

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E CONSERVAÇÃO

UFSCAR-CAMPUS SOROCABA

**EFEITO DA ABUNDÂNCIA DAS AVES GRANÍVORAS SOBRE A
PREDÇÃO DE SEMENTES PÓS-DISPERSÃO EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS DA MATA ATLÂNTICA**

GREGÓRIO DOS REIS MENEZES

Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação

Universidade Federal de São Carlos - *Campus* Sorocaba

gremenezes@yahoo.com.br

Orientador: Prof. Dr. ALEXANDER VICENTE CHRISTIANINI

Universidade Federal de São Carlos - *Campus* Sorocaba

Co-orientadora: Prof^a Dr^a ÉRICA HASUI

Universidade Federal de Alfenas-MG

Agosto 2012

Menezes, Gregório dos Reis.
M543e Efeito da abundância de aves granívoras sobre a predação de sementes pós-
dispersão em fragmentos florestais da Mata Atlântica / Gregório dos Reis
Menezes. -- Sorocaba, 2012.
61 f.: il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, *Campus*
Sorocaba, 2012
Orientador: Alexander Vicente Christianini
Co-orientadora: Érica Hasui
Banca examinadora: Fernando Rodrigues da Silva, Marco Aurélio Pizo.
Bibliografia

1. Conservação biológica. 2. Biodiversidade. 3. Recurso naturais –
conservação. I. Título. II. Sorocaba - Universidade Federal de São Carlos.

CDD 634.92

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do *Campus* de Sorocaba

GREGÓRIO DOS REIS MENEZES

**EFEITO DA ABUNDÂNCIA DAS AVES GRANÍVORAS
SOBRE A PREDACÃO DE SEMENTES PÓS-DISPERSÃO EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS DA MATA ATLÂNTICA**


**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação para obtenção do título de
mestre em Diversidade Biológica e Conservação.
Universidade Federal de São Carlos.
Sorocaba, 03 de agosto de 2012.**

Orientador:

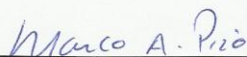


Prof. Dr. Alexander Vicente Christianini
Universidade Federal de São Carlos – *Campus Sorocaba*

Examinadores:



Prof. Dr. Fernando Rodrigues da Silva
Universidade Federal de São Carlos – *Campus Sorocaba*



Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira
UNESP – Rio Claro

Dedicatória

Aos amigos e familiares por sempre me apoiarem
e a natureza pela fonte de inspiração.

Epígrafe

“Um dos primeiros atos dos portugueses que chegaram ao Brasil em 1500 foi abater uma árvore para montar a cruz da primeira missa. Nesse gesto premonitório fez-se a primeira vítima da ocupação europeia da Mata Atlântica que cobria boa parte do território brasileiro. Nos cinco séculos que se seguiram, cada novo ciclo econômico de desenvolvimento do país significou mais um passo na destruição de uma floresta de um milhão de quilômetros quadrados, hoje reduzida a vestígios...”

(In: Warren Dean, A ferro e fogo - A história e devastação da Mata Atlântica brasileira)

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Prof. Alexander V. Christianini pela confiança, discussões e pela grande contribuição na minha formação científica. À Prof. Érica Hasui pelo forte apoio durante o projeto, amizade e intensa orientação que já dura quase 7 anos. Gostaria de agradecer imensamente ao povo brasileiro, por me proporcionar uma pós-graduação pública e de qualidade, num país em que poucos têm acesso a essa experiência.

Esse trabalho não poderia ter sido realizado sem o grandioso auxílio nas atividades de campo e amizade de Michele Molina, Jader Augusto Pereira, Marco T. P. Coelho, Tarcisio A. R. Menezes, Natália Sampaio, Cristina Magalhães; Ana Y. Y. Meiga por toda amizade, discussões e parceria durante todo o mestrado. Agradeço também a Paulo Peixoto por me proporcionar a grandiosa oportunidade de participar do curso de Ecologia da Floresta Amazônica e também auxiliar nas análises do segundo capítulo.

Agradeço imensamente a Pedro Develey e Alexandre Uezu por fornecerem parte da base de dados que compõem o 1º capítulo deste manuscrito

Agradeço a CAPES pela bolsa fornecida, Profª Eliana Simabukuro e a Luciana por toda atenção e dedicação à PPGDBC; Prof. Piratelli, Prof. Cetra e Prof. Mercival pelas ótimas dicas e discussões durante o exame de qualificação.

A toda irmandade passarineira de Alfenas pela amizade e discussões: Rodolpho C. Rodrigues (Marrocos), Ananza Rabello (Anandorinha), Hugo S. Pereira (Hurley), Ricardo M. Claudino (Black boy). A amizade e ensinamentos ecológicos/ornitológicos de Cintia Cornelius, Carlos Candia (Kiwi) e Marcelo Awade (D2). Ao Ecofrag-Unifal por me iniciar no mundo da Ecologia, principalmente os Profs. Vinicius e Flávio.

A minha mãe, Teresinha, meu pai, Vitor e meus irmãos Tar e Cisão que sempre me apoiaram e passaram bons tempos sem me ver, devido às longas jornadas de campo desde a graduação. Acredito que somente eles têm a noção do quanto às coisas foram difíceis nessa caminhada. Obrigado!

Todos os tios, tias e primos, mas principalmente Tia Lazara, Regina e Antoninho contribuíram fortemente para que eu chegasse até aqui.

Essa dissertação não poderia ser escrita sem os momentos de distração e amizade proporcionados pelas pessoas que convivi nesses últimos anos: Leonardo (Finalmente mestres Ronald!), Renato (Renatus), Pedrão, Pedrim (Landal), Raphael

(Torto), Bruno (Zangs), Alexandre (Abiii), Tauan (Chicken) Rodrigo (Saru), José (Charinight) e Alicinha (Momis). Aos sempre Brothers: Pedro (Pet), Rogério (Dogão), Gustavo (Gu) e Guilherme (Gringo). Tamo junto!!!

Não podia deixar de agradecer todo o conforto e inspiração que me foram proporcionados pelo grupo de Maracatu Matinta Perera e o grupo de Capoeira Angola (CECA), principalmente Prof. Mestrando Jurubeba. Essa dissertação também não poderia ser escrita sem o auxílio sonoro de Luiz Gonzaga, Mestre Ambrósio, O Rappa, Baden Powel, Vinicius de Moraes, às Nações: Estrela Brilhante do Recife, Estrela Brilhante do Igarassu, Porto Rico e Leão Coroado, Bob Marley, Augustus Pablo, Pedro Luiz e a Parede, Ney Matogrosso, Pena Branca e Xavantinho, Yamandu Costa, Fela Kuti, Cordel do Fogo Encantado, Adoniram Barbosa, Chico Science e Nação Zumbi, Bezerra da Silva, Ponto de Equilíbrio, Gladiators, Groundation, Jorge Ben, Manu Chao, Pink Floyd, Jimi Hendrix, Caiana de Crioulos, Noriel Vilela, The Doors...

Índice

INTRODUÇÃO GERAL	9
CAPÍTULO 1	12
EFEITO DA PERDA DE HABITAT FLORESTAL SOBRE A ABUNDÂNCIA DAS AVES GRANÍVORAS (TINAMIDAE E COLUMBIDAE) NA MATA ATLÂNTICA.	
RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	14
MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
Amostragem das aves granívoras	15
Análises dos dados.....	17
RESULTADOS	18
DISCUSSÃO	24
CAPÍTULO 2	28
O PAPEL DAS AVES GRANÍVORAS E ROEDORES NA REMOÇÃO DE SEMENTES PÓS-DISPERSÃO EM SEIS FRAGMENTOS FLORESTAIS DE MATA ATLÂNTICA.	
RESUMO.....	28
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO	30
MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
Área de estudo	32
Amostragem da avifauna	34
Remoções de sementes	34
Análise Estatística	37
RESULTADOS	38
Remoção de sementes x Tamanho dos fragmentos.....	38
Predação de sementes x Abundância das aves granívoras.....	39
DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO GERAL	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO.....	60

Introdução Geral

Organismos predadores de sementes e herbívoros possuem grande importância para a manutenção da diversidade de espécies vegetais em comunidades diversas como florestas tropicais. Devido alguns organismos granívoros serem especializados no consumo das sementes de determinadas plantas, eles se concentram nas proximidades das plantas mãe, reduzindo a sobrevivência de suas sementes e facilitando o recrutamento de outras espécies de plantas (Janzen 1970, Connell 1971, Harms *et al.* 2000). Em alguns casos é comum encontrar perdas de até mais de 90% das sementes produzidas para animais granívoros (predadores de sementes) e herbívoros (Hulme 1998), razão pela qual a predação de sementes pós-dispersão é frequentemente considerada a maior causa de mortalidade durante o ciclo de vida das plantas (Nathan & Casagrandi 2004). Como a dispersão das sementes para fora das imediações das plantas mãe tende a aumentar as chances de recrutamento (Wright 2002, Swamy *et al.* 2011), já foi sugerido que a dispersão de sementes fosse um tema unificador para compreender a ecologia de populações de plantas das mais diferentes espécies (Schupp & Fuentes 1998, Wang & Smith 2002).

A fragmentação e/ou perda de habitats são consideradas entre as maiores ameaças à biodiversidade (Myers *et al.* 2000), podendo interferir na dispersão de sementes e na regeneração das plantas (Cordeiro & Howe 2003). O bioma da Mata Atlântica figura dentre os cinco *hotspots* do planeta, ou seja, regiões que apresentam grandes taxas de endemismo associado a altas taxas de destruição do habitat (Myers *et al.* 2000). Atualmente restam apenas cerca de 11% à 16% da sua cobertura original, onde mais de 80% dos remanescentes apresentam uma área inferior a 50 ha (Ribeiro *et al.* 2009).

Dentre as espécies mais ameaçadas pela perda do habitat estão os frugívoros de grande porte, grupo que geralmente sofre uma alta pressão de caça e dificilmente é encontrado em pequenos fragmentos florestais, onde são substituídos por espécies mais generalistas em relação aos hábitos alimentares e qualidade do habitat (Cordeiro & Howe 2003, Feeley & Terborgh 2006, Rabello *et al.* 2009). Assim, muitas espécies de plantas sofrem uma redução na dispersão de suas sementes, que acabam caindo e se concentrando aos arredores da planta mãe (Cordeiro & Howe 2003).

Segundo Willis (1979) a redução da biomassa dos grandes frugívoros das famílias Ramphastidae, Psittacidae e Cracidae em fragmentos florestais da Mata

Atlântica é compensada pelo aumento das aves granívoras, como pequenos Tinamídeos e Columbídeos, já que a perda dos grandes frugívoros acarretaria uma maior concentração de sementes e frutos no solo. Densidade compensatória foi sugerida como uma explicação para estas mudança na comunidade dessas aves em fragmentos florestais na Mata Atlântica (Aleixo & Vielliard 1995). Entretanto, como o processo de densidade compensatória é norteado pela liberação da competição entre às espécies por determinado recurso (MacArthur *et al.* 1972) e neste caso não há informação a cerca do quão estreita é a competição entre as aves granívoras e os grandes frugívoros. É possível que a alteração na abundância dessas aves seja apenas um reflexo dinâmico da comunidade frente às alterações ambientais, onde a perda e/ou declínio das espécies menos tolerantes seria compensada pelo aumento da abundância dos táxons menos sensíveis as alterações do habitat (Gonzalez & Loreau 2009).

De fato, a fragmentação do habitat pode provocar alterações na abundância dos organismos predadores e dispersores de sementes (Santos & Telleria 1994). Alguns estudos constataram a relação entre o aumento das taxas de predação de sementes com a fragmentação e perda de habitat (Donoso *et al.* 2004, Garcia & Chacoff 2007). Porém, até que ponto a perda dos grandes frugívoros estaria associada ao aumento da abundância das aves granívoras decorrente do incremento das sementes disponíveis no solo ainda é motivo de especulação, já que aves não são reconhecidas como um grupo importante na predação de sementes pós-dispersão em florestas tropicais (Hulme 1998).

Diversos estudos conduzidos em fragmentos florestais da Mata Atlântica apontaram para a alta sensibilidade dos grandes frugívoros (Willis 1979, Goerck 1997, Ribon *et al.* 2003, Anjos *et al.* 2004, Anjos 2006, Uezu & Metzger 2011). Porém, não há concordância sobre os efeitos nas aves granívoras de chão em fragmentos florestais. Ribon *et al.* (2003) propõem que essas aves granívoras estejam dentre as mais ameaçadas pela fragmentação florestal na região de Viçosa-MG, fato que não foi totalmente corroborado por Anjos (2006) no Norte do Paraná. De uma forma geral, diversos trabalhos conduzidos na Mata Atlântica se referem apenas a algumas espécies de Tinamídeos e/ou Columbídeos e nenhum se propôs a examinar especificamente as possíveis oscilações na guilda das aves granívoras em ambientes fragmentados (Willis 1979, Anjos 2001, Ribon 2003, Donatelli *et al.* 2004, Anjos 2006, Develey & Martensen 2006, Uezu 2006).

Aves granívoras têm uma alta demanda energética (Karasov 1990) e os Columbídeos e Tinamídeos apresentam uma dieta que compreende uma grande

quantidade e variedade de sementes (Moojen *et. al* 1941, Hempel, 1949, Jimbo 1962, Schubart *et. al* 1965, Pérez & Bulla 2000). É possível que a abundância das aves granívoras esteja aumentando devido a maior disponibilidade de recursos decorrente da perda e/ou declínio dos frugívoros, incrementando a perda de sementes produzidas pelas plantas. Se isso estiver ocorrendo, o aumento da densidade de aves granívoras em fragmentos pode reduzir o recrutamento de novos indivíduos e alterar a composição das comunidades vegetais em longo prazo, conforme sugerido por outros estudos que tratam do efeito da predação de sementes (Vaz-Ferreira *et al.* 2010, Theimer *et al.* 2011).

Segundo Christianini (2001), 116 espécies de plantas da Mata Atlântica têm seus frutos ou sementes inclusos na dieta dos Tinamídeos e Columbídeos. Porém, os únicos dois trabalhos que evidenciaram o papel das aves granívoras como predadoras de sementes na Mata Atlântica centraram seus estudos em apenas um fragmento florestal cada (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galetti 2007). Além disso, a relação entre a abundância de aves granívoras e a predação de sementes ainda não está bem estabelecida, pois não se sabe se a evidência apontada por estes estudos é um padrão geral para amplas áreas da Mata Atlântica ou uma característica particular dos locais onde os estudos foram conduzidos. Assim, há necessidade de trabalhos que contemplem réplicas entre fragmentos e que sejam executados em maiores escalas espaciais, investigando as modificações na comunidade das aves granívoras decorrentes da perda de habitats e seu possível efeito na remoção de sementes caídas ao solo (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galetti 2007). Buscando suprir essa carência de informação este trabalho teve os seguintes objetivos:

1º Quantificar a abundância de aves granívoras em fragmentos florestais de Mata Atlântica, testando a predição de que a abundância das aves granívoras responde negativamente à área dos fragmentos florestais, como sugerido por Willis (1979).

2º Avaliar a remoção de sementes pós-dispersão por aves e roedores em fragmentos florestais de diferentes tamanhos, de forma a testar se a predação de sementes aumenta nos fragmentos menores, e o quanto esse aumento está associado com a abundância de aves granívoras.

Cada objetivo foi tratado em um capítulo da dissertação visando facilitar sua publicação.

Capítulo 1

Efeito da perda de habitat florestal sobre a abundância das aves granívoras (Tinamidae e Columbidae) na Mata Atlântica.

