

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA

INTERAÇÃO MUTUALÍSTICA ENTRE AVES FRUGÍVORAS DE
SUB-BOSQUE E PLANTAS NO PARQUE ECOLÓGICO DE
GUNMA, SANTA BÁRBARA DO PARÁ

Andreza de Lourdes Souza Gomes

Dissertação apresentada à Coordenação de Pós-Graduação em Zoologia - Convênio Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará - como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Zoologia.

Orientadora: Dr^a. Maria Luiza Videira Marceliano
Co-orientador: Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim

BELÉM -PA
2008

ANDREZA DE LOURDES SOUZA GOMES

INTERAÇÃO MUTUALÍSTICA ENTRE AVES FRUGÍVORAS DE
SUB-BOSQUE E PLANTAS NO PARQUE ECOLÓGICO DE
GUNMA, SANTA BÁRBARA DO PARÁ

Dissertação apresentada à Coordenação de Pós-Graduação em Zoologia - Convênio Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará - como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Zoologia.

Orientadora: Dr^a. Maria Luiza Videira Marceliano

Co-orientador: Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim

BELÉM-PA
2008

“Uma árvore de tronco imenso
Sai de uma minúscula semente
Uma longa caminhada
Começa com um único passo”

Lao Tse, Tao Te King

Este trabalho é dedicado aos homens da minha vida

Antônio Silvestre Cordeiro Gomes (in memorian)

Andrey Felipe Gomes Gonçalves

André Luiz Gomes Gonçalves

Luiz Matheus Gomes Vieira

AGRADECIMENTOS

Ao longo da trajetória de elaboração e desenvolvimento desta dissertação, eu pude contar com o apoio essencial de diversas pessoas, sem os quais a concretização deste projeto não seria uma realidade.

Primeiramente a minha família, por terem me ensinado a ir atrás de meus objetivos, pela sua compreensão e apoio, Agradeço aos meus pais, **Antônio e Edna**, a meus irmãos, **Ellen, Elliane e Ellian**, aos meus filhotes **Andrey, André e Matheus**, aos meus sobrinhos, **João Victor e Antônio**. Sou grata por vocês existirem em minha vida.

A minha orientadora, **Prof^a. Maria Luiza Videira Marceliano**, pela sua amizade, ensinamentos e pelo apoio profissional e científico, que foram essenciais para o meu desenvolvimento profissional.

Ao meu co-orientador, **Prof^o. Mário Augusto Gonçalves Jardim** pelas correções, sugestões e identificação dos vegetais.

À Secretaria de Educação do Estado do Para pela concessão da bolsa de mestrado, para o desenvolvimento desta pesquisa,

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Japan International Cooperation Agency (JICA), pelo financiamento e apoio logístico, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Aos professores **Alexandre Aleixo e Wesley Rodrigues da Silva** pela prestatividade, sugestões e troca de idéias,

Ao **José Luiz Fernandes Vieira** pelo apoio, revisões, auxílio no campo e troca de idéias,

À Coordenação do programa de Pós-graduação em Zoologia da UFPA e Museu Paraense Emílio Goeldi,

Ao Programa de Pós-Graduação em zoologia, pela estrutura física e empenho durante o desenvolvimento deste trabalho, bem como aos funcionários, **Ana Célia, Santa Brígida e Fátima Lima,**

À todos os professores do curso aos professores que compartilharam seus conhecimento nas disciplinas ministradas durante o curso Pós-Graduação em zoologia,

Às secretárias da Pós-graduação, **Anete e Dorotéia,** pelo carinho e disponibilidade sempre presente,

As bibliotecárias do MPEG por sua extrema competência e auxílio;

Aos assistentes de campo que me prestaram auxílio durante a coleta de dados no Parque Ecológico de Gunma: **Carlos e Almir.**

Aos meus amigos e companheiros de campo **Diego, Silvana, Mariclécia, João, Maya e Léo** e a todos os meus amigos da Zoologia sou grata por encherem minha vida de alegria e carinho.

Obrigada!

Sumário

Lista de Figuras -----	viii
Lista de abreviatura -----	x
RESUMO -----	xi
ABSTRACT -----	xiii
1. INTRODUÇÃO -----	01
1.1. Ornitocoria -----	03
1.2. Aspectos gerais da dispersão de sementes -----	08
1.3. Coevolução -----	12
1.5. Objetivos -----	17
2. METODOLOGIA -----	18
2.1. Área de estudo -----	18
2.2. Amostragem da avifauna -----	25
2.3. Padrões de Interação -----	27
2.4. Análise dos dados -----	28
3. RESULTADOS -----	33
3.1. Amostragem da avifauna -----	33
3.2. Interações registradas na floresta primária -----	37
3.3. Interações registradas na floresta secundária -----	46
3.4. Interações registradas no PEG -----	55
4. DISCUSSÃO -----	60
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	66
6. REFERÊNCIAS -----	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Mapa de localização do Parque Ecológico de Gunma -----	19
Figura 02. Pluviosidade e temperatura média mensal do PEG -----	21
Figura 03. Ambientes representativas no PEG -----	23
Figura 04. Localização dos pontos de coleta no PEG-----	26
Figura 05. Curva cumulativa das espécies de aves registradas no PEG -----	33
Figura 06. Espécies de aves presentes na rede de interação da floresta primária do PEG -----	39
Figura 07. Interações registradas pelas aves na floresta primária -----	39
Figura 08. Matriz de interação entre aves e plantas da floresta primária do PEG -----	41
Figura 09. Rede de interação mutualística na floresta primária do PEG -----	43
Figura 10. Importância das aves como potenciais dispersores na floresta primária do PEG -----	44
Figura 11. Importância na dieta das aves das espécies de vegetais presentes na floresta primária do PEG -----	45
Figura 12. Espécies de aves presentes na rede de interação da floresta secundária, agrupadas segundo os hábitos alimentares -----	48

Figura 13. Interações registradas pelas aves na floresta secundária, agrupadas segundo os hábitos alimentares	48
Figura 14. Matriz de interação entre aves e plantas na floresta secundária do PEG	50
Figura 15. Rede de interação mutualística na floresta secundária do PEG	52
Figura 16. Importância das espécies de aves como potenciais dispersoras, capturadas na floresta secundária do PEG	53
Figura 17. Importância das espécies de vegetais na floresta secundária no PEG	54
Figura 18. Percentual das espécies de aves e sua interação com as espécies de vegetais no PEG	56
Figura 19. Matriz de interação entre aves e plantas do PEG	57
Figura 20. Rede de interação mutualística no PEG	59

LISTA DE ABREVIATURAS

CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos

DENPASA - Dendê do Pará Sociedade Anônima

GPS - Global Position System

G.L - Gay Lussac

ha - Hectare

HR - Hora-rede

MPEG - Museu Paraense Emílio Goeldi

PEG - Parque Ecológico de Gunma

PDBFF - Projeto Dinamica Biológica e Fragmentos Florestais

UAS - Unidade de Análises espacial

RESUMO

O consumo de frutos por aves pode representar uma relação mutualística, na qual estas o utilizam como fonte de nutrientes, deixando as sementes intactas. Tais interações podem ser descritas por redes, as quais podem ocorrer ao acaso ou assumem um padrão. O presente estudo objetivou determinar a estruturação da rede na floresta primária e secundária, assim como o nível de aninhamento das interações da assembléia de aves de sub-bosque e espécies de vegetais do Parque Ecológico de Gunma, situado na região Amazônica. Foram realizadas captura de aves com redes ornitológicas para identificação da espécie, coleta e análise das fezes, no período de março a dezembro de 2007. Os dados foram empregados para determinação da conectância, do aninhamento do sistema mutualístico, do índice de importância das espécies e para elaboração da rede de interação. Os resultados obtidos mostraram que o grau de aninhamento na floresta secundária foi maior que na primária e, a rede de interação final do Parque Ecológico de Gunma foi composta por 37 espécies (animais e plantas) interagindo com conectância de 18% e grau de aninhamento de 95%. As aves potencialmente dispersoras de sementes foram representadas por 20 espécies, destacando-se as famílias Pipridae, Tyrannidae, Turdidae e Thraupidae. *Dixiphia pipra* foi a principal dispersora nas duas fisionomias estudadas, seguido de *Lipaugus vociferans* na floresta primária e *Cyanerpes caeruleus* na floresta secundária. Dentre os vegetais, 17 espécies fizeram parte da dieta das aves, e *Miconia ciliata* apresentou o maior índice de importância, pois interagiu com 16 espécies de aves, seguida de

Phthirusa micrantha, na floresta primária, e *Euterpe oleracea* na floresta secundária.

Palavra-chave: aves; frugivoria; interação.

ABSTRACT

The ingestion of fruits by birds may represent a mutualistic relationship in which they use fruit as nutrient sources keeping intact the seeds. This interaction is described as networks and can present patterns or occurs at random. This study was designed to determine the network structure and the nestedness of interactions between understory bird assemblies and plants from primary and secondary forests at Gunma Ecological Park (PEG), located in the Amazonian region. From March to December of 2007, a total of ten expeditions were conducted for bird capture using mist nets and collection of feces samples for seeds identification. The results were used to determine the connectance, importance index and the nestedness of the mutualistic system. The nestedness in secondary forest was higher than in the primary forest, and the net interaction at Gunma Ecological Park was comprised by 37 species (birds and plants) with connectance of 18% and nestedness of 95%. Birds potentially seed dispersers were represented by 20 species, mainly by the families Pipridae, Tyrannidae, Turdidae and Thaurapidae. *Dixiphia pipra* was the most important seed disperser species in primary and secondary forest followed by *Lipaugus vociferans* in primary forest and *Cyanerpes caeruleus* in secondary forest. A total of 17 plants species were found in the diet of birds. *Miconia ciliata* showed the highest importance index because it interacted with 16 bird species, followed by *Phthirusa micrantha* in primary forest and *Euterpe Oleracea* in secondary forest.

Key-Words: birds; frugivory; interaction.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são caracterizadas por um alto índice de diversidade nas escalas local e regional, com pequena quantidade de espécies distribuídas por grandes áreas. A variedade dos processos e interações ecológicas a caracteriza como um sistema dinâmico, a interação mutualística entre os animais frugívoros e as plantas destaca-se nesta região, com cerca de 90% das espécies arbóreas e arbustos apresentando dispersão zoocórica (Howe e Smallwood 1982).

Do ponto de vista evolutivo, as interações entre os frugívoros e as plantas moldaram este sistema na região tropical, com influência na estrutura e dinâmica das comunidades. Dentre os animais frugívoros, destacam-se as aves, por representarem uma parcela significativa da biomassa de vertebrados, bem como intensa mobilidade e diversidade (Terborgh 1986).

As aves frugívoras, podem constituir até um terço da avifauna residente e, são responsáveis pela dispersão de 39% a 77% das espécies de plantas de uma floresta (Stiles 1985). Sua dieta inclui uma porção substancial de frutos, ao menos durante determinada época do ano, os quais são utilizados como fonte de nutrientes, deixando as sementes intactas (Moermond e Denslow 1985).

As aves ao se alimentarem podem transportar as sementes para longe da planta-mãe e, ao defecarem ou regurgitarem, depositam-nas em um ambiente mais propício (Howe 1986), reduzindo assim, a competição pelos

recursos essenciais como luz, água e nutrientes, bem como, dos locais de intensa predação (Howe e Primack 1975, Augspurger 1984).

