

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**DIETA DE AVES INSETÍVORAS TERRESTRES
E A DISPONIBILIDADE DE PRESAS EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS AMAZÔNICOS**

LUIZ AUGUSTO MACEDO MESTRE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial de obtenção ao título de Mestre em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP
2002

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**DIETA DE AVES INSETÍVORAS TERRESTRES
E A DISPONIBILIDADE DE PRESAS EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS AMAZÔNICOS**

LUIZ AUGUSTO MACEDO MESTRE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial de obtenção ao título de Mestre em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Dr.¹ MANOEL MARTINS DIAS FILHO¹

Co-orientador: Dr. MARIO COHN-HAFT²

^{1.} Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva / Universidade Federal de São Carlos – Av. Washington Luís, Km 235, 13565-905, São Carlos – SP – Brasil.

^{2.} Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Coleções Zoológicas, CP 478, 69083-000, Manaus – AM - Brasil

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M586da

Mestre, Luiz Augusto Macedo.

Dieta de aves insetívoras terrestres e a disponibilidade de presas em fragmentos florestais amazônicos / Luiz Augusto Macedo Mestre. -- São Carlos : UFSCar, 2002.

58 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2002.

1. Pássaro. 2. Dietas. 3. Aves insetívoras terrestres. 4. *Myrmeciza ferruginea*. 5. *Sclerurus rufularis*. 6. *Formicarius colma*. 7. *Formicarius analis*. I. Título.

CDD: 598.8 (20^a)

AGRADECIMENTOS

É com grande satisfação, um certo alívio e até um aperto no peito que estou parando neste momento para lembrar de todas as pessoas que me ajudaram, me apoiaram e me agüentaram em todo este processo de aprendizagem. Somente com a cooperação destas pessoas movidas pela amizade, companheirismo e profissionalismo, foi possível concluir este trabalho. É muito difícil expressar o quanto todas estas pessoas foram importantes para minha formação e para todo o processo que envolveu esta fase de minha vida. Na prática, este trabalho passou a ter vários co-autores que compartilharam alguns dos momentos bons ou ruins deste estudo, portanto considero este trabalho uma obra coletiva.

Não seria justo iniciar esta seção sem primeiramente agradecer aos meus pais, LUIZ DARIO e RAQUEL. Duas pessoas que sempre incentivaram e apoiaram minhas decisões, fazendo com que, através de suas vidas, eu pudesse traçar a minha. E a LENIZI, meu “portinho seguro” de coração, minha estagiária com opinião, minha grande amiga, que tornou os momentos difíceis muito mais contornáveis e momentos felizes muito mais...

Agradeço sinceramente ao Professor MANOEL DIAS, que concordando calmamente com todas minhas decisões e devaneios me apoiou e, mesmo à distância, me orientou, resolveu problemas burocráticos e sorriu dos meus vãos desesperos.

Agradeço a MARIO COHN-HAFT, grande amigo, orientador e “exemplo”, que esteve junto, decifrando minhas dúvidas, me passando confiança e sua “empolgação ornitológica”. Seu apoio e amizade foram de enorme importância em minha carreira e decisivos para a realização deste estudo.

Aos Professores e amigos que revisaram, opinaram e rabiscaram este trabalho. Em especial, agradeço os importantes comentários de SÉRGIO BORGES, Prof. RENATO CINTRA, “DADÃO” VINTECINQUE, “ROSE” VIEIRA, Prof. JOSÉ VERANI, Prof. NIVALDO NORDI Prof. JULIO GARAVELO, Prof. JOSÉ SALATIEL, CHARLES ZARTMAN, CHRISTINE MCCAIN, JEFFREY STRATFORD, FERNANDO STRAUBE e “Mr. LORENTZ” ZANETTE. Agradeço novamente a minha mãe que foi uma das únicas pessoas que leram duas vezes esta dissertação.

A AUGUSTO HENRIQUES que me auxiliou com alguns indecifráveis fragmentos de insetos.

A PHIL STOUFFER, pelo empréstimo das redes neblina, pelos dados fornecidos e pelos importantes comentários sobre o trabalho.

Agradeço também a TODO o pessoal do PDBFF que me auxiliou com competência, profissionalismo e “paciência”. Em especial agradeço aos que conviveram comigo e me acompanharam no campo, como os amigos JR “OMARILTO” e COSMO “TOSHIBA”; OCIRIO “JURUNA”, OSMAILDO “MUTUM”, SEU JOÃO DE DEUS, SEU ANTONIO CARDOSO, SEU ANTONIO “CACHORRO” e “FLEXA”. Outras duas pessoas que tenho grande consideração e que contribuem significativamente para que o Projeto seja mais “brasileiro” são MARIA DO CARMO E EUDALETE, agradeço sua compreensão e amizade.

Não posso esquecer também de meu primeiro orientador em Manaus, meu amigo THIERRY GASNIER, que foi o responsável pela minha primeira chegada na Grande Floresta e indiretamente responsável por meu sucesso em minhas aventuras amazônicas.

À amiga Magda “Gaijoe” que sempre me ajudou, desde a primeira vez que fiquei em São Carlos, até agora...

À Professora Angélica pelo apoio e confiança.

Também agradeço sinceramente aos GRANDES AMIGOS, que me apoiaram e sempre estiveram ao meu lado, não só porque moraram comigo...

Aos amigos especiais de São Carlos Tércio “de Macnbury”, Carlos “Bixossauro” (e Perva).

Aos fiéis amigos manauaras HENRIQUE “HENRICKSON”, “GROG” HOLANDA (e DILLA).

E também ao professor e camarada de viagem LUCIANO “DISK AVES”, CAROL (e LAIKA).

Agradeço à banca que avaliou este trabalho, composta pelo Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira, Prof. Dr. Nivaldo Nordi e pelo meu orientador.

Este trabalho não poderia ser realizado sem o importante apoio financeiro e logístico fornecido pelo PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS da UFSCar, pela CAPES, pelo *WORLD WILDLIFE FOUND* (WWF) e pelo PROJETO DINÂMICA BIOLÓGICA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS – INPA/ STRI.

Enfim, AGRADEÇO SINCERAMENTE a TODOS aqueles que de uma maneira ou de outra, de forma consciente ou inconscientemente me ajudaram na realização deste trabalho e no sucesso desta importante fase de minha vida...

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO	3
MÉTODOS	9
RESULTADOS	27
DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	44
BIBLIOGRAFIA	45
APÊNDICES	53

LISTA DE FIGURAS

FIG 1. Imagem de satélite da Amazônia legal e das áreas de estudo, mapa explicativo.....	10
FIG 2: Floresta Amazônica de <i>terra-firme</i> , sub-bosque (Reserva Ducke).....	12
FIG 3: Fragmento florestal de 10 ha (Fazenda Porto Alegre), borda do fragmento de 100ha (pós-isolamento).....	13
FIG 4 : Espécies focais.....	15
FIG 5: Amostragem de dieta.....	17
FIG 6: Exemplos dos fragmentos de presas encontrados nas amostras: A, Formicidae, cabeças e abdome; B, Coleoptera, cabeças e élitros; C, Orthoptera, mandíbulas; D, Opiliones, cefalotórax. Malha de fundo = 0,3mm	19
FIG 7: Exemplos dos fragmentos de presas encontrados nas amostras: A, Ootecas e ovos de insetos; B, Araneae, quelíceras e estruturas reprodutivas (circulado); Pequenos vertebrados, ossos de anuros ou lagartos. Malha de fundo = 0,3mm.....	20
FIG 8: Exemplo da divisão da área de amostragem; asteriscos representam possíveis pontos sorteados.....	25
FIG 9: Amostragem da disponibilidade de presas.....	26
FIG 10: Proporção dos itens de presas consumidas (número de amostras em parênteses). A categoria “Outros” inclui os tipos de presas com representatividade menor que 2% para cada espécie; <i>F. analis</i> = Blattodea, Diplopoda, Coleoptera larvas, Homoptera, Annelida, Mollusca, Neuroptera, Opiliones, Uropigy e Vertebrados; <i>F. colma</i> = Blattodea, Hemiptera, Homoptera, Isoptera, Coleoptera larvas, Neuroptera, Ootecas, Opiliones e Vertebrados; <i>M. ferruginea</i> = Blattodea, Diptera larvas, Homoptera e Opiliones; <i>S. rufigularis</i> = Dermaptera, Diptera larvas, Coleoptera larvas, Homoptera, Lepidoptera, Annelida e Vertebrados.....	28
FIG. 11: Curvas de saturação de tipos de presas. Para cada número de amostras, os símbolos representam a media e o desvio padrão de 100 amostragens aleatórias (sem repetição) de todas as coletas de regurgito de cada espécie. Este procedimento elimina os efeitos de ordem de amostragem na curva (Cohn-Haft 1995).....	30
FIG 12: Porcentagem dos artrópodos de serapilheira coletados em fragmentos e floresta contínua.....	35
FIG 13: Média das proporções de artrópodos de serapilheira nas três classes de tamanhos coletados em fragmentos de 1ha, 10ha em floresta contínua.....	35
FIG 14: Mediana da abundância total de presas em florestas contínuas e em fragmentos de 1ha e 10ha durante a época chuvosa e seca.....	36
FIG 15: Uso menos disponibilidade de presas em florestas contínuas.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espécies focais, família, peso, comprimento do bico e locais onde estas espécies foram recentemente observadas (códigos no texto).....	15
Tabela 2: Valores de sobreposição alimentar (índice de Morisita) entre pares das quatro espécies estudadas.	27
Tabela 3: Índices de dieta, número de itens e tamanhos de presas para cada espécie. Espécies resistentes à fragmentação estão à esquerda. Média e desvios padrão destes índices foram obtidos por <i>bootstrapping</i> . As comparações entre os pares foram feitas através de testes <i>t de Student</i> (índices e número de itens) e Mann-Withney teste U' (tamanhos de presas).	33

RESUMO

DIETA DE AVES INSETÍVORAS TERRESTRES E A DISPONIBILIDADE DE PRESAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS AMAZÔNICOS

As aves insetívoras terrestres parecem ser um dos grupos mais vulneráveis à fragmentação de florestas tropicais, no entanto algumas espécies desta guilda ainda sobrevivem em fragmentos florestais e em florestas secundárias. Se a sensibilidade destas aves à fragmentação de florestas estivesse associada à dieta, então espécies com a dieta relativamente flexível teriam maior propensão em persistir nos fragmentos florestais. Este estudo comparou sobreposição trófica, amplitude de nicho, tamanho de presas e variabilidade de dieta de dois pares de espécies de aves insetívoras terrestres, onde cada par foi composto por uma espécie que persiste nos fragmentos e outra que não: *Myrmeciza ferruginea* e *Sclerurus rufularis*; *Formicarius colma* e *Formicarius analis*, respectivamente. A disponibilidade de presas foi também amostrada e comparada entre os fragmentos florestais e a floresta contínua. As espécies pares de peso aproximado têm dietas mais sobrepostas. Os índices de amplitude de nicho não foram significativamente diferentes entre os pares. Embora as espécies mais vulneráveis tenham consumido presas maiores que as espécies mais resistentes, a disponibilidade de presas não diferiu significativamente entre os fragmentos e a floresta contínua. Assim, dieta parece não ser o principal determinante na extinção destas espécies nos pequenos fragmentos florestais. A simples explanação proposta, de que vulnerabilidade à fragmentação é diretamente relacionada ao tamanho da área de vida, requer testes. No entanto, a probabilidade de que estas aves precisem de áreas maiores por estar se alimentando de presas maiores é consistente com observações não publicadas feitas nas áreas de estudo.

ABSTRACT

DIET OF TERRESTRIAL INSECTIVOROUS BIRDS AND PREY AVAILABILITY IN AMAZONIAN FOREST FRAGMENTS.

Terrestrial insectivorous birds seem to be the most vulnerable avian guild to tropical forest fragmentation; nevertheless, some species in this group can persist in forest remnants and second growth areas. If sensitivity to forest fragmentation could be associated with diet, thus we expected that species with relatively flexible diet be the ones most likely to persist in forest remnants. This study compared diet overlap, niche breadth, prey size, and diet variability in two pairs of sympatric species of terrestrial insectivorous birds, each pair containing one species that persists in small forest fragments and one that does not: *Myrmeciza ferruginea* and *Sclerurus ruficularis*, and *Formicarius colma* and *Formicarius analis*, respectively. Prey availability in forest fragments was also sampled and compared with availability in continuous forests. The species pair, with similar weight, has diet more overlapped. Niche breadth indices did not differ between pair members, and diet variability differed in the opposite direction from that hypothesised. Although the two bird species most vulnerable to forest fragmentation fed on larger prey than less sensitive species, prey availability, including that based on prey size, did not differ among fragmented versus continuous forest sites. Thus, diet per se appears not to be an important cause of extinction-proneness in these species. The simplest explanation proposed, that vulnerability to fragmentation is directly related to territory size, requires testing. However, it is consistent with unpublished observations that the bird species feeding on larger prey have larger territories.

INTRODUÇÃO

O atual crescimento das populações humanas e a utilização irracional dos recursos naturais têm resultado em um grande decréscimo das áreas naturais. Nas últimas décadas as áreas de florestas tropicais têm sido intensamente exploradas e modificadas em um mosaico de áreas abertas, manchas de florestas e cidades. O processo de fragmentação de florestas contribui diretamente para perda local de biodiversidade e por este motivo está sendo atualmente enfatizado em estudos de biologia e ecologia, visando o futuro manejo das áreas naturais (*i.e.* Lovejoy *et al.* 1983, Lovejoy *et al.* 1986, Fahring & Merriam 1994, Didham 1996, Laurance & Williamson 2001).

A fragmentação de habitats afeta diretamente a composição da avifauna, principalmente na região Neotropical, onde atualmente existem os mais altos níveis de destruição de florestas e onde as aves são geralmente mais especializadas em suas técnicas de forrageio, utilizam habitats mais específicos, são mais sedentárias e têm maiores áreas de vida que as aves de florestas temperadas (Orians 1969, Willis 1974, Karr *et al.* 1990, Stouffer & Bierregaard 1995). No entanto, diferentes espécies de aves reagem de forma diferente ao desmatamento (Hagan *et al.* 1996, Sick 1997). As espécies com maior propensão à extinção são as que estão em seu limite de distribuição altitudinal ou geográfica. A alta vulnerabilidade de algumas espécies pode também estar associada com sua história de vida e características ecológicas, como tamanho do corpo, pequeno tamanho das populações, especialização

de habitat, ou baixa taxa de sobrevivência (Kattan *et al.* 1994). Geralmente as espécies que são negativamente afetadas pela fragmentação de florestas são restritas ao interior de florestas primárias, não tendo a habilidade de utilizar bordas ou florestas secundárias (Offerman *et al.* 1995).