Resumo

Diversos estudos têm buscado compreender os efeitos da fragmentação do hábitat em florestas tropicais. Dentro do grupo das aves, a perda dos grandes frugívoros, insetívoros e carnívoros tem sido um fato bem documentado em ambientes fragmentados. Ao contrário desses grupos, possíveis modificações na abundância das aves granívoras (Tinamidae e Columbidae) ainda não são bem compreendidas. No presente estudo investiguei um possível aumento dessas aves granívoras frente à perda do habitat florestal. Para isso, obtive dados de abundância das aves granívoras em 76 fragmentos florestais de diferentes tamanhos, localizados nos estados de São Paulo e Minas Gerais, região Sudeste do Brasil, a partir da literatura ou dados inéditos. Os dados de abundância das aves foram obtidos por meio da técnica de ponto de escuta e padronizados através do índice pontual de abundância. A abundância das aves granívoras foi maior nos fragmentos localizados dentro dos domínios da mata estacional semidecidual. Houve um padrão significativo de dependência dos dados dentro do espaço geográfico analisado, acarretando uma variação na relação do tamanho dos fragmentos e abundância das aves granívoras dependente da região. A abundância dos Tinamidae foi positivamente associada ao tamanho dos fragmentos, enquanto que a abundância dos Columbidae tendeu a aumentar com a diminuição do tamanho dos fragmentos. Porém, em paisagens com menor cobertura florestal, esse balanço entre a abundância dos dois grupos é alterado devido os Tinamidae serem registrados em poucos fragmentos, enquanto que os Columbidae mantém o aumento na abundância com a perda de habitat florestal. Desta forma, é possível que essas aves estejam aumentando a mortalidade das sementes produzidas pelas árvores, e conseqüentemente, diminuindo o recrutamento de plantas nesses fragmentos.

Effect of forest loss on abundance of granivorous birds (Tinamidae and Columbidae) in the Atlantic Forest.

Abstract

Several studies investigate the effects of habitat fragmentation in tropical forests. Among birds, the loss of large-bodied frugivores, insectivores and carnivores following fragmentation has been well documented. Unlike in these groups, possible changes in the abundance of granivorous birds (Tinamidae and Columbidae) are not well understood. In this study I investigated the possible increase in these granivorous birds following forest fragmentation. I sampled the abundance of granivorous birds in 76 forest fragments of different sizes, located in the Atlantic forest of São Paulo and Minas Gerais, southeast Brazil. The abundance of birds was obtained from the literature and by point count sampling standardized through the point abundance index. The abundance of granivorous birds was higher in fragments of the semideciduous forest domain. There was significant dependence of data within the geographic spatial scale analyzed, leading to variation in fragment size and abundance of granivorous birds depends on region. The abundance of Tinamidae was negatively associated with the size of the fragments, while the abundance of Columbidae tended to increase with decreasing fragment size. However, in landscapes with less forest cover, this balance between the abundance of the two groups was changed due to a decreased abundance of Tinamidae, while the Columbidae keeps increasing in abundance with the loss of forest habitat. It is possible that these birds are increasing the mortality of seeds produced by trees, and consequently, the recruitment of plants in these fragments.

Introdução

O principal impacto atual sobre a biodiversidade decorre das alterações das paisagens naturais e a consequente perda e fragmentação dos habitats (Fahrig 2003). Esses processos vêm eliminando rapidamente algumas populações locais e modificando os ecossistemas em todo o mundo (Fahrig 2003). Na Mata Atlântica, um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta (Myers *et al.* 2000), restam apenas cerca de 11% à 16% da sua cobertura original, onde mais de 80% dos remanescentes apresentam uma área inferior a 50 ha (Ribeiro *et al.* 2009). Entender como essas mudanças no habitat afetam a composição de comunidades naturais têm despertado bastante interesse. Por exemplo, diversos estudos com aves em florestas tropicais fragmentadas registraram o declínio de populações e o desaparecimento de algumas espécies de aves de chão, insetívoros de subosque e frugívoros (Willis 1979, Aleixo & Vielliard 1995, Bierregaard & Stouffer 1997, Stouffer & Bierregaard Jr. 1995, Sekercioglu *et al.* 2002, Ribon *et al.* 2003, Stouffer *et al.* 2006), enquanto que outras espécies de aves menos dependentes e exigentes quanto à qualidade das florestas, como alguns granívoros, insetívoros e onívoros de borda, aumentam sua abundância nos fragmentos florestais (Willis 1979, Anjos 2006, Giraudo *et al.* 2008, Uezu & Metzger 2011).

O favorecimento dessas espécies pode estar associado à perda de seus predadores com a fragmentação (Terborgh *et al.* 2001, Wright 2003). Além disso, o relaxamento da competição interespecífica dentro dos remanescentes decorrente da diminuição na abundância de algumas espécies pode proporcionar uma maior disponibilidade de recursos para os táxons persistentes que aumentam sua abundância local, fenômeno conhecido como densidade compensatória (MacArthur *et al.* 1972, Touchton & Smith 2011). Willis (1979) aponta para a possibilidade de densidades compensatórias em fragmentos florestais da Mata Atlântica brasileira, onde a redução da biomassa dos grandes frugívoros das famílias Ramphastidae, Psittacidae e Cracidae, seria compensada pelo aumento das aves granívoras, como pequenos Tinamídeos e Columbídeos. De fato, Aleixo & Vielliard (1995) detectaram o aumento dessas aves granívoras em um fragmento isolado e degradado no interior do Estado de São Paulo, a Mata de Santa Genebra, onde grandes frugívoros estão ausentes ou são pouco abundantes. Recentemente alguns estudos chamaram a atenção acerca do quanto o possível aumento dessas aves granívoras poderia estar associado a um aumento na predação de sementes em fragmentos florestais, o que poderia afetar a regeneração das plantas incluídas na dieta destas aves (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galletti 2007).

Algumas espécies (como as pombas *Patagioenas cayennensis* e *Leptotila verreauxi* e o inhambu *Crypturellus tataupa*) parecem se beneficiar com a fragmentação e/ou o isolamento dos remanescentes na Mata Atlântica (Anjos 2001, Anjos 2006, Ribon *et al.* 2003, Uezu 2006). Por outro lado, outras espécies da guilda das aves granívoras apresentam um acentuado declínio ou são localmente extintas em pequenos fragmentos florestais, como *Patagioenas plumbea*, *Claravis godefrida*, *Claravis pretiosa*, *Odontophorus capueira* e *Tinamus solitarius* (Ribon *et al.* 2003 para a região de Viçosa-MG). Tais variações de respostas das aves granívoras à fragmentação são esperadas, visto que a sensibilidade dos taxa as modificações do hábitat também é norteada por um conjunto de características intrínsecas das espécies (por ex.: tamanho corpóreo, capacidade de dispersão, distribuição geográfica, tamanho populacional e tolerância às mudanças de habitat) (Henle *et al.* 2004, Ewers & Didham 2006).

Embora alguns estudos tenham ressaltado o aumento na abundância de aves granívoras em fragmentos florestais da Mata Atlântica (Aleixo & Vielliard 1995, Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galletti 2007), não se reconhece um padrão de resposta da guilda de aves granívoras à fragmentação já que estes estudos foram conduzidos em um único fragmento cada e há evidências contraditórias em outros estudos (Uezu 2006). Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo quantificar a abundância de aves granívoras em fragmentos florestais distribuídos pela Mata Atlântica, investigando se aves granívoras respondem negativamente à área dos fragmentos florestais.

Materiais e Métodos

Amostragem das Aves Granívoras

Os dados analisados neste estudo foram obtidos através dos trabalhos de Develey (2004), Uezu (2006), Menezes & Hasui (em preparação) e de amostragens realizadas durante o presente projeto de mestrado, totalizando 76 fragmentos florestais (Figura 1). Os fragmentos estão distribuídos no domínio fisionômico da floresta estacional semidecidual (1, 5 e 6 na Figura 1) e da floresta ombrófila densa (2, 3 e 4 na Figura 1).

Para este estudo foram consideradas as aves granívoras que se alimentam no solo (Columbidae e Tinamidae), excluindo aves que se alimentam de sementes na copa das árvores (como Psittacidae). As amostragens das aves granívoras foram realizadas

pela técnica de Ponto de Escuta (Vielliard *et al.* 2010), uma das técnicas de amostragem quantitativa de aves mais utilizadas em florestas tropicais (Bibby *et al.* 1992). Apesar de exigir um adequado conhecimento das vocalizações das espécies de aves é um método de baixo custo e de grande eficiência na detecção e quantificação das espécies (Bibby *et al.* 1992, Volpato *et al.* 2000, Vielliard 2000, Anjos 2007).

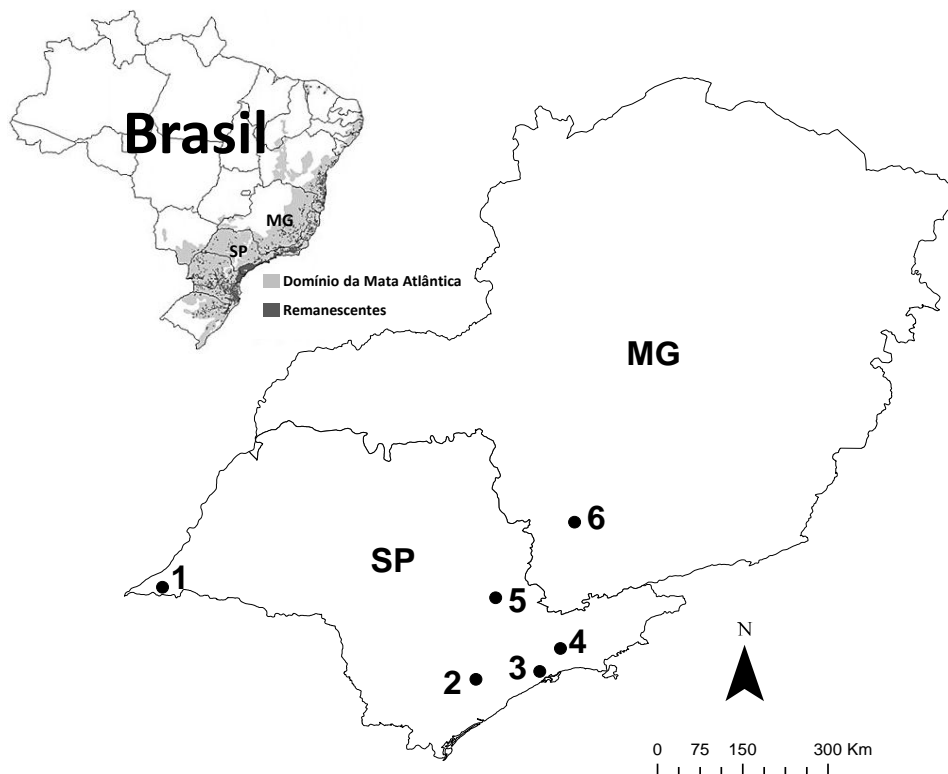


Figura 1. Localização das regiões onde foram obtidos os dados de abundância das aves granívoras (Tinamidae e Columbidae) nos fragmentos florestais de Mata Atlântica.

Apesar de particularidades no delineamento experimental de cada autor, como ano das amostragens, número de pontos de escuta e réplicas por fragmento (Tabela 1, Anexo), maiores vieses em relação à detectabilidade das espécies foram controlados, visto que a coleta da maioria dos dados esteve distribuída entre as estações (seca e chuvosa) de cada respectivo ano e todos os estudos utilizaram pontos de escuta com duração de 10 minutos. Somando-se o número de pontos empregado por cada autor, nossa base de dados é composta por um total de 450 pontos de escuta. Para cada fragmento estudado foi calculado um Índice Pontual de Abundância (IPA), obtido por meio da razão do número de contatos da espécie pelo número total de amostras em cada fragmento. O IPA é um valor relativo de abundância através do qual podemos

comparar uma mesma espécie em datas, locais e comunidades diferentes (Vielliard *et al.* 2010). Foram obtidos dados de abundância para 10 espécies de Columbidae (*Claravis pretiosa*, *Patagioenas cayennensis*, *P. picazuro*, *P. plumbea*, *Leptotila rufaxilla*, *L. verreauxi*, *Geotrygon montana*, *Zenaida auricula*, *Columbina talpacoti* e *C. squammata*) e 4 Tinamidae (*Crypturellus obsoletus*, *Cr. tataupa*, *Cr. parvirostris* e *Tinamus solitarius*).

Analises dos Dados

Para investigar a influência do tamanho dos fragmentos nas aves granívoras, primeiro foram ajustados modelos tendo como variável dependente a soma dos valores dos IPAs de todas as espécies de aves granívoras em cada fragmento. Posteriormente, foram analisados em separado como variáveis dependentes os IPAs dos Columbidae, Tinamidae e as aves destas famílias que forrageiam no subosque e/ou chão das florestas, segundo a classificação estabelecida por Parker III *et al.* (1996). Assim, consideramos como aves granívoras de chão as seguintes espécies: *Claravis pretiosa*, *Leptotila rufaxilla*, *L. verreauxi*, *Geotrygon montana*, *Zenaida auricula*, *Columbina talpacoti*, *C. squammata*, *Crypturellus obsoletus*, *Cr. tataupa*, *Cr. parvirostris* e *Tinamus solitarius*.

Para investigar a influência de uma possível dependência espacial dos fragmentos florestais nos resultados, realizamos uma regressão geograficamente ponderada (GWR - Geographically Weighted Regression), com o software SAM 4.0 (Rangel *et al.* 2010). Como nossos pontos não estão regularmente espaçados, na GWR foram ajustadas distribuições de ponderação adaptáveis (Kernel Gaussiano adaptável), em que o número de vizinhos é fixo para todas as localidades. Para comparar o ajuste de modelos que incorporavam autocorrelação espacial com os modelos que incluíam apenas o tamanho dos fragmentos foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC, Burnham & Anderson 1998), com a correção para amostras pequenas (AICc, Hurvich & Tsai, 1989). Com intuito de controlar um possível efeito da dependência espacial na abundância das aves granívoras, além da área dos fragmentos também foram testados modelos explicativos que incorporassem uma variável categórica denominada “Região”, advinda do agrupamento dos fragmentos florestais espacialmente associados (Tabela 1). Para obtenção dessas regiões foi utilizado o índice de Moran, que pode ser considerado um indicador de correlação entre o valor da variável dependente observada no fragmento e os valores da mesma variável observados em suas localidades vizinhas

(Griffith, 1987). O indicador varia de -1 (perfeita dispersão) a 1 (perfeita associação), passando pelo valor de padrão espacial totalmente aleatório (0).

Modelos
Região + Área + Região*Área
Região + Área
Região
Área
Nulo

Tabela 1. Modelos propostos para a variação na abundância das aves granívoras nos fragmentos florestais.

Pela falta de normalidade dos resíduos, mesmo após a transformação dos dados, os modelos acima foram testados através de um Modelo Linear Generalizado (GLM, software STATISTICA 7.0), ajustado para distribuição de Poisson e função logarítmica. Para comparar os ajustes dos modelos gerados, também foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC, Burnham & Anderson 1998), com as mesmas especificações já descritas durante as análises de GWR. Nesta etapa também foram calculados parâmetros derivados do AICc, como a diferença no valor de AICc entre o melhor modelo e o valor de AICc do outro modelo ($\Delta AICc$) e a chance do modelo ser selecionado como o melhor (wAICc).

Resultados

A abundância das aves granívoras e aves granívoras de chão foi autocorrelacionada no espaço, fato decorrente da correlação espacial registrada na abundância dos Columbidae, visto que o modelo descritivo para abundância do grupo dos Tinamidae não apresentou melhor ajuste quando incorporamos a posição geográfica dos fragmentos (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação dos modelos que incorporam (Heterogêneo) e não incorporam (Homogêneo) heterogeneidade espacial na relação entre a abundância das aves e o tamanho dos fragmentos florestais. Os valores do AICc – distância do modelo “real”, são apresentados para cada um dos grupos analisados. Para grupo dos Granívoros, foram considerados todos os Tinamidae e Columbidae, enquanto que para o grupo dos Granívoros de chão, foram considerados apenas os Tinamidae e Columbidae que forrageiam no subosque e/ou chão das florestas.