O fruto constitui um elemento chave na sucessão vegetal, e pode aumentar de tamanho ao longo deste processo, sua diversidade e abundância podem determinar quais os animais que podem viver na comunidade, enquanto que a disponibilidade dos agentes dispersores pode determinar quais as espécies de plantas irão colonizar e se reproduzir (Foster 1978).

As florestas primárias e secundárias constituem ambiente diferenciado. A estratificação mais evidenciada da primeira resulta em um sub-bosque com menos vegetação, e as árvores que ocupam os estratos superiores na mata tendem a produzir frutos maiores do que as plantas de sub-bosque. Tais diferenças refletem a composição das espécies de aves (Foster 1978).

As interações entre as espécies de aves e plantas constituem uma estrutura interconectada em uma teia trófica que pode ser descrita em redes mutualísticas (Memmott 1999). O reconhecimento dos padrões de interações nas comunidades ecológicas tem sido utilizado como uma nova abordagem no estudo da estrutura e da dinâmica das comunidades tropicais, que gera a organização da biodiversidade (Montoya *et al.* 2006, Thompson 2005).

Entender como os animais frugívoros influenciam as populações vegetais e como a distribuição dos recursos oferecidos pelo vegetal afeta a diversidade destes animais, são temas importantes para a conservação. Neste sentido, este estudo objetivou determinar o nível de aninhamento da rede de

interação, caracterizando o grau de estruturação da rede mutualística entre espécies generalistas e especialistas do Parque Ecológico de Gunma (PEG) nas florestas primária e secundária, frente a uma hipótese nula em que as interações ou incidências ocorrem ao acaso. Avaliou-se também, quais espécies de aves e plantas interagem e são mais importantes em cada ambiente, uma vez que a composição vegetal diferente nas duas fisionomias poderá levar a presença de agentes dispersores e recursos alimentares distintos nos dois ambientes.

1.1 ORNITOCORIA

Aproximadamente 35% das famílias das aves possuem espécies que consomem frutos (Fleming 1979), entretanto a sua proporção na dieta varia ao longo do ano, em função do ciclo reprodutivo e da disponibilidade dos recursos alimentares. A maioria das aves frugívoras alimenta-se também de artrópodes, obtendo através deste recurso as proteínas, as quais são escassas na estrutura carnosa do fruto (Moermond e Denslow 1985).

As aves, entre os vertebrados frugívoros, destacam-se como importantes dispersores de sementes, uma vez que apresentam a capacidade de explorar várias espécies vegetais (Augsburger 1984). No Brasil, diversos estudos têm evidenciado diferentes comunidades de aves, enfocando uma espécie vegetal (na Floresta Atlântica: Galetti e Stotz 1996, Marcondes-Machado e Argel-de-Oliveira 1998, Pedroni 1995, Pineschi 1990, Figueiredo 1996, na Floresta Amazônica: Argel-de-Oliveira 1992, nas Matas de Galeria: Motta-Junior 1990, no Cerrado: Monteiro *et al.* 1992, nos ambientes alterados:

Argel-de-Oliveira *et al.* 1996, Argel-de-Oliveira e Figueiredo 1996, Figueiredo *et al.* 1995, Lombardi e Motta-Junior 1993, Marcondes-Machado *et al.* 1994, Senna 1993, Silva 1988). Outros destacaram a interação com a comunidade vegetal (Galetti e Pizo 1996, em Campo Rupestre, e Faustino e Machado 2006, Fadini e Marco Jr. 2004, Silva *et al.* 2002 na Mata Atlântica).

A dispersão das sementes realizada pelos animais é denominada zoocoria e pode ser dividida em epizoocoria e sinzoocoria. Na primeira, os propágulos são transportados no exterior do corpo da ave e fixados por estruturas adesivas, sendo considerada uma relação de comensalismo. Nas plantas aquáticas, a epizoocoria é comum, uma vez que apresentam os diásporos pequenos e sem adaptações específicas, os quais são transportados agarrados às patas ou as plumagens das aves aquáticas. Outro exemplo é o gênero *Pisonia* (Nyctaginaceae), cujas árvores possuem frutos pegajosos que podem aderir à plumagem das aves (Dário 1994).

A sinzoocoria é dividida em estomatocoria, diszoocoria e endozoocoria. Na primeira, os propágulos são deliberadamente carregados pelas aves e as sementes são regurgitadas, como registrado na família Ramphastidae (Dário 1994).

A diszoocoria ocorre quando os propágulos são transportados acidentalmente, conforme descrito nos trabalhos de Reinert e Bornschein (1998) e Anjos (1991) em *Cyanocorax caeruleus* (gralha-azul), que realiza a dispersão da *Araucaria angustifolia* (araucária), transportando as sementes (pinhão), para ingeri-las em outro local e, freqüentemente, ao tentar abri-las

com o bico, deixa cair no solo e não procura recuperá-las, voltando à árvore para apanhar outro fruto.

Na endozoocoria, os propágulos são transportados no interior do corpo, como os frutos da família Melastomataceae, que se caracterizam por bagas carnosas ou cápsulas, com sementes numerosas, minúsculas, de forma variada e polpa adocicada, as quais fazem parte da dieta de diversas aves (Loiselle e Blake 1999).

Os agentes dispersores bióticos atuam em diferentes escalas espaço-temporais. Os primários apanham as sementes diretamente dos frutos e têm grande influência no padrão inicial da chuva de sementes, destacando-se as aves e os morcegos (Wang e Smith 2002). Já os dispersores secundários apanham as sementes já dispersas, originando o segundo nível de arranjo espacial da chuva de sementes, gerando configurações diferentes daquela inicial, que ainda podem ser modificadas por predadores e patógenos de sementes e plântulas, antes de originarem os padrões finais das plantas adultas. Neste grupo, destacam-se alguns mamíferos, principalmente os roedores (Levine e Murrell 2003).

O comportamento do dispersor também influencia no padrão final da deposição das sementes. Alguns animais estocam várias sementes em determinado local (esquilos), enquanto outros as espalham, de maneira uniforme, em uma grande área (aves e morcegos) (Guevara e Laborde 1993).

Algumas características das aves podem influenciar na eficiência da dispersão, como: (a) tamanho, pois as maiores carregam mais sementes de uma planta; (b) largura do bico, aquelas com o bico mais largo podem comer

frutos maiores, quando comparadas com as do mesmo tamanho, mas com bico estreito; (c) tempo de permanência, as que ficam muito tempo na planta, acabam por eliminar as sementes embaixo desta; (d) comportamento após a visita; (e) fidelidade ao ambiente, pois as aves restritas a um determinado local são boas dispersoras de plantas que só crescem nesta área; (f) à forma de ingestão, a eficiência é maior naquelas que engolem frutos inteiros; (g) taxa de remoção das sementes, as que ingerem mais sementes por visita e (h) taxa de visitação, que visitam com mais frequência (Argel-de-Oliveira 1998).

A efetividade é influenciada, dentre outros fatores, pelo comportamento alimentar, características do aparelho digestivo e dos frutos, modo de manuseio, padrão de visita e o tempo de retenção da semente. Os componentes que determinam à efetividade podem ser qualitativos ou quantitativos (Schupp 1993). Segundo Jordano (1992), as aves frugívoras podem ser divididas em três grupos:

1- Predadoras de sementes: aves que destroem as sementes com o bico, que geralmente é resistente, como as espécies das famílias Psittacidae e Emberezidae, ou através da ação do estômago muscular, as quais apresentam o papo e a moela bem desenvolvidos, como as pertencentes às famílias Cracidae e Columbidae. Apresentam dispersão de baixa qualidade, limitada aos casos em que a semente tem tamanho reduzido, podendo inclusive, passar intacta pelo tubo digestivo, ou quando transportam os diásporos para se alimentar em outro local, eventualmente, deixando-os cair.

2- Dispersoras legítimas: aquelas que ingerem o fruto inteiro e eliminam parte da semente intacta, através das fezes ou por regurgitação,

promovendo a dispersão. Nesta categoria destacam-se as famílias Trogonidae, Pipridae, e Ramphastidae.

3- Predadoras de polpa: aves que retiram parte dos frutos para consumo e, geralmente, deixam cair a semente sob a planta-mãe, sem promover uma dispersão eficiente. Algumas espécies da família Tyrannidae, que mascam os frutos podem ser enquadradas neste grupo, pois separam as sementes e a casca no bico, deixando-os cair e ingerindo apenas a polpa. De maneira geral, as sementes maiores são facilmente separadas e descartadas pelas aves, enquanto que as menores e embebidas na polpa, são ingeridas e apresentam dispersão de melhor qualidade.

Associada a esta classificação, existem diferenças morfológicas nos sistemas digestivo e locomotor dos frugívoros, relacionadas ao seu comportamento alimentar e social. As espécies que ingerem o fruto inteiro possuem o bico mais largo e chato, quando comparadas às predadoras de sementes e de polpa (Herrera 1984). Aquelas que apresentam o bico mais fino consomem menor variedade de frutos, indicando uma relação entre a forma do bico e a diversidade dos frutos consumidos (Wheelwright 1985).

Observa-se variação no desenvolvimento da musculatura da moela, a qual esta correlacionada ao alimento ingerido, variando do rudimentar, como nas aves piscívoras, até as mais especializadas, como os granívoros e insetívoros. No caso das espécies frugívoras, a moela apresenta, geralmente, desenvolvimento intermediário (Mclelland 1979), por outro lado, o trato digestivo tende a ser curto e tubular, com estômago pouco desenvolvido,

fazendo com que o alimento passe rapidamente e somente a polpa seja ingerida (Pough *et al.* 1993).

Levey (1987) verificou que as diferenças na capacidade gustativa das aves influenciam na seleção dos frutos consumidos, na taxa de remoção e conseqüentemente, na dispersão das sementes. Em relação ao sistema locomotor, sabe-se que o conjunto das características morfológicas de uma ave é fundamental para determinar a acessibilidade e a relação custo e benefício da coleta do fruto e influenciar significativamente na dieta (Moermond e Denslow 1985).

Ressalta-se que algumas espécies de aves apresentam comportamentos que são refletidos no consumo de frutos, os quais estão relacionados à territorialidade, a defesa dos recursos (Willis 1996, Cruz 1981, Pratt 1984), padrões de vôo (Howe e Primack 1975, Mcdiarmid *et al.* 1977, Jordano 1984, Moermond e Densow 1985), métodos de forrageio, modo de consumo do alimento (Fitzpatrick 1980, Moermond 1981, Levey 1987) e competição (Willis 1996, Fleming 1979).

1.2. ASPECTOS GERAIS DA DISPERSÃO DE SEMENTES

A dispersão das sementes é um fator limitante para reprodução de diversas espécies de plantas, uma vez que para esta resultar no recrutamento para a próxima geração, é necessário que a semente seja depositada em locais favoráveis para seu desenvolvimento. Algumas teorias têm sido propostas para explicar suas vantagens, como o modelo de Janzen-Connell, ou

hipótese da fuga, um dos pioneiros a sugerir uma teoria para a dispersão das sementes.

Janzen (1970) e Connell (1971) de maneira independente criaram modelos similares para explicar os padrões de diversidade das plantas nos trópicos, através das vantagens da dispersão das sementes em relação à planta-mãe. O modelo propõe que a mortalidade é dependente da densidade das sementes, nas proximidades dos adultos da mesma espécie, devida a predação por insetos e/ou roedores, concentrando assim, suas atividades onde os recursos são abundantes. Além disso, a predação é maior nas proximidades dos adultos da mesma espécie, uma vez que os predadores procuram por sementes e plântulas apenas na vizinhança dos adultos, ignorando as mais distantes (Janzen 1970).