Na Amazônia central, as espécies de aves pouco comuns em florestas contínuas, que utilizam clareiras e copa, passaram a ser mais capturadas após a fragmentação de florestas. Por outro lado, a maioria das aves insetívoras de sub-bosque desapareceu nos primeiros anos de isolamento da floresta contínua (Stouffer & Bierregaard 1995). Depois deste abrupto declínio, as espécies seguidoras de formigas de correição e alguns componentes de bandos mistos de sub-bosque retornaram aos fragmentos cercados por vegetação secundária (Stouffer & Bierregaard 1995). No entanto, as altas taxas de extinção local calculada para maioria das espécies de aves insetívoras terrestres foram compensadas por apenas três casos de recolonização nesses fragmentos (Stratford 1997). Essa guilda parece reunir as espécies mais vulneráveis e também algumas relativamente resistentes à fragmentação de florestas, que ainda foram observadas nos remanescentes e em áreas de vegetação secundária (Stratford & Stouffer 1999, Borges & Stouffer 1999). Assim, em termos ecológicos seria importante analisar porque algumas espécies do mesmo grupo são mais sensíveis do que outras à fragmentação de florestas.

Várias hipóteses têm sido propostas para explicar o desaparecimento de aves insetívoras de sub-bosque em fragmentos florestais e quatro dessas são especialmente relevantes: a) A hipótese sobre a influência de mudanças

micro-climáticas propõe que essas aves são particularmente sensíveis fisiologicamente às mudanças micro-climáticas associadas à fragmentação (Canaday 1997, Karr & Freemark 1983). b) A hipótese de especificidade de habitat afirma que os fragmentos florestais não possuem alguns dos microhabitats específicos que as aves insetívoras de sub-bosque necessitam para sobreviver (Canaday 1997, Ford et al. 2001). c) A hipótese de dificuldade de dispersão se baseia nos hábitos relativamente sedentários e territoriais dessas aves, prevendo que essas não teriam capacidade de atravessar áreas sem florestas (Stouffer & Bierregaard 1995, Greenberg 1988). d) A hipótese de escassez de alimento postula que os pequenos fragmentos não dispõem da quantidade necessária de presas para a sobrevivência dessas aves (Offerman *et al.* 1995, Stratford 1997, Sekercioglu *et al.* 2002).

A hipótese da escassez de alimento é freqüentemente levantada, pois as mudanças nas comunidades de insetos devido à fragmentação de florestas já foram bem documentadas (Lovejoy *et al.* 1986, Brown 1991, Offerman *et al.* 1995, Didham *et al.* 1996, Didham 1997). Outros trabalhos mostraram que diferentes habitats e as táticas de alimentação de aves insetívoras determinam o consumo de diferentes tipos e números de presas (Sherry 1984, Cohn-Haft 1995). Desse modo, esperava-se que as condições nos fragmentos florestais que favorecem modificações na biomassa dos artrópodos de sub-bosque e o declínio de alguns grupos de invertebrados de serapilheira (Didham 1996, Malcolm 1997) poderiam estar afetando diretamente a base de alimento e a manutenção das populações dessas aves (*i.e.* Burke & Nol 1998).

Caso a escassez de alimento e uma possível especialização trófica estivessem influenciando diretamente a permanência das aves insetívoras terrestres nos remanescentes, a sensibilidade destas aves à fragmentação de florestas estaria associada à dieta. Esperava-se que espécies com dietas relativamente flexíveis fossem mais propensas a permanecer nos remanescentes florestais.

Supondo que a necessidade trófica seja um dos principais fatores que influenciam na extinção local de certas espécies de aves insetívoras, foram comparadas sobreposições de dieta, larguras de nicho, tamanho de presas e variabilidade de dieta de quatro espécies simpátricas de aves insetívoras terrestres (*Myrmeciza ferruginea*, *Sclerurus ruficularis*, *Formicarius colma* e *Formicarius analis*) e também comparada à disponibilidade de presas em fragmentos florestais e floresta contínua.

Procurando controlar os efeitos filogenéticos, morfológicos ou comportamentais que poderiam também estar influenciando na dieta destas aves foram escolhidos dois pares de espécies da mesma guilda, com mesma estratégia de forrageio, peso corporal e tamanho do bico semelhantes, em que uma persiste em fragmentos florestais e outra não. Esta escolha foi principalmente baseada na maneira geral de forragear e no tamanho destas aves, sendo uma tentativa de escolher dentro das espécies presentes (Cohnhaft *et al.* 1997) as que mais se parecem em todas as características ecológicas relevantes, diferenciando-se apenas em relação à sensibilidade à fragmentação de florestas. Assim, as espécies de aves insetívoras terrestres mais vulneráveis à fragmentação deveriam ter dieta diferente das espécies

mais resistentes, mostrando que certas características da dieta poderiam estar ligadas a causa dessa vulnerabilidade.

Conceitos

As aves insetívoras terrestres podem ser consideradas como pertencentes à mesma guilda trófica, alimentando-se na serapilheira, virando folhas e procurando artrópodos no chão. O termo “insetívoro” é geralmente utilizado para descrever preferência alimentar de aves que se alimentam de artrópodos em geral e não apenas de insetos (*i.e.* Karr *et al.* 1990, Chapman & Rosenberg 1991, Polin *et al.* 1994c, Chesser 1995, Cohn-Haft 1995). Assim, este estudo foi direcionado ao grupo (ou guilda trófica) das aves que andam procurando suas presas no chão da floresta e se alimentam principalmente de artrópodos, podendo ocasionalmente alimentar-se até de pequenos vertebrados.

Os termos utilizados para classificar as espécies focais como vulneráveis ou sensíveis à fragmentação de florestas foram baseados em estudos anteriores feitos com aves insetívoras na área (Stouffer & Bierregaard 1995, Stratford 1997, Stouffer 1997, Stratford & Stouffer 1999). O conceito de vulnerável ou sensível à fragmentação de florestas é relativo às espécies que não permaneceram ou não retornaram aos pequenos remanescentes florestais (1ha e 10ha) desde o isolamento da floresta na década de 80, até as últimas observações feitas na área de estudo em 2001 (Stouffer, comunicação

pessoal). A mesma fonte de dados foi utilizada para conceituar as espécies resistentes ou pouco vulneráveis à fragmentação de florestas.

Os conceitos de amplitude de dieta e variabilidade de dieta representam duas medidas distintas de especialização (Sherry 1990, Cohn-Haft 1995). Amplitude de dieta (medida por dois índices) é uma função do número dos diferentes tipos de presas consumidas. Dietas mais estreitas constituem-se de poucos tipos de presas e as aves são consideradas especialistas; as aves com dietas mais amplas são consideradas generalistas. A variabilidade de dieta é medida no espaço e no tempo pelo índice de heterogeneidade de dieta populacional (*Population Dietary Heterogeneity: PDH*, Sherry 1984). Espécies com dietas mais homogêneas têm pouca variação entre indivíduos (ou amostras) e provavelmente exibem um comportamento de forrageio relativamente estereotipado. Em contraste, dietas heterogêneas sugerem oportunismo e dependência de recursos mais variáveis (Cohn-Haft, 1995).

Deste modo, se vulnerabilidade à fragmentação fosse relacionada à dieta, esperava-se que as espécies mais vulneráveis à fragmentação de florestas tivessem dietas mais estreitas e mais homogêneas, sugerindo maior especialização e pouca variabilidade de dieta quando comparadas às espécies mais resistentes.

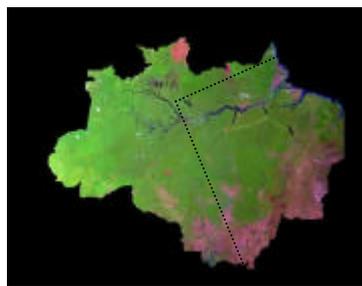
MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo foi realizado em floresta amazônica de *terra firme* (florestas não inundadas), nas áreas administradas pelo Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF: convênio entre o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia [INPA] e a *Smithsonian Institution*), localizadas a cerca de 80 km ao norte de Manaus (2°20'00"S / 60°00'00"W) (FIG 1). Essas áreas localizam-se em três fazendas próximas (Dimona, Porto Alegre e Esteio) com aproximadamente 15.000 ha cada, e incluem áreas em floresta primária (contínua), fragmentos florestais, pastagens e florestas secundárias.

Nessa região predomina latossolo arenoso ou argiloso, antigo e pobre em nutrientes. A altitude das áreas estudadas varia entre 50 e 100 m acima do nível do mar, onde nascem apenas pequenos córregos com menos de 2 m de largura.

A sazonalidade na região tem pequena amplitude de variação, coincidindo com outras áreas de floresta tropical (Gentry 1990). A média anual de temperatura é 26,7 ° C; no mês mais quente (setembro) é de 27,9°, e no mês mais frio (fevereiro) é de 25,8° C (Salati *et al.* 1991). A média anual de chuvas é de aproximadamente 2400 mm; os meses mais chuvosos são de janeiro a maio, com pico em março e abril (>300mm/mês) e os mais secos são de julho a setembro (<100mm/mês) (Lovejoy & Bierregaard 1990, Salati *et al.* 1991 e dados atuais do PDBFF).



Amazônia legal

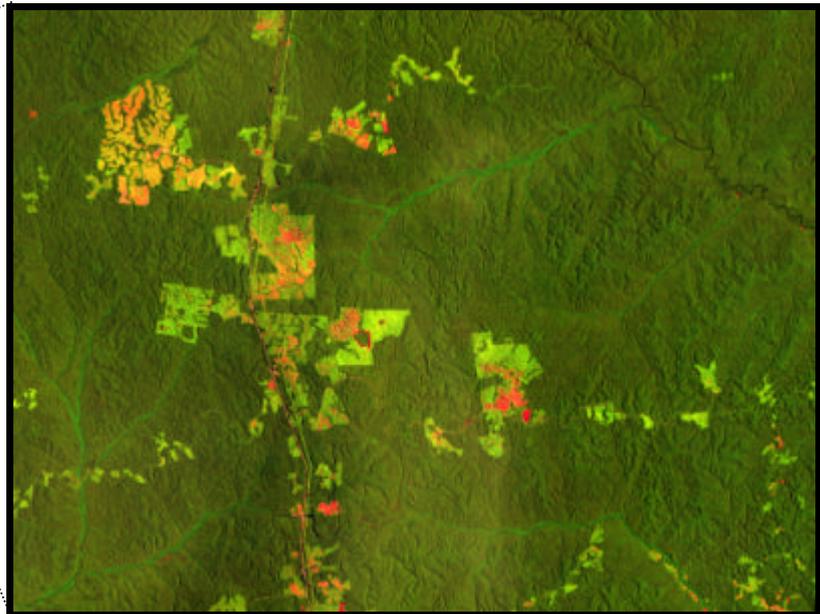
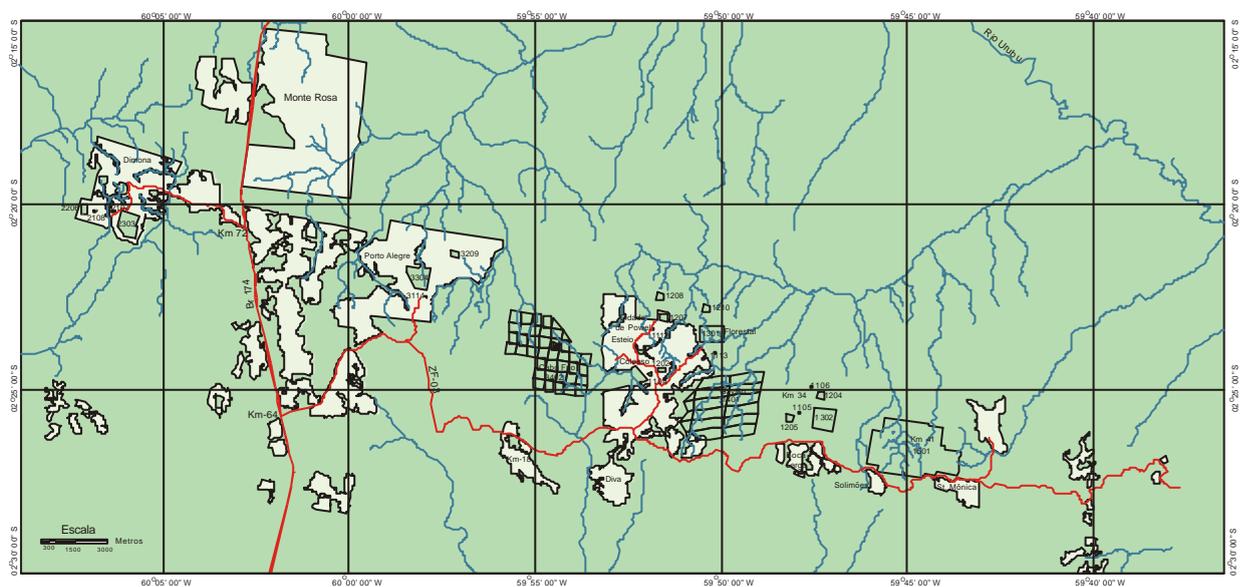


Imagem de satélite, áreas do PDBFF (1995)

Reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais



Legenda



Fonte: INPE Landsat TM 5.4.3 - RGB, 1995.
Elaborado em junho de 1998 por Venticinque,
E. M. and Fernandes, T. L. N.

FIG 1: Imagem de satélite da Amazônia legal e das áreas de estudo, abaixo mapa explicativo.

As áreas de florestas primárias estudadas localizam-se na Fazenda Esteio; Reservas Colosso (CO), Gavião, Florestal e km41 (41); na Fazenda Dimona (DI) e na Fazenda Porto Alegre (PA). Esta floresta, chamada de contínua, estende-se por centenas de quilômetros a Leste, Oeste e Norte, apenas interrompida por poucas rodovias; entretanto ao Sul esta está sendo progressivamente descaracterizada com a fundação de pequenas comunidades promovida pelo aumento constante da cidade de Manaus (população > 1,5 milhões de habitantes) (FIG 1).