GRUPOS	MODELO DE ESPAÇO	
	HETEROGÊNEO AICc	HOMOGÊNEO AICc
Granívoros	177.44	214.11
Columbidae	121.15	199.04
Tinamidae	0.27	0.13
Granívoros de chão	66.67	101.31

No geral podemos constatar uma maior abundância relativa das aves granívoras nos fragmentos localizados na região oeste do estado de São Paulo (Figura 2). Através dos valores do índice de Moran constatamos que a autocorrelação espacial entre a abundância das aves variou entre 350 – 450 Km de distância (Figura 3). Assim, os fragmentos que se localizavam a menos 450 Km de distância entre si foram agrupados numa mesma região para as análises posteriores.

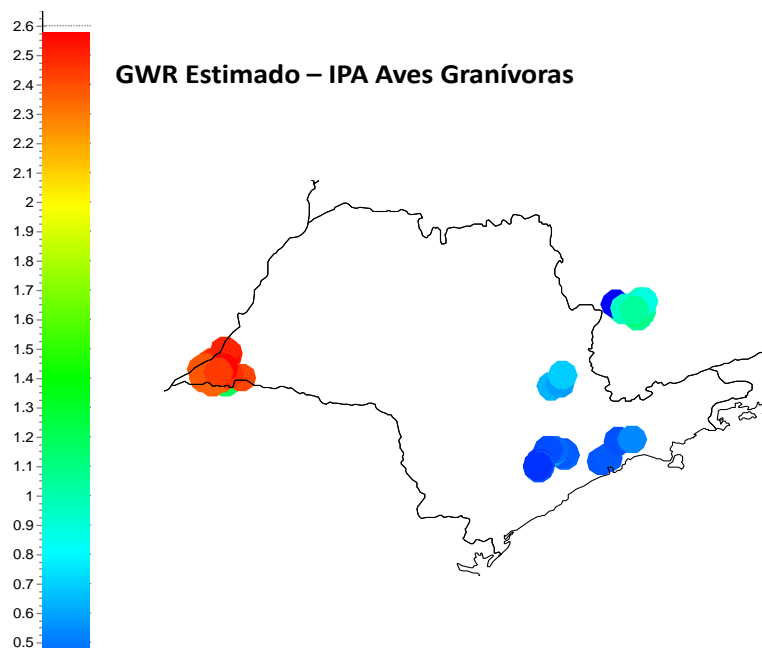


Figura 2. Abundância das aves granívoras estimada pela regressão ponderada geograficamente (GWR) ao longo dos fragmentos florestais de Mata Atlântica incluídos neste estudo. Quanto maior o índice apresentado pela regressão, maior é a abundância das aves granívoras na determinada localidade.

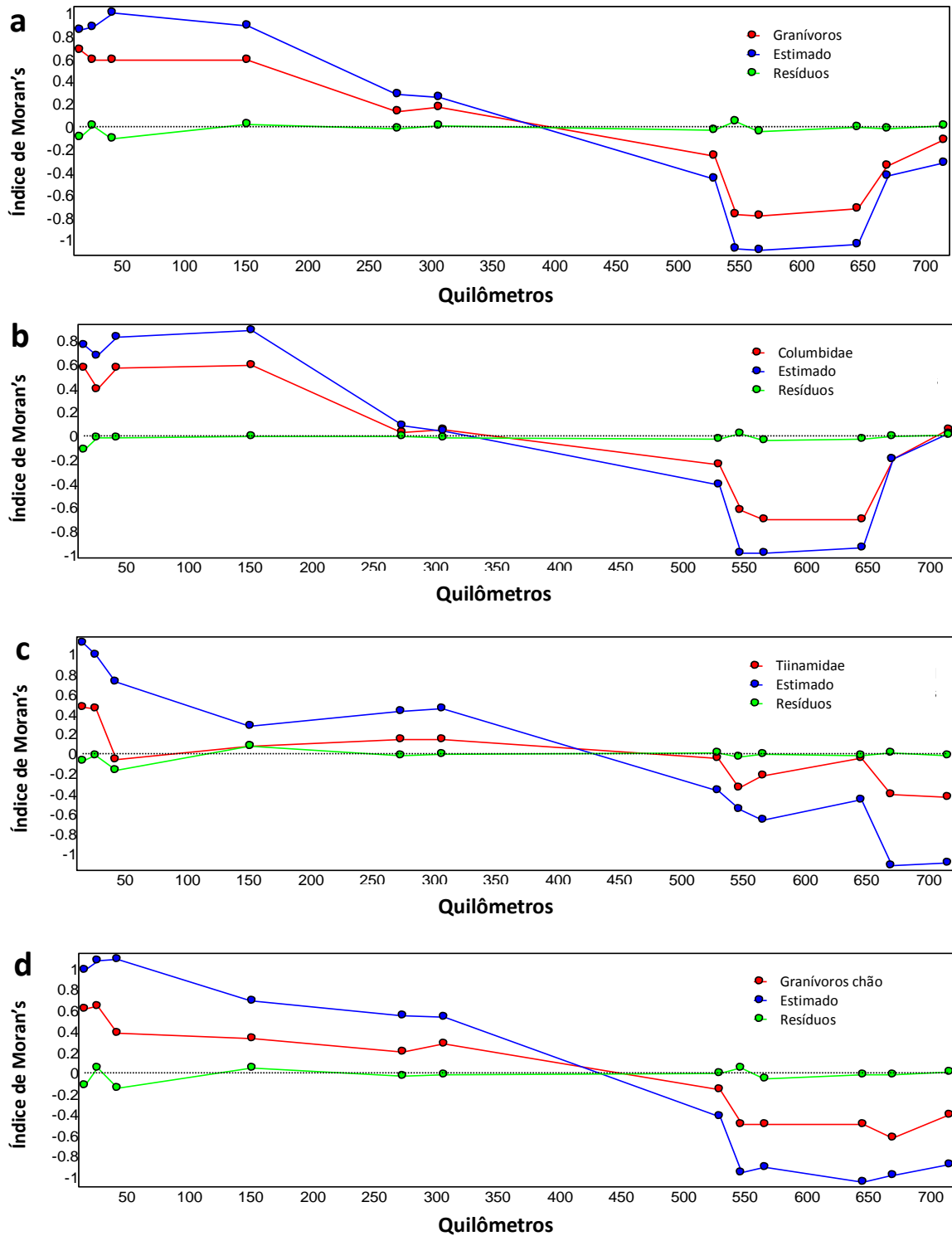


Figura 3. Correlograma da abundância das Aves granívoras (a), Columbidae (b), Tinamidae (c) e Aves granívoras de chão (d) e a distância (Quilômetros) entre cada um dos fragmentos amostrados.

Como a GWR detectou um efeito de dependência espacial entre os fragmentos, nosso próximo passo foi investigar o quanto a abundância das aves granívoras é influenciada pela Região onde se localizam os fragmentos e pelo tamanho dos mesmos. Constatamos que todos os grupos analisados são influenciados tanto pela região quanto pelo tamanho dos fragmentos (Tabela 3). Com exceção dos Tinamidae, todos os outros grupos tiveram sua abundância melhor explicada, não só pela área e região, como também pela interação entre essas duas variáveis, evidenciando que o tamanho dos fragmentos tem efeitos diferentes nos grupos de aves de acordo com a região em que se encontra.

O grupo das aves granívoras e dos Columbidae foram mais abundantes na região de Alfenas (Al) e Pontal (Po) do que na Serra do Mar (SM), sendo negativamente afetadas pelo tamanho dos fragmentos na região de Alfenas (Al) e Pontal (Po), enquanto que na região da Serra do Mar a abundância desses dois grupos de aves permaneceu aparentemente constante ao longo da amplitude de tamanho (13 a 523 hectares) dos fragmentos analisados (Figura 4).

Os Tinamidae foram mais abundantes na região do Pontal (Po) e Serra do Mar (SM) do que na região de Alfenas (Al). As aves dessa família tiveram apenas sete registros nos fragmentos da região de Alfenas (Al), onde não aparentaram estabelecer qualquer relação com a área dos fragmentos florestais. Por outro lado essas aves foram positivamente associadas ao tamanho dos fragmentos na região do Pontal (Po) e Serra do Mar (SM).

Os granívoros de chão foram mais abundantes na região do Pontal (Po) que na região de Alfenas (Al) e Serra do Mar (SM). A abundância desse grupo não foi alterada pelo tamanho dos fragmentos na região da Serra do Mar (SM) e Pontal (Po), porém, foi negativamente associada ao tamanho dos fragmentos na região de Alfenas (Al).

Tabela 3. Modelos de abundância para Granívoros, Columbidae e Tinamidae. Modelos estão hierarquizados seguindo o Critério de Informação de Akaike com correção para amostras pequenas (AICc). Δ AICc é a diferença entre o menor valor de AICc e o AICc de cada modelo, wAICc pode ser considerada como a chance de o modelo ser selecionado e gl corresponde aos graus de liberdade do modelo.

Modelos	AICc	Δ AICc	wAICc	gl
<i>Granívoros</i>				
Região + Área + Região*Área	5799.45	0.00	0.86	5
Região + Área	5803.16	3.71	0.13	4
Região	6052.53	253.08	0.00	3
Área	6326.53	527.08	0.00	3
Nulo	6503.36	703.91	0.00	2
<i>Columbidae</i>				
Região + Área + Região*Área	5708.05	0.00	0.99	5
Região + Área	5726.66	18.61	0.00	4
Região	5747.43	39.38	0.00	3
Nulo	6403.96	695.91	0.00	2
Área	6404.43	696.38	0.00	3
<i>Tinamidae</i>				
Região + Área	1987.66	0.00	0.74	4
Região + Área + Região*Área	1989.85	2.19	0.25	5
Área	2010.93	23.27	0.00	3
Região	2686.03	698.37	0.00	3
Nulo	2705.56	717.90	0.00	2
<i>Granívoros de chão</i>				
Região + Área + Região*Área	2842.15	0.00	0.52	5
Região + Área	2842.36	0.21	0.47	4
Área	2882.23	40.08	0.00	3
Região	3201.73	359.58	0.00	3
Nulo	3226.66	384.51	0.00	2

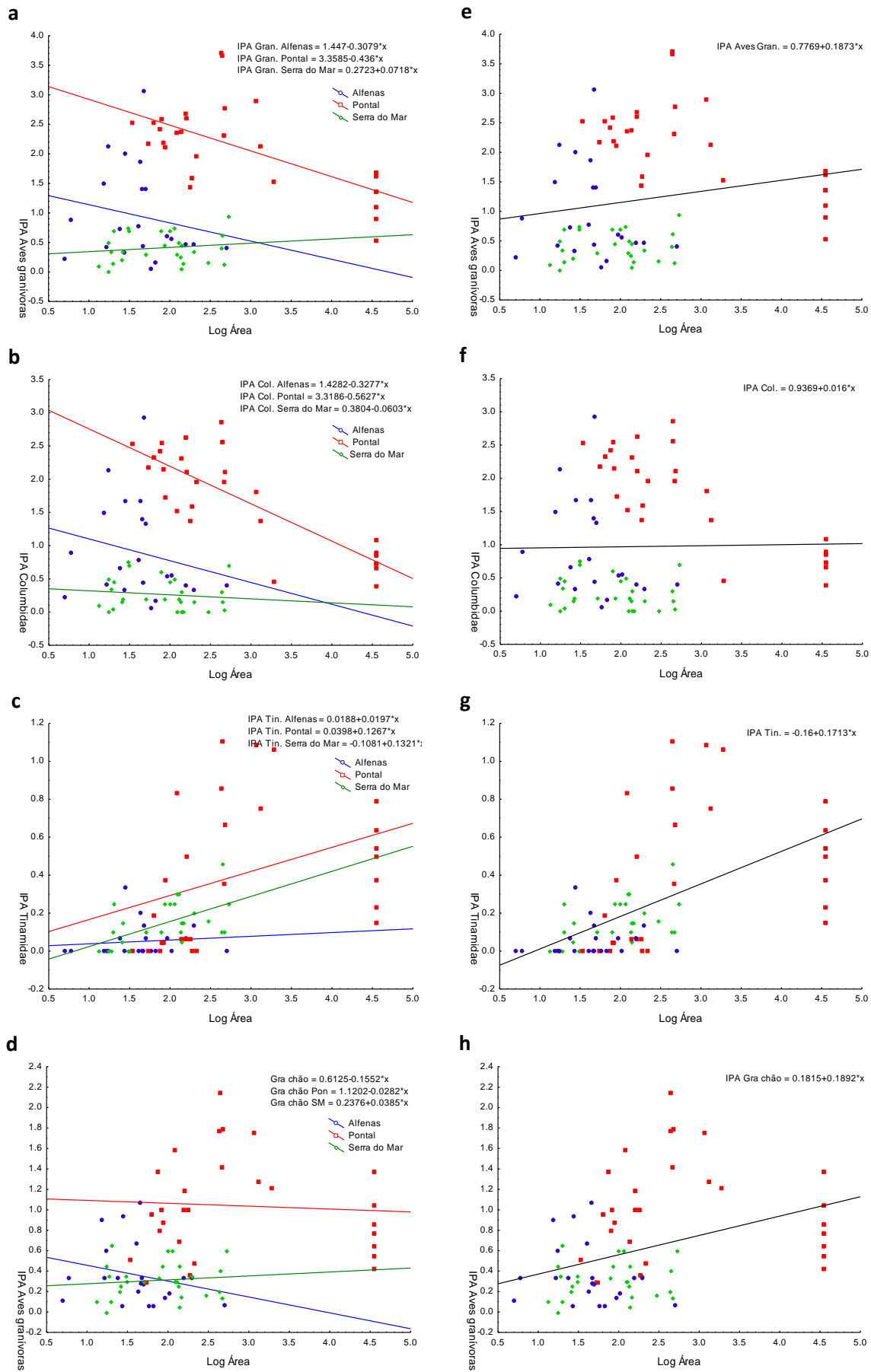


Figura 4. Relação entre o tamanho dos fragmentos e a abundância das aves granívoras (Columbidae e Tinamidae) em fragmentos de Mata Atlântica do sudeste do Brasil. **a, b, c e d** são as representações gráficas por região de estudo enquanto que **e, f, g e h** mostram modelos gerais com todos os dados.

Discussão

O processo de fragmentação florestal tem sido erroneamente associado exclusivamente à perda de habitat (Fahrig 2003). Porém, quando fragmentamos a floresta mudamos algumas propriedades dessa mancha de habitat para as populações que ali persistem (van der Berg *et al.* 2001). Essas propriedades vão desde efeitos locais como o efeito de borda (Banks *et al.* 2011) e estrutura da vegetação (Uezu & Metzger 2011, Awade *et al.* 2012) à fatores na escala de paisagem, como a quantidade de cobertura florestal e a conectividade entre os remanescentes (Uezu & Metzger 2005, Martensen *et al.* 2008, Awade *et al.* 2012). Apesar do tamanho dos fragmentos florestais afetar à abundância das aves granívoras, é possível notar que outros fatores também são determinantes para essas aves. Exemplo disso é a Reserva do Morro do Diabo na região do Pontal, que por se tratar do maior fragmento amostrado no presente estudo (cerca de 35.000 hectares), teve 7 localidades consideradas de forma independente em nossas análises. Porém, podemos notar que mesmo inseridas num fragmento de mesmo tamanho, a abundância das aves granívoras sofreu grandes oscilações entre cada localidade (Figura 4).

Constatamos que a abundância de aves granívoras é influenciada pela área dos fragmentos, porém, essa relação varia de acordo com o grupo de ave investigado e a região de estudo na Mata Atlântica. Esse resultado nos remete à importância de considerarmos a dependência espacial dos fragmentos florestais quando buscamos entender os padrões de resposta das aves granívoras à perda de habitat em maiores escalas espaciais (Bahn *et al.* 2006). Caso contrário, geraríamos modelos menos realistas (Figura 4-e, f, g e h) com as modificações na abundância das aves granívoras nos fragmentos florestais da Mata Atlântica.