A hipótese da colonização é um segundo modelo criado em 1983 por Augspurger, não sendo considerado mutuamente exclusivo ao anterior, pois sugere que a dispersão aumenta a probabilidade de encontrar habitat com condições favoráveis para seu estabelecimento, como as clareiras. Portanto, o sombreamento dos adultos e das espécies competitivas é o principal fator que delimita o estabelecimento de muitos indivíduos sob o dossel dos adultos, ao invés da pressão da predação (Howe 1986).

Na pesquisa de Manhães (2003) na vegetação secundária da Mata Atlântica, algumas espécies de aves oportunistas (como as onívoras ou insetívoras), foram capazes de cruzar áreas abertas entre fragmentos, lançando sementes nos ambientes mais propícios, como as bordas de outros remanescentes próximos.

Outro modelo é a dispersão direcionada, proposto por Howe e Smallwood (1982), segundo o qual alguns dispersores transportariam as sementes para locais não-aleatórios, de acordo com seu comportamento de forrageio. Estes sítios específicos apresentam características edáficas que garantem o bom desenvolvimento das sementes e plântulas, como evidenciado nas pesquisas realizadas na região Neotropical (Motta Junior 1991, Argel-de-Oliveira 1999, Gondim 2001) com o gênero *Euphonia*, o principal dispersor da erva-de-passarinho, que deposita suas sementes em locais propícios para a fixação no galho da planta hospedeira e posterior germinação.

Os mecanismos de dispersão das sementes apresentam características associadas às modificações no fruto ou na semente dos vegetais, nos quais os propágulos apresentam e indicam o modo de dispersão. Portanto, a síndrome da dispersão de uma planta é o conjunto destas alterações que permite identificar a estratégia utilizada para obter sucesso na dispersão de suas sementes (Howe e Smallwood 1982).

Ridley (1930) e Van der Pijl (1982), identificaram categorias destas síndromes, de acordo com o agente dispersor, permitindo a classificação dos vegetais em: anemocóricos, dispersão realizada pelo vento, e as sementes possuem tamanho reduzido com estruturas aladas ou plumas, que facilitam o deslocamento; autocóricos, realizada pelas próprias plantas e as sementes estão associadas às estruturas balísticas que as lançam por metros de distância; barocóricos, quando a gravidade dispersa as sementes; hidrocóricos, a água dispersa a semente, que apresenta estruturas que aumentam sua resistência a dispersão submersa, como pêlos e substâncias

viscosas, ou melhoram a flutuação na água, como cortiça, asas e poros que retêm o ar, e zoocóricos, a dispersão é realizada pelos animais, e os frutos ou sementes possuem ganchos ou estruturas adesivas ou carnosas, como o arilo e o pericarpo, bem como, coloração e odor atrativos a fauna.

De acordo com o agente dispersor, a zoocoria se subdivide em ictiocoria (peixes), saurocoria (répteis), ornitocoria (aves) e mamaliocoria (mamíferos) (Van der Pijl 1982). Ressalta-se que as últimas foram fundamentais para a irradiação e diversificação das angiospermas (Tiffney 1984, Tiffney 2004).

Na dispersão por mamíferos, os diásporos são geralmente odoríferos e de cores crípticas, como verde, amarelo, marrom e preto e possuem casca normalmente mais espessa (Van der Pijl 1982). Por outro lado, os diásporos adaptados à dispersão por aves, são freqüentemente inodoros, de coloração contrastante com a vegetação, como roxa/ átro purpúrea, vermelha, laranja e branca (Ridley 1930, Van der Pijl 1982), apresentando algumas vezes mais de uma cor ou contrastando com estruturas acessórias ou diásporos imaturos coloridos (Ridley 1930, Stiles 1982, Willson e Thompson 1982).

Outras características dos frutos ornitocóricos são: parte atrativa comestível, proteção da semente externa contra a utilização prematura e interna contra a digestão, fixação permanente, não-concentração dos propágulos em locais específicos da planta, sementes não agrupadas e com tegumento duro em frutos pesados, bem como expostas ou pendentes. Tais propriedades estão presentes em alguns gêneros, como: *Copaifera*, *Swartzia*,

Myrciaria, Ouratea, Xylopia, Psychotria, Solanum, Endlicheria, Cestrum, Euterpe, Miconia e Virola (Van der Pijl 1982).

1.3. COEVOLUÇÃO

As primeiras pesquisas sobre as interações entre os animais e as plantas enfatizaram apenas a herbivoria e a polinização. A partir da década de 60, teve início a abordagem dos mecanismos de dispersão das sementes (Ridley 1930, Van der Pijl 1969) abrangendo, com os trabalhos de Snow (1965,1971), os estudos de coevolução de plantas e frugívoros.

Ao estudar o gênero *Miconia* (Melastomataceae) em Trinidad, Snow (1965) observou que a frutificação seqüencial seria uma forma de evitar a competição por dispersores e manter a população das aves frugívoras. O mesmo autor em 1975 demonstrou que as plantas tendem a apresentar diferentes estratégias de produção de frutos, como a morfologia e conteúdo nutricional, sugerindo assim, uma divisão entre frugívoros especialistas e os generalistas.

Este conceito fundamentou pesquisas posteriores, como a realizada por Mckey (1975) que estabeleceu um gradiente de adaptação das plantas aos seus agentes dispersores. Em um extremo existiria um grupo específico de plantas cujos frutos com polpa rica em proteínas e lipídeos, contendo uma única semente relativamente grande e com frutificação prolongada, seriam dispersos por um número limitado de frugívoros especialistas, proporcionando uma dispersão altamente efetiva. Algumas aves

das famílias Cotingidae, Trogonidae e Ramphastidae, podem ser enquadradas neste perfil. O outro extremo seria constituído por um grupo de plantas generalistas, com frutos contendo numerosas sementes pequenas, com polpa rica em água e carboidratos e com produção abundante em período relativamente curto, as quais seriam dispersas por uma guilda mais ampla de frugívoros generalistas, como os representantes da família Tyrannidae, que não apresentam maior adaptação a este hábito, explorando várias espécies de plantas, além de complementar sua dieta com insetos (Mckey 1975).

Snow (1981) ao estudar a relação entre as aves frugívoras e as plantas das regiões tropicais, demonstrou que as aves especialistas se alimentam de frutos com alto teor nutritivo, ou seja, ricos em lipídeos e proteínas, destacando as famílias Lauraceae, Burseraceae e Palmae, e as aves consideradas não especialistas ou oportunistas, consomem frutos menos nutritivos, ricos em carboidratos, com destaque para a família Melastomataceae.

Outro aspecto relevante foi descrito por Howe e Estabrook (1977), ao discutirem que a evolução do padrão fenológico e do investimento em frutos pelas plantas são resultantes da preferência alimentar e do comportamento de forrageio dos seus dispersores. Portanto, a coevolução resultaria da competição intra-específica entre os frugívoros dispersores. Neste sentido, os autores apresentaram dois modelos: a seleção estabilizadora, na qual o número de frutos disponíveis por dia seria necessário apenas para manter um grupo limitado e especializado de dispersores e a seleção direcionada, na qual

o aumento na fecundidade é mediado pela competição intra-específica das plantas pelas aves oportunistas, atraídas pela grande oferta de frutos.

Apesar de alguns autores compararem o sistema de polinização com a dispersão (Van der Pijil 1969, Howe 1977), sabe-se que a coevolução intrínseca entre planta e agente dispersor raramente chegou ao grau de especialização envolvido na polinização, devido à imprevisibilidade temporal e espacial dos locais de deposição da semente, com pequena vantagem na especificidade do dispersor e pela impossibilidade da planta de manipular o comportamento do dispersor (Wheeleright e Orians 1982). Janzen (1980) foi o primeiro a sugerir que as interações mutualísticas entre frugívoros e os vegetais são representadas pela coevolução difusa, com ajustes gerais entre táxons ou guildas das espécies. Tal característica foi ratificada por pesquisas posteriores (Herrera 1985, Howe 1986, Levey 1987, Stiles e Rosselli 1993, Motta-Junior 1991).

Análises de redes complexas têm sido recentemente utilizadas como ferramentas para elucidar, em parte, as diferentes maneiras pelas quais as interações evolutivas são moldadas nas diversas comunidades, pois as premissas do processo coevolutivo como simetria, força mútua e especificidade (Janzen 1980, Wheelwright e Orian 1982) não se verificam nas interações mutualísticas, bem como, sua estrutura não pode ser explicada tanto por processos evolutivos biunívocos quanto pela coevolução difusa (Memmott 1999, Bascompte *et al.* 2003, Jordano *et al.* 2003, Vázquez e Aizen 2003, Memmott *et al.* 2004, Thompson 2005).

Segundo Thompson (2005) as interações mutualísticas apresentam a tendência de envolver um número máximo de espécies com benefícios mútuos, e se cada conjunto de espécies convergisse, haveria o estabelecimento de um núcleo com grande número de interações entre animais e plantas, com a adição progressiva de outras espécies. Embora algumas associações especializadas possam se afastar deste núcleo, a maioria das espécies especialistas se associaria aos generalistas centrais, pertencentes ao núcleo, reforçando a assimetria das conexões e o padrão aninhado encontrado neste tipo de rede de interação (Lewinsohn *et al.* 2006).

O estudo das interações representa o elo entre a composição e a dinâmica das comunidades e a compreensão dos processos reguladores permitem o entendimento dos padrões de diversidade encontrados no ecossistema (Lewinsohn *et al.* 2006). Conseqüentemente, métodos que descrevam a estrutura interconectada das interações mutualísticas, podem contribuir para o entendimento da origem, evolução e manutenção destas interações.

A investigação dos processos organizadores da estrutura das interações entre as aves e as plantas pode ser realizada por meio das matrizes de associações, as quais de maneira não-aleatória podem assumir duas configurações básicas: compartimentada, representada por conjuntos de espécies que interagem muito entre si e pouco com outros conjuntos, e que são visualizadas por interações com especificidade extrema mútua; e as aninhadas, cujas matrizes de associação são representadas pelas espécies que estabelecem um número menor de conexões, interligadas com

subconjunto daquelas que estabelecem um número maior de interações, representando um aninhamento bilateral, que evolui em torno de um núcleo de espécies generalistas (Prado e Lewinsohn 2004).

A estrutura aninhada é aquela na qual, uma vez que as linhas e as colunas de uma matriz de interações estejam ordenadas por totais decrescentes do número de interações, se observa uma progressão de subconjuntos inclusivos (Atmar e Patterson 1993, Bascompte *et al.* 2003). Do ponto de vista ecológico, as espécies associadas estão contidas em elencos maiores e os animais especialistas associam-se preferencialmente às plantas generalistas. Por outro lado, as plantas com poucas interações relacionam-se fortemente aos animais generalistas (Olesen e Jordano 2002).

Nas interações ave-planta a ausência de relações especialistas recíprocas e uma eventual tendência à generalização podem estar refletidas numa organização “aninhada”, cujo grau de aninhamento pode ser medido (Bascompte *et al.* 2003). É obtida pela presença de um núcleo de espécies de aves generalistas que interagem com plantas também generalistas, somando-se algumas relações especialistas assimétricas de plantas e dos dispersores de sementes (Bascompte *et al.* 2003, Jordano *et al.* 2006).