A vegetação primária e secundária da área de estudo é bem conhecida (*i.e.* Lovejoy *et al.* 1983, Lovejoy & Bierregaard 1990, Williamson *et al.* 1998, Miriti 1998). A copa das árvores na floresta de *terra-firme* não perturbada alcança cerca de 35 metros com ocasionais emergentes de 55 m (FIG 2). As famílias mais representadas incluem Lecythidaceae, Fabaceae, Sapotaceae e Burceraceae. O sub-bosque é relativamente aberto, dominado por palmeiras, arbustos e lianas; onde são mais abundantes as famílias Palmae, Melastomataceae, Rubiaceae e Violaceae (FIG 2). Nas áreas perturbadas próximas das estradas e nas pastagens abandonadas crescem dois principais tipos de vegetação secundária, dominadas por *Cecropia* sp. (Cecropiaceae) ou por *Vismia* sp. (Clusiaceae) e *Belucia* sp. (Melastomataceae).

FIG 2: Floresta Amazônica de *terra-firme* (Reserva Ducke)

Sub-bosque

Os fragmentos florestais foram isolados entre 1980 e 1985, sendo circundados primeiramente por pastagens (FIG 3). Foram criadas cerca de 11 reservas experimentais de 1, 10 e 100 hectares em uma colaboração entre os proprietários das fazendas Esteio, Porto Alegre e Dimona e o projeto *Minimum Critical Size of Ecosystems* (atual PDBFF - INPA/SI). Esses remanescentes foram separados da floresta contínua a distâncias entre 70 e 650 metros. Em seis desses fragmentos a vegetação ao redor foi queimada e onde não foram instaladas pastagens a vegetação secundária foi dominada por *Belucia* sp. e *Vismia* sp. Em cinco outros fragmentos a vegetação ao redor foi apenas cortada e, após alguns anos, a vegetação secundária foi dominada por *Cecropia* sp. Atualmente continuam sendo periodicamente isolados quatro fragmentos de 1ha: dois na fazenda Dimona (1DI e 1*DI), um na Colosso (1CO) e um na Porto Alegre (1PA). Três de 10ha (10PA, 10DI e 10CO) e 2 de 100ha (100PA e 100DI). Os fragmentos de 1 ha e 10 ha foram utilizados nas amostragens de disponibilidade de presas. Descrições mais detalhadas

destas áreas de estudo estão em Lovejoy *et al.* (1983), Gentry (1990) e Stouffer & Bierregaard (1995).



FIG 3: Fragmento florestal de 10 ha (Fazenda Porto Alegre)



Borda do fragmento de 100ha (pós-isolamento)

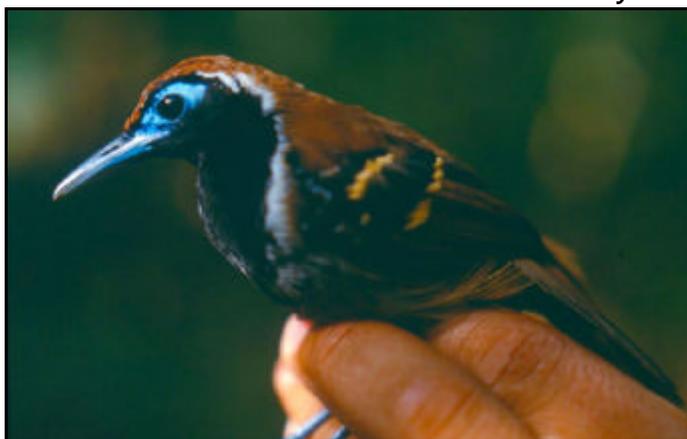
Espécies focais

Foram enfocadas quatro espécies de aves insetívoras terrestres que forrageiam exclusivamente procurando artrópodos na serapilheira. Este grupo, além de utilizar microhabitats bem específicos, reúne tanto espécies muito vulneráveis como relativamente resistentes à fragmentação florestal. Além disto, essas espécies já tiveram alguns aspectos ecológicos estudados nestas mesmas áreas, como dados morfológicos (Bierregaard 1988), área de vida (Stratford 1997, Stouffer 1997), relações interespecíficas (Stouffer 1997) e persistência nos fragmentos estudados (Stouffer & Bierregaard 1995; Stratford & Stouffer 1999).

Este estudo analisou a dieta de dois pares de espécies da mesma guilda trófica, com tamanhos similares, afinidades ecológicas e filogenéticas; *Myrmeciza ferruginea* (“Formigueiro-ferrugem”, Thamnophilidae) e *Sclerurus rufularis* (“Vira-folha de bico curto”, Furnariidae); *Formicarius colma* (“Pinto-da-mata-coroadado”, Formicariidae) e *Formicarius analis* (“Pinto-da-mata-de-cara-preta”, Formicariidae), em que a primeira espécie de cada par está presente tanto em fragmentos como em floresta contínua, enquanto a segunda ocorre apenas em floresta contínua (Stouffer & Bierregaard 1995) (FIG 4, Tabela 1).

Este desenho pareado é uma tentativa de isolar a dieta dos outros fatores que poderiam estar influenciando na susceptibilidade à fragmentação, como diferenças morfológicas e estratégias de forrageio (Felsenstein 1985, Harvey & Pagel 1991). As duas espécies de *Formicarius* são de pesos diferentes, característica já implicada na possível competição interespecífica entre elas (Robinson & Terborgh 1995, Stouffer 1997). As espécies do outro par são de tamanhos e portes muito semelhantes, mas representam diferentes famílias taxonômicas. Também, o fato das quatro espécies coexistirem no mesmo habitat e estrato nas mesmas florestas primárias sugere que não utilizam exatamente os mesmos recursos. Entretanto esta foi a melhor maneira de escolher dentro das espécies presentes (Cohn-haft *et al.* 1997) as que mais se parecem em todas as características ecológicas relevantes.

1º Par "Myrmeciza/Sclerurus"

*Myrmeciza ferruginea**Sclerurus rufularis*

2º Par "Formicarius"

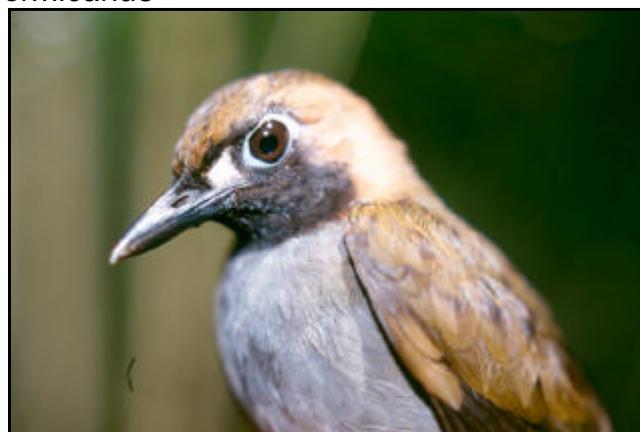
*Formicarius colma**Formicarius analis*

FIG 4 : Espécies focais.

Tabela 1: Espécies focais, família, sensibilidade à fragmentação, peso, comprimento do bico e locais onde estas espécies foram recentemente observadas (códigos no texto).

Espécies	Família	Sensibilidade	Peso [#]	Tamanho do bico *	Locais de floresta contínua	Fragmentos*
<i>Myrmeciza ferruginea</i>	Thamnophilidae	Resistente	25 g	11.8 mm	41, Gavião, Florestal, CO., DI, PA.	10 ha CO. 10 ha PA. 100 ha PA. 100 ha DI.
<i>Sclerurus rufularis</i>	Furnariidae	Vulnerável	21 g	11.7 mm	41, Gavião, CO.	100 ha PA.
<i>Formicarius colma</i>	Formicariidae	Resistente	46 g	12.3 mm	41, Gavião, Florestal, CO, DI.	10 ha CO. 10 ha DI. 100 ha PA. 100 ha DI.
<i>Formicarius analis</i>	Formicariidae	Vulnerável	62 g	13.6 mm	41, Gavião, Florestal, CO, DI.	-

[#] Bierregaard 1988, * Stouffer comunicação pessoal.

Amostragem de dieta

Entre fevereiro e outubro de 2001 e abril e maio de 2002, as aves foram localizadas nas áreas de floresta contínua através das reproduções da vocalização (*playback*) de cada espécie com um equipamento de áudio (Sony TCM 5000). Onde eram encontrados indivíduos das espécies focais, armava-se próximo uma ou duas redes-neblina para capturá-los atraindo-os por continuado *playback*. Os locais de captura foram devidamente registrados.

As aves eram capturadas apenas após as 7:00 e no máximo até as 15:00 horas, para terem um tempo de forrageio antes e depois do procedimento (FIG 5). O indivíduo era identificado, pesado, marcado com um corte em uma das rêmiges secundárias e, quando possível, fotografado. Em seguida era induzido a regurgitar através da administração de tártaro emético (solução de tartarato de antimônio e potássio, 1,5% de solução / 0,8 ml por 100g de peso), através de via oral, por uma seringa de 1 ml e um escalpe de soro. A ave colocada em uma caixa de papelão, forrada com papel toalha, permanecia 30 minutos e era libertada, tendo regurgitado ou não (FIG 5). Este método é muito utilizado, pois permite a análise dos itens alimentares com uma baixa porcentagem de mortalidade (Robinson & Holmes 1982, Poulin *et al.* 1994a, Poulin *et al.* 1994b, Poulin *et al.* 1994c, Mallet-Rodrigues *et al.* 1997). No caso deste estudo, todas as aves induzidas a regurgitar sobreviveram, sendo duas recapturadas. Os indivíduos que regurgitavam não eram mais capturados ou induzidos, evitando falsa replicação dos dados.

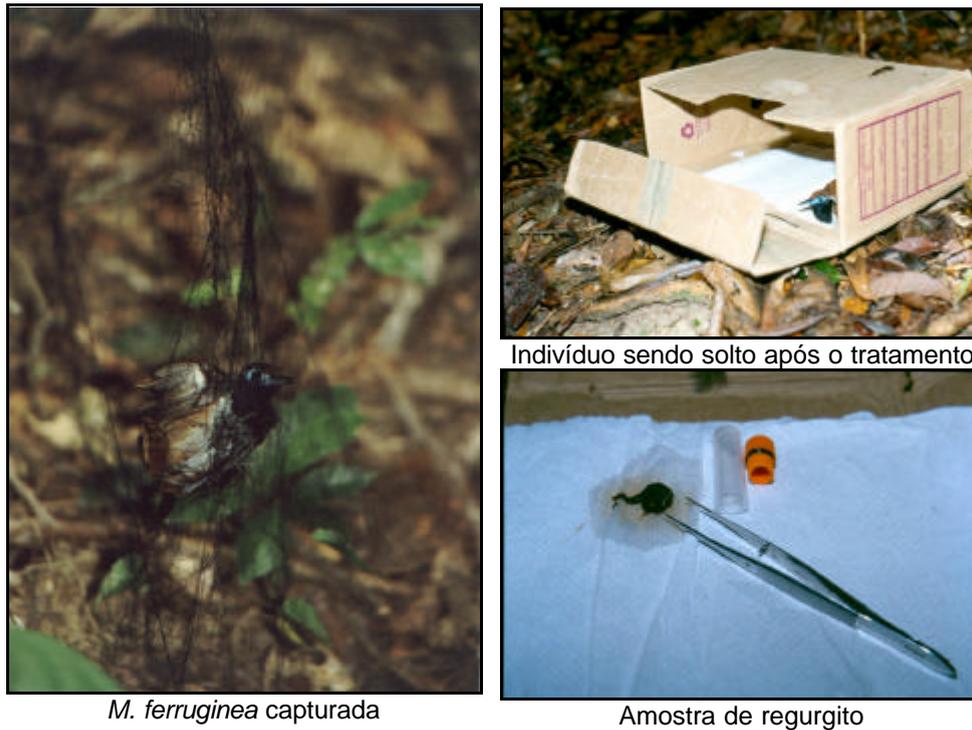


FIG 5: Amostragem de dieta

Este procedimento foi realizado apenas em áreas de floresta contínua. Não foram amostrados indivíduos em fragmentos florestais devido ao pequeno número destas aves nestas áreas, evitando pseudo-replicação e não colocando em risco estes poucos indivíduos em áreas de estudo usados por vários pesquisadores onde é imprescindível a presença de toda a biota. Supõe-se, neste estudo, que a dieta de uma espécie em floresta contínua represente sua preferência natural e que possíveis adaptações a diferente disponibilidade de presas nos fragmentos sejam resposta de dieta mais flexível.

Análise de dieta

O conteúdo estomacal regurgitado era depositado com uma pinça em um vidro com álcool 80 % e levado para laboratório, sendo posteriormente analisado sob microscópio estereoscópio. Para cada amostra, os fragmentos de presa foram identificados e organizados em categorias taxonômicas, que relacionaram o nível ordem e, quando possível o estado de maturação (larva ou adulto) (FIG 6 e 7). Os fragmentos, identificados como pertencentes ao mesmo exemplar, foram contados para estimar o número mínimo de presas (ex. duas mandíbulas esquerdas de gafanhoto = 2 gafanhotos). As referências utilizadas para as identificações das partes dos artrópodos incluíram Borror *et al.*(1981), CSIRO (1979) e Chapman & Rosenberg (1991).

Foram estimados individualmente os tamanhos de 96% das presas, através das partes diagnósticas selecionadas (ex. mandíbulas, élitros, cabeças, quelíceras...) utilizando regressões lineares obtidas através de 150 artrópodos coletados nas amostragens de disponibilidade de presas. Apenas foram utilizadas equações de estimativa ($y=a+bx$) quando a regressão tinha a reta extremamente diferente de zero ($p<0,001$) e valores de r múltiplo acima de 0,90.