Aparentemente as diferenças fisionômicas dentre os fragmentos analisados exercem uma forte influência na abundância das aves granívoras, já que observamos um aumento da abundância dessas aves (com exceção dos Tinamidae) com a fragmentação florestal no domínio da floresta estacional semidecidual, mas não nos fragmentos inseridos no domínio da floresta ombrófila densa (Figura 2). Esse aumento na abundância das aves granívoras nas matas estacionais semidecíduais pode ser norteador pela maior disponibilidade de recursos, uma vez que a comunidade arbórea característica dessa fisionomia detém cerca de 30% de espécies que produzem sementes pequenas (<0,5cm) a mais que a mata ombrófila densa (Oliveira Filho *et al.* 2000). Além disso, segundo Tabarelli *et al.* (2010), o incremento de sementes de menor porte

em matas com antigo histórico de fragmentação, como é o caso da região de Alfenas e Pontal, também pode estar associado ao aumento no recrutamento espécies pioneiras nas bordas e no interior dos fragmentos florestais. Willis (1979) sugere implicitamente que o aumento das aves granívoras em fragmentos florestais da Mata Atlântica estaria associado à disponibilidade de recursos, já que a perda e/ou redução da abundância das espécies de aves frugívoras levaria a uma maior quantidade de sementes disponíveis no solo que poderiam ser consumidas pelas aves granívoras.

Jordano *et al.* (2006) apresenta um modelo preditivo baseado na interferência da caça nos níveis de defaunação prevendo um aumento linear de pequenas aves granívoras, esquilos, gambás e pequenos roedores que geralmente não são caçados e pela falta de competidores e predadores têm um aumento significativo em suas abundâncias em fragmentos (Willis, 1979; Fonseca & Robinson, 1990; Pizo & Vieira, 2004; Wright, 2003). Devido a forte associação entre os níveis de defaunação e tamanho dos remanescentes florestais (Cullen Jr *et al.* 2000, Peres 2000), seria possível esperar um aumento das aves granívoras frente a perda de habitat florestal.

Entretanto nossos modelos mostram que as modificações na abundância das aves granívoras frente à perda de habitat são mais complexas do que supostos anteriormente. Constatamos um efeito positivo da perda de habitat sobre as aves granívoras na região do Pontal e Alfenas (Figura 4-a). Porém, nesse grupo estão inclusas espécies que ocupam o estrato superior da floresta, como é o caso de *Patagioenas picazuro*, *P. cayenensis* (Parker III *et al.* 1996). Assim, é mais plausível que centremos nosso enfoque nos padrões de respostas apresentados pelas aves granívoras que ocupem o estrato inferior da floresta, visto que são essas espécies que realmente irão ter acesso às sementes disponíveis no solo e que podem interferir eventualmente no recrutamento das plantas cujas sementes consomem (Figura 3-d). Desta forma, teríamos um efeito negativo do tamanho dos fragmentos sobre as aves granívoras de chão apenas na região de Alfenas. Apesar de não examinarmos as modificações dentro da guilda dos frugívoros, sugerimos que esse efeito seja decorrente da baixa abundância dos Tinamídeos na região, e não obrigatoriamente da densidade compensatória entre frugívoros e granívoros sugerido por Willis (1979). É possível que um aumento na abundância de pombas granívoras que forrageiam no solo esteja mais relacionado com a diminuição na abundância dos Tinamídeos, e não apenas com a diminuição na abundância de grandes aves frugívoras nos fragmentos.

Para que haja essa compensação é necessário que as espécies envolvidas pertençam a guildas funcionais semelhantes e compitam por recursos em comum (MacArthur *et al.* 1972, Case *et al.* 1979, Touchton & Smith 2011). De fato, algumas espécies como *Patagioenas cayenensis* e principalmente *P. plumbea* têm frutos inclusos em sua dieta e poderiam competir com algumas espécies de aves frugívoras (Schubart *et al.* 1965, E. Hasui comunicação pessoal). Entretanto, em termos de dieta e competição por recursos, podemos considerar a relação entre os Tinamidae e Columbidae bem mais estreita entre si do que com os grandes frugívoros (Ramphastidae, Psittacidae e Cracidae). Realmente a abundância dos Columbidae e Tinamidae apresenta respostas contrárias em relação ao tamanho dos fragmentos (Figura 3-b, c), sugerindo um possível processo de densidade compensatória entre os dois grupos nas regiões do Pontal e Serra do Mar, tendendo a não alterar abundância total das aves granívoras de chão (Figura 3-A4) nessas localidades. Apesar da expectativa a cerca de um possível processo de densidade compensatória entre os Tinamidae e Columbidae, não constatamos nenhuma relação entre a abundância das duas famílias nos fragmentos florestais estudados.

Ao que parece os padrões de respostas das aves granívoras à área dos fragmentos está mais associado ao quanto as espécies estão aptas a lidarem com a fragmentação florestal. Dentre as aves granívoras, as espécies de maior massa corpórea estão dentre as mais prejudicadas, onde os maiores integrantes deste grupo, como *Tinamus solitarius*, *Crypturellus noctivagus* e *C. undulatus* são extremamente afetados pela fragmentação florestal e seus efeitos associados, como caça. Estas espécies foram extintas em grande parte da região sudeste do país, persistindo apenas em grandes fragmentos com baixa pressão de caça (Brooks & Balmford 1999, Anjos 2001, Willis & Oniki 2002, Ribon 2003, Donatelli *et al.* 2004, Anjos 2006).

Como as aves granívoras têm uma alta demanda energética e necessitam de grande quantidade de sementes (Karasov 1990), a ausência desses grandes Tinamídeos pode aumentar a quantidade de sementes disponíveis para as outras espécies da guilda, e conseqüentemente uma parcela significativa das aves granívoras de solo pode ser favorecida se o que restringe o aumento de suas populações é a abundância de alimento. À medida que a perturbação no hábitat se intensifica, as pombas começam a ter um benefício maior que os inhambús, pois alguns Tinamídeos anteriormente favorecidos, como *Crypturellus tataupa* e *C. obsoletus* tendem a diminuir com o incremento da redução do tamanho dos fragmentos florestais (Figura 4-c). Além disso, a capacidade de se deslocar pela matriz e áreas de borda da maior parte dos columbídeos é alta (Willis

1979), o que permite a eles incorporarem outros fragmentos florestais em sua área de forrageio. Essa baixa sensibilidade dos Columbidae frente ao processo de fragmentação torna-se mais evidente na região de Alfenas, onde restam menos de 4% da cobertura florestal original, distribuídos em fragmentos pequenos e isolados (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2009), em que já não existem diferenças entre as condições físicas e estruturais entre borda e interior (Marques *et al.* 2010). Enquanto os Tinamidae raramente são registrados na região (Figura 4-c), os Columbidae são positivamente associados à perda de habitat florestal.

Concluimos que a abundância das aves granívoras responde diferentemente à fragmentação entre as regiões da Mata Atlântica, onde encontramos evidências indiretas de um efeito *bottom-up* decorrente do aumento da disponibilidade de sementes pequenas nos fragmentos florestais localizados na mata estacional semidecidual. A abundância das aves granívoras de chão pode não sofrer grandes alterações em paisagens fragmentadas, pois o aumento da abundância dos Columbidae é compensado pela diminuição dos Tinamidae. Porém, em casos mais extremos de perda da cobertura florestal, a abundância das aves granívoras de chão tende a aumentar devido à baixa sensibilidade dos Columbidae.

Estudos recentes têm apontado para um possível impacto das aves granívoras de chão na predação de sementes pós-dispersão em fragmentos florestais da Mata Atlântica (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galletti 2007). É possível que essas aves estejam exercendo uma forte pressão de mortalidade às sementes produzidas pelas árvores, e conseqüentemente, no recrutamento de certas plantas em regiões com menor cobertura florestal como no caso de Alfenas-MG. Entretanto, ainda são necessários estudos que acessem o quanto o aumento da abundância dessas aves e as modificações dos demais predadores de sementes pós-dispersão, como roedores e invertebrados frente ao processo de fragmentação podem impactar o recrutamento de plantas nos fragmentos.

Capítulo 2

O papel das aves granívoras e roedores na remoção de sementes pós-dispersão em seis fragmentos florestais de Mata Atlântica.

Resumo

A fragmentação florestal não altera a abundância das espécies de maneira aleatória. Pequenas aves granívoras (Tinamidae e Columbidae) parecem se beneficiar da perturbação do habitat na Mata Atlântica brasileira, porém ainda não está bem estabelecido como as mudanças na abundância dessas aves podem afetar a predação de sementes e o recrutamento de plantas. No presente trabalho, investiguei se a predação de sementes pós-dispersão nos fragmentos florestais está associada ao aumento da abundância das aves granívoras. Através da técnica de ponto de escuta quantifiquei a abundância das aves granívoras em seis fragmentos com tamanhos que variaram entre 40 e 500 ha em Alfenas-MG, Sudeste do Brasil. Nestes mesmos fragmentos, utilizando-se de tratamentos de exclusão seletiva, comparei o papel das aves granívoras e pequenos roedores como predadores de sementes de *Croton floribundus* (Euphorbiaceae). A predação de sementes aumentou nos fragmentos florestais de menor tamanho, mas ao contrário da expectativa, os roedores foram os responsáveis pela maior parte das sementes removidas. Não houve relação entre a abundância das aves granívoras e o número de sementes removidas tanto em escala local (dentro dos fragmentos) ou regional (entre os fragmentos). É possível que a maior disponibilidade de pequenas sementes, associada ao aumento de espécies de plantas pioneiras (tais como *C. floribundus*) nos fragmentos florestais favoreça as aves granívoras e roedores. Entretanto, devido o menor tamanho corpóreo e área de forrageio, os roedores podem ser capazes de explorar de maneira mais efetiva a quantidade de pequenas sementes disponíveis nos fragmentos que as aves.

The role of granivorous birds and rodents in post-dispersal seed removal in six Atlantic forest fragments

Abstract

Forest fragmentation may change species abundance in non-random ways. Granivorous birds (tinamous, pigeons and doves) seem to benefit from habitat fragmentation in the Brazilian Atlantic forest, but how these changes may affect seed predation and plant recruitment is unclear. I investigated if post-dispersal seed predation is altered in forest fragments following an increase in the abundance of granivorous birds. First, I measured the abundance of granivorous birds in six forest fragments ranging in size from 40 ha to 500 ha in Alfenas, MG, Southeast Brazil. I sampled granivorous birds with a point count sampling protocol. Second, in the same fragments I compared the role of birds and small rodents as seed predators of the *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) in removal experiments using selective enclosure treatments. Seed predation increased in small forest fragments, but contrary to the expectation, rodents were responsible for most of seeds removed. There was no relationship between bird abundance and seed removal levels both at local (within fragments) or regional (among fragments) scales. It is possible that an increased availability of small seeds, associated with an increase of pioneer plant species (such as *C. floribundus*) following fragmentation may positively affect granivorous birds and rodents. Nevertheless, rodents may be more able to exploit the local increased availability of small seeds in fragments than birds, due to smaller body sizes and home ranges.

Introdução

Predadores de sementes e herbívoros exercem um importante papel na manutenção da diversidade de espécies vegetais em comunidades diversas como florestas tropicais (Janzen 1970, Connell 1971, Harms *et al.* 2000, Paine *et al.* 2008), onde é comum encontrarmos perdas significativas no total de sementes produzidas por diferentes espécies de plantas para animais granívoros (predadores de sementes) e herbívoros (Hulme 1998). Por exemplo, em um estudo conduzido na Mata Atlântica, Pizo (1997) registrou uma perda de 84% das sementes nos arredores da planta-mãe de *Cabranea canjerana* por invertebrados. Como a regeneração de plantas é frequentemente limitada pela disponibilidade de sementes, é comum considerar a predação de sementes como uma das maiores causas de mortalidade e de restrição à regeneração durante o ciclo de vida das plantas (Nathan & Casagrandi 2004).

O processo de fragmentação do habitat pode alterar o número de sementes predadas no solo (Donoso *et al.* 2003, Pizo & Vieira 2004), visto que a conversão do habitat contínuo em pequenos fragmentos e o aumento do efeito de borda podem alterar a composição e abundância dos animais granívoros (Willis 1979, Wrigth 2003, Pizo & Vieira 2004, Galleti *et al.* 2006). Terborgh *et al.* (2001) aponta para evidências de aumento na abundância de predadores de sementes e herbívoros após o processo de fragmentação em florestas tropicais, o que poderia provocar um aumento na perda de sementes a predadores e maiores restrições à regeneração de plantas. De fato, Donoso *et al.* (2003) constatou um incremento das taxas de predação de sementes em pequenos fragmentos florestais de floresta temperada na costa do Chile, advindo do aumento da abundância de roedores predadores de sementes, o que segundo Theimer *et al.* (2011) realmente pode alterar a composição arbórea em florestas tropicais.

A Mata Atlântica, um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta (Myers *et al.* 2000), possui apenas cerca de 11% à 16% de sua cobertura original, onde mais de 80% dos remanescentes apresentam uma área inferior a 50 ha (Ribeiro *et al.* 2009). Alguns estudos em fragmentos florestais da Mata Atlântica apontam para o aumento na abundância de predadores de sementes que se alimentam no solo, como pombas (Columbidae) e pequenos inhambus (Tinamidae) (Willis 1979, Aleixo & Vielliard 1995). Até que ponto este aumento na abundância de aves granívoras se traduz em um incremento na predação de sementes ainda é motivo de especulação, pois as aves não são normalmente reconhecidas como importantes granívoros (Hulme 1998). Porém, há estudos apontando para o importante papel das aves na predação de sementes em

ambientes savânicos e semi-áridos (Marone *et al.* 1998, Perez & Bulla 2000, Cueto *et al.* 2006, Marone *et al.* 2008). Assim, é possível que as aves também sejam importantes predadores de sementes pós-dispersão no interior de fragmentos de florestas neotropicais, e não apenas os roedores e insetos como é normalmente reconhecido (Hulme 1998).

O papel das aves pode estar sendo subestimado, visto que as aves granívoras têm uma alta demanda energética em relação ao seu tamanho (Karasov 1990) e os Columbídeos e Tinamídeos apresentam uma dieta que compreende uma grande quantidade e variedade de sementes (Moojen *et. al* 1941, Hempel, 1949, Jimbo 1962, Schubart *et. al* 1965, Pérez & Bulla 2000). Segundo Christianini (2001), 116 espécies de plantas da Mata Atlântica têm seus frutos ou sementes inclusos na dieta dos Tinamídeos e Columbídeos. Como grande parte dos trabalhos experimentais de remoção de sementes na Mata Atlântica utilizou-se de espécies de plantas com sementes grandes (> 5 mm), como palmeiras, que são comumente predadas apenas por mamíferos e larvas de insetos (Ex: Fleury & Galetti 2004, 2006, Iob & Vieira 2008, Pinto *et. al* 2009) é esperado que os resultados destes estudos não apontem aves como um agente importante de predação das sementes.

Por outro lado, a escassez de experimentos controlados que quantifiquem a predação de sementes e investiguem sua relação com a abundância de animais granívoros restringe nossa habilidade para prever os efeitos de uma eventual cascata trófica oriunda do aumento na abundância de predadores de sementes sobre a regeneração de plantas em paisagens fragmentadas. A evidência experimental do impacto das aves na predação de sementes requer desenhos experimentais apropriados que quantifiquem a predação de sementes por diferentes agentes (Christianini & Galetti 2007b). Os poucos trabalhos que investigaram estas questões encontraram evidências de que aves podem ser predadores de sementes importantes, embora a relação entre abundância de aves granívoras e a predação de sementes ainda não esteja bem estabelecida (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galetti 2007a). Como a investigação destas questões esteve limitada a um único fragmento florestal (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galetti 2007a), há necessidade de estudos que contemplem réplicas entre fragmentos florestais e que sejam executados em maiores escalas espaciais, para assim investigarmos de maneira adequada como as modificações na comunidade das aves granívoras decorrentes da perda de habitats afetam a remoção de sementes caídas ao solo (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galetti 2007). Sendo assim, o presente

trabalho buscou investigar a contribuição relativa das aves e roedores para a remoção de sementes pós-dispersão em seis fragmentos florestais de diferentes tamanhos e a relação entre a abundância de aves granívoras e a predação de sementes.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em fragmentos florestais no município de Alfenas, sul de Minas Gerais. A região de Alfenas encontra-se dentro do domínio da Mata Atlântica, apresenta clima tropical moderado úmido, altitude de 880 m, temperatura anual em torno de 23° C e precipitação média anual de 1.513 mm (Costa 1998). A paisagem encontra-se altamente fragmentada, restando cerca de 4% de cobertura vegetal nativa (Figura 1) composta por fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, sendo a matriz composta por plantações de café, cana e pastagens (Fundação SOS Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009).