Embora seja uma abordagem relativamente recente, o estudo das redes tróficas a partir da teoria das redes complexas é importante para o entendimento da organização dos ecossistemas e suas relações com a estabilidade do ambiente (Olesen e Jordano 2002) uma vez que o modo como as comunidades estão estruturadas, e como as ligações tróficas se distribuem

através destas, devem se relacionar com sua fragilidade e persistência (Pimm *et al.*1991).

a. OBJETIVOS

Geral

Identificar a assembléia de aves dispersora de sementes no sub-bosque do Parque Ecológico de Gunma, a fim de determinar o nível de aninhamento na rede de interações com espécies vegetais, avaliando a estruturação desta rede entre as espécies generalistas e especialistas na floresta primária e secundária e caracterizar as espécies que mais interagem e aquelas mais importantes neste sistema mutualístico.

Específicos

a) Determinar a assembléia de aves frugívoras de sub-bosque presentes nos ambientes de mata primária e secundária;

b) Avaliar quais espécies de aves de sub-bosque e vegetais que mais contribuem para a dispersão de sementes;

c) Caracterizar o padrão de interação mutualístico encontrado entre as aves frugívoras de sub-bosque e respectivas populações vegetais.

2. METODOLOGIA

2.1. ÁREA DE ESTUDO

2.1.1. Localização

O Parque Ecológico de GUNMA (PEG) está localizado no Município de Santa Bárbara do Pará, a cerca de 40 km da cidade de Belém, capital do estado do Pará, entre as coordenadas 01°13'36''S e 48°17'42''N (Figura 1) cuja Região Metropolitana que abrange os municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará, possui cerca de 20% da cobertura vegetal original. Foi fundado em 27 de outubro de 1996, por um grupo de japoneses (Associação GUNMA Kenjin-kai do Norte do Brasil) que emigrou da Província de GUNMA-KEN (Japão) para o estado. Apresenta uma área total de 540 hectares, na qual está localizado um Centro de Estudos do Meio Ambiente. (apud Marceliano *et al.* 2006).

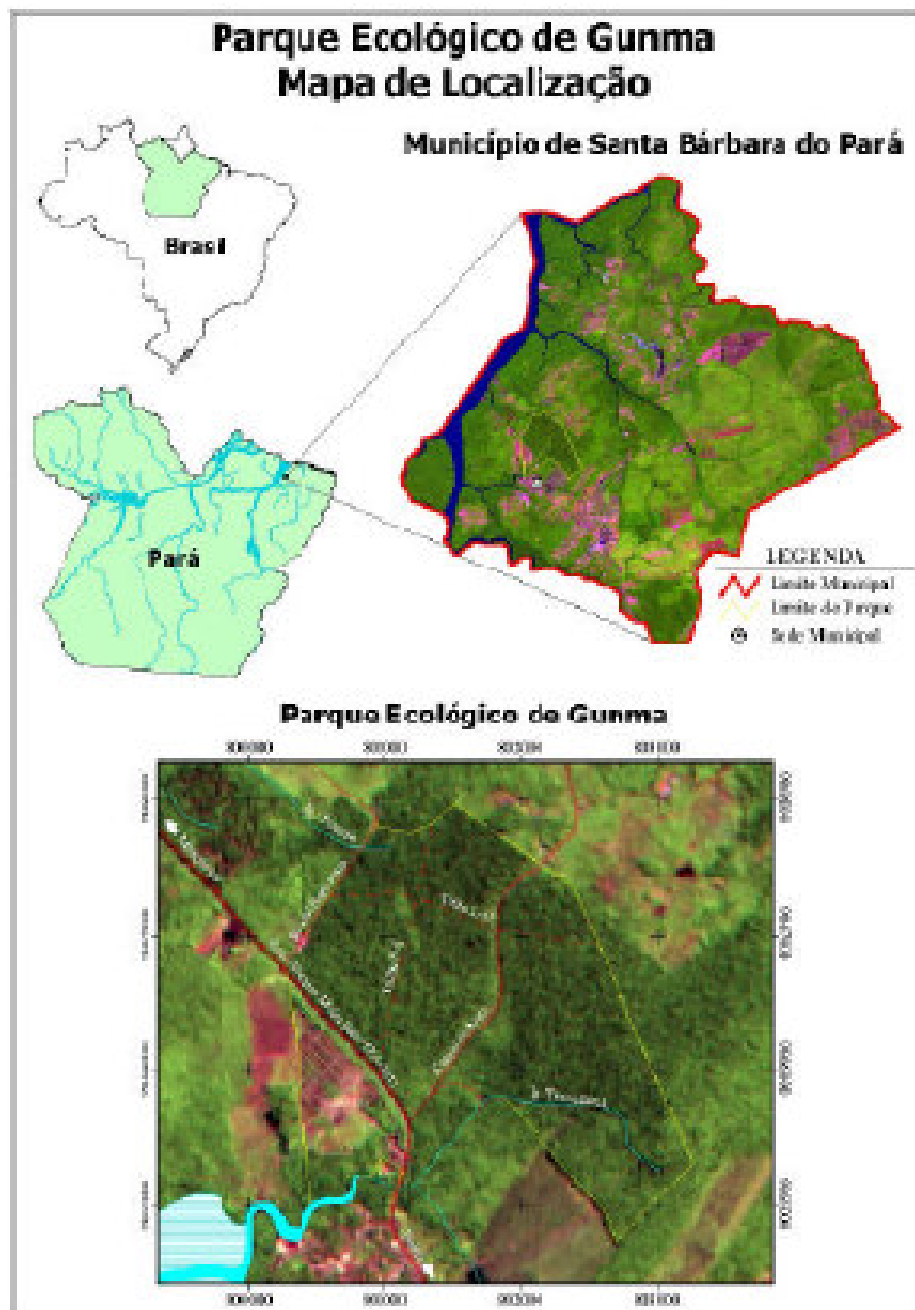


Figura 1. Mapa de localização do Parque Ecológico de GUNMA, Santa Bárbara do Pará.

Fonte: Samuel *et al.* 2003

2.1.2. Clima

O clima da região do PEG é do tipo tropical úmido Afi equatorial, segundo a classificação climática de Köppen. Dados de precipitação e temperatura média foram monitorados durante os últimos 40 anos pela Divisão I (1°14'S,48°14'W) da estação climatológica da DENPASA (Dendê do Pará Sociedade Anônima), localizada a 8 Km do PEG.

No período do estudo (março a dezembro de 2007), a temperatura média em Santa Bárbara foi de 31.5 °C, o mês mais quente foi julho (33°C) e o mais frio foi fevereiro (30°C). A pluviosidade acumulada no período de estudo foi de 2707.7mm e a média de 225.58 mm, com os extremos de 541 mm para o mês mais chuvoso (fevereiro) e 76 mm para o mais seco (agosto), o que permite a caracterização de duas estações bem definidas, uma chuvosa (dezembro a maio) e outra seca (junho a novembro) (Figura 2). As precipitações dos meses de agosto, setembro e outubro foram pouco mais baixas que o padrão registrado nos últimos 40 anos. Pode-se constatar que o ano de realização da pesquisa pode ser considerado típico.

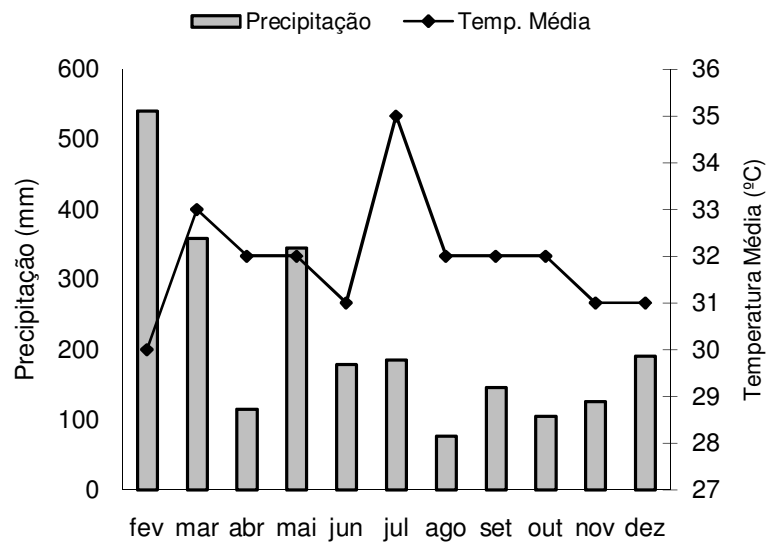


Figura 2. Pluviosidade e temperatura média mensal no período de março a dezembro de 2007 no Parque Ecológico de Gunma.

2.1.3. Avifauna

A avifauna da região foi estudada por Marceliano *et al.* (2006), apresentando uma lista de 169 espécies de aves, distribuídas em 14 ordens, 40 famílias e 124 gêneros. As famílias mais diversificadas foram Tyrannidae (33 espécies) e Thamnophilidae (16 espécies).

A guilda mais representativa foi dos insetívoros, seguida pelos onívoros e frugívoros. A presença de aves frugívoras de grande e médio porte, como os gêneros: *Cotinga* (Cotingidae), *Trogon* (Trogonidae), *Ramphastos*, *Pteroglossus* (Ramphastidae) e *Ortalis* (Cracidae), bem como aves frugívoras de sub-bosque, demonstra que o parque apresenta uma grande disponibilidade de recursos vegetais ao longo do ano.

O PEG se enquadra na área de distribuição de espécies ameaçadas, como *Phlegopsis nigromaculata* (lista oficial das espécies da fauna

brasileira ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente - 2003), *Thamnophilus aethiops* e *Tolmomyias assimilis* (Lista de Espécies Ameaçadas do Estado do Pará -Biota, Pará 2006), sendo de fundamental importância à conservação deste habitat. Dentre as espécies endêmicas do Brasil destaca-se, *Ortalis superciliares*, *Cercomacra laeta* e *Lepidothrix íris* (Sick 1997).

2.1.4. Vegetação

O PEG é um dos poucos remanescentes florestais da região metropolitana de Belém. A riqueza florística é representativa da flora da Amazônia Oriental, contendo espécies ameaçadas de extinção, segundo a lista oficial do IBAMA, como por exemplo: *Euxylophora paraensis* (pau amarelo), *Vouacapoua americana* (acapu), *Miquartia guianensis* (acuaricara); espécies de interesse madeireiro: *Carapa guianensis* (andiroba), *Marmaroxilon racemosum* (angelim rajado), *Couratari guianensis* (tauari), medicinal, *Anacardium giganteum* (cajuí), *Virola surinamensis* (ucuúba) e alimentar: *Euterpe oleracea* (açai), *Caryocar villosum* (piquiá) e *Spondias lutea* (taperebá) (Almeida *et al.* 2003).

O solo e a composição florística permitem a identificação das fitofisionomias mais representativas do PEG, as quais foram abordadas no presente estudo, a saber: A floresta ombrófila (úmida), densa de terra firme que representa 60% e a floresta secundária, que compreende 27% do PEG, e se apresenta irregular, com a idade e estruturas diferentes (Figura 3). As outras áreas, várzea e igapó, representam cerca de 10% da área, e não foram consideradas no estudo.