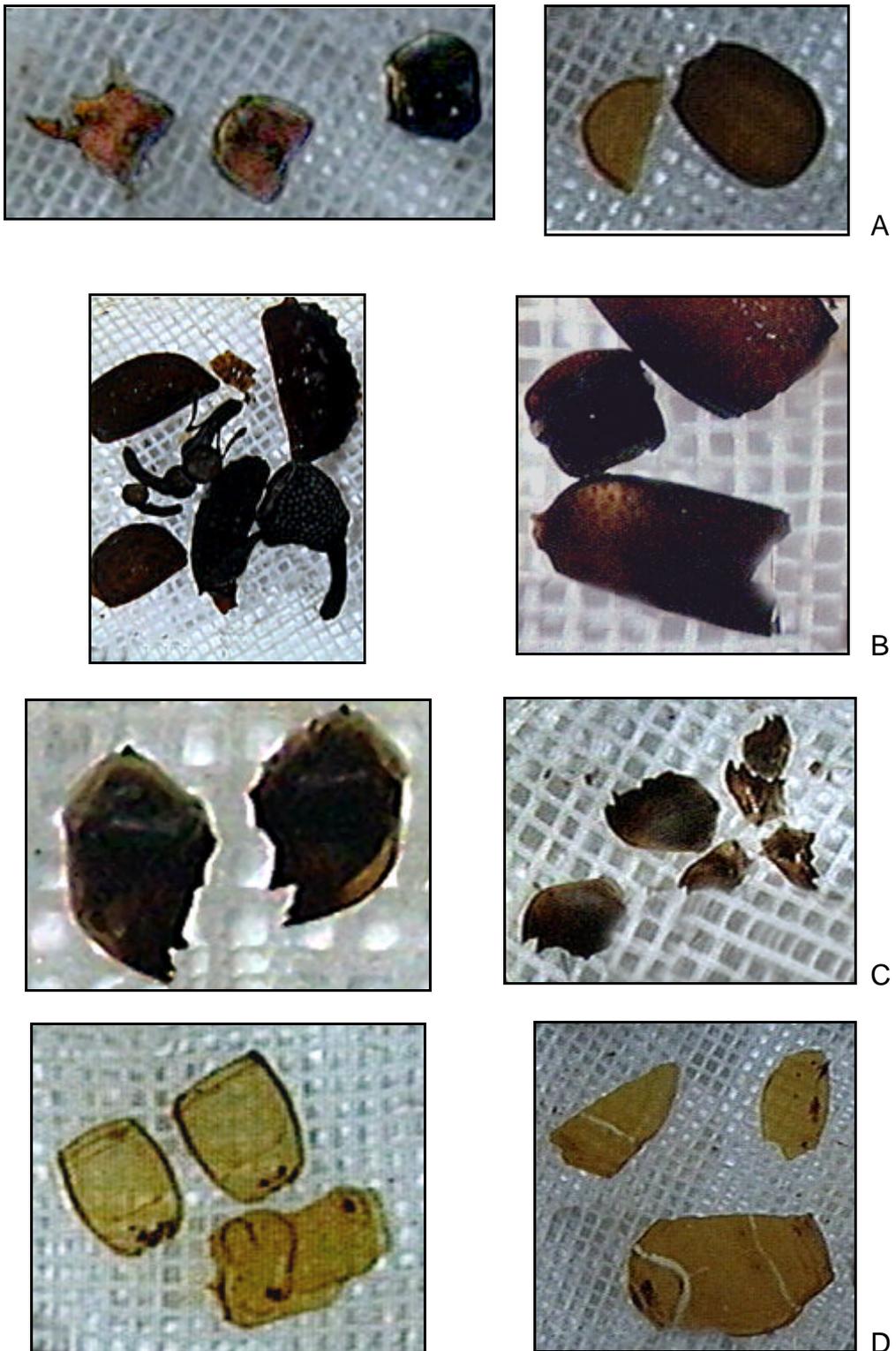


FIG 6: Exemplos dos fragmentos de presas encontrados nas amostras: A, Formicidae, cabeças e abdome; B, Coleoptera, cabeças e élitros; C, Orthoptera, mandíbulas; D, Opiliones, cefalotórax. Malha de fundo = 0,3 mm.

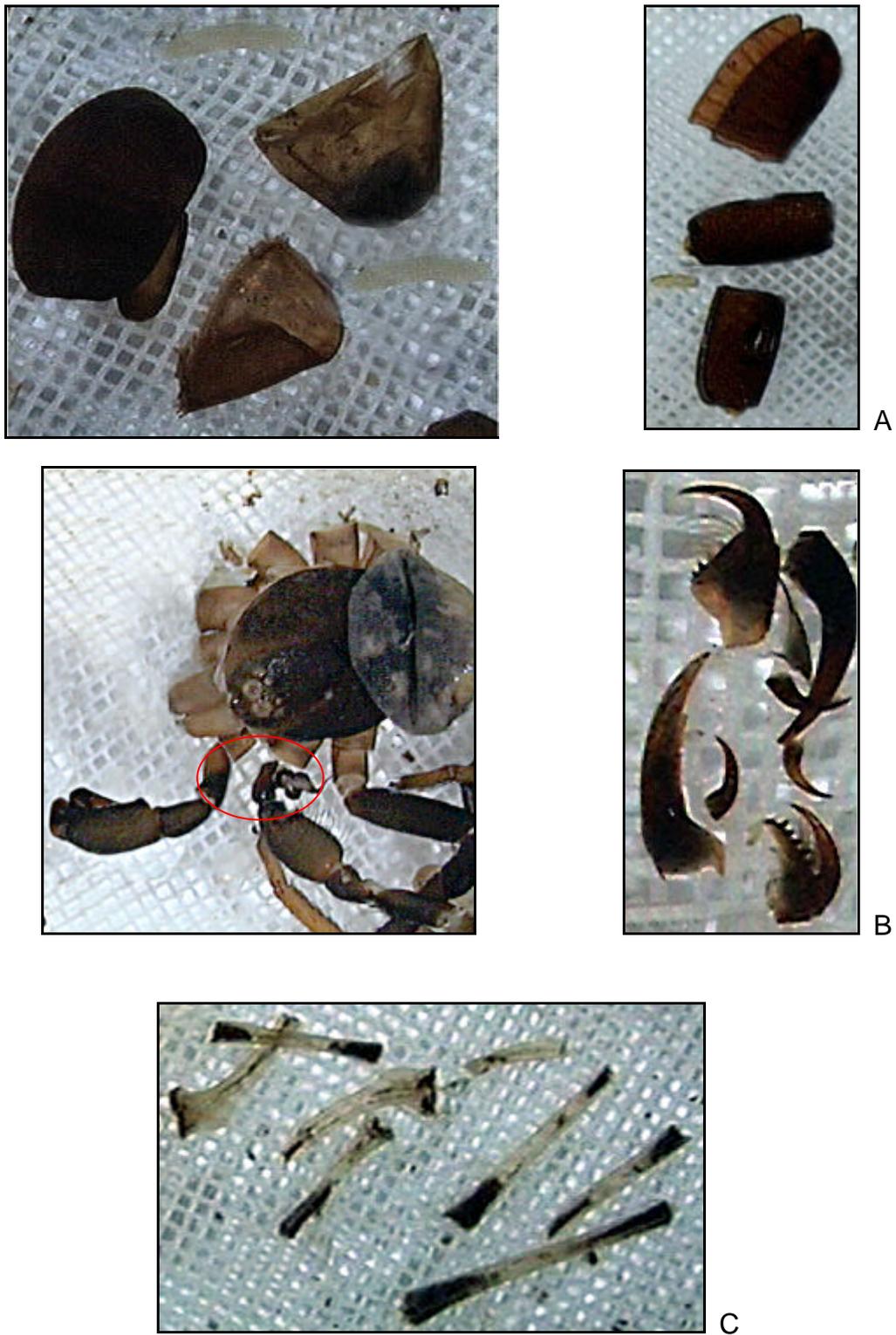


FIG 7: Exemplos dos fragmentos de presas encontrados nas amostras: A, Ootecas e ovos de insetos; B, Araneae, queléceras e estruturas reprodutivas (circulado); Ossos de pequenos vertebrados (anuros ou lagartos). Malha de fundo = 0,3 mm.

Índices de dieta

As quatro espécies foram comparadas através de índices que possibilitam condensar certas características da dieta em um único número, facilitando as comparações. Os índices foram calculados para cada espécie, assumindo que a composição da dieta pode ser uma característica da espécie (ou população). Estas medidas pressupõem que as amostras de regurgito são equivalentes para os diferentes indivíduos, nas diferentes épocas do período de estudo, representando uma amostragem aleatória da variação da dieta da população. Possíveis variações geográficas na dieta de uma mesma espécie foram controladas pela limitação das amostragens à mesma área de estudo.

Para analisar a sobreposição trófica das quatro espécies de aves foi utilizado o índice simplificado de Morisita (Krebs 1989). Este índice compara duas espécies através das proporções de cada categoria alimentar: $C_H = 2 \sum p_{ij} p_{ik} / \sum p_{ij}^2 + \sum p_{ik}^2$, onde C_H é o índice de sobreposição alimentar entre a espécie j e k , variando entre 0 (ausência de sobreposição) e 1 (sobreposição total); p_{ij} é a proporção da categoria alimentar i no total de categorias consumidas pela espécie j ($i=1,2,3,\dots,n$); p_{ik} é a proporção da categoria alimentar i no total de categorias consumidas pela espécie k .

A amplitude de nicho foi medida através do índice de diversidade inverso de Simpson: $1/\sum p_i^2$, onde p_i representa a proporção da categoria de presa i na dieta da espécie estudada. Este índice é matematicamente

relacionado à riqueza e ao índice de Shannon, no entanto difere das outras medidas por dar maior peso à abundância (Hill 1973, May 1975).

A variabilidade entre as amostras da dieta das quatro espécies foi medida através do índice de heterogeneidade de dieta (*Population Dietary Heterogeneity*: PDH; Sherry 1984, 1990). O PDH compara as amostras de regurgito de uma espécie através de estatística *G* para heterogeneidade (Sokal & Rohlf 1981) dividida pelos graus de liberdade $[(n^{\circ} \text{ de amostras} - 1) \times (\text{riqueza de presas} - 1)]$. Um baixo PDH representa baixo grau de variabilidade entre as amostras, podendo ser interpretado como indicador de uma dieta mais homogênea da população. Este índice mede a interação entre as categorias de presas por amostras (Sokal & Rohlf 1981). Para o cálculo deste índice foi necessário adicionar uma pequena constante arbitrária (0,0001) nos valores zero das categorias não representadas em uma determinada amostra (Cohn-Haft 1995).

Análise comparativa

Para comparar os índices de dieta, testando a hipótese de que a espécie mais vulnerável à fragmentação tem dieta diferente da espécie correspondente menos vulnerável, foram estimados por *bootstrapping* (Efron 1982, Lanyon 1987) as médias e desvio padrão destes índices para cada espécie. O método estatístico *bootstrapping* estima estes valores para cada espécie, re-amostrando, neste caso, 100 vezes pseudo-réplicas de mesmo número através da amostra original, assumindo que as amostras originais são

aleatórias e representam a dieta da população (Cohn-Haft 1995). Assim, os três índices de dieta são calculados 100 vezes e obtidas as médias e desvio padrão para cada espécie. Este método possibilita a comparação entre os pares de espécies através de teste-*t* de *Student*.

Os tamanhos de presas, por não se adequarem às premissas dos testes paramétricos, foram comparados entre os pares de espécies de aves através do teste não-paramétrico U' de Mann-Whitney, testando a hipótese de que as espécies mais vulneráveis à fragmentação consomem presas de tamanho diferente das espécies menos vulneráveis.

A adequação de amostragem foi examinada através de curvas cumulativas de tipos de presas. Em um gráfico do número de presas consumidas versus o número de amostras, a dieta de uma espécie será adequadamente amostrada em relação à riqueza se a adição de novas amostras não adicionar mais tipos de presas, teoricamente chegando a uma assíntota. O gráfico resultante indicará se as amostras têm, ao menos, curvas equivalentes, indicando uma amostragem equivalente. Para evitar problemas da ordem de inclusão das amostras no gráfico, as curvas de saturação de cada espécie foi plotada utilizando as médias e desvios padrão de 100 amostragens aleatórias de 1, 2, 3, ... n amostras, onde n é o número total de regurgitos obtidos para cada espécie, nenhuma dessas amostragens aleatórias incluíram a mesma amostra de regurgito mais de uma vez. A média da riqueza da amostra n será igual a riqueza das amostras somadas e terá desvio padrão zero, pois todas as amostras já foram incluídas (para maiores detalhes deste método ver Cohn-Haft 1995).

Amostragem da disponibilidade de presas

Simultaneamente as amostragens de dieta, foram feitas amostragens mensais da disponibilidade de presas, entre fevereiro e setembro de 2001. A comunidade de artrópodos de serapilheira foi amostrada em quatro fragmentos de 1 ha, em 3 de 10 ha e em 2 localidades de floresta contínua, na mesma área descrita acima.

Os fragmentos florestais e as áreas em floresta contínua eram divididos em 25 pontos equidistantes e eram sorteados 5 para amostrar uma área de 30 x 30 cm de serapilheira (FIG 8). Os pontos variavam proporcionalmente em distância de acordo com a área amostral. Nas áreas de floresta contínua foram consideradas as amostras em dois plotes fixos de 10 ha em diferentes localidades, e as proporções de três amostras sorteadas em 1 ha ao redor do local de captura de cada ave que regurgitou.

1 *	2	3	4	5
6	7	8 *	9	10
11	12	13	14	15 *
16	17 *	18	19	20
21	22	23	24 *	25

FIG 8: Exemplo da divisão da área de amostragem; asteriscos representam possíveis pontos sorteados.

A serapilheira era rapidamente recolhida em um saco plástico e levada para triagem no acampamento ou laboratório (FIG 9). Os artrópodos que eram avistados saindo da área de coleta (30x30) eram anotados e se possível coletados. As folhas eram depositadas em uma bandeja plástica branca sendo cuidadosamente examinadas. O material particulado ainda era passado por uma peneira de 2mm de malha, facilitando a coleta da fauna menos evidente. Os artrópodos (com exceção de ácaros e colembolas) com mais de 0,5 mm eram coletados com pinça e depositados em um frasco com álcool 80%. Estes eram organizados em categorias taxonômicas, que relacionaram o nível ordem, estado de maturação do animal (larva ou adulto) e classe de tamanho do invertebrado. As classes foram divididas em 0,5 – 2,0 mm, 2,0 – 6,0 mm e > 6,0 mm.



Serapilheira em floresta de *terra firme*



Materiais utilizados na triagem



triagem

FIG 9: Amostragem da disponibilidade de presas

As proporções de todos os invertebrados juntos e as proporções de cada *taxon* entre floresta contínua, fragmentos de 1ha e 10 ha, foram comparadas através do teste de Kruskal-Wallis e complementados por testes de Dunn, por não se adequarem às premissas dos testes paramétricos. Foram também comparadas, por estes testes, as abundâncias de insetos nos fragmentos e floresta contínua por classes de tamanho. A abundância e a riqueza de invertebrados de serapilheira foi comparada entre a estação seca e chuvosa através do teste de Mann-Whitney.