Para escolha dos fragmentos amostrados uma análise preliminar da paisagem foi feita através de uma imagem Spot 5, com resolução de 30 m utilizando o programa ArcGIS 10™ (ESRI 2011). Através da classificação da imagem separamos os fragmentos que se encontravam em estágio mais avançado de sucessão, posteriormente identificamos os três maiores fragmentos da região e outros três fragmentos menores que apresentassem um tamanho entre 40 e 50 hectares. Assim, foram selecionados para a amostragem seis fragmentos distribuídos em duas categorias de tamanho (Tabela 1). A distância mínima entre os fragmentos foi de 2 Km de maneira a aumentar a independência das observações, enquanto os dois fragmentos mais distantes estavam a cerca de 40 km entre si.

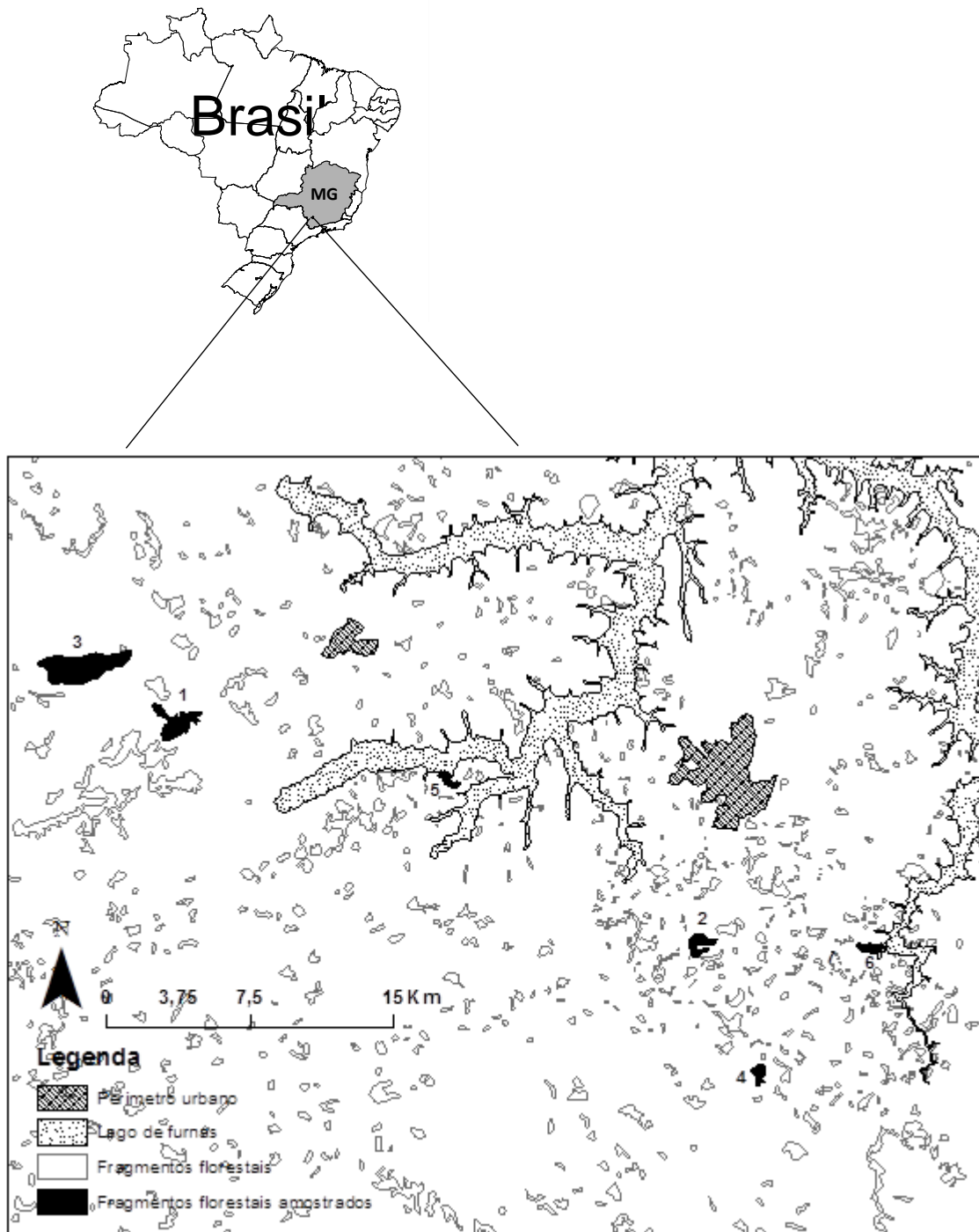


Figura 1. Mapeamento dos fragmentos florestais da paisagem do município de Alfenas-MG. Em preto estão os fragmentos florestais amostrados (“grandes”: 1, 2 e 3; “pequenos”: 4, 5 e 6), cujos detalhes podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Localização dos fragmentos florestais selecionados para cada categoria de tamanho e suas respectivas áreas.

Tamanho	Número	Área (ha)	Coordenadas Geográficas (UTM, SAD 69)
Grande	1	197,0	23 K 371.929 E, 7.633.210 S
Grande	2	93,1	23 K 399.671 E, 7.622.252 S
Grande	3	500,0	23 K 367.256 E, 7.636.362 S
Pequeno	4	49,7	23 K 403.049 E, 7.615.514 S
Pequeno	5	43,0	23 K 386.650 E, 7.630.416 S
Pequeno	6	47,2	23 K 408.732 E, 7.621.842 S

Amostragem da avifauna

A amostragem da avifauna granívora foi realizada por meio do método de ponto de escuta (Bibby *et al.* 1992), uma das técnicas de amostragem quantitativa de aves mais utilizadas em florestas tropicais (Vielliard *et al.* 2010). Amostragens por pontos fixos têm sido amplamente utilizadas na Mata Atlântica da região sudeste, principalmente em estudos relacionados à fragmentação florestal (Vielliard 2000, Anjos 2007). Apesar de exigir um adequado conhecimento das vocalizações das espécies de aves é um método de baixo custo e de grande eficiência na detecção e quantificação da abundância das espécies (Bibby *et al.* 1992, Volpato *et al.* 2000, Vielliard 2000, Anjos 2007).

Em cada fragmento estudado foram estabelecidos aleatoriamente cinco pontos de escuta, distando de 150 m a 200 m entre si para garantir a independência dos registros (total de 30 pontos de escuta considerando todos os fragmentos). Cada ponto de escuta foi amostrado por três vezes entre janeiro e maio de 2011, sempre no intervalo de até 3 horas posteriores ao amanhecer do dia e em dias sem chuva ou ventos fortes. A cada amostragem foram registrados, por 10 minutos, os contatos das aves granívoras obtidos dentro de um raio de 50 m ao redor do ponto.

Remoções de sementes

Sementes de *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) foram empregadas nos experimentos. *C. floribundus* é uma árvore pioneira cujas sementes estão presentes na dieta de Tinamídeos e Columbídeos (Mojen *et al.* 1941, Schubart *et al.* 1965). Possui

ocorrência nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e Paraná, principalmente na floresta semidecídua (Lorenzi 1992). A espécie pode ser encontrada nos fragmentos florestais de Alfenas e sua frutificação foi documentada para a região entre os meses de dezembro e janeiro (F. N. Ramos, comunicação pessoal).

Como os roedores são comumente apontados como os principais predadores de sementes pós-dispersão (Hulme 1998) foi investigado a contribuição das aves e desses pequenos mamíferos na remoção das sementes. Para isso, foram utilizados experimentos em estações de remoção de sementes com o uso de exclusões seletivas. Cada tratamento era composto por um prato plástico (15 cm de diâmetro) fixado ao solo por uma haste de arame de 20 cm de comprimento. A fim de evitar a remoção das sementes por insetos, principalmente formigas, uma camada de *Tanglefoot* foi espalhada na parte externa de cada prato em todos os tratamentos. Foram utilizados três tratamentos por estação de remoção de sementes (Figura 2):

- 1) Aberto – livre acesso tanto para as aves quanto para roedores;
- 2) Roedor – recoberto por um cesto plástico (19 cm de diâmetro x 25 cm de altura) de malha 2 cm x 3 cm, permitindo o acesso apenas a pequenos roedores;
- 3) Controle - recoberto por uma gaiola de malha 1,5 cm, restringindo o acesso de todos vertebrados que potencialmente removem sementes.

Estação de Remoção

1) Tratamento Aberto



2) Tratamento Roedor



3) Tratamento Controle



Figura 2. Uma visão geral da disposição de uma estação de remoção de sementes instalada nos fragmentos florestais e os respectivos tratamentos em campo (à direita). Uma visão mais aproximada de cada tratamento é mostrada à esquerda.

Para evitar danos aos experimentos durante chuvas intensas todas as estações foram cobertas por uma lona preta de 1m², amarrada a uma altura de cerca de 1,2 m (Figura 2). Dez sementes de *C. floribundus* foram dispostas sobre cada prato e os experimentos de remoção de sementes foram deixados em campo por dez dias completos, sendo verificados respectivamente no terceiro, quinto, sétimo e décimo dia a partir da instalação, considerando como predada as sementes desaparecidas ou com resquício de cascas. Para investigar o efeito da abundância de aves granívoras na remoção das sementes, cada estação de remoção foi replicada três vezes ao redor de cada ponto de escuta, respeitando uma distância mínima de 10 m entre cada estação de remoção, totalizando um esforço de 90 estações de remoção para todos os fragmentos. Sendo que todas as estações de remoção foram instaladas a uma distância mínima de 70 metros da borda dos fragmentos.

Devido à carência de exclusões seletivas eficazes em quantificar a remoção de sementes pelas aves granívoras (Christianini & Galetti 2007b), a metodologia de exclusão temporal tem sido uma técnica bastante eficiente em separar a remoção de sementes entre as aves e roedores (Pizo & Vieira 2004). Como as aves apresentam atividade de forrageio diurna e os roedores uma atividade de forrageio predominantemente noturna, uma checagem dos experimentos no início e outra no final do dia seria suficiente para quantificar as sementes removidas por cada grupo. No entanto, como as remoções se iniciaram entre o terceiro e o quinto dia, aumentando substancialmente o esforço de campo inicialmente proposto, optamos em não utilizar a metodologia de exclusão temporal para separar as remoções das aves granívoras e roedores. Assim, foi considerada apenas a remoção total de sementes ao final de dez dias para as análises.

Análise Estatística

Para testar o efeito do tamanho dos fragmentos e dos agentes predadores (aves e roedores) sobre a predação de sementes utilizamos do total de sementes removidas das três estações (máximo possível de 30 sementes removidas por tratamento) estabelecidas ao redor de cada ponto de escuta. Os dados foram transformados em logaritmo. Como as estações de remoção de sementes dentro de cada fragmento não poderiam ser consideradas independentes foi aplicado um teste de Anova Hierárquica, com comparação planejada entre a remoção de sementes nos fragmentos nas duas categorias de tamanho (pequeno e grande).

Pelo fato do tratamento aberto permitir o acesso tanto das aves quanto dos roedores foi realizado um teste de Correlação de Spearman para verificar se o número de sementes removidas no tratamento aberto e no tratamento de acesso aos roedores estava correlacionado, o que sugeriria uma remoção das sementes no tratamento aberto por roedores. A relação entre o número de sementes removidas e a abundância das aves granívoras nos fragmentos e nos arredores das estações de remoção foi testada através de uma regressão linear simples. Pelo fato de um mesmo indivíduo poder localizar e remover todas as sementes disponibilizadas nas estações, também examinamos a relação entre a remoção de sementes (estação com remoção ou não) e o número de contatos das aves granívoras de chão através de um regressão logística. As regressões foram feitas em duas escalas: 1) Escala regional: onde consideramos cada fragmento

como unidade amostral, 2) Escala local: onde consideramos cada um dos pontos de escuta demarcados dentro dos fragmentos como unidade amostral. Em todas escalas foram considerados os registros das aves granívoras de chão contabilizadas dentro do raio de detecção de 50 m.

Resultados

Remoção de sementes x Tamanho dos fragmentos

Houve um maior número de sementes removidas nos fragmentos pequenos que nos fragmentos grandes ($F_{1,72}=23,2$, $p=0,000008$) (Figura 3). Apesar do tratamento controle impedir o acesso de todos os agentes predadores, em algumas estações suas sementes foram removidas por roedores que conseguiram acessar as sementes cavando pela parte inferior da gaiola. Porém, constatamos uma diferença na remoção de sementes entre os tratamentos, resultado que pode ser parcialmente explicado pelo baixo número de remoções no tratamento controle, mas também pela diferença do número de sementes removidas entre o tratamento aberto e o de acesso aos roedores nos fragmentos grandes ($F_{1,72}=10,8$, $p<0,001$ e Figura 4).

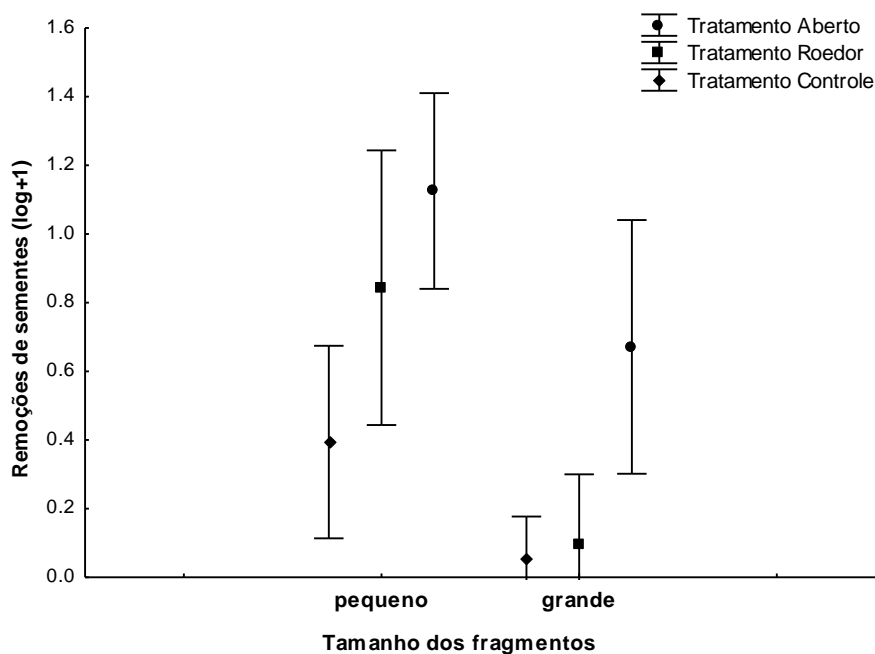


Figura 3. Número médio (\pm IC 95%) de sementes removidas dos tratamentos aberto (acesso a todos vertebrados), roedor (acesso a pequenos roedores) e controle (exclusão total) em fragmentos de tamanho pequeno (entre 43 e 50 ha, N = 3) e grandes (entre 93 e 50 ha, N = 3) na região de Alfenas, MG.