A Floresta primária refere-se à floresta intacta, isto é, na sua condição original. É caracterizada por estratificação bem definida, dossel de 30-35 m de altura e árvores emergentes de até 45 m. O solo é mais limpo, porque o dossel permite a passagem de pouca luz solar, indispensável para o crescimento das plantas. É o mais diversificado tipo de floresta, compreendendo de 120 a 180 espécies por hectare. As espécies mais comuns são o acapú (*Vouacapoua americana*), massaranduba (*Manilkara huberi* e *M. paraensis*), tachi preto (*Tachigalia myrmecophila*), tauari (*Couratari cf. guianensis*), pequiarana (*Caryocar glabrum*), pequiá verdadeiro (*C. villosum*), ingá pereba (*Inga alba*), ipê (*Tabebuia* sp.) dentre outras (Almeida *et al.* 2003).



A

B

Figura 3. Ambientes representativas no Parque Ecológico de Gunma

A) – Floresta primária; B) - Floresta secundária.

FONTE: Autor/ 2007

As áreas de capoeira do nordeste paraense, dentre estas, a do PEG, apresentam de 120 a 140 espécies por hectare, com densidade de até 800 plantas por hectare. As principais espécies são: o lacre (*Vismia guianensis*, *V. cayennensis*), embaúbas (*Cecropia* spp.), tapiririca (*Tapirira guianensis*), chumbinho (*Trema micranta*), mata-calado (*Casearia grandifolia*).

As características gerais dessas espécies de capoeira são: lucifilia (elevada demanda de luz para crescer), ciclo de vida de curto a médio (5 a 15 anos), populações de tamanho considerável, existência de banco de sementes armazenadas no solo e, na maioria das vezes, dispersão das sementes pelo vento, aves e morcegos (Almeida *et al.* 2003).

Também são comuns os indivíduos jovens das espécies da sucessão ecológica mais avançada como: o Pará-pará (*Jacaranda copaia*), muiravuvuia (*Croton matourensis*), morototó (*Schefflera morototoni*), Envira preta (*Guatteria poeppigiana*). Entre as ervas dominam algumas gramíneas (*Panicum laxum*, *Paspalum maritimum* e *P. maximum*), lianas como o cipó de fogo (*Davilla kunthii* e *D. rugosa*) e *Arrabidaea tuberculata* e *Memora allamandiflora*, dentre outras espécies (Almeida *et al.* 2003).

2.1.5 Hidrologia

O PEG é banhado pelos igarapés Tracuateua e Tauriê. O primeiro banha o sul, enquanto o igarapé Tauriê uma pequena parte a nordeste do Parque. Ambos deságuam no furo das Marinhas, que separa a Ilha do Mosqueiro da parte continental. Estes igarapés sofrem influência do fluxo diário das marés, até o trecho médio dos percursos, constituindo as chamadas várzeas. A água tem coloração parda, rica em sedimentos. Na parte superior do curso e na cabeceira, as águas são transparentes e a fitofisionomia é de igapó (Almeida *et al.* 2003).

2.2 Amostragem da avifauna

Para o registro da assembléia de aves frugívoras foi utilizada rede ornitológica de captura, que tem a vantagem de evitar erros inerentes a técnica de observação, bem como registrar aves de difícil visualização e que raramente vocalizam (Karr 1981, Rappole *et al.*1998), bem como permite a coleta das fezes das aves, a fim de caracterizar o consumo de frutos (Blake e Loiselle 1992). Apesar da cautela na interpretação dos resultados obtidos, os quais podem ser insuficientes para determinação da comunidade de aves de uma região, o uso da rede ornitológica é um método efetivo para avaliação da assembléia de aves em área de sub-bosque (Catry *et al.* 1999).

As capturas foram realizadas em oito dias de cada mês, sempre na segunda quinzena, no período de março a dezembro de 2007, totalizando 80 dias ao final da pesquisa. Foram utilizadas 10 redes ornitológicas de captura com malha de 36 mm, 12m de comprimento por 2,5m de altura, alocadas em linha reta, em cada uma das oito parcelas, abertas por um dia das 6:00 h às 14:00 h, vistoriadas a cada 40 minutos com um esforço total de captura de 6400 horas-rede (o número das redes multiplicado pelo tempo que permaneceram abertas). Para a demarcação dos pontos foi utilizado GPS, os pontos P1, P2, P3 e P4 situados na floresta primária e P5, P6, P7 e P8 na floresta secundária (Figura 4).

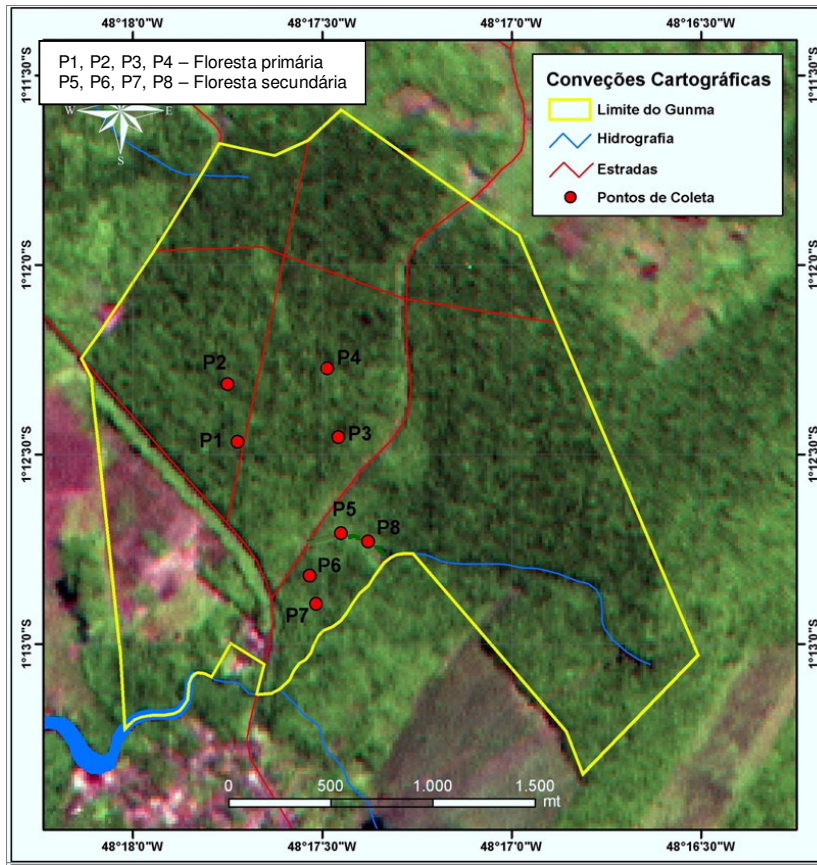


Figura 4. Localização dos pontos de coleta com rede de neblina no Parque Ecológico de Gunma.

Cada ave capturada foi identificada com o auxílio de guias de identificação (Deodato 2004, Sick 1997, Novaes e Lima 1998), pesadas com um auxílio de uma balança de mola pesola de 100 g, fotografada e registrada o horário de captura. A seguir, a ave foi mantida individualmente em saco de algodão limpo por cerca de 30 minutos para obtenção das fezes, sendo posteriormente liberadas. As amostras de fezes foram acondicionadas em tubo

tipo *eppendorf*, devidamente etiquetado, mantido a temperatura ambiente e conservado em álcool a 70 °G.L. O material foi conduzido ao Laboratório de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) (sob coordenação do Prof. Dr. Mario Jardim), para triagem e respectiva identificação da espécie vegetal, com base na metodologia de Vidal e Vidal (1995).

A classificação e nomenclatura das aves seguiram o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2007) e a determinação das guildas tróficas foi realizada pela análise das fezes das aves e quando necessário complementado pela literatura (Willis 1979, Powell 1989, Remsen *et al.* 1993, Karr *et al.* 1990, Sick 1997). Para a captura das aves foi obtida a licença número 073/06 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, os espécimes coletados foram taxidermizadas e incorporadas ao acervo da Coleção Ornitológica do MPEG.

2.3 Padrões de interação

Para o estudo dos padrões de interação entre aves e plantas foram analisados os dados de frugivoria com maior potencial para a dispersão das sementes, excluindo-se os eventuais registros de predação, conforme recomendado por Silva *et al.* (2002). Foi considerada uma “interação”, o registro da alimentação, através da presença de sementes nas fezes, de uma espécie de ave em uma espécie vegetal, sendo estes dados binários, ou seja, consomem ou não os frutos. Os resultados obtidos formaram uma matriz de aves e plantas, empregada na estimativa da conectância (Jordano 1987) e do índice de importância das espécies (Murray 2000, Silva *et al.* 2002).

Foi determinado o número de eventos de consumo, isto é, o número de registros de cada espécie frugívora na comunidade vegetal registrada, assim como as espécies vegetais mais consumidas. Estes dados agregados ao número de interações por espécie, foram empregados para elaborar a rede de interação planta-frugívoros (Bascompte *et al.* 2003, Jordano *et al.* 2003). A ordenação das espécies foi realizada empregando-se valores decrescentes do número de registros e as redes foram elaboradas no programa Pajek (<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek>), acessado em dois de janeiro de 2008.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

a) Curva cumulativa de espécies

É conhecida como curva do coletor, sendo considerado o melhor procedimento para visualizar quanto o inventário se aproxima da captura de todas as espécies do local estudado. Determinadas características desta curva, como a inclinação, permitem inferências sobre o aumento do esforço da captura.

b) Freqüência de ocorrência (*FO*) (Krebs 1999).

Corresponde à relação entre o número de dias em que determinada espécie foi observada em relação ao número total de dias de observação:

$$FO: No/Nt \times 100$$

Onde:

No: número de dias em que a espécie foi observada

Nt: número total de dias de observação (Nt=80)

c) Porcentagem da captura (% cap) (Rosa 2003)

Corresponde à porcentagem das capturas em que foram encontradas sementes nas fezes:

$$\% \text{ Cap} := \text{Número de captura com sementes} \times 100/N$$

Onde:

N: número de capturas com amostra fecal (N: 175)

d) Coeficiente de Sorensen (*Ss*) (Krebs 1999).

Empregado para estimar, de maneira qualitativa, a similaridade da avifauna de sub-bosque da floresta primária e da secundária. Para interpretação deste coeficiente, considera-se maior similaridade entre áreas quanto mais próximas de 1,0; e menor quanto mais próximo de zero. Foi utilizado neste estudo por enfatizar a presença das espécies, quando comparado à ausência das mesmas.

$$Ss = 2A/(2A + B + C)$$

Onde:

A = número de espécies comuns a ambas as áreas;

B= número de espécies presentes na área 1, mas ausentes na área 2;

C= número de espécies presentes na área 2, mas ausentes na área 1.

e) Qui quadrado (X^2)

Utilizado para comparar o número das interações da floresta primária e da secundária do PEG. O nível de significância aceito foi de 5%.

f) Conectância (C) (Jordano 1987)

Considerada a fração registrada, em porcentagem, de todas as interações possíveis de ocorrer na comunidade considerada, sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$C(\%) = I/(F \times P)$$

Onde:

I: número de interações registradas;

F: número de espécies frugívoras;

P: número de espécies vegetais;

F x P: número total de interações possíveis de ocorrer.

g) Aninhamento (Atmar e Paterson 1995).

