. Washington, 309:146-148, 2005.

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**. Amsterdam,141:2184-2192, 2008.

MCGREGOR, R. **The effect of roads on small mammal movement**.2004.40p M.Sc. thesis, Department of Biology at Carleton University, Ottawa, Ontario, 2004.

MCLAREN, A.A.D.; FAHRIG, L.; WALTHO, N. Movement of small mammals across divided highways with vegetated medians. **Canadian Journal of Zoology**. Ottawa,89, 1214–1222, 2011.

MOERMOND, T.C.; DENSLOW, J.S. Fruit choice in Neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. **Journal of Animal Ecology**. London,52, 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, 60,557-560, 1982.

NEGA, T.; SMITH, C.; BETHUNE, J.;FU, W. An analysis of landscape penetration by road infrastructure and traffic noise. **Computers, Environment and Urban Systems**. Kidlington, 36 :245–256, 2012.

OLIVEIRA JR.; ALBERTS, C.C.; FRANCISCO, M.R. Impact of Road Clearings on the Movements of Three Understory Insectivorous Bird Species in the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**. Hoboken, 43(5): 628–632, 2011.

ORTEGA, Y.K.; CAPEN, D.E. Effects of forest roads on habitat quality for ovenbirds in a forested landscape. **The Auk**. Berkeley,116:937-46, 1999.

PENG, R.K.;FLETCHER, C.R.; SUTTON, S.L. The effect of microclimate on flying dipterans. **International Journal of Biometeorology**. Heidelberg, 36, 69-76, 1992.

PERES, C. A. Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian forest vertebrates. **Conservation Biology**. Hoboken. 15,1490-1505, 2001.

PIZO, M. A. Frugivory and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape in southeast Brazil. **Ornitologia Neotropical**. Saint Louis,15, 117-126, 2004.

PRICE, O. F.; WOINARSKI, J. C. Z.; ROBINSON, D. 1999. Very large area requirements for frugivorous birds in monsoon rainforests of the Northern Territory, Australia. **Biological Conservation**. Amsterdam, 91,169-180, 1999.

R CORE TEAM, R. **A language and environment for statistical computing (R Foundation for Statistical Computing, Vienna Austria)**. 2013. Disponível em : < www.R-project.org/ >. Acesso em: 01 jul.2013.

RAMP, D.; BEN-AMI, D. The Effect of Road-Based Fatalities on the Viability of a Peri-Urban Swamp Wallaby Population. **Journal of Wildlife Management**.Hoboken, 70,6,1615–1624, 2006.

REDFORD, K. H.The empty forest. **Bioscience**.Irvine, 42,412-422, 1992.

REIJNEN, R.;FOPPEN, R.; TER BRAAK, C.; THISSEN, J. The effectsof car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. **Journal of Applied Ecology**.Oxford,32,187–202, 1995.

REIJNEN, R.; FOPPEN, R.; MEEUWSEN, H. The effects of car traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. **Biological Conservation**. Amsterdam, 75, 255–260,1996.

RESTREPO, C.; GOMEZ, N. Responses of understory birds to anthropogenic edges in a neotropical montane forest. **Ecological Applications**. Washington, 8, 170–182,1998.

RESTREPO, C.; GOMEZ, N.; HEREDIA, S. Anthropogenic edges, treefall gaps, and fruit-frugivore interactions in a neotropical montane forest. **Ecology**. Ithaca, 80, 668–685, 1999.

RICKLEFS, R. E. & LOVETTE, I. J. The roles of island area per se and habitat diversity in the species_area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. **Journal of Animal Ecology**. Chichester, 68,1142 - 1160, 1999.

ROEDENBECK, I. A.; VOSER, P. Effects of roads on spatial distribution, abundance and mortality of brown hare (*Lepus europaeus*) in Switzerland. **European Journal of Wildlife Research**. Heidelberg, 54, 425–437, 2008.

ROSEN, P. C.; LOWE, C. H. Highway mortality of snakes in the sonoran desert of southern Arizona. **Biological Conservation**. Amsterdam, 68,143-148, 1994.

ROSLIN, T.; AVOMAA, T.; LEONARD, M.; LUOTO, M.; OVASKAINEN, O. Some like it hot: microclimatic variation affects the abundance and movements of a critically endangered dung beetle. **Insect Conservation and Diversity**. Chichester, 2, 232-24, 2009.