RESULTADOS

As análises foram baseadas na classificação e identificação de cerca de 1200 itens de presas obtidos em 39 amostras de regurgito, no total de 16 amostras de *Myrmeciza ferruginea*, seis de *Sclerurus ruficularis*, oito de *Formicarius colma* e nove de *F. analis*. Foram identificados ao todo 21 categorias de presas para as quatro espécies, entre ordens de insetos, larvas, aracnídeos, ootecas (de insetos e aranhas), moluscos, anelídeos e pequenos vertebrados (anuros ou lagartos). As amostras individuais contiveram entre quatro e 192 presas (Apêndice I - IV)

Composição da dieta

Todas as espécies tiveram dieta sobreposta em pelo menos 39%, as maiores sobreposições tróficas foram entre as espécies de peso aproximado e bico de tamanho similar (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de sobreposição alimentar (índice de Morisita) entre pares das quatro espécies estudadas.

	<u><i>M. ferruginea</i></u>	<u><i>S. ruficularis</i></u>	<u><i>F. colma</i></u>	<u><i>F. analis</i></u>
<i>M. ferruginea</i>	1	0.816	0.631	0.472
<i>S. ruficularis</i>		1	0.392	0.464
<i>F. analis</i>			0.786	1
<i>F. colma</i>			1	

O par "*Myrmeciza/Sclerurus*" diferiu principalmente pela proporção de opiliões, ortópteros e larvas de coleópteros (Mann-Whitney $p < 0,05$). Estas espécies alimentaram-se em semelhantes proporções de ootecas, coleópteros, aranhas e formigas ($p > 0,10$) (FIG 10). No entanto, o par "*Formicarius*" teve proporção similar de todos os itens comuns na dieta (todos com $p > 0,05$).

As curvas cumulativas de tipos de presas indicaram que apenas as amostras de *Myrmeciza ferruginea* estabilizaram em riqueza (FIG 11). Isso sugere que a riqueza de dieta das outras espécies continuaria aumentando com amostragens adicionais. No entanto, as trajetórias das curvas se sobrepõem, o que possibilita inferir que suas riquezas estejam crescendo de forma similar, e que as riquezas de presas consumidas, mesmo que não estejam completamente amostradas, possam ser consideradas equivalentes entre as espécies pares.

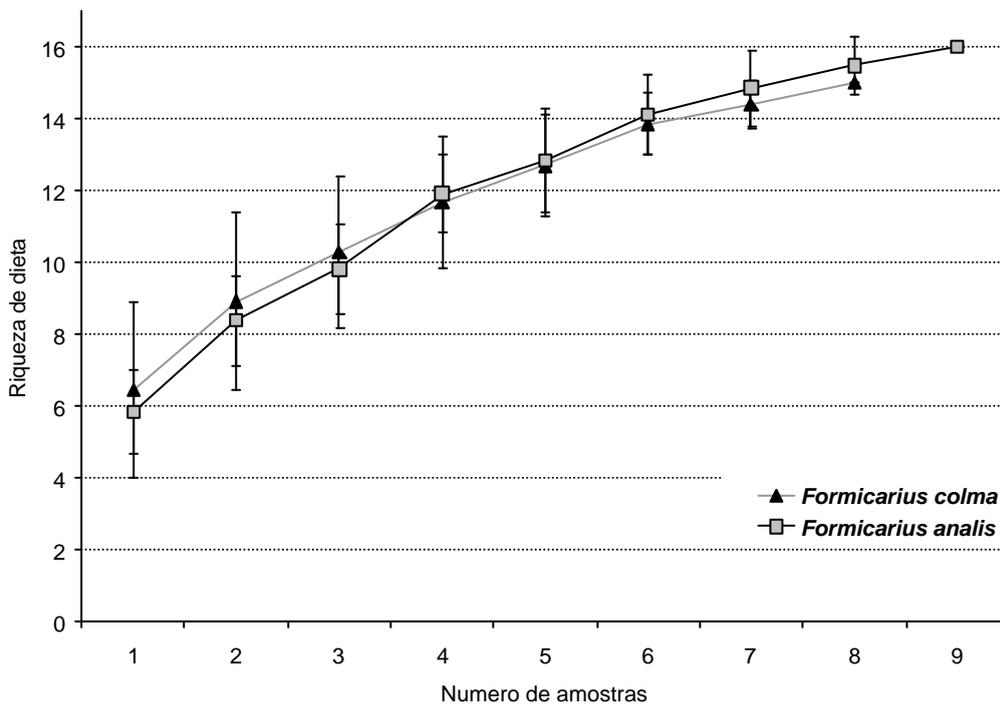
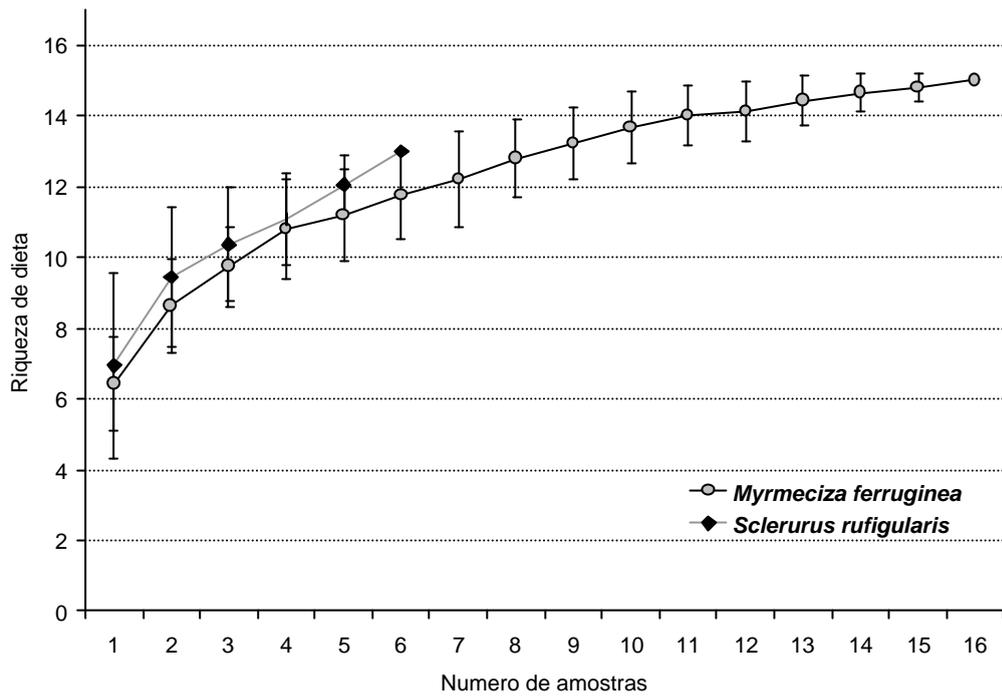


FIG. 11: Curvas de saturação de tipos de presas. Para cada número de amostras, os símbolos representam a média e o desvio padrão de 100 amostragens aleatórias (sem repetição) de todas as coletas de regurgito de cada espécie. Este procedimento elimina os efeitos de ordem de amostragem na curva (Cohn-Haft 1995).

Índices de dieta

O número de categorias de presas consumidas pelas quatro espécies foi muito semelhante (*Myrmeciza ferruginea* = 15, *Sclerurus ruficularis* = 13, *Formicarius colma* = 15, *F. analis* = 16). As médias obtidas por *bootstrapping* indicaram que as riquezas da dieta populacional entre as quatro espécies também não foram estatisticamente diferentes (teste *t*, $p > 0,05$), reforçando as inferências anteriores (Tabela 3).

O par das espécies menores apresentou maior amplitude de nicho. Entre as espécies estudadas, *S. ruficularis* tem o nicho trófico mais amplo (6,24) e *F. analis* o menos amplo (2,77). As comparações feitas através dos resultados de *bootstrapping* mostraram que a amplitude de nicho trófico é similar entre as espécies par (teste-*t*, $p > 0,05$), no entanto observou-se diferença significativa entre as espécies do par “*Myrmeciza/Sclerurus*” quando comparadas com as espécies do par “*Formicarius*” ($p < 0,01$) (Tabela 3).

As variabilidades das dietas dos dois pares de espécies, analisados separadamente, apresentaram tendências diferentes. A espécie resistente (*Formicarius colma*) teve heterogeneidade de dieta maior que *F. analis* (4,44 x 1,26), mesmo quando comparadas às médias destes índices obtidas por *bootstrapping* (teste-*t*, $p < 0,05$). No entanto, o outro par mostrou resultados inversos, pois *Sclerurus ruficularis* (vulnerável à fragmentação) apresentou maior heterogeneidade alimentar (1,92) comparado a *M. ferruginea*. As médias obtidas por *bootstrapping*, indicaram que estas diferenças foram significativas (teste-*t*, $p < 0,05$) (Tabela 3).

Número de itens por amostras

As espécies de maior peso consumiram maior número de itens alimentares por estômagos. A diferença de número de presas consumidas entre as quatro espécies foi extremamente significativa (KW = 16,9 p = 0,0007), no entanto não diferiu entre os pares de peso aproximado ($U_{Fa Fc} = 18,5$ p = 0,093; $U_{Mf Sr} = 32,0$ p = 0,26)(Tabela 3).

Tamanhos de presas

As espécies mais sensíveis à fragmentação alimentaram-se de presas maiores que as espécies pares mais resistentes. As médias do tamanho de todas presas estimadas foram significativamente maiores para *Sclerurus rufularis* e *F. analis* (Mann-Whitney, $U_{Mf Sr} = 60,5$ p < 0,001; $U_{Fc Fa} = 55971$ p < 0,032) (Tabela 3). Mesmo quando as presas foram comparadas separadamente, *Formicarius colma* consumiu ortópteros, formigas e larvas de dípteros significativamente menores que os consumidos por *F. analis* (p < 0,001). Estas diferenças foram também grandes entre o outro par, *Myrmeciza ferruginea* alimentou-se de ootecas e aranhas menores que as consumidas por *Sclerurus rufularis* (p < 0,02). Foi possível detectar diferenças sazonais significativas no tamanho das presas consumidas por *S. rufularis* ($U' = 1647$, p = 0,009) e *F. colma* ($U' = 16488$, p = 0,057), porém não significativas para as outras duas espécies (*M. ferruginea* p = 0,22 e *F. analis* p = 0,90).

Tabela 3: Índices de dieta, número de itens e tamanhos de presas para cada espécie. Espécies resistentes à fragmentação estão à esquerda. Média e desvios padrão destes índices foram obtidos por *bootstrapping*. As comparações entre os pares foram feitas através de testes *t de Student* (índices e número de itens) e Mann-Whitney teste U' (tamanhos de presas); * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.

	<i>M. ferruginea</i>		Testes	<i>S. ruficularis</i>	
	Absoluto	Média / dp		Absoluto	Média / dp
Riqueza de dieta	15	13.58/ 0.94	NS	13	11.33/ 1.42
Largura de nicho	6.17	6.04/ 0.39	NS	6.24	5.75/ 1.49
PDH	1.01	0.92/ 0.1	*	1.92	1.35/ 0.40
no. Itens	255	15.9/ 6.7	NS	123	20.5/ 12.01
Tam. de presas		(mediana) 6.3 mm	***		(mediana) 8.2 mm

	<i>F. colma</i>		Testes	<i>F. analis</i>	
	Absoluto	Média / dp		Absoluto	Média / dp
Riqueza de dieta	15	12.91/ 1.61	NS	16	13.60/ 1.3
Largura de nicho	3.28	3.26/ 0.39	NS	2.77	2.74/ 0.34
PDH	4.44	3.51/ 1.60	*	1.26	1.10/ 0.17
no. Itens	304	33.7/ 12.8	NS	502	62.7/ 56.3
Tam. de presas		(mediana) 7.7 mm	*		(mediana) 7.9 mm

Disponibilidade de presas

Para a análise de disponibilidade de presas foram coletadas 392 amostras entre fevereiro e setembro de 2001. Totalizando 7.549 invertebrados em 352.800 cm². Os grupos mais abundantes na serapilheira foram principalmente formigas (>60%), térmitas, aranhas, pseudoescorpiões, besouros e isópodos entre 0,5 e 2 mm (FIG. 12, Apêndice V). As médias das proporções de artrópodos em cada uma das classes de tamanho não foram diferentes entre florestas contínuas e fragmentos (teste *t*, $p_{0,5-2mm} = 0,38$, $p_{2-6mm} = 0,95$, $p_{>6mm} = 0,17$) (FIG 13). As proporções dos grupos de presas na serapilheira também não diferiram entre florestas contínuas e fragmentos. As variações do número total de presas em potencial, presentes na comunidade de serapilheira, não diferiram significativamente entre os fragmentos de 1 ha, 10 ha e florestas contínuas (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$) (FIG. 14). Apenas as proporções totais de coleópteros foram significativamente maiores nos fragmentos de 1ha e 10 ha (Kruskal-Wallis, $p = 0,04$). A sensibilidade à fragmentação de algumas famílias e espécies de coleópteros foi bem abordada por Didham (1996).