Para avaliar a estruturação da rede utilizou-se o aninhamento, um valor mais alto para N indica a existência de interações em uma progressão de subconjuntos inclusivos. Um valor baixo indica a existência de grupos distintos interagindo e um valor intermediário que as interações ocorrem ao acaso.

$$(N) = (100 - T) / 100$$

N: aninhamento

T: Temperatura

T: Temperatura da Matriz (Atmar e Paterson 1995).

Para analisar a existência do aninhamento na rede de interação foi utilizado o índice T, que varia de 0° a 100°. Quanto mais próximo o T estiver de 0°, maior o grau de aninhamento, o que indica uma distribuição das espécies em subgrupos seqüências. Valores próximos de 100° indicam a ocorrência de grupos distintos de espécies, e valores intermediários, a ocorrência de formação de grupos aleatórios de espécies.

O aninhamento, conectividade e temperatura da matriz foram determinadas através do programa *Nestedness Temperature Calculator* (Atmar e Paterson 1995).

h) Índice de importância (*I*) (Murray 2000).

Avalia a contribuição de uma espécie de ave em relação aos demais dispersores para cada uma das plantas em que ela obtém recursos alimentares.

É estimado pela seguinte fórmula:

$$I_j = \sum[(C_{ij}/T_i)/S]$$

Onde:

I: espécie vegetal;

j é a espécie de ave;

T_i : número total de espécies de aves alimentando-se da espécie vegetal *i*;

S: número total de espécies vegetais incluídas na amostra;

C_{ij} é 1 se a ave *j* consome os frutos da espécie vegetal *i* e zero se a ave não consome.

Este mesmo índice foi empregado para avaliar a importância das espécies vegetais na dieta das aves. Para tanto, *i* foi considerado a espécie de ave e *j*, a espécie vegetal. O índice varia de zero, para espécie de ave que não inclui nenhuma espécie de planta na sua alimentação, a um para espécie de ave que inclui todas as espécies de plantas na sua dieta.

3. RESULTADOS

3.1 AMOSTRAGEM DA AVIFAUNA

No período de março a dezembro de 2007, foram efetuadas 347 capturas de aves com rede ornitológica, sendo registradas 47 espécies, nas 640 horas de permanência no campo. A taxa cumulativa das espécies apresentou tendência à estabilização a partir do mês de outubro (Figura 5).

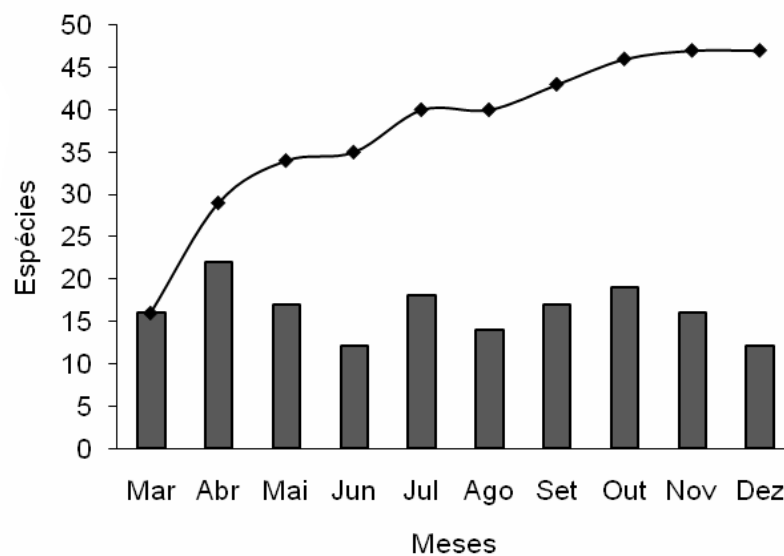


Figura 5 . Curva cumulativa (linha) e números registrados por mês (colunas) das espécies de aves no Parque Ecológico de Gunma, no período de março a agosto de 2007.

Considerando-se apenas as aves de sub-bosque, obteve-se um registro de 43 espécies, distribuídas em 16 famílias e seis ordens (Tabela 1), com destaque para a ordem dos Passeriformes, que foi a mais representativa com 33 espécies, correspondendo a 77% da riqueza da avifauna do PEG.

Os táxons mais freqüentes foram: *Thamnophilidae*, com 112 capturas (32%), *Dendrocolaptidae*, com 78 (23%) e *Pipridae* com 40 (12%). A família mais diversificada foi *Thamnophilidae* com oito espécies, seguida de *Tyrannidae* e *Trochilidae* com seis espécies cada.

As aves apresentaram as seguintes características: maioria com pequeno tamanho corporal, com 85% (295) das capturas representadas por espécies pesando menos de 40g, sendo mais comuns aquelas com peso corporal entre 10 e 20g, representando 81% (240). Com relação à dieta 51% (22) das espécies foram representadas pelas insetívoras.

Dentre as espécies dos *Thamnophilidae* em perigo de extinção, que ocorrem nas matas do PEG, segundo a Lista de Espécies Ameaçadas do Estado do Pará (Biota, Pará 2006 disponível em <http://www.sectam.pa.gov.br/especiesameacadas>), foram capturados *Phlegopsis nigromaculata paraensis* e *Thamnophilus aethiops incertus*.

Foram excluídas quatro espécies que ocupam o estrato superior da mata, a saber: *Lecopternis kuhli*, *Pteroglossus inscriptus*, *Rhynchocyclus olivaceus* e *Attila spadiceus*.

Tabela 1. Espécies de aves registradas no Parque Ecológico de GUNMA, juntamente com o estrato e a dieta no período de março a dezembro de 2007. (Município de Santa Barbara, Pará).

Família	Espécies	Estrato	Dieta
Columbidae	<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	S	FRU
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	M	INS
Trochilidae	<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	S	NEC
Trochilidae	<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	S	NEC
Trochilidae	<i>Phaethornis superciliosus</i> (Linnaeus, 1766)	S	NEC
Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i> (Nordmann, 1835)	S	NEC
Trochilidae	<i>Campylopterus largipennis</i> (Boddaert, 1783)	S	NEC
Trochilidae	<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	S	NEC
Trogonidae	<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	M	ONI
Picidae	<i>Celeus elegans</i> (Statius Muller, 1776)	M	INS
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus aethiops</i> Sclater, 1858	S	INS
Thamnophilidae	<i>Thamnomanes caesius</i> (Temminck, 1820)	S	INS
Thamnophilidae	<i>Myrmotherula hauxwelli</i> (Sclater, 1857)	S	INS
Thamnophilidae	<i>Myrmotherula longipennis</i> Pelzeln, 1868	S	INS
Thamnophilidae	<i>Cercomacra nigrescens</i> (Cabanis & Heine, 1859)	S	INS
Thamnophilidae	<i>Pyriglena leuconota</i> (Spix, 1824)	S	INS
Thamnophilidae	<i>Hylophylax poecilinotus</i> (Cabanis, 1847)	S	INS
Thamnophilidae	<i>Phlegopsis nigromaculata</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	S	INS
Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla fuliginosa</i> (Vieillot, 1818)	S	INS
Dendrocolaptidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i> (Vieillot, 1819)	S	INS
Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus spixii</i> (Lesson, 1830)	S	INS
Furnariidae	<i>Automolus paraensis</i> Hartert, 1902	S	INS
Furnariidae	<i>Automolus rufipileatus</i> (Pelzeln, 1859)	S	INS
Furnariidae	<i>Xenops minutus</i> (Sparrman, 1788)	S	INS
Tyrannidae	<i>Mionectes macconnelli</i> (Chubb, 1919)	S	ONI
Tyrannidae	<i>Lophotriccus galeatus</i> (Boddaert, 1783)	S	INS
Tyrannidae	<i>Platyrrhynchus saturatus</i> Salvin & Godman, 1882	S	INS
Tyrannidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i> (Statius Muller, 1776)	S	INS
Tyrannidae	<i>Terentotriccus erythrurus</i> (Cabanis, 1847)	S	INS
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i> (Gmelin, 1789)	M	INS

Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i> (Wied, 1820)	M	ONI
Pipridae	<i>Lepidothrix iris</i> (Schinz, 1851)	S	FRU
Pipridae	<i>Chiroxiphia pareola</i> (Linnaeus, 1766)	S	FRU
Pipridae	<i>Dixiphia pipra</i> (Linnaeus, 1758)	S	FRU
Pipridae	<i>Pipra rubrocapilla</i> Temminck, 1821	S	FRU
Tityridae	<i>Schiffornis turdina</i> (Wied, 1831)	S	INS
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	M	ONI
Turdidae	<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	M	ONI
Thraupidae	<i>Tachyphonus cristatus</i> (Linnaeus, 1766)	M	ONI
Thraupidae	<i>Tachyphonus surinamus</i> (Linnaeus, 1766)	S	ONI
Thraupidae	<i>Cyanerpes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	M	ONI
Emberizidae	<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)	S	GRA
Cardinalidae	<i>Cyanocompsa cyanooides</i> (Lafresnaye, 1847)	S	ONI

Dieta: NEC – nectarívoros; ONI- onívoros; FRU- frugívoros;GRA – granívoros;INS- insetívoros

A determinação das guildas tróficas foi realizada pela análise das fezes das aves e quando complementada com a literatura (Willis 1979, Powell 1989, Remsen et al. 1993, Karr et al 1990, Sick 1997).

Estrato: S – sub-bosque; M - estrato intermediário.

Ordem taxonômica segundo CBRO (2007)

A freqüência de ocorrência da assembléia de aves no PEG foi expressa em classes de porcentagem (Tabela 2), *Glyphorhynchus spirurus* foi a espécie com maior freqüência, seguida de *Hylophylax poecilinotus*, *Mionectes macconnelli*, *Dixiphia pipra* e *Myrmotherula hauxwelli*.

As espécies *Automolus rufipileatus*, *Cercomacra nigrescens*, *Glaucis hirsuta*, *Lipaugus vociferans*, *Lophotriccus galeatus*, *Onychorhynchus coronatus*, *Passerina cyanooides*, *Piaya cayana*, *Schiffornis turdinus*, *Turdus leucomelas*, *Turdus albicollis*, *Trogon rufus*, *Tachyphonus cristatus* e *Phaethornis malaris* foram registradas apenas em um dia de amostragem.

Tabela 2. Freqüência de ocorrência da comunidade de aves de sub-bosque do Parque Ecológico de Gunma.

	Classes de porcentagem (%)					
	10	20	30	40	Acima 50	Total
Porcentagem relativa	77	12	7	2	2	100

Número de espécies	33	5	3	1	1	43
--------------------	----	---	---	---	---	----

3.2 INTERAÇÕES REGISTRADAS NA FLORESTA PRIMÁRIA DO PARQUE ECOLÓGICO DE GUNMA

3.2.1 Dispersores de sementes na floresta primária do Parque Ecológico de Gunma

Na floresta primária foram capturados 163 indivíduos, representando 32 espécies, com um esforço amostral de 3200 horas-rede. Destas, 11 (35%) espécies foram consideradas potenciais dispersores, e representadas por seis famílias de passeriformes: *Thamnophilidae*, *Tyrannidae* (subfamília *Tyranninae*, *Pipromorphinae* *Fluvicolinae*), *Cotingidae* (subfamília *Cotinginae*), *Pipridae* e *Thraupidae*, e uma família dos não-Passeriformes: *Picidae* (Tabela 3).