RUMMER, B.; STOKES, B.; LOCKABY, G. Sedimentation associated with forest road surfacing in a bottomland hardwood ecosystem. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, 90:195-200, 1997.

RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Reproductive rate and body size predict road impacts on mammal abundance. **Ecological Applications**. Washington, 21, 2, 589–600, 2011.

SALATI, E. **Análise ambiental sintética e qualidade da água do Rio Corumbataí (SP) como subsídio para o planejamento regional integrado da Bacia de drenagem do Rio Corumbataí**. 1996. 198 p. Tese (Doutorado, Ciências da Engenharia Ambiental) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

SALLABANKS, R.; COURTNEY, S.P. Frugivory, seed predation, and insect vertebrate interactions. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, 37, 377-400, 1992.

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

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**. Hoboken, 5, 18–32, 1991.

SEIBERT, H.C.; CONOVER, J.H. Mortality of Vertebrates and Invertebrates on an Athens County, Ohio, Highway. **Ohio Journal of Science**. Ohio, 91, 4, 163-166, 1991.

SILVA, J.M. Birds of the Cerrado Region, South America. **Streptopus**, 21:69–92, 1995.

SILVA, J. M. C.; UHL, C.; MURRAY, G. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned amazonian pastures. **Conservation Biology**. Hoboken, 10, 491-503, 1996.

SILVA, W.R.; DE MARCO, P.; HASUI, E.; GOMES, V.S.M. Patterns of fruit frugivore interactions in two Atlantic forest bird communities of south-eastern Brazil: implications for conservation. In: LEVEY, D.J.; SILVA, W.R.; GALETTI, M. **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation**. Oxon: CABI Publishing, 2002. 544 p. 423–435p.

SLABBEKOORN, H.; RIPMEESTER, E.A.P. Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. **Molecular Ecology**. Oxford, 17, 72-83, 2008.

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

STILES, F.G. Evolutionary implications of habitat relations between permanent and winter resident land birds in Costa Rica. In: KEAST, A.; MORTON, E.S. **Migrant Birds in the Neotropics: Ecology, Behavior, Distribution and Conservation**. Smithsonian: Washington, 1980. 576p. 421–435p.

STILES, F. G. On the role of birds in the dynamics of neotropical forests. In: DIAMOND, A. W.; LOVEJOY, T. E. **Conservation of Tropical Forest Birds**. Cambridge: ICBP, 1985. 324p. 49-59p. (ICBP Technical Publication, 4).

TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos** .Malden, 68, 571 – 573,1993.

THEOBALD, D.M., MILLER, J.R., HOBBS, N.T. Estimating the cumulative effects of development on wildlife habitat. **Landscape and Urban Planning** . Amsterdam, 39, 25–36, 1997.

TROPPEMAIR, H.; MACHADO, M.L.A. Variação da estrutura da mata de galeria na Bacia do rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, tipo de margem e do traçado do rio. **Biogeografia**. São Paulo, 8, 1-28, 1974.

VALDIVIA, C.; SIMONETTI, J.A. Decreased frugivory and seed germination rate do not reduce seedling recruitment rates of *Aristotelia chilensis* in a fragmented forest. **Biodiversity and Conservation**. Dordrecht, 16:1593–1602, 2007.

VALENTE, R.O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2001. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-16042004-145533/>>. Acesso em:23 jul.2012.

VERGARA, P.M.;SMITH, C.; DELPIANO, C.A.; ORELLANA, I.; GHO, D.; VASQUEZ, I. Frugivory on *Persea lingue* in temperate Chilean forests: interactions between fruit availability and habitat fragmentation across multiple spatial scales. **Oecologia**. Heidelberg,164,981–991, 2010.

YAMADA, Y.;SASAKY, H.; HARAUCHI, Y.Composition of Road-killed insects on coastal roads around Lake Shikotsu in Hokkaido, Japan. **Journal Rakuno Gakuen University**. Hokkaido, 34, 2,177-184, 2010.

**EFEITO DA PROXIMIDADE DE ESTRADAS E DA PAISAGEM SOBRE A
FRUGIVORIA EM FRAGMENTOS FLORESTAIS, UTILIZANDO FRUTOS
ARTIFICIAIS**

Maria Luísa Branco Soares

Orientador: Milton Cezar Ribeiro