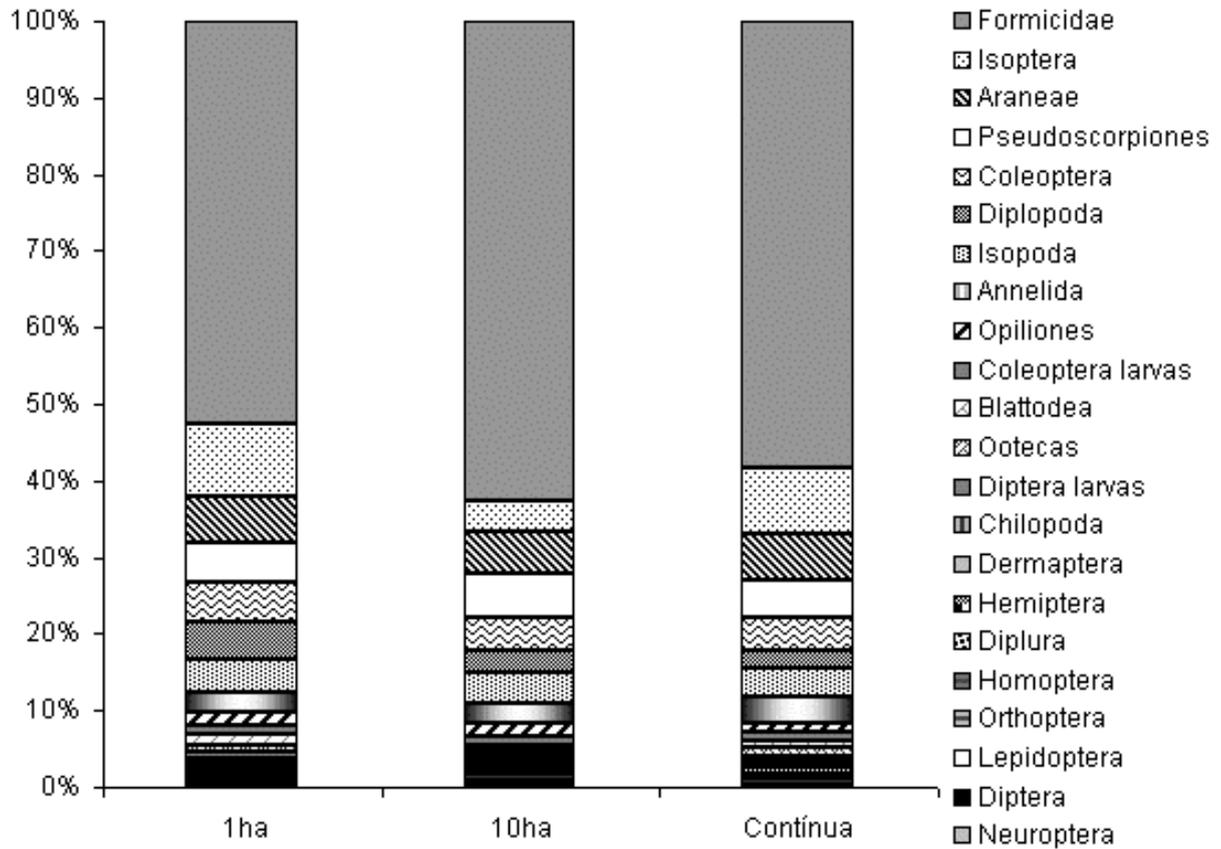


FIG 12: Porcentagem dos artrópodos de serapilheira coletados em fragmentos e floresta contínua.

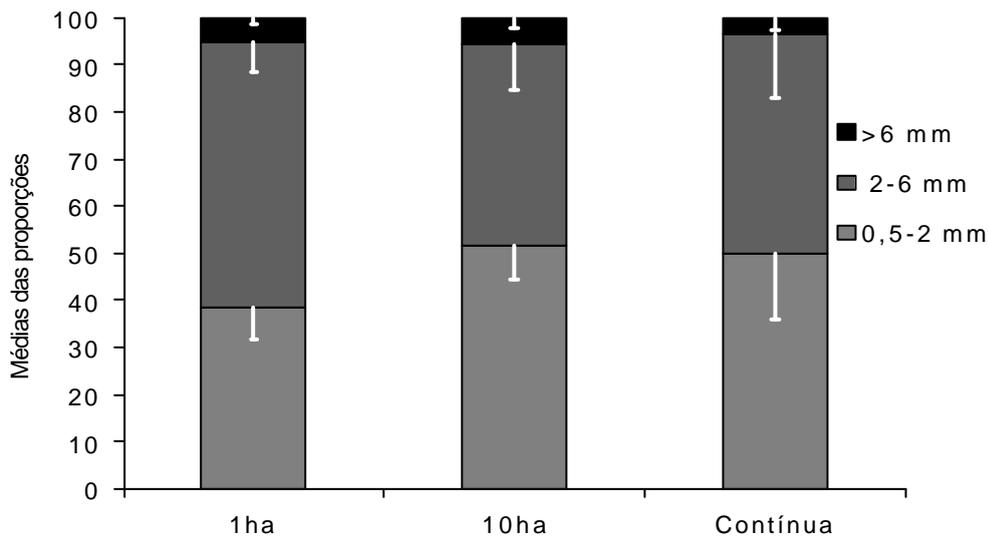


FIG 13: Média das proporções de artrópodos de serapilheira nas três classes de tamanhos coletados em fragmentos de 1ha, 10ha em floresta contínua. Barras representam os desvios padrão em cada classe.

As diferenças de abundância e riqueza de invertebrados de serapilheira entre as estações chuvosa e seca foram significativas. A abundância e a riqueza de todos os invertebrados foram maiores durante a época chuvosa (Teste t , respectivamente $p = 0,003$, $p = 0,024$) (FIG 14). Quando comparada à abundância das presas separando cada categoria taxonômica, detectou-se diferenças significativas apenas nas proporções de coleópteros e larvas de coleópteros entre a época chuvosa e seca (teste t , $p < 0,05$). No entanto, estas diferenças parecem não interferir no consumo de presas. Abundância similares de presas consumidas (MannWhitey, $p > 0,1$), proporções similares de tipos de presas ($p > 0,05$) e também medidas semelhantes dos índices de amplitude de nicho entre as estações ($p > 0,05$), mostraram pouca influência sazonal no consumo de presas.

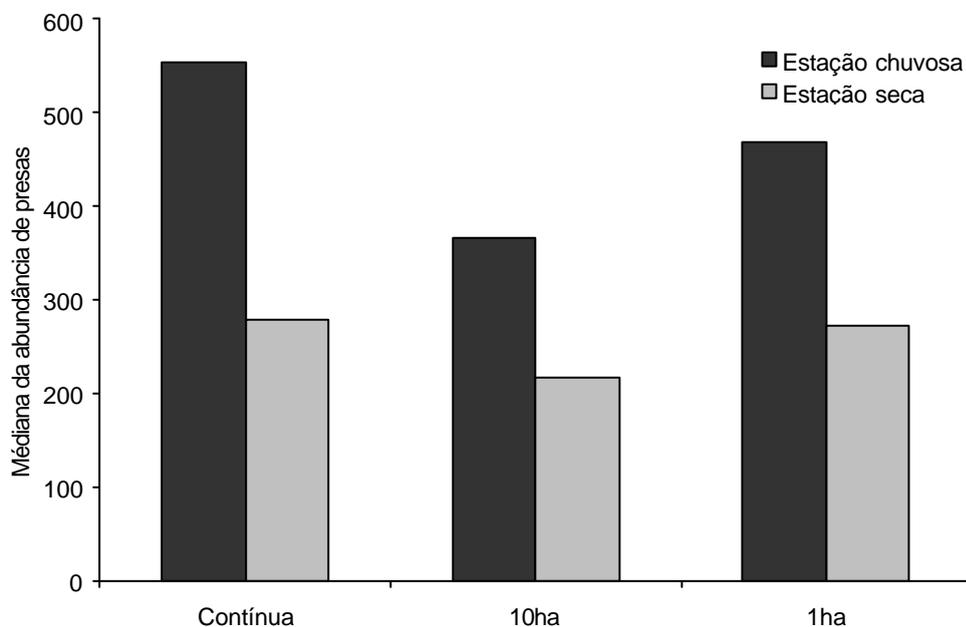


FIG 14: Mediana da abundância total de presas em florestas contínuas e em fragmentos de 1ha e 10ha durante a época chuvosa e seca.

Em um gráfico da porcentagem do que foi consumido menos a porcentagem do disponível em florestas contínuas, foi possível observar as preferências das espécies estudadas por alguns tipos de presas (FIG 15). As quatro espécies selecionaram ortópteros (entre 7 - 34% mais que o disponível) e besouros (entre 1,7 - 5,7%, mais que o esperado). As espécies de menor peso ainda selecionaram ootecas (entre 15 - 17%) e aranhas (entre 12 - 23%), e *M. ferruginea* selecionou opiliões e *S. ruficularis* larvas de coleópteros. O par dos *Formicarius* consumiu também larvas de dípteros de 2,7 a 6,5% a mais que o disponível. Esta abordagem não foi feita com a disponibilidade de presas em fragmentos porque as aves não foram amostradas nos fragmentos.

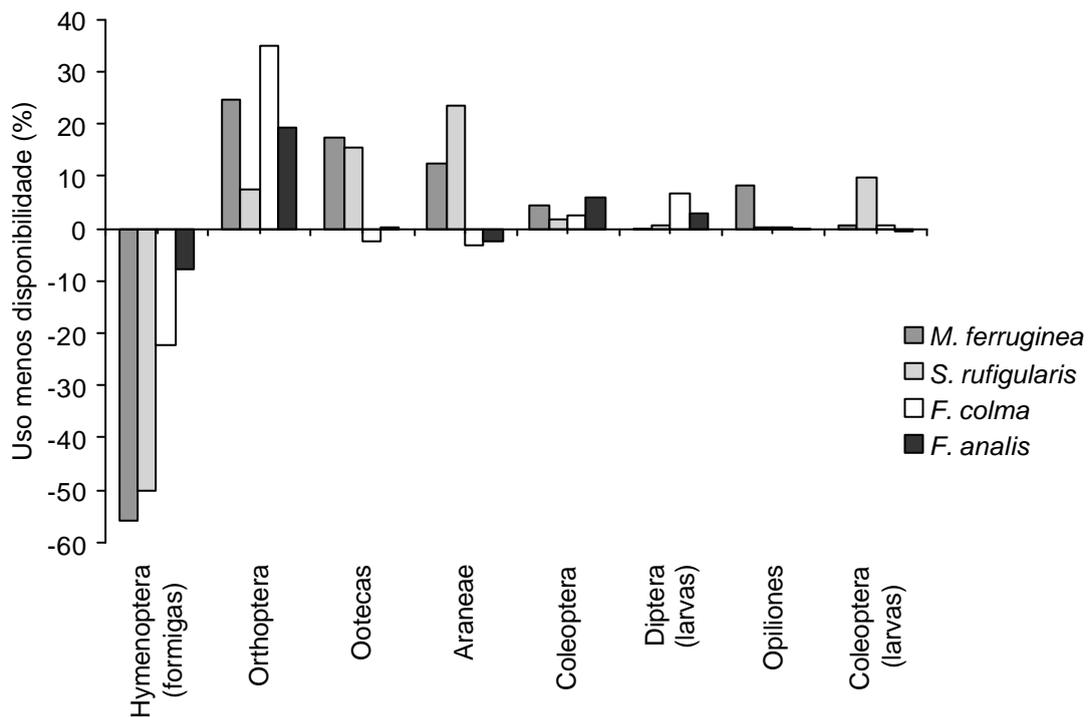


FIG 15: Proporções de presas consumidas menos a proporção das presas disponíveis em florestas contínuas.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que as características da dieta das quatro espécies parecem não estar relacionadas à vulnerabilidade destas aves à fragmentação de florestas. Embora as duas espécies de aves insetívoras terrestres mais vulneráveis à fragmentação terem consumido presas maiores do que as mais resistentes, a disponibilidade das presas não diferiu entre fragmentos florestais e floresta primária. Os resultados sugerem que a vulnerabilidade à fragmentação não é diretamente influenciada pela dieta destas espécies.

É compreensível que as diferenças reais das dietas das quatro espécies não tenham sido detectadas. Talvez a classificação das presas ao nível de ordem seja inadequada e apenas identificações mais detalhadas poderiam detectar importantes diferenças nas dietas. No entanto, além das identificações ao nível de família (ou espécie) serem impraticáveis para alguns grupos, o nível de identificação utilizado neste estudo foi adequado para detectar diferenças ecológicas importantes em outros estudos (*i.e.* Sherry 1984, Cohn-Haft 1995). Mesmo que as curvas cumulativas de presas tenham trajetórias equivalentes, o pequeno número amostral também pode ter influenciado os resultados obtidos, dificultando estas comparações.

As maiores sobreposições de dieta foram entre as espécies do mesmo par, e apenas as espécies do par "*Myrmeciza/Sclerurus*" consumiram diferentes proporções de itens importantes na composição da dieta. As diferenças dentro deste par podem estar relacionadas às diferentes

características filogenéticas, pois são menos aparentados que as espécies de *Formicarius*.

O fato de *S. ruficularis* selecionar mais larvas de coleópteros pode estar ligado a seu comportamento de forragear, virando folhas e procurando insetos introduzindo o bico no solo (Ridgley & Tudor 1994). *Myrmeciza ferruginea* forrageia caminhando, procurando suas presas na superfície da serapilheira (Ridgley & Tudor 1994, pers. obs.); esta técnica de captura deve proporcionar a localização de animais mais evidentes como opiliões e ortópteros. Mesmo não sendo o par ideal e por esse motivo impossibilitar certas generalizações, estas espécies ainda foram as mais semelhantes em relação às características relevantes para este estudo.

As semelhanças filogenéticas entre os *Formicarius* também podem estar refletindo em suas dietas. Estas espécies consumiram proporção similar de presas, mesmo quando analisadas individualmente, no entanto se diferenciam pelo tamanho de presas. As semelhanças entre composição de dieta podem estar relacionadas aos mesmos hábitos de procura e microhabitats semelhantes utilizados por estas espécies. A utilização similar de recursos no mesmo habitat poderia indicar competição interespecífica e, conseqüentemente, agressão entre *F. colma* e *F. analis*, como observado no Peru (Robinson & Terborgh 1995). No entanto a diferença significativa entre o tamanho de presas consumidas poderia ser uma das causas de não terem sido observadas agressões entre estas espécies nas áreas de estudo (Stouffer 1997).

A abundância de presas em serapilheira registrada neste estudo teve dominância de *taxa* semelhante à de dois outros estudos feitos na mesma área (Malcolm 1991, Didham 1996). As pequenas diferenças entre os resultados devem-se aos métodos de amostragem diferentes. O método de *pitfall trap* utilizado por Malcolm (1997) mostrou que as diferenças de biomassa total de artrópodos terrestres são pequenas entre fragmentos e floresta contínua. Seus dados mostram que apesar de pouco abundantes, os ortópteros são o segundo grupo de maior biomassa, apenas menor que baratas. Os ortópteros são as presas mais selecionadas por todas as espécies estudadas e sua alta biomassa no ambiente de serapilheira justifica a preferência dos insetívoros terrestres por este item. A seleção destes insetos por aves de outras guildas pode também estar refletindo a alta biomassa destes artrópodos em outros micro-ambientes, como na vegetação de sub-bosque e em troncos de árvores (Chapman & Rosemberg 1991, Chesser 1995, Rosemberg 1993).

Os efeitos da fragmentação sobre densidade total da fauna de serapilheira estudada por Didham (1996) também não foram significativos, mas quando grupos isolados são comparados, como besouros (Klein 1989, Didham 1996), cupins (Souza 1989, Souza & Brown 1994) e formigas (Lovejoy *et al.* 1986, Vasconcelos 1988, Harper 1989, Didham 1996), todos declinaram em abundância com a fragmentação. No entanto, a densidade dessas presas não deve estar influenciando a dieta das aves insetívoras terrestres, pois as proporções de consumo não diferem entre os pares propostos.