Cinco espécies ocorreram apenas na floresta primária: *Lipaugus vociferans*, *Terenotriccus erythrurus*, *Tachyphonus cristatus*, *Tachyphonus surinamus* e *Hylophylax poecilinotus*.

Os Passeriformes também foram responsáveis pelo maior número de amostras de fezes com sementes, as quais estiveram presentes em 96%

dos exemplares coletados. Destacando-se as famílias Pipridae, com 50% (três espécies), Tyrannidae 27% (três espécies) e Thraupidae 11% (duas espécies).

Tabela 3. Espécies de aves registradas com amostras de fezes na floresta primária do Parque Ecológico de Gunma, juntamente com o total de capturas, número de amostras de fezes totais e amostra de fezes com sementes, no período de março a dezembro de 2007.

Família	Espécies	Total de capturas	Número de amostras de fezes	Amostras de fezes com sementes (%)
Picidae	<i>Celeus elegans</i>	3	1	100
Thamnophilidae	<i>Hylophylax poecilinotus</i>	46	27	3.7
Tyrannidae	<i>Mionectes macconnelli</i>	22	14	35
Tyrannidae	<i>Terenotriccus erythrurus</i>	2	1	100
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	4	3	33
Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	1	1	100
Pipridae	<i>Chiroxiphia pareola</i>	4	2	50
Pipridae	<i>Dixiphia pipra</i>	23	20	50
Pipridae	<i>Pipra rubrocapilla</i>	5	4	50
Thraupidae	<i>Tachyphonus cristatus</i>	1	1	100
Thraupidae	<i>Tachyphonus surinamus</i>	4	2	100

Ordem taxonômica segundo CBRO (2007).

Quanto ao peso corporal, 82% pesaram menos de 40g, e 18% acima de 100g. Quanto ao hábito alimentar, 37% foi representado pelas espécies onívoras, 36% pelos insetívoros e 27% pelos frugívoros (Figura 6).

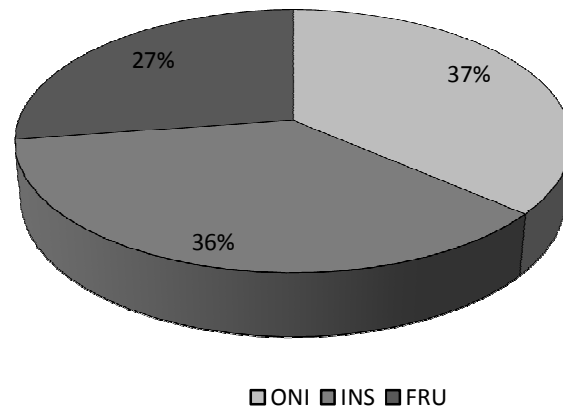


Figura 6. Espécies de aves presentes na rede de interação da floresta primária do Parque Ecológico de Gunma, agrupadas segundo o hábito alimentar.

Entretanto, ao se considerar a porcentagem das interações realizadas pelas aves, os dados apresentados na figura 08, demonstram que as frugívoras com 43% foram mais representativas, seguidos das onívoras 35% e insetívoras 22% (Figura 7).

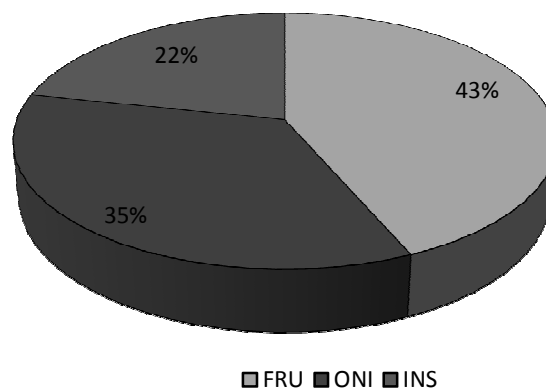


Figura 7. Interações registradas pelas aves na floresta primária do Parque Ecológico de Gunma, agrupadas segundo o hábito alimentar.

3.2.2 Espécies de vegetais presentes nas amostras de fezes das aves na floresta primária do Parque Ecológico de Gunma

Foram registradas 12 espécies de vegetais, pertencentes a 10 famílias, destacando-se Myrtaceae e Arecaceae como as mais diversificadas, com duas espécies cada, o restante com uma espécie. As formas de vida predominantes foram: arbóreas 66% (8 espécies), arbustos 16% (2 espécies) e ervas 8% (1 espécie) (Tabela 4).

Com relação à coloração dos frutos predominou o preto, com 33% (4 espécies), seguido do amarelo e marrom com 16% (2 espécies) cada, vermelho, roxo, atro-púrpura e atro-violáceo, com 8% (1 espécie) cada.

Três espécies de plantas ocorreram somente nesta fisionomia:

Ficus máxima, *Symphonia globulifera* e *Axonopus purpusii*.

Tabela 4. Espécies de vegetais registradas nas amostras de fezes das aves na floresta primária do Parque Ecológico de Gunma no período de março a dezembro de 2007, com a coloração, tipo de fruto e hábito.

Família	Plantas	Coloração	Fruto	Hábito
Arecaceae	<i>Geonoma macrostachys</i>	Preto	drupa	arbóreo
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i>	atro-violacea	drupa	arbóreo
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	Roxo-vinho	baga	arbóreo
Fabaceae	<i>Pterocarpus officinalis</i>	Vermelho	capsula	arbóreo
Loranthaceae	<i>Phthirusa micrantha</i>	Preto	capsula	erva
Melastomataceae	<i>Miconia ciliata</i>	Preto	baga	arbusto
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Marron	aquenio	arbóreo
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i>	Amarelo	foliculo	arbóreo
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Amarelo	baga	arbóreo
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	atro-purpura	baga	arbóreo
Poaceae	<i>Axonopus purpusii</i>	Marron	cariopse	erva
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i>	Preto	foliculo	arbusto

3.2.3 Rede de interação da floresta primária do Parque Ecológico de Gunma

A matriz de interação da floresta primária apresentou um grau de aninhamento de $N=0.73$ e conectividade de 17.42% (Figura 8).

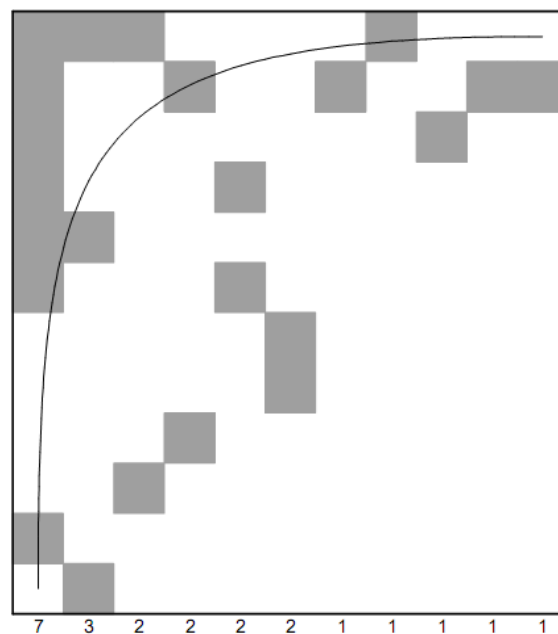


Figura 8. Matriz de interação entre aves e plantas da floresta primária do Parque Ecológico de Gunma.

A rede de interação da floresta primária foi formada por 23 espécies, 11 de aves e 12 de vegetais. As espécies com maior número de interações são propícias a interagirem entre si, como observado em *Miconia ciliata* e *Dixiphia pipra*, e também em *Phthirusa micrantha* e *Mionectes*

macconnelli. Já aquelas com poucas interações raramente interagem entre si e quando isto ocorre, geralmente é com espécies com muitas interações, como observado entre *Tachyphonus surinamus*, *Hylophylax poecilinota*, *Celeus elegans* e *Terenotriccus erythurus* (Figura 9).

Os vegetais que apresentaram mais de 15% das interações foram *Miconia ciliata* 22% (5) e *Phthirusa micrantha* 17% (4) e nas aves, *Dixiphia pipra* 30% (7) e *Mionectes macconnelli* 13% (3).

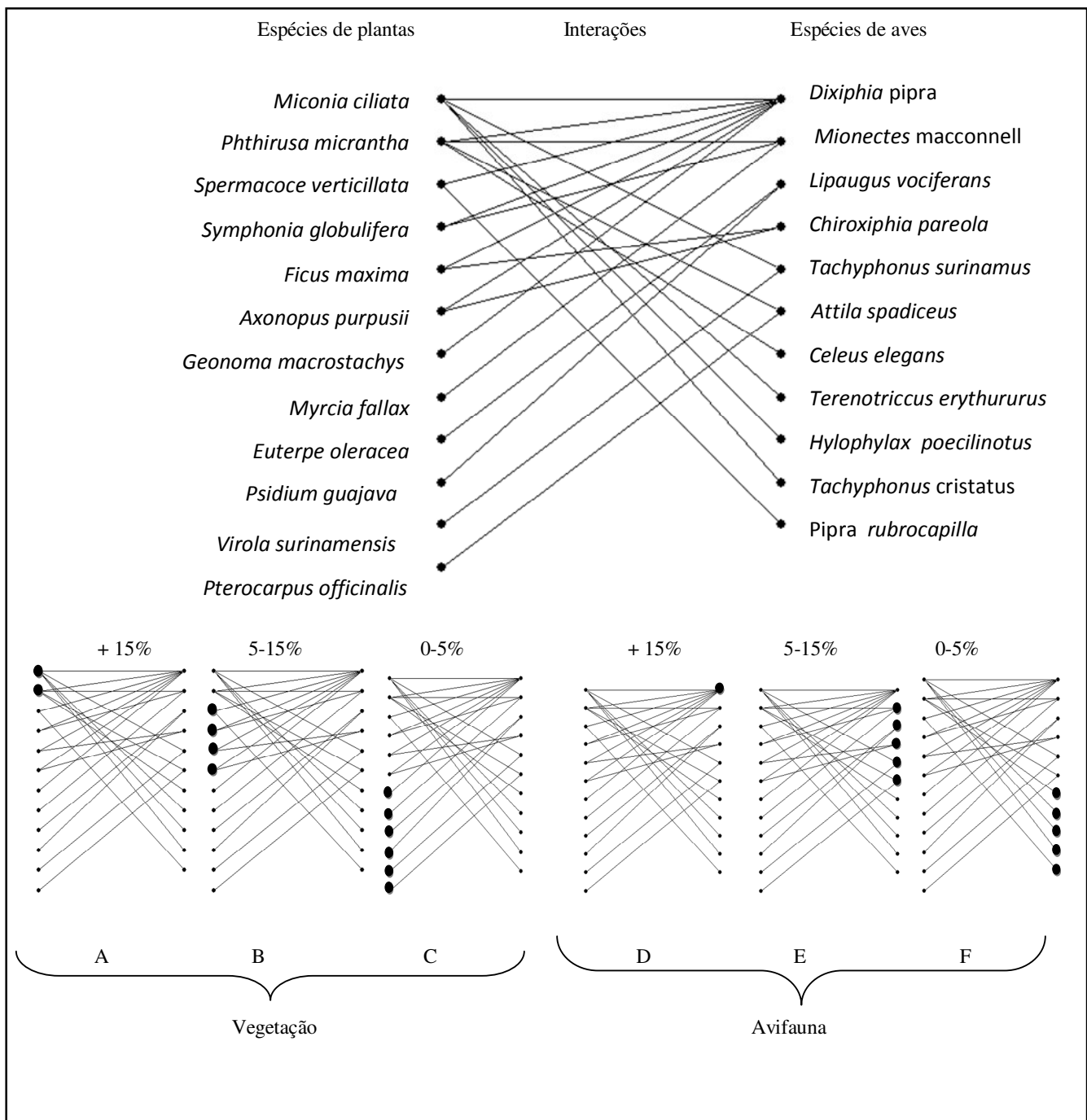


Figura 9. Rede de interação mutualística na floresta primária do Parque Ecológico de GUNMA no período de março a dezembro de 2007.