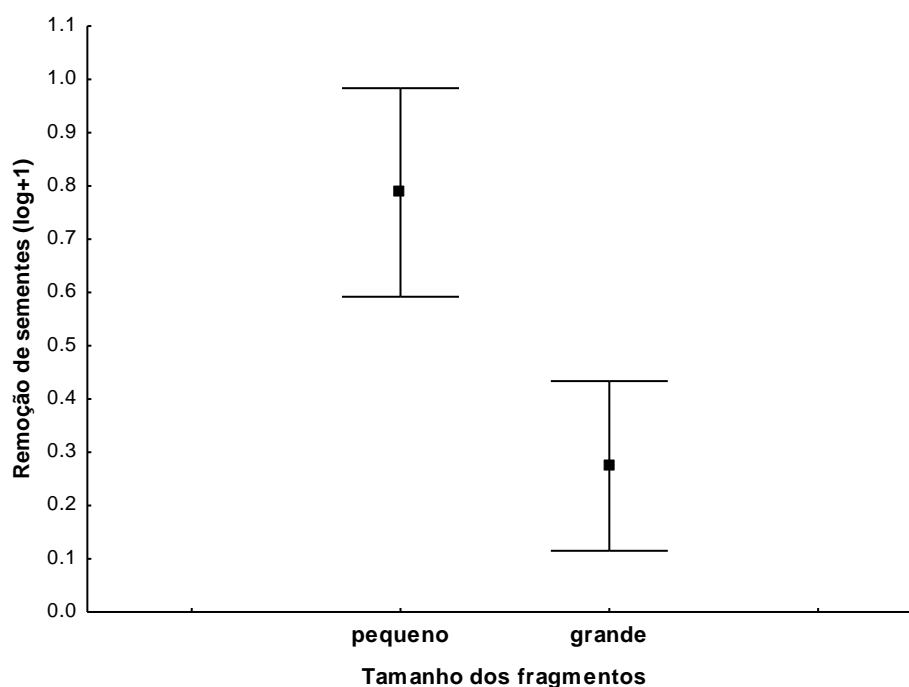


Figura 4. Número médio (\pm IC 95%) de sementes de *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) removidas nos fragmentos de tamanho pequeno (entre 43 e 50 ha, N = 3) e grandes (entre 93 e 500 ha, N = 3) na região de Alfenas, MG.

Predação de sementes x Abundância das aves granívoras

A remoção de sementes no tratamento aberto foi correlacionada com a observada no tratamento de acesso exclusivo à roedores ($r = 0,71$, $p < 0,0005$), sugerindo que os roedores removeram a maior parte das sementes de ambos os tratamentos. Em quase metade das remoções (45%) registradas no tratamento aberto havia vestígios da ação de roedores, como cascas de sementes e/ou fezes (Figura 5). Por isso, para investigar a relação entre a abundância de aves granívoras e a predação de sementes só utilizamos os dados de remoção das estações onde não havia indícios de que os roedores comeram as sementes (Figura 5).

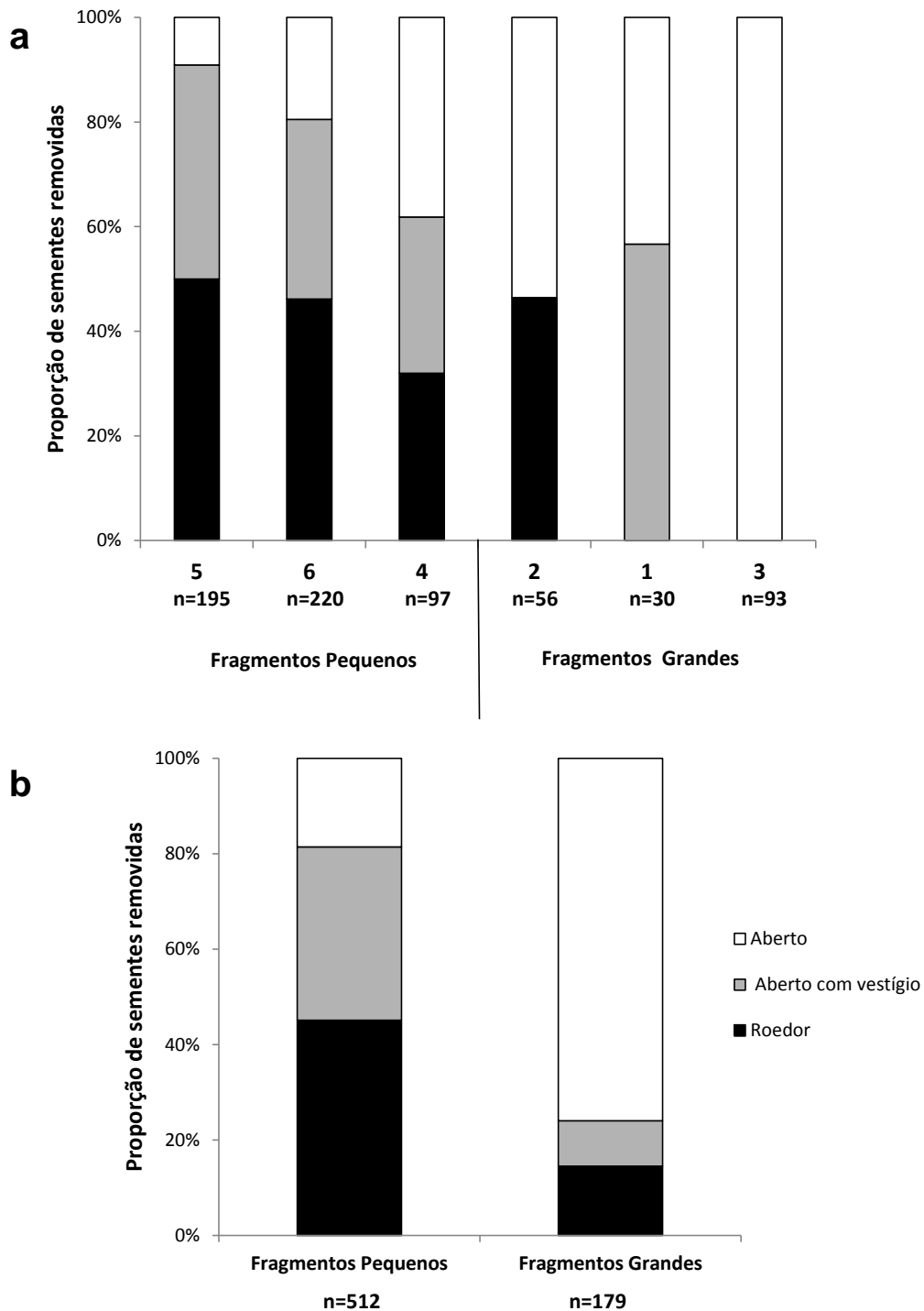


Figura 5 – a. Número de sementes removidas (n) em cada um dos fragmentos (grandes: 1, 2, 3 ou pequenos: 4, 5 e 6, em ordem crescente de tamanho) e a proporção de sementes removidas no tratamento aberto, tratamento roedor e tratamento aberto com vestígios da visita de pequenos mamíferos (cascas e fezes); **b.** Número de sementes removidas (n) nas duas categorias de tamanho dos fragmentos e a proporção de sementes removidas no tratamento aberto, tratamento roedor e tratamento aberto com vestígios da visita de pequenos mamíferos (cascas e fezes).

Ao longo das três amostragens registramos 117 contatos envolvendo nove espécies de aves granívoras. Nos Columbídeos estão seis delas: *Patagioenas picazuro*, *Patagioenas cayenensis*, *Leptotila rufaxilla*, *Leptotila verreeauxi*, *Zenaida auriculata* e *Columbina squammata*. Nos Tinamídeos foram registradas três espécies: *Crypturellus obsoletus*, *Crypturellus tataupa* e *Crypturellus parvirostris*.

Pelo fato de *P. cayenensis* e *P. picazuro* apresentarem estrato de forrageio preferencialmente no dossel das florestas (Parker III *et al.* 1996), essas duas espécies não foram consideradas na investigação da influência da abundância de aves granívoras na remoção de sementes no tratamento aberto, visto que dificilmente removeriam as sementes disponibilizadas no solo dos fragmentos florestais.

A abundância das aves que forrageiam no estrato inferior das florestas foi negativamente associada ao tamanho dos fragmentos (Ver capítulo 1). Porém, o número de sementes removidas não esteve associado com a abundância e nem com a presença das aves granívoras de chão na escala local ou regional (Figura 6).

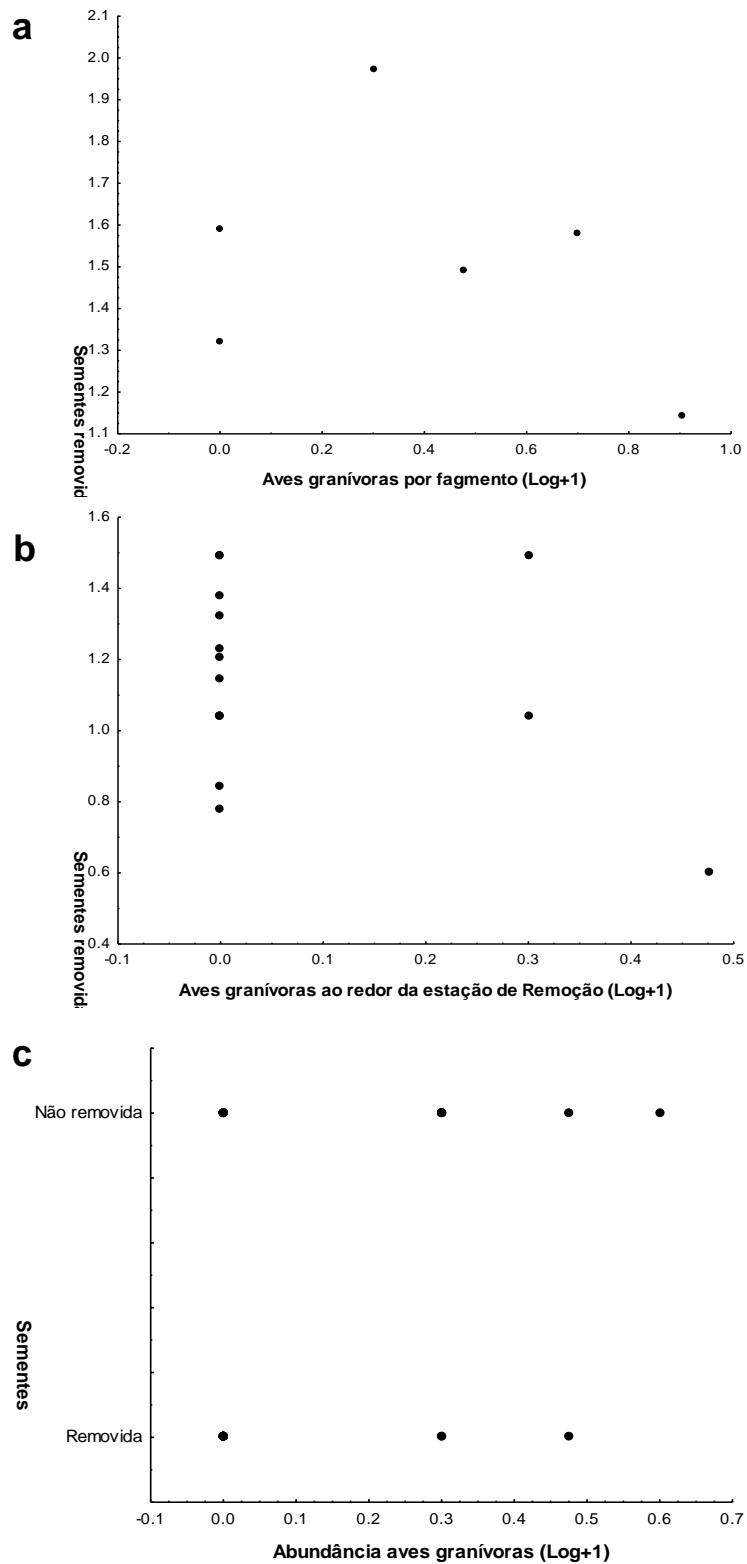


Figura 6 - Influência da abundância das aves granívoras de chão sobre: **a)** o número de sementes removidas nos fragmentos florestais (n=6), **b)** o número de sementes removidas nos pontos amostrais de cada fragmento (n=15) e **c)** remoção de sementes nos pontos amostrais dos fragmentos (n=15). Em todos os casos foram contabilizadas apenas o número de sementes removidas nas estações em que não haviam vestígios de roedores.

Discussão

A maioria dos trabalhos presentes na literatura tem dado ênfase à predação de sementes pós-dispersão por roedores e invertebrados (Hulme 1998). Porém, ainda existe uma grande carência de informações comparando o papel de diferentes agentes predadores de sementes em florestas tropicais. O presente trabalho foi o primeiro a examinar o efeito da perda de habitat florestal sobre a predação de sementes pós-dispersão por aves e roedores na Mata Atlântica. Constatamos um aumento da remoção de sementes nos fragmentos de menor tamanho, mas ao contrário do que esperávamos a proporção de sementes removidas no tratamento aberto foi maior nos fragmentos grandes, sendo que a abundância das aves granívoras não afetou a remoção de sementes nas escalas local e regional.

Embora os roedores tenham removido uma grande quantidade de sementes do tratamento aberto, predando sementes em quase metade destes tratamentos e estabelecendo alta correlação (70%) entre o número de sementes removidas no tratamento aberto e o tratamento de acesso exclusivo a roedores. Quando haviam vestígios da ação de roedor no tratamento aberto (fezes ou cascas) não foi atribuído nenhuma remoção das sementes às aves. Assim, é possível que tenhamos subestimado ligeiramente uma possível remoção feita por alguma ave antes da visita do roedor. Mesmo sobre este viés, podemos afirmar que as aves granívoras de chão exercem um importante papel na remoção de pequenas sementes pós-dispersão na Mata Atlântica, visto que essas aves removeram no mínimo 26% (n=900) das sementes disponibilizadas no tratamento aberto. Assim, é possível que a importância dessas aves como predadores de sementes pós-dispersão venha sendo subestimada (Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galetti 2007b).

Pizo & Vieira (2004) apontaram para o aumento da predação de sementes por aves num fragmento isolado (Mata de Santa Genebra) no município de Campinas-SP, onde as aves granívoras estariam exercendo um impacto na predação de sementes no mínimo na mesma magnitude que os pequenos roedores. Christianini & Galetti (2007) estudaram um fragmento florestal (2178 ha), cerca de 9 vezes maior que o fragmento da região de Campinas-SP estudado por Pizo & Vieira (2004) e também encontraram fortes evidências do papel das aves como removedores em áreas menos perturbadas. De fato, o presente estudo aponta para um papel das aves na remoção de sementes em ambas as categorias de tamanho de fragmento (pequenos e grandes), já que o número absoluto de sementes removidas pelas aves nas duas categorias de tamanho de

fragmento foi bem próximo para a paisagem de Alfenas (média de 38.5 ± 28.4 sementes removidas por fragmento). Entretanto, quando consideramos a proporção de sementes removidas nos fragmentos, as aves granívoras foram predadores bem mais efetivos que os roedores nos fragmentos de maior tamanho (Figura 5).

Contudo, podemos afirmar que as maiores taxas de remoção de sementes registradas nos fragmentos de menor tamanho sejam devidas à ação dos roedores. Este fato pode estar associado às modificações na comunidade de roedores frente ao processo de fragmentação florestal da Mata Atlântica, onde é observado a redução na abundância e riqueza de espécies de roedores mais sensíveis às perturbações em fragmentos pequenos (< 100 hectares) e isolados (Laurance & Bierregaard 1997, Pardini *et al.* 2005, Vieira *et al.* 2009). Porém, as espécies de roedores mais generalistas (Ex: *Euryoryzomys russatus* e *Calomys* sp.) apresentam respostas positivas à fragmentação, sendo favorecidas pela formação de bordas e capazes de utilizarem matrizes agrícolas e (Pires *et al.* 2002, Rocha *et al.* 2011, Passamani & Fernandez 2011). Robinson & Fonseca (1990) também registraram um aumento na abundância de uma espécie de roedor generalista (*Didelphis marsupialis*) em pequenos fragmentos florestais de mata secundária na região Sudeste, pois segundo os autores *D. marsupialis* seria capaz de excluir outras espécies de roedores da comunidade através de uma competição direta por recursos, além de ser favorecido pela perda de seus predadores. Donoso *et al.* (2003) sugere que o aumento da predação de sementes grandes em florestas fragmentadas no Chile possa ser devido ao aumento na abundância de roedores nestas áreas.