O declínio da abundância de artrópodos na época seca, retratado neste estudo, também foi observado em outros locais de florestas tropicais (Peny & Andrias 1982, Wolda 1988), no entanto, esta sazonalidade parece não interferir no número de presas consumidas pelas aves estudadas. Apenas foi detectado que *S. ruficularis* e *F. colma* alimentam-se de presas maiores na época seca, o que poderia estar relacionado à procura de itens mais vantajosos energeticamente na época de menor abundância de presas. Porém, essa suposição não pode ser generalizada, pois as outras espécies não apresentaram estas diferenças significativas. Deve também ser considerado que o pequeno número de réplicas sazonais nestas análises pode estar influenciando os resultados.

Apenas o trabalho de Haverschmidt (1968) cita alguns dos principais itens na dieta de *F.colma* e *M. ferruginea*. Os resultados da primeira espécie coincidem com o presente estudo, onde formigas e ortópteros prevaleceram na dieta. No entanto, na dieta dos indivíduos de *M. ferruginea* amostrados por Haverschmidt (1968) foram dominantes besouros, formigas, aracnídeos, ortópteros e hemípteros, diferente das dominâncias na alimentação dos amostradas neste estudo. Esses resultados podem refletir diferenças amostrais ou demonstrar uma variação na dieta, uma possível adaptação a diferente disponibilidade de presas em outras áreas e conseqüentemente uma plasticidade de dieta. O fato de *Myrmeciza ferruginea* ser comumente observada andando próxima de clareiras e bordas (Ridgely & Tudor 1994) também pode estar indicando uma maior plasticidade ecológica, o que possivelmente explicaria sua relativa resistência aos distúrbios florestais.

O tamanho da área de vida pode explicar mais facilmente a vulnerabilidade das espécies estudadas, pois aves com áreas relativamente grandes não sobreviveriam nos fragmentos. O fato das aves vulneráveis à fragmentação de florestas consumirem maiores presas que as mais resistentes pode também estar indiretamente ligado ao tamanho de sua área de vida. Dados não publicados (Stouffer, com. pess.) sugerem que *M. ferruginea* utiliza uma área entre 5 ha e 10 ha e *S. ruficularis* maior que 20 ha. O tamanho da área de vida de *S. ruficularis* é cerca de quatro vezes maior do que o utilizado por *M. ferruginea*, alimentando-se de presas 20% maiores. Semelhante ao ocorrido com *F. colma* que utiliza uma área com cerca de 8 ha (Stouffer, 1997) e *F. analis* de 16 ha (Stouffer, 1997), pois o primeiro consome presas 10% menores. O tamanho da área utilizada pela espécie pode estar refletindo suas necessidades tróficas, pois uma ave que consome presas maiores deveria precisar de uma área maior para procurar estas presas menos abundantes. Assim, tamanho da área de vida pode ser uma característica limitante para que estas aves permaneçam ou não nos fragmentos, pois as duas espécies mais vulneráveis utilizam áreas maiores do que os fragmentos estudados (10ha).

Tamanho da área de vida pode ser uma importante característica relacionada aos efeitos da fragmentação, no entanto a união de outros fatores também devem estar influenciando na sobrevivência das espécies estudadas. Devem ser consideradas outras hipóteses como inabilidade destas aves em utilizar habitats sem vegetação, dificultando dispersão e recolonização (Sekercioglu 2002); flexibilidade adaptativa a diferentes microhabitats (como

M. ferruginea), e sensibilidade fisiológica às mudanças microclimáticas associadas à fragmentação (Canaday 1997, Ford et al. 2001).

Novos estudos devem abordar a utilização de territórios, forrageio, reprodução e padrões de movimentação de aves que podem estar relacionadas à fragmentação de florestas, pois analisando as causas de extinção torna-se possível planejar e manejar com maior eficiência as unidades de conservação. Além disto, se o território de algumas espécies pode incluir áreas de floresta secundária (Borges & Stouffer 1999) a formação de corredores de fauna e regeneração das áreas de entorno seriam manejos viáveis para a recomposição da avifauna de pequenos fragmentos isolados.

Também é importante salientar que, apesar de não fazerem parte dos objetivos deste trabalho, os dados obtidos poderão ser utilizados em trabalhos posteriores sobre relações tróficas, necessidades ecológicas e fisiológicas das espécies estudadas e relações interespecíficas, pois apresenta as mais completas caracterizações de dieta destas espécies e entre as mais completas para qualquer espécie de ave amazônica. Outras abordagens poderiam também incluir variação sazonal de artrópodos de serapilheira e variação sazonal de consumo de presas por aves sensíveis aos distúrbios florestais procurando, desta maneira, contribuir gradativamente para um melhor conhecimento das interações e processos ecológicos relevantes à conservação da avifauna e dos habitats atualmente ameaçados.

CONCLUSÕES

- As espécies mais sensíveis à fragmentação florestal consomem presas maiores que as consumidas pelas espécies mais resistentes.
- Atualmente a disponibilidade de presas não difere entre os fragmentos estudados e a floresta primária.
- A disponibilidade de presas na estação chuvosa é maior que na estação seca, no entanto, diferenças sazonais no consumo de presas não foram detectadas.
- As espécies de aves mais semelhantes (em termos de peso e método de forrageio) têm dietas mais similares (amplitude de nicho e composição de presas) e mais sobrepostas.
- Vulnerabilidade à fragmentação não é diretamente influenciada pela dieta. No entanto, outros fatores (como exigência de área territorial e dificuldade de dispersão por áreas sem vegetação) podem estar afetando a sensibilidade das aves insetívoras aos distúrbios florestais.

BIBLIOGRAFIA

- Bierregaard, R.O. 1988. Morphological data from understory birds in *terra firme* forest in the central Amazonia basin. *Rev. Bras. Biologia* 48 : 169-178.
- Borges, S. & P. Stouffer 1999. Bird communities in two types of anthropogenic successional vegetation in central Amazonia. *The Condor* 101: 529-536.
- Borror, D.J., D.M. DeLong, & C. Tripplehorn 1981. *An introduction to the study of insects*. Saunders. NY. 875pp.
- Brown Jr., K. S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: insects as indicators. in *The conservation of insects and their habitats* (R.E.S. Symposium XV) Academic Press, London.
- Burke, D. M., & E. Nol, 1998. Influence of food abundance, nest-site habitat, and forest fragmentation on breeding ovenbirds. *The Auk*, **115** (1): 96-104.
- Canaday, C. 1997. Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. *Biological Conservation* **77**: 73-77.
- Chapman, A., & K.V. Rosenberg 1991. Diet of four sympatric Amazonian Woodcreepers (Dendrocolaptidae). *Condor* **93**: 904-915.
- Chesser, T.R. 1995. Comparative diets of obligate ant-following birds at a site in northern Bolivia. *Biotropica* **27** (3): 382-390.
- Cohn-Haft, M. 1995. *Dietary specialization by lowland tropical rainforest birds: forest interior versus canopy and edge habitats*. Master thesis to Tulane University - USA. 96 pp.

- Cohn-Haft, M., A. Whittaker, and P. C. Stouffer 1997. A new look at the “species-poor” central Amazon: The avifauna north of Manaus, Brazil. Pages 205-235 in *Neotropical Ornithology Honouring Ted Parker* (J. V. Remsen, Jr., Ed.). *Ornithological Monographs* No. **48**.
- C.S.I.R.O. 1979. *The insects of Australia*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Entomology. Melbourne University Press, Carlton, Victoria 1030pp.
- Didham, K.R. 1996. *The effects of Forest fragmentation on leaf-litter invertebrates in central Amazonia*. PHD Thesis, University of London. 312p.
- Didham, K.R., J. Ghazoul, N.E. Stork & A. Davis. 1996. Insects in fragmented forest: a functional approach. *Tree* **11** (6): 255-260.
- Didham, K.R. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. pp. 55-70. Laurance W.F. & R.O. Bierregaard (Eds). in *Tropical Forest Remnants*. University of Chicago Press, Chicago.USA.
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA.
- Fahring, L. & G. Merriam 1994. Conservation of fragmented populations. **8** (1): 50 – 59.
- Felsenstein, J.W. 1985. Phylogenies and the comparative method. *Amer. Nat.* **125**: 1-15.

- Ford, H.A., G. Barret, D. Saunders & H. Recher 2001. Why have birds in the woodlands of Southern Australia declined? *Biological Conservation* **97**: 71-88.
- Gentry, A.H. (Ed.) 1990. *Four Neotropical Rainforests*. 627 p. New Haven (Yale University Press).
- Greenberg, R. 1988. Neophobia, aversion to open space, and ecological plasticity in song in swamp sparrows. *Can. J. Zool.* **67**: 1194-1199.
- Hagan, J.M., W.M.V. Haegen & P. Mckinley 1996. The early development of forest fragmentation effects on birds. *Conservation Biology* **10** (1): 188-202.
- Harper, L. H. 1989. The persistence of ant-following birds in small Amazonian forest fragments. *Acta Amazonica* **19**: 249-263.
- Harvey, P.H. & M.D. Pagel 1991. *The comparative method in evolutionary biology*. Oxford University, Oxford.
- Haverschmidt, F. 1968. *Birds of Surinam*. Oliver & Boyd, Edinburgh and London. 445pp.
- Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* **54**: 427-432.
- Karr, J.R. & K.E. Freemark 1983. Habitat selection and environmental gradients – dynamics in the stable tropics. *Ecology* **64**: 1481-1494.
- Karr, J.R., S. Robinson, J.G. Blake & R.O. Bierregaard 1990. Birds of four Neotropical Forests. 237-269. in *Four Neotropical Rain Forests*; A. Gentry (Ed.),. Yale University Press, New Haven, CT.

- Kattan, G.H. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eight years later. *Conservation Biology* **8** (1): 138-146.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* **70**: 1715-1725.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins, N.Y. 654p.
- Lanyon, S.M. 1987. Jackknifing and bootstrapping: important "new" statistical techniques for ornithologists. *Auk* **104**: 144-146.
- Laurance, W.F. & B. Williamson 2001. Positive Feedbacks among Forest Fragmentation, Drought, and Climate Change in the Amazon. *Conservation Biology* **15** (6), 1529-1535.
- Lovejoy, T.E., R.O. Bierregard, J.M. Rankin & H.O.R. Schubart 1983. Ecological dynamics of forest fragments In: S.L. Sutton, T.C. Witmore; A.C. forest fragmentation effects on birds. *Conservation Biology* **10** (1): 188-202.
- Lovejoy, T.E., R.O Bierregaard, A.B. Rylands, J.R. Malcom, C.E. Quintela, L.H. Harper, K.S Brown, A.H. Powell, G.V.N. Powell, H.O.R. Schubart & M.S. Hays 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. Pp. 257-285 in *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity* M.E. Soulé (Ed.) Sinauer Associates, Sunderland, M.A.
- Lovejoy, T.E. & R.O. Bierregaard 1990. Central Amazonian Forests and the Minimum Critical Size of Ecosystems Project, pp 60-71. in *Four Neotropical Rain Forests* A. Gentry (Ed.), Yale University Press, New Haven, CT.

- Malcolm, J.R. 1997. Insect biomass in Amazonian forest fragments. in *Canopy Arthropods*. Stork, N.E., J. Adis & R.K. Didham (ed.). Chapman & Hall, London.
- Mallet-Rodrigues, F., V.S. Alves & M.L.M. Noronha 1997. O uso de tártaro emético no estudo de alimentação de aves silvestres no estado do Rio de Janeiro. *Ararajuba* **5** (2): 219-228.
- May, R.M. 1975. Patterns of species abundances. In: M.L. Cody & J.M. Diamond (Eds.). *Ecology and evolutions of communities*, pp. 81-120. Belknap Press, Cambridge, MA.
- Miriti, M. 1998. Regeneração Florestal em pastagens abandonadas na Amazônia central: competição, predação e dispersão de sementes. In C. Gascon e P. Moutinho, *Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 565.
- Offerman, H.L., V.H. Dale, S.M. Pearson, R.O. Bierregaard, R.V. O'Neill 1995. Effects of forest fragmentation on Neotropical fauna: current research and data availability. *Environ. Rev.* **3**:191-211.
- Orians, G.H. 1969. The number of bird species in some tropical forests. *Ecology* **50**: 783-801.
- Penny, N.D. & J.R. Andrias 1982. *Insects of an Amazonian Forest*. Columbia University Press, New York.
- Poulin, B., G. Lefebvre, R. McNeil 1994a. Effect end efficiency of tartar emetic in determining the diet of tropical land birds. *The Condor* **96**: 98-104.

- Poulin, B., G. Lefebvre & R. McNeil 1994b. Characteristics of feeding guilds and variation in diets of bird species of three adjacent tropical sites. *Biotropica*, **26** (2) 187-197.
- Poulin, B., G. Lefebvre, R. McNeil 1994c. Diets of land birds from north-eastern Venezuela. *The Condor* **96**: 354-367.
- Pyke, G.H., H.R. Pulliam, E.L. Charnov 1977. Optimal Foraging: a selective review of theory and tests. *Q. Rev. Biol.* **52**: 137-152.
- Ridgley, S.R. & G. Tudor 1994. *The birds of South America. The suboscine passerines Vol II*. University of Texas Press, Austin. 814p.
- Robinson, S.K. & R.T. Holmes 1982. Foraging behaviour of forest birds: the relationships among search tactics, diet, and habitat structure. *Ecology* **63** (6), 1918-1931.
- Robinson, S.K. & J. Terborgh 1995. Interspecific aggression and habitat selection by Amazonian birds. *Journal of animal Ecology* **64**: 1-11.
- Rosemberg, K.V. 1993. Diet selection on Amazonian antwrens: consequences of substrate specialization. *The Auk* **110** (2): 361-375.
- Salati, E., M. N. G. Ribeiro, M. L. Absy & B. W. Nelson 1991. Clima da Amazônia: Presente, Passado e Futuro. Pp. 21-34, *In Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*, Vol 1. (A. L.Val , Figliuolo, R. & E. Feldberg, eds) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Sekercioglu, C.H, P. R. Ehrlich, G.C. Daily, D. Aygen, D. Goehring, R. F. Sandi 2002. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *PNAS* **99** (1): 263-267.