A- Rede geral de Interação de eventos; A B C: Espécies de plantas que participaram em maior ou menor proporção; D E F: Espécies de aves que participaram em maior ou menor proporção.

3.2.4 Importância das espécies na rede de interação da floresta primária do Parque Ecológico de Gunma

Na rede de interação da floresta primária foi calculado o índice de importância para as espécies identificadas. No grupo das aves, as principais espécies potencialmente dispersoras da floresta primária do PEG foram *Dixiphia pipra* que obteve o maior número de interações (7) e o mais alto índice de 0.28, seguida de *Lipaugus vociferans* com um índice de 0.16 e o maior número de interações exclusivas (2) neste ambiente (Figura 10).

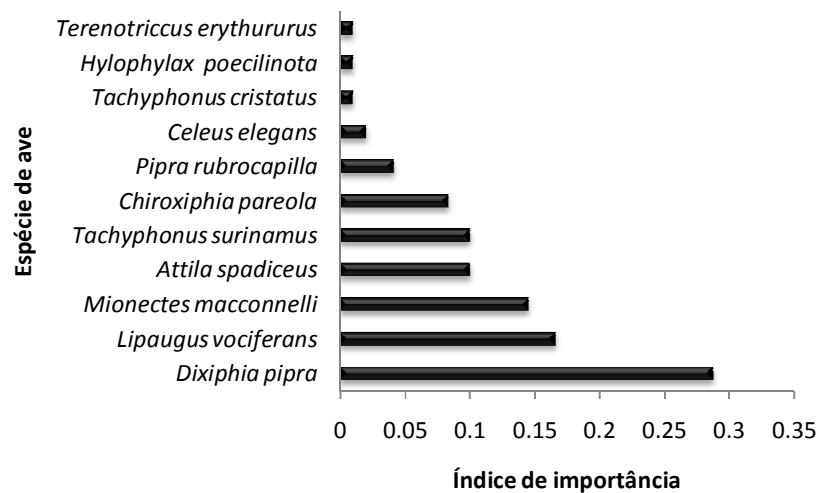


Figura 10. Importância das aves como potenciais dispersores na floresta primária do Parque Ecológico de Gunma, no período de março a dezembro de 2007.

Na figura 11 estão representados os dez índices de importância mais significativos dos vegetais. As espécies mais importantes na dieta das aves foram *Miconia ciliata*, *Phthirusa micrantha* e *Spermacoce verticillata*, as quais somadas representaram 61% do índice de importância.

A espécie que apresentou o maior índice de importância foi *Miconia ciliata*, com valor de 0.33, interagindo com 30% das espécies de aves (7), seguida de *Phthirusa micrantha* com índice de 0.17, interagindo com 13% (3) das espécies de aves.

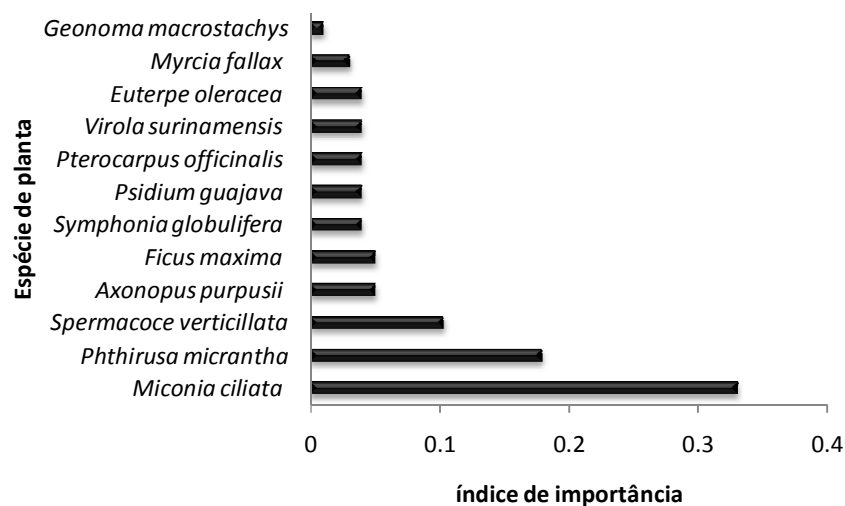


Figura 11. Importância na dieta das aves das espécies de vegetais presentes na floresta primária do Parque Ecológico Gunma, no período de março a dezembro de 2007.

3.3 INTERAÇÕES REGISTRADAS NA FLORESTA SECUNDÁRIA DO PARQUE ECOLÓGICO DE GUNMA

3.3.1 Dispersores de sementes na floresta secundária do Parque Ecológico de Gunma

Na floresta secundária foram capturados 184 indivíduos, representando 38 espécies, com um esforço amostral de 3200 horas-rede. Destes, 37% espécies foram consideradas potenciais dispersores, as quais foram representadas por oito famílias: *Thamnophilidae*, *Tyrannidae* (subfamília *Tyranninae* e *Pipromorphinae*), *Pipridae*, *Turdidae* e *Thraupidae*. Três são não-Passeriformes das seguintes famílias: *Cuculidae* (subfamília: *Cuculinae*), *Trogonidae* e *Picidae*.

Nove espécies de aves ocorreram apenas nesta fisionomia: *Piaya cayana*, *Trogon rufus*, *Lophotriccus galeatus*, *Turdus leucomelas*, *Turdus albicollis*, *Cyanerpes caeruleus*, *Thamnophilus aethiops*, *Lepidothrix iris* e *Phlegopsis nigromaculata*.

Os Passeriformes também foram responsáveis pelo maior número de amostras fezes com sementes, presentes em 92% (36) dos exemplares coletados. Destacaram-se as famílias *Pipridae*, com 46% (18 amostras) com

quatro espécies, Tyrannidae, com 28% (11 amostras) com três espécies e Thraupidae 7% (3 amostras) com uma espécie (Tabela 5).

Tabela 5. Espécies de aves registradas com amostras de fezes na floresta secundária do Parque Ecológico de GUNMA, juntamente com o total de capturas, número de amostras de fezes totais e com sementes, no período de março a dezembro de 2007.

Família	Espécies	Total captura	Número de amostras de fezes	Amostras de fezes com sementes (%)
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	1	1	100
Trogonidae	<i>Trogon rufus</i>	1	1	100
Picidae	<i>Celeus elegans</i>	3	1	100
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus aethiops</i>	12	9	11.11
Thamnophilidae	<i>Phlegopsis nigromaculata</i>	6	2	50
Tyrannidae	<i>Mionectes macconnelli</i>	22	14	65
Tyrannidae	<i>Lophotriccus galeatus</i>	1	1	100
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	4	3	33
Pipridae	<i>Lepidothrix iris</i>	9	6	100
Pipridae	<i>Chiroxiphia pareola</i>	4	2	50
Pipridae	<i>Dixiphia pipra</i>	23	20	50
Pipridae	<i>Pipra rubrocapilla</i>	5	4	50
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	1	1	100
Turdidae	<i>Turdus albicollis</i>	1	1	100
Thraupidae	<i>Cyanerpes caeruleus</i>	4	3	100

Ordem taxonômica segundo CBRO (2007).

Quanto ao peso corporal, 60% pesaram menos de 40g, 20% mais que 40g e 20% acima de 100g. As espécies de aves agrupadas de acordo com

a dieta foram representadas pelas insetívoras 40%, seguida das onívoras 33% e frugívoras 27% (Figura 12).

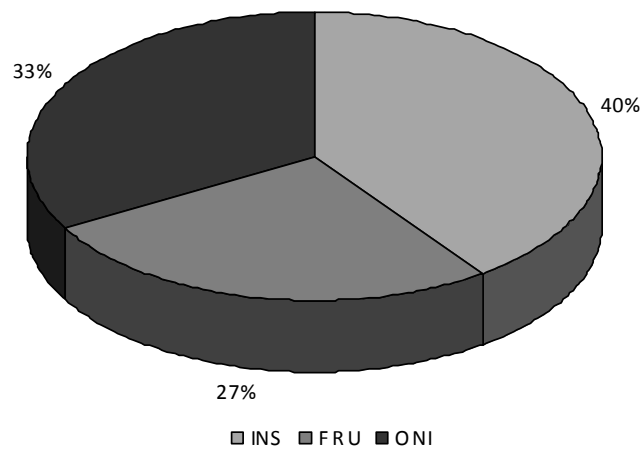


Figura 12. Espécies de aves presentes na rede de interação da floresta secundária no Parque Ecológico de Gunma, agrupadas segundo os hábitos alimentares.

Quando à proporção das interações realizadas pelas aves, as frugívoras obtiveram a maior representatividade com 42%, seguidas das onívoras 41% e insetívoras 17% (Figura 13).

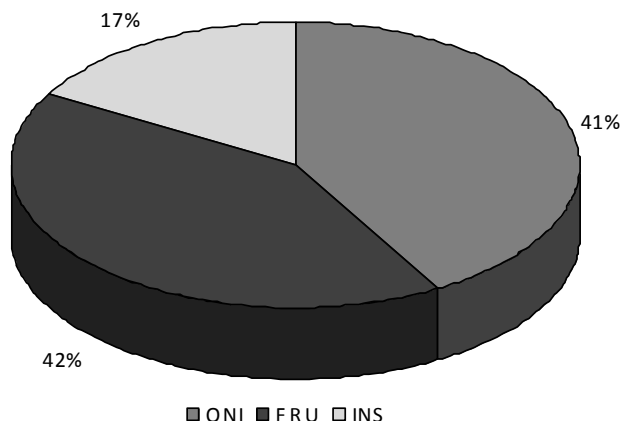


Figura 13. Interações registradas pelas aves na floresta secundária do Parque Ecológico de Gunma, agrupadas segundo os hábitos alimentares.

3.3.2 Espécies de vegetais presentes nas amostras de fezes das aves na floresta secundária do Parque Ecológico de Gunma.

Foram registradas 14 espécies de vegetais, pertencentes a 10 famílias, com destaque para Rubiaceae, Myrtaceae, Arecaceae e Fabaceae, que foram as mais diversificadas com duas espécies cada, o restante apresentou apenas uma espécie. As formas de vida predominantes foram: arbóreas 57% (8 espécies), arbustos 36% (5 espécies) e ervas 7% (1 espécie) (Tabela 6).

Quanto à coloração dos frutos foram registrados: preto 35% (5 espécies), vermelho, amarelo e verde com 14% (2 espécies) cada, atropúrpura, atro-violáceo e marrom com 7% (1 espécie) cada.

Cinco espécies de plantas ocorreram somente nesta fisionomia:

Croton matourensis, *Tabernaemontana angulata*, *Psychotria colorata*, *Piper aduncum* e *Inga* sp.

Tabela 6. Espécies de vegetais registradas nas amostras de fezes das aves na floresta secundária do Parque Ecológico de Gunma no período