Apesar da predação de sementes em paisagens fragmentadas estar ligada aos padrões de resposta dos organismos granívoros, não observamos uma relação entre as taxas de remoção de sementes e a abundância das aves granívoras na Mata Atlântica. Alguns trabalhos que examinaram o papel das aves e roedores apresentam apenas evidências indiretas da atividade desses predadores de sementes, seja pela taxas de remoção de tratamentos específicos ou pela maior abundância apresentada por algum dos grupos correlacionada com a remoção das sementes (Donoso *et al.* 2003, Pizo & Vieira 2004, Christianini & Galetti 2007). O estabelecimento de uma relação direta entre as taxas de remoção e a abundância dos agentes dificilmente é detectado, pois na maioria das vezes não conseguimos estabelecer o quão estreita é a relação de determinado táxon com as sementes produzidas pelas plantas e também o tamanho de sua área de forrageio (Vaz Ferreira *et al.* 2010, García & Chacoff 2010). Não

conseguimos estabelecer qualquer relação entre a abundância das aves granívoras de chão e remoção de sementes nos fragmentos florestais tanto na escala local quanto na escala regional. Apesar das aves granívoras presentes nos fragmentos apresentarem baixa especificidade em relação às sementes inclusas em suas dietas, nossa carência de relação pode ser explicada pelo fato das aves granívoras mais abundantes (Columbidae) terem alta capacidade de se deslocar pela matriz e áreas de borda dos fragmentos (Willis 1979), o que permite a elas incorporar outros fragmentos florestais e uma maior variedade de habitats em sua área de forrageio.

No geral, podemos inferir que a predação de sementes pós-dispersão é negativamente relacionada com a área dos fragmentos (Donoso *et al.* 2003). Mas até que ponto essas taxas de predação estariam afetando o recrutamento das árvores ainda permanece em aberto. Theimer *et al.* (2011) constataram uma forte interferência dos vertebrados predadores de sementes no recrutamento de árvores na Austrália, enquanto que outros estudos detectaram um efeito mais drástico do processo de predação de sementes nas populações de plantas, sugerindo que o recrutamento de novos indivíduos dessas populações seja estruturado pela atividade dos agente predadores (Vaz Ferreira *et al.* 2010, Marone *et al.* 2008). Caso os agentes predadores sejam seletivos quanto aos tipos de sementes consumidas, eles podem diminuir o total de sementes disponíveis para germinação, afetando a dinâmica populacional, a diversidade e distribuição espacial das plantas (Louda *et al.* 1982, Cueto *et al.* 2006, Marone *et al.* 2008). No entanto, é provável que as aves granívoras de chão e roedores não limitem o recrutamento de espécies arbóreas de sementes pequenas (< 5 mm) nos fragmentos florestais da Mata Atlântica, pois as espécies de aves granívoras e roedores mais abundantes nesses locais são justamente as espécies que apresentam hábitos mais generalistas, alimentando-se de uma ampla variedade de sementes (Schubart *et al.* 1965, Vieira *et al.* 2003). Além disso, um processo observado em paisagens com antigo histórico de fragmentação florestal é justamente o aumento das espécies de árvores que produzem sementes pequenas em áreas de borda e pequenos fragmentos florestais (Santos *et al.* 2008, Tabarelli *et al.* 2010). Assim, essas árvores podem aumentar a quantidade e variedade de recursos disponíveis aos granívoros, elevando a chance de sobrevivência das sementes devido à saciação de seus predadores (Griffiths *et al.* 2010).

Podemos concluir que a redução e fragmentação do habitat florestal na Mata Atlântica da região de Alfenas intensificam a predação de pequenas sementes (< 5mm), sendo o aumento das espécies de roedores generalistas a possível causa. Ao contrário do

que vinha sendo apontado, as aves granívoras foram removedores de sementes mais importantes nos fragmentos de maior tamanho. Além de serem menos sensíveis aos efeitos da fragmentação, o aumento de espécies de árvores pioneiras já constatado em pequenos fragmentos provavelmente está proporcionando uma maior quantidade de recursos aos agentes predadores generalistas (aves e roedores) dessas localidades. Contudo, são necessários estudos que busquem maior entendimento das relações entre a disponibilidade de sementes produzidas pelas plantas e a seletividade das mesmas pelos animais granívoros, contribuindo para o maior entendimento da comunidade dos predadores de sementes sobre a regeneração e estrutura das florestas fragmentadas.

Conclusão Geral

Podemos constatar que a fragmentação promove efeitos antagônicos dentro do grupo de aves granívoras (Figura 1). Ao contrário do previsto (Willis 1979, Aleixo & Vielliard 1995), a abundância das aves granívoras de chão permaneceu constante em duas das regiões estudadas (Serra do Mar e Pontal), pois o incremento na abundância dos Columbidae foi compensado pela diminuição da abundância dos Tinamidae com a fragmentação. Porém, em casos mais extremos de fragmentação, como na região de Alfenas, que detém cerca de 4% de cobertura florestal, a abundância das aves granívoras foi negativamente associada à área dos fragmentos florestais, isto porque nessa região a compensação na abundância entre os dois grupos de aves granívoras (Tinamidae e Columbidae) é anulada, já que os Tinamidae dificilmente são registrados nos fragmentos florestais, enquanto que os Columbidae são mais abundantes nos fragmentos de menor tamanho.

Encontramos uma forte evidência do papel das aves como predadores de sementes pós-dispersão, fato que ainda não havia sido comprovado em maiores escalas espaciais para florestas tropicais. Entretanto, é possível que a grande capacidade de deslocamento e a área de forrageio das aves granívoras, principalmente os Columbidae, dificulte o estabelecimento da relação entre a abundância dessas aves e a predação de sementes nos fragmentos florestais.

Os invertebrados e roedores parecem responder ao processo de fragmentação de maneira semelhante às aves, pois mesmo que algumas espécies de hábitos mais generalistas sejam mais abundantes, os táxons mais especializados acabam diminuindo com a fragmentação (Didham 1997a, Didham 1997b, Pardini *et. al* 2005, Vieira *et. al* 2009, Pires *et al.* 2002, Rocha *et al.* 2011, Passamani & Fernandez 2011). Porém, os roedores e invertebrados têm sua área de forrageio mais restrita que as aves. Em nossos experimentos constatamos que a quantidade de sementes predadas pelos roedores nos fragmentos de menor tamanho foi superior às aves, nos remetendo que os roedores exerçam uma maior pressão no total de sementes produzidas pelas plantas em pequenos fragmentos florestais.

Apesar da predação de sementes ser dependente do tamanho dos fragmentos na região de Alfenas, estudos conduzidos na Mata Atlântica apontam justamente para o aumento das espécies arbóreas que possuem sementes de pequeno porte (<5 mm) nos

fragmentos florestais (Santos *et al.* 2008, Tabarelli *et al.* 2010). Tal fato nos sugere que essas árvores não estejam sofrendo perdas significativas de suas sementes pela predação, e sim exercendo um possível controle (*botton-up*) na guilda dos predadores de sementes. Apesar da carência de dados de abundância dos invertebrados e roedores nos locais de estudo, nossos dados de abundância das aves granívoras apresentados no primeiro capítulo fortalecem essa hipótese.

Podemos concluir que os agentes predadores de sementes atuam em diferentes escalas espaciais, para que haja um maior entendimento a cerca da influência desses organismos sobre os padrões estruturais de diversidade vegetação, são necessários estudos que quantifiquem as sementes removidas pelos diferentes agentes predadores, assim como as relações entre a disponibilidade de sementes produzidas pelas plantas e a seletividade das mesmas pelos animais granívoros.

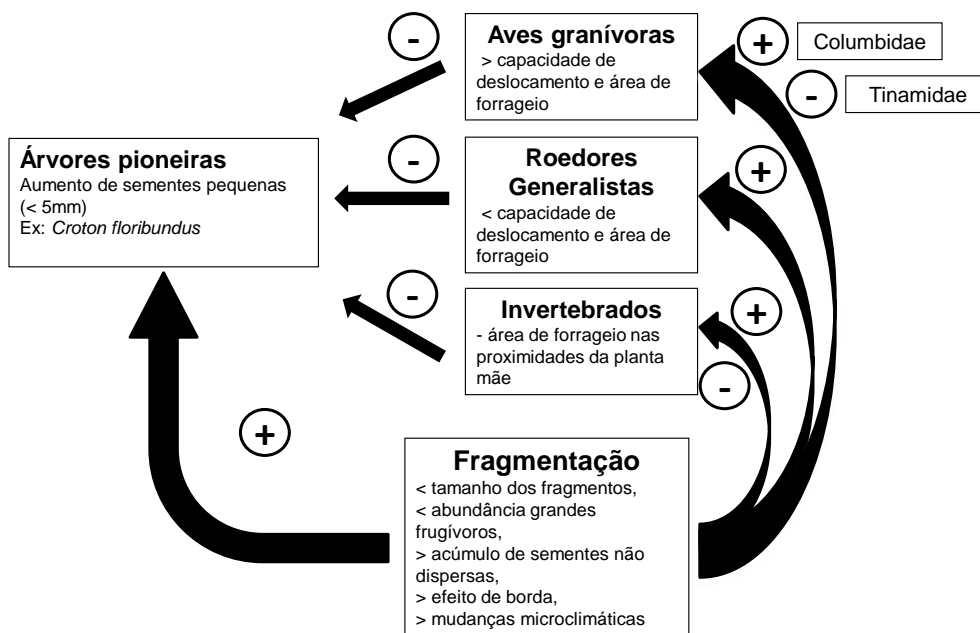


Figura 1. Fluxograma dos efeitos diretos e indiretos da fragmentação florestal da Mata Atlântica sobre a predação de sementes pós-dispersão.

Referencias bibliográficas

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 12, p. 493-511, 1995.

ANJOS, L. Bird communities in five Atlantic forest fragments in southern Brazil. *Ornitologia Neotropical*, [s. l.], v. 12, p.11–27, 2001.

ANJOS, L.; ZANETTE, L.; LOPES, E. V. Effects of fragmentation on the bird guilds of the Brazilian Atlantic Forest in north Paraná, southern Brazil. *Ornitologia Neotropical*, [s. l.], v. 15, p. 137-144, 2004.

ANJOS, L. Bird species sensitivity in a fragmented landscape of the Atlantic forest in southern Brazil. *Biotropica*, Washington, v. 38, p. 229-234, 2006.

ANJOS, A. A eficiência do método de amostragem por pontos de escuta na avaliação da riqueza de aves. *Revista Brasileira de Ornitologia*, Belém, 15, p. 239-243, 2007.

AWADE, M.; BOSCOLO, D.; METZGER, J. P. Using binary and probabilistic habitat availability indices derived from graph theory to model bird occurrence in fragmented forests. *Landscape Ecology*, The Hague, Netherlands, v. 27, p. 185-198, 2012.

BAHN, V.; O'CONNOR, J. R.; KROHN, B. W. Importance of spatial autocorrelation in modeling bird distributions at a continental scale. *Ecography*, Lund, Sweden, v. 29, p. 835–844, 2006.

BANKS-LEITE, C.; EWERS, R. M.; METZGER, J. P. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. *Oikos*, Lund, Sweden, v. 119, p. 918–926, 2010.

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. *Bird census techniques*. British Trust for Ornithology and Royal Society for Protection of Birds, 1992. 257 p.

BIERREGAARD JR., R. O.; STOUFFER, P. C. Understory birds and dynamic habitat mosaics in Amazonian rainforest. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. (Eds). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, The University of Chicago Press, 1997. p. 138-155.

BROOKS, T.; BALMFORD, A. Atlantic forest extinctions. *Nature*, Basingstoke, UK, v. 380, p. 115, 1996.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. *Model selection and inference: a practical information-theoretic approach*. New York: Springer-Verlag, 1998.

CASE, T., GILPIN, M. E.; DIAMOND, J. M. Overexploitation, interference competition, and excess density compensation in insular faunas. *American Naturalist*, v. 113, p. 843–54, 1979.

CHRISTIANINI, A. V.; GALETTI, M. Towards reliable estimates of seed removal by small mammals and birds in the Neotropics. *Brazilian Journal Biology*, São Paulo, v. 67, p. 203–208, 2007a.

CHRISTIANINI, A. V.; GALETTI, M. Spatial variation in post-dispersal seed removal in an Atlantic forest: Effects of habitat, location and guilds of seed predators. *Acta Oecologica*, Paris, v. 32, p. 328-336, 2007b.

CHRISTIANINI, A. V. *Efeitos da estrutura de habitat sobre a predação de sementes por invertebrados, aves e mamíferos em uma floresta semidecídua de São Paulo*. 2001. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 2001.

CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in forest trees. In: DEN BOER, P.J.; GRADWELL, G. R. (Ed.). *Dynamics of Populations*. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and documentation, 1971. p. 298-313.

CORDEIRO, N. J.; HOWE, H. F. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the Natural Academy of Science of the United States of America*, Washington, DC., v. 100, n. 24, p. 14052-14056, nov. 2003.

COSTA, C. M. R. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998.

CUETO, V. R.; MARONE, L.; CASNAVE, J. L. Seed preferences in sparrow species of the Monte desert: implications for seed-granivore interactions. *Auk*, [s. l.], v. 123, p. 358-367, 2006.

CULLEN JR, L.; BODMER, R. E.; PÁDUA, C. V. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic Forest, Brazil. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 95, p.49-56, 2000.

DEVELEY, P. F. *Efeitos da fragmentação e do Estado de Conservação da Floresta na Diversidade de Aves da Mata Atlântica*. 2004. 135 f. Tese (Doutorado em Ecologia)– Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

DEVELEY, P. F.; MARTENSEN, A. C. As aves da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia (SP). *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 6, n. 2, 2006.

DIDHAM, R. K. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation. In: WATT, A. D.; STORK, N. E.; HUNTER, M. D. (Eds). *Forests and insects*. Londres: Chapman and Hall, 1997a. p. 301-318.

DIDHAM, R. K. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR, R. O. (Ed.). *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press, 1997b. p. 55-70.

DONATELLI, R. J.; COSTA, T. V. V.; FERREIRA, C. D. Dinâmica da avifauna em fragmento de mata na Fazenda Rio Claro, Lençóis Paulista, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, p. 97-114, 2004.

DONOSO, D. S.; GREZ, A. A.; SIMONETTI, J. A. Effects of forest fragmentation on the granivory of different sized seeds. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 115, p. 63-70, 2003.

ESRI. *ArcGIS Desktop*: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2011.

EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, London, v. 81, p. 117–142, 2006.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, Palo Alto, Ca, v. 34, p. 487–515, 2003.

FEELEY, K. J.; TERBORGH, J. W. Habitat fragmentation and the effects of herbivore (red howler monkey) abundances on bird diversity. *Ecology*, Washington, v. 87, p. 144-150, 2006.

FLEURY, M.; GALETTI, M. Effects of microhabitat on palm seed predation in two forest fragments in southeast Brazil. *Acta Oecologica*, Paris, v. 26, p. 179–184, 2004.

FLEURY, M.; GALETTI, M. Forest fragment size and microhabitat effects on palm seed predation. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 131, p. 1–13, 2006.

FONSECA, G. A. B.; ROBINSON, J. G. Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammal communities. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 53, p. 265-294, 1990.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. *Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships*. London: John Wiley, 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica*. São Paulo: SOSMA; INPE, 2009.

GARCÍA, D.; CHACOFF, N. P. Scale-dependent effects of habitat fragmentation on hawthorn pollination, frugivory and seed predation. *Conservation Biology*, Boston, v. 21, p. 400-411, 2007.

GIRAUDO, A. R. et al. Comparing bird assemblages in large and small fragments of the Atlantic Forest hotspots. *Biodiversity Conservation*, London, v. 17, p.1251–1265, 2008.