- Sherry, T.W. 1984. Comparative dietary ecology of sympatric insectivorous Neotropical flycatchers (Tyrannidae). *Ecological Monographs* **54** (3) 313-338.
- Sherry, T.W. 1990. When are birds dietary specialized? Distinguishing ecological from evolutionary approaches, pp. 337-352. In M.L. Morrison, C.J. Ralph, J. Verner, & J.R. Jehl (Eds.), *Avian foraging: theory, methodology, and applications*. *Stud. Avian Biol.* **13**. Allen Press, Lawrence, K.S.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. 2 Edição. Ed Nova Fronteira - Rio de Janeiro 870 pp.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA.
- Souza, O.F.F. 1989. *Diversidade de térmitas (Isoptera) e sua relação com a fragmentação de ecossistemas na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado. Viçosa – MG, Brasil.
- Souza, O.F.F. & V.K. Brown 1994. Effects of habitats fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology* **10**: 197-206.
- Stouffer, P.C. & R.O. Bierregaard 1995. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology* **76** (8): 2429-2445.
- Stouffer, P.C. 1997. Interspecific aggression in *Formicarius* ant thrushes? The view from Central Amazonia Brazil. *Auk* **114**(4): 780-785.
- Stratford, J.A. 1997. *The effects of fragmentation on terrestrial insectivorous birds in central Amazonas, Brazil*. Master of Science Thesis, Rutgers University 131 pp.

-
- Straford, J. & P. Stouffer 1999. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. *Conservation Biology* **13** (6): 1416 – 1423.
- Vasconcelos, H.L. 1988. Distribution of *Atta* (Hymenoptera-Formicidae) in “Terra-firme” rain forest in Central Amazonia: density, species composition and preliminary results on effects of forest fragmentation. *Acta Amazonica* **18**: 309-315.
- Williamson, B.G., R. Mesquita, K. Ickes e G. Ganade 1998. Estratégias de pioneiras nos trópicos. In C. Gascon e P. Moutinho, *Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 565.
- Willis, E.O. 1974. Populations and local extinctions of birds on Barro Colorado Island, Panamá. *Ecological Monographs* **44**: 153-169.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: Why? *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **19**: 1-18.

Apêndices

Apêndices I a IV: Número total de presas por amostra de regurgito, data e local de captura de cada indivíduo das espécies estudadas.

Apêndice V: Número total de grupos animais coletados em serapilheira nas áreas de estudo (fragmentos de 10 ha, 1ha e florestas contínuas) durante a época chuvosa e a época seca.

41 Cont. = Reserva do 41

Gav. Cont. = Reserva do Gavião

CO 1ha = Reserva de 1ha da Colosso

PA 1ha = Reserva de 1ha da Porto Alegre

DI 1ha = Reserva de 1ha da Dimona

DI* 1ha = Segunda reserva de 1ha da Dimona

DI 10ha = Reserva de 10ha da Dimona

CO 10ha = Reserva de 10ha da Colosso

PA 10ha = Reserva de 10ha da Porto Alegre

I
Myrmeciza ferruginea

<u>Categoria de presa</u>	01/02/01	02/02/01	04/02/01	16/02/01	18/02/01	09/03/01	09/03/01	24/04/01	03/05/01	04/05/01	24/05/01	30/05/01	01/07/01	05/07/01	21/08/01	24/08/01	Total
	Gav. 20C	Gav. tr.Ac.	Gav. 300C	Gav. Estr.	41 T13	41 B3	41 F4	Co. 100C	41 S8	41 H5	Di. 500C	41 A8	41 U11	Fl. C	41 R10	41 I15	
Annelida	1																1
Araneae	2	1	3	7	2	1	2	1	6	1	3	5	2	2	3	2	43
Coleoptera	1	2		2	1	1	1			1	1	1	3	1	3		18
Coleoptera (larvas)			2			1	1										4
Dermaptera						1											1
Diptera													1		1		2
Diptera (larvas)			1														1
Hemiptera		1		1		1	1	3				1			1		9
Homoptera						1				1							2
Hymenoptera (Formicidae)		2		1		1	1		1	5	5	1	1	1	2		21
Lepidoptera (larvas)										1				1			2
Neuroptera (larvas)		1			1			1				2	2				7
Ootecas (de aranhas e insetos)	1	4	3	1	2	4	3	1	2	5	4	11	1	12	1		55
Opiliones	1		2	4		2	1			1	1	2	1		2	5	22
Orthoptera	2	1	6	3	2	1	3	6	3	3	7	4	2	2	19	4	68
Vertebrata											1	1					2
Total	8	12	17	19	8	14	13	12	12	18	22	28	13	19	32	11	258

- Gav. 20C Reserva do Gavião - 20m trilha central.
- Gav. tr.Ac. Reserva do Gavião - 100m trilha alternativa proxima da parada do carro.
- Gav. 300C Reserva do Gavião - 300m trilha central.
- Gav. Estr. Reserva do Gavião - 150m borda proxima a estrada.
- 41 T13 Reserva do 41 - trilha T13.
- 41 B3 Reserva do 41 - trilha B3.
- 41 F4 Reserva do 41 - trilha F4.
- Co. 100C Reserva Contínua do Colosso - 100m trilha central.
- 41 S8 Reserva do 41 - trilha S8.
- 41 H5 Reserva do 41 - trilha H5.
- Di. 500C Faz. Dimona - Floresta contínua, trilha atrás reserva de 10 ha. 500m trilha central
- 41 A8 Reserva do 41 - trilha A8.
- 41 U11 Reserva do 41 - trilha U11.
- Fl. C Reserva do Florestal - F. Esteio Trilha Central-atallho.
- 41 R10 Reserva do 41 - trilha R10.
- 41 I15 Reserva do 41 - trilha I15.

II

Sclerurus rufularis

<u>Categoria de presa</u>	<u>25/4/2001</u> <u>Gav. S100</u>	<u>30/5/2001</u> <u>41 A8</u>	<u>23/8/2001</u> <u>41 T4</u>	<u>25/10/2001</u> <u>41 Q4</u>	<u>30/4/2002</u> <u>41 M1</u>	<u>1/5/2002</u> <u>41 R7</u>	<u>Total</u>
Araneae	1	10	3	5	1	6	26
Blattodea					1		1
Coleoptera	3	1			1		5
Coleoptera (larvas)	1	4		8	1	1	15
Dermaptera	1				1		2
Diptera (larvas)	1						1
Homoptera	1						1
Hymenoptera (Formicidae)	3	1		5	5	3	17
Isoptera						7	7
Lepidoptera (larvas)						1	1
Neuroptera (larvas)	1	2		1	1	1	6
Ootecas (de aranhas e insetos)	2		1	17	2	4	26
Opiliones					1		1
Orthoptera	2	1			1	8	12
Total	16	19	4	36	15	31	121

Gav. S10041 A841 T441 Q441 M141 R7

Reserva do Gavião - 100m primeira trilha secundária.

Reserva do 41 - trilha A8.

Reserva do 41 - trilha T4.

Reserva do 41 - trilha Q4.

Reserva do 41 - trilha M1.

Reserva do 41 - trilha R7.

III
Formicarius colma

<u>Categoria de presa</u>	<u>22/04/01</u> <u>Di. 500C</u>	<u>24/05/01</u> <u>Di. 1500S</u>	<u>27/06/01</u> <u>41 P11</u>	<u>05/08/01</u> <u>41 Q7</u>	<u>25/08/01</u> <u>41 H4</u>	<u>18/09/01</u> <u>Gav. 500S</u>	<u>22/09/01</u> <u>41 S4</u>	<u>24/10/01</u> <u>41 F6</u>	<u>Total</u>
Araneae	2		1	1	1	1	1		7
Blattodea			1		1				2
Coleoptera	1	1	4	3	3	2	4	2	20
Coleoptera (larvas)			2		2		1		5
Dermaptera		1	1				1		3
Diptera (larvas)							34		34
Hemiptera			1						1
Homoptera	1		1						2
Hymenoptera (Formicidae)	18	5	25	27	15	19	16	25	150
Isoptera						6		1	7
Neuroptera					1				1
Opiliones			3				1		4
Orthoptera	9	3	3	24	7	164	2	52	264
Vertebrata		1							1
Total	31	11	42	55	30	192	60	80	501

Di. 500C

Faz. Dimona - Floresta contínua, trilha atrás reserva de 10 ha. 500m trilha central

Di. 1500S

Faz. Dimona - Floresta contínua, trilha atrás reserva de 10 ha. 1500m trilha secundária

41 P11

Reserva do 41 - trilha P11.

41 Q7

Reserva do 41 - trilha Q7.

41 H4

Reserva do 41 - trilha H4.

Gav. 500S

Reserva do Gavião - 500m primeira trilha secundária.

41 S4

Reserva do 41 - trilha S4.

41 F6

Reserva do 41 - trilha F6.

IV

Formicarius analis

Categoria de presa	<u>22/04/01</u> <u>Di. 500C</u>	<u>04/05/01</u> <u>41 O8</u>	<u>05/05/01</u> <u>41 H15</u>	<u>19/06/01</u> <u>Fl. 50C</u>	<u>26/06/01</u> <u>41 O2</u>	<u>27/06/01</u> <u>41 P11</u>	<u>19/09/01</u> <u>Gav. 100S</u>	<u>23/09/01</u> <u>41 D6</u>	<u>02/04/02</u> <u>41 F7</u>	TOTAL
Annelida				1						1
Araneae	1	2	3					2	1	9
Blattodea					1	1				2
Coleoptera	3	2	1	4	1	5	2	6	3	27
Coleoptera (larvas)	1									1
Diplopoda									1	1
Diptera (larvas)	5					2				7
Homoptera	1									1
Hymenoptera (Formicidae)	6	18	17	17	23	31	15	24	15	166
Mollusca							1	2		3
Neuroptera (larvas)							1			1
Ootecas (de aranhas e insetos)		1	4	1	2			2		10
Opiliones						2		1		3
Orthoptera	2	1	17	7		12	5	17	8	69
Uropigy		1							1	2
Vertebrata				1					1	2
	19	25	42	31	27	53	24	54	30	305

Di. 500C

Faz. Dimona - Floresta contínua, trilha atrás reserva de 10 ha. 500m trilha central

41 O8

Reserva do 41 - trilha O8.

41 H15

Reserva do 41 - trilha H15.

Fl. 50C

Reserva de Florestal - F. Esteio, 50m trilha central

41 O2

Reserva do 41 - trilha O2.

41 P11

Reserva do 41 - trilha P11.

Gav. 100S

Reserva do Gavião - 100m primeira trilha secundária.

41 D6

Reserva do 41 - trilha D6.

41 F7

Reserva do 41 - trilha F7.

V

	Época chuvosa (fevereiro-maio)									Total
	41 Cont.	Gav. Cont.	CO 1ha	PA 1ha	DI 1ha	DI* 1ha	DI 10ha	CO 10ha	PA 10ha	
Annelida	25	21	21	18	8	13	7	11	7	131
Araneae	20	46	33	45	32	32	16	27	28	279
Blattodea	3	7	8	7	4	16	1	2	3	51
Chilopoda	4	4	2	7	6	1	3	1	1	29
Coleoptera	20	27	37	47	27	24	11	19	28	240
Coleoptera (larvas)	5	11	12	17	3	5	6	10	5	74
Dermaptera	2	1	9	1	7	1	2	1	0	24
Diplopoda	8	14	27	43	21	27	8	15	18	181
Diplura	1	4	0	5	3	7	2	0	0	22
Diptera	3	0	2	1	0	1	4	2	1	14
Diptera (larvas)	3	1	10	9	2	4	1	5	3	38
Embioptera	2	0	1	0	0	0	1	1	0	5
Hymenoptera (Formicidae)	308	417	442	282	210	106	248	267	369	2649
Hemiptera	2	4	2	0	4	4	1	1	1	19
Homoptera	1	2	6	2	1	3	1	2	0	18
Isopoda	13	47	13	25	40	32	17	27	17	231
Isoptera	106	20	0	274	17	9	0	0	45	471
Lepidoptera (larvas)	1	1	7	0	2	0	0	4	0	15
Mollusca	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Neuroptera (larvas)	0	1	0	0	0	0	0	4	1	6
Ootecas	2	20	12	12	1	2	0	1	5	55
Opiliones	3	12	10	15	2	12	6	8	8	76
Orthoptera	6	4	1	4	3	2	2	3	1	26
Plecoptera	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Pseudoscorpiones	10	39	32	44	18	19	13	31	12	218
Ricinulei	0	0	2	2	3	2	0	1	2	12
Schizomida	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
Scorpiones	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Tyssanura	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Uropigy	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Vertebrata	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Total	551	706	690	862	415	322	351	443	557	4897

	Época seca (junho-setembro)									Total
	41 Cont.	Gav. Cont.	CO 1ha	PA 1ha	DI 1ha	DI* 1ha	DI 10ha	CO 10ha	PA 10ha	
Annelida	3	1	9	16	1	2	2	19	9	62
Araneae	21	8	18	29	7	13	11	23	19	149
Blattodea	4	0	1	2	2	5	2	3	3	22
Chilopoda	2	0	3	1	0	1	2	2	2	13
Coleoptera	10	0	12	9	9	9	12	7	17	85
Coleoptera (larvas)	4	1	3	4	1	2	1	3	1	20
Dermaptera	2	0	1	1	1	0	2	0	3	10
Diplopoda	11	1	11	16	7	19	1	9	11	86
Diplura	0	0	1	0	2	0	1	1	2	7
Diptera	0	0	1	1	0	1	1	0	0	4
Diptera (larvas)	1	2	0	0	1	1	1	1	5	12
Embioptera	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
Hymenoptera (Formicidae)	332	150	226	233	115	200	262	137	103	1758
Hemiptera	3	2	3	2	1	5	1	2	7	26
Homoptera	0	0	0	2	1	2	1	3	1	10
Isopoda	1	0	10	23	3	4	9	15	9	74
Isoptera	1	0	1	4	0	13	25	5	10	59
Lepidoptera (larvas)	2	0	0	1	0	0	1	2	1	7
Mollusca	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3
Neuroptera (larvas)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4
Ootecas	0	2	0	0	0	3	1	1	1	8
Opiliones	1	0	7	7	0	3	0	7	9	34
Orthoptera	2	1	1	2	1	1	4	3	0	15
Plecoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudoscorpiones	21	21	19	20	10	18	14	24	30	177
Ricinulei	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Schizomida	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Scorpiones	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Tyssanura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Uropigy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vertebrata	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Total	426	191	329	373	166	302	356	268	245	2656