GOERCK, J. M. Patterns of rarity in the birds of the Atlantic forest of Brazil. *Conservation Biology*, Boston, v. 11, p. 112-118, 1997.

GRIFFITH, D. A. *Spatial autocorrelation: a primer*. Washington, DC: Association of American Geographers, 1987.

GRIFFITHS, M. E. et al. Pollination ecology of *Isoglossa woodii*, a long-lived, synchronously monocarpic herb from coastal forests in South Africa. *Plant Biology*, Stuttgart, v. 12, p. 495-502, 2010.

HARMS, K. E. et al. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature*, Basingstoke, UK, v. 404, p. 493–495, 2000.

HEMPEL, A. Estudo da alimentação natural de aves silvestres do Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 19, p. 237-268, 1949.

HENLE, K. et al. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation*, London, v. 13, p. 207-251, 2004.

HULME, P. E. Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, Jena, Germany, v. 1, p. 32-46, 1998.

HURVICH, C. M.; TSAI, C. L. Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, v. 76, p. 297-307, 1989.

IOB, G.; VIEIRA, E. M. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. *Plant Ecology*, Dordrecht, v. 198, p. 185-196, 2008.

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

JIMBO, S. Notas sobre a alimentação do macuco (*Tinamus solitarius* Vieillot). In: Jimbo, S. *A flora na alimentação das aves brasileiras*. Instituto de Botânica, São Paulo-Brasil, 1962.

JORDANO, P. et al. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D. et al. (Org.). *Biologia da conservação: essências*. São Carlos, SP: RIMA, 2006. p. 411-436.

KARASOV, W. H. Digestion in birds: chemical and physiological determinants and ecological implication. *Studies in Avian Biology*, Albuquerque, Novo México, v. 13, p. 391-415, 1990.

LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. *Tropical forest remnants ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago: The University of Chicago Press, 1997.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992. 352p.

LOUDA, S. M. Distribution ecology: variation in plant recruitment over a gradient in relation to insect seed predation. *Ecological Monographs*, Durham, v. 52, p. 25-41, 1982.

MACARTHUR, R.; DIAMOND, J. M.; KARR, J. R. Density compensation in island faunas. *Ecology*, Vancouver, Canadá, v. 53, p. 330–341, 1972.

MARONE, L.; ROSSI, B. E.; CASENAVE, J. L. Granivore impact on soil seed reserves in the central Monte desert, Argentina. *Functional Ecology*, Oxford, v. 12, p. 640-645, 1998.

MARONE, L. et al. Can seed-eating birds exert top-down effects on grasses of the Monte desert?. *Oikos*, Lund, Sweden, v. 117, p. 611–619, 2008.

MARQUES, T. E. D.; BEIJO, L. A.; RAMOS, F. N. Are biotic and abiotic factors and seedling mechanical damage in forest edge fragments always different from the interior? *Australian Journal of Botany*, East Melbourne, v. 58, p. 241-247, 2010.

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*, Barking, England, v. 141, p. 21841–2192, 2008.

MENEZES; HASUI. *Does forest bird species richness in south of Minas Gerais-BR support the hypothesis of the small island effect?* (Em preparação)

MOOJEN, J.; CARVALHO, C. C.; LOPES, H. S. Observação sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 36, p. 405-444, 1941.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, Basingstoke, UK, v. 403, p. 853–858, 2000.

NATHAN, R.; CASAGRANDE, R. A simple mechanistic model of seed dispersal, predation and plant establishment: Janzen-Connell and beyond. *Journal of Ecology*, [s. l.], v. 92, p. 733–746, 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica*, Washington, v. 32, p. 793-810, 2000.

PAINE, C.E.T. et al. Weak competition among tropical tree seedlings: implications for species coexistence. *Biotropica*, Washington, v. 40, p. 432-440, 2008.

PARDINI, R. et al. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 124, p. 253-266, 2005.

PARKER III, T. A.; STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W. Ecological and distributional database. In: STOTZ, D. F. (Eds.). *Neotropical birds: ecology and conservation*, Chicago: University of Chicago Press, 1996. p. 111-410.

PASSAMANI, M.; FERNANDEZ, F. A. S. Abundance and richness of small mammals in fragmented Atlantic forest of southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, London, v. 45, p. 553-565, 2011.

PERES, C. A. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian forests. *Conservation Biology*, Boston, v. 14, p. 240-253, 2000.

PÉREZ, E. M.; BULLA, L. Dietary relationships among four granivorous doves in Venezuelan savannas. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 16, p. 865-882, 2000.

PINTO, S. R. R.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Seed predation by rodents and safe sites for large-seeded trees in a fragment of the Brazilian Atlantic forest. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, v. 69, p. 763-771, 2009.

PIRES, A. S. et al. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 108, p. 229-237, 2002.

PIZO, M. A. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 13, p. 559-578, 1991.

PIZO, M. A.; VIEIRA, E. M. Granivorous birds as potentially important post-dispersal seed predators in a Brazilian Forest fragment. *Biotropica*, Washington, v. 36, p. 417-423, 2004.

RABELLO, A. M.; RAMOS, F. N.; HASUI, E. Effect of fragment size on *Copaifera langsdorffii* seeds dispersal. *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 10, p. 47-54, 2010.

RANGEL, T. F.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. *SAM*: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology. *Ecography*, Lund, Sweden, v. 33, p. 1-5, 2010.

RIBEIRO, M. C. et al. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

RIBON, R.; SIMON, J. E.; MATTOS, G. T. D. Bird extinctions in Atlantic forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil. *Conservation Biology*, Boston, v. 7, p. 1827–1839, 2003.

ROCHA, M. F.; PASSAMANI, M.; LOUZADA, J. A small mammal community in a forest fragment, vegetation corridor and coffee matrix system in the Brazilian Atlantic Forest. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 6, p. 23312, 2011.

SANTOS, B. A. et al. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 141, p. 249-260, 2008.

SANTOS, T.; TELLERÍA, J. L. Influence of forest fragmentation on seed UUtion and dispersal of Spanish juniper. *Biological Conservation*. Barking, England, v. 70, p. 129–134, 1994.

SCHUBART, O.; AGUIRRE, A. C.; SICK, H. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. *Arquivos de Zoologia*, São Paulo, v. 12, p. 95–249, 1965.

SCHUPP, E. W. Factors affecting post-dispersal seed survival in a tropical forest. *Oecologia*, Berlin, v. 76, p. 525–530, 1988.

SEKERCIOGLU, C. H. et al. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *Proceedings National Academy Sciences*, Washington, v. 99, p. 263-267, 2002.

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

STATSOFT. STATISTICA (data analysis software system): version 7. 2004. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 15/12/2011.

STOUFFER, P. C.; BIERREGAARD JR, R. O. Use of Amazonian Forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology*, Vancouver, Canadá, v. 76, p. 2429– 2445, 1995.

STOUFFER, P. C. Long-term landscape change and bird abundance in Amazonian rainforest fragments. *Conservation Biology*, Boston, v. 20, p. 1212-1223, 2006.

SWAMY, V. Are all seeds equal? Spatially explicit comparisons of seed fall and sapling recruitment in a tropical forest. *Ecology Letters*, Oxford, UK, v. 14, p. 195-201, 2011.

TABARELLI, M. Effects of pioneer tree species hyperabundance on forest fragments in northeastern Brazil. *Conservation Biology*, Boston, v. 24, p. 1654-1663, 2010.

TERBORGH, J. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science*, New York, v. 294, p. 1923-1925, 2001.

THEIMER, TAD C. Terrestrial vertebrates alter seedling composition and richness but not diversity in an Australian tropical rain forest. *Ecology*, Vancouver, Canadá, v. 92, p. 1637–1647, 2011.

TOUCHTON, J. M.; SMITH J. N. Species loss, delayed numerical responses, and functional compensation in an antbird guild. *Ecology*, Vancouver, Canadá, v. 92, n. 5, p. 1126-1136, 2011.

UEZU, A. *Composição e estrutura da comunidade de aves na paisagem fragmentada do Pontal do Paranapanema*. 2006. 193 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Brasil, 2007.

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

UEZU, A.; METZGER, J. Vanishing bird species in the Atlantic Forest: relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. *Biodiversity and Conservation*, London, v. 20, p. 3627-3643, 2011.

VAN DEN BERG, L. J. L. Territory selection by the Dartford warbler (*Sylvia undata*) in Dorset, England: the role of vegetation type, habitat fragmentation and population size. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 101, p. 217-28, 2001.

VAZ FERREIRA, A.; BRUNA, E. M.; VASCONCELOS, H. L. Seed predators limit plant recruitment in Neotropical savannas. *Oikos*, [s. l.], v. 120, p. 1013-1022, 2010.

VIEIRA, E. M.; PIZO, M. A.; IZAR, P. Fruit and seed exploitation by small rodents of the Brazilian Atlantic forest. *Mammalia*, Paris, v. 67, p. 533-539, 2003.

VIEIRA, M. V. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. *Biological Conservation*, Barking, England, v. 142, p. 1191-1200, 2009.

VIELLIARD, J. M. E. Bird community as an indicator of biodiversity: results from quantitative surveys in Brazil. *Anais Academia Brasileira de Ciência*, Rio de Janeiro, v. 72, p. 323- 330, 2000.

VIELLIARD, J. M. E. et al. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e índice pontual de abundância. In: VON MATTER, S. et al. (Org.). *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 47-60.

VOLPATO, G. The use of the point count method for bird survey in the Atlantic Forest. *Zoologia*, Curitiba, v. 26, p. 74-78, 2010.

WANG, B. C.; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. *Trends Ecology Evolution*, Amsterdam, v. 17, p. 379-385, 2002.

WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papeis Avulsos Zoologia*, São Paulo, v. 33, p. 1-25, 1979.

WILLIS, E. O.; ONIKI, Y. Birds of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: do humans add or subtract species? *Papeis Avulsos Zoologia*, São Paulo, v. 42, p. 193–264, 2002.

WRIGHT, S. J. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, Berlin, v. 130, p. 1-14, 2002.

WRIGHT, S. J. The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*, Jena, Germany, v. 6, p. 73-86, 2003.

Anexo

Localização dos fragmentos florestais analisados no primeiro capítulo do presente estudo e detalhamento dos desenhos amostrais empregados por cada autor.

Referência Bibliográfica	Município	Região	Tamanho (ha)	Coordenadas (Graus decimais)		Período	Nº pontos/ repetições	Estações amostradas	Raio (m)	Distância (m)
				Longitude	Latitude					
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	18.8	-47.073	-23.716	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	17.5	-47.058	-23.735	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	13.2	-47.093	-23.689	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	26.1	-47.101	-23.710	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	50.5	-47.080	-23.697	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	123.0	-47.092	-23.714	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	195.1	-47.073	-23.738	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	137.4	-47.080	-23.697	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Ibiúna-SP	3	127.1	-47.241	-23.663	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Ibiúna-SP	3	133.8	-47.269	-23.696	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Ibiúna-SP	3	429.7	-47.250	-23.686	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Ibiúna-SP	3	523.7	-47.272	-23.661	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Ibiúna-SP	3	30.8	-47.322	-23.662	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Ibiúna-SP	3	99.5	-47.226	-23.653	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Ibiúna-SP	3	30.5	-47.322	-23.656	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	25.3	-47.489	-23.904	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	20.0	-47.448	-23.844	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	137.9	-47.463	-23.939	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	85.5	-47.480	-23.914	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	17.4	-47.474	-23.908	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	113.4	-47.447	-23.833	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	144.1	-47.436	-23.880	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Tapiraí-SP	2	19.7	-47.476	-23.901	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	35654.4	-52,299	-22,603	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	35654.4	-52,369	-22,428	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	35654.4	-52,341	-22,473	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	35654.4	-52,355	-22,521	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	35654.4	-52,327	-22,514	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	35654.4	-52,277	-22,516	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	35654.4	-52,300	-22,528	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	436.8	-52,397	-22,331	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	472.7	-52,264	-22,150	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200

Referência Bibliográfica	Município	Região	Tamanho (ha)	Coordenadas (Graus decimais)		Período	Nº pontos/ repetições	Estações amostradas	Raio (m)	Distância (m)
				Longitude	Latitude					
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	18.8	-47.073	-23.716	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	17.5	-47.058	-23.735	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	13.2	-47.093	-23.689	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	26.1	-47.101	-23.710	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	50.5	-47.080	-23.697	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	123.0	-47.092	-23.714	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	195.1	-47.073	-23.738	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	440.9	-52,324	-22,324	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	467.0	-52,313	-22,241	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	1169.0	-52,345	-22,294	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	1309.0	-52,497	-22,416	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	1904.9	-52,464	-22,489	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	120.6	-52,379	-22,529	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	161.1	-52,379	-22,295	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	137.3	-52,642	-22,540	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	157.8	-52,504	-22,598	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	179.3	-52,674	-22,396	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	214.2	-52,516	-22,279	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	186.9	-52,062	-22,523	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	34.2	-52.3452	-22.294	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	74.7	-52,255	-22,465	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	54.4	-52,459	-22,286	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	79.7	-52,317	-22,093	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	63.7	-52,625	-22,367	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	82.1	-52,339	-22,366	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Uezu (2006)	Teodoro Sampaio-SP	1	88.2	-52,415	-22,434	2003/2004	8 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	49.7	-45.936	-21.560	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	197.0	-46.235	-21.398	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	17.3	-45.908	-21.504	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	93.1	-45.968	-21.499	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	27.7	-46.161	-21.469	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	43.0	-46.094	-21.423	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	47.2	-45.881	-21.503	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	500.0	-46.280	-21.369	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200
Menezes (2012)	Alfenas-MG	6	15.3	-45.857	-21.341	2011	5 / 3	seca	Ilimitado	150-200

Referência Bibliográfica	Município	Região	Tamanho (ha)	Coordenadas (Graus decimais)		Período	Nº pontos/ repetições	Estações amostradas	Raio (m)	Distância (m)
				Longitude	Latitude					
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	18.8	-47.073	-23.716	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	17.5	-47.058	-23.735	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	13.2	-47.093	-23.689	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	26.1	-47.101	-23.710	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	50.5	-47.080	-23.697	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	123.0	-47.092	-23.714	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Develey (2004)	Caucaia-SP	3	195.1	-47.073	-23.738	2000/2002	4 / 5	seca e chuvosa	100	≥200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	40.7	-45,948	-21,527	2007/2008	7 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	46.5	-45,926	-21,475	2007/2008	6 / 6	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	5.0	-45,889	-21,335	2007/2008	3 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	6.0	-45,955	-21,518	2007/2008	3 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	16.5	-45,937	-21,451	2007/2008	4 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	104.0	-45,846	-21,331	2007/2008	9 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	67.0	-46,136	-21,444	2007/2008	6 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	58.0	-46,123	-21,424	2007/2008	6 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	Alfenas-MG	6	27.0	-45,987	-21,467	2007/2008	6 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	150-200
Menezes & Hasui, in prep.	São Bernardo do Campo-SP	4	295.8	-46.499	-23.832	2009/2010	5 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	≥200
Menezes & Hasui, in prep.	Rio Grande da Serra-SP	4	439.4	-46.393	-23.774	2009/2010	5 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	≥200
Menezes & Hasui, in prep.	Mogi das Cruzes-SP	4	467.5	-46.237	-23.515	2009/2010	5 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	≥200
Menezes & Hasui, in prep.	Guararema-SP	4	77.3	-46.022	-23.485	2009/2010	5 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	≥200
Menezes & Hasui, in prep.	Cosmopolis-SP	5	23.8	-47.273	-22.655	2009/2010	5 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	≥200
Menezes & Hasui, in prep.	Cosmopolis-SP	5	156.8	-47.136	-22.619	2009/2010	5 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	≥200
Menezes & Hasui, in prep.	Cosmopolis-SP	5	45.8	-47.097	-22.480	2009/2010	5 / 4	seca e chuvosa	Ilimitado	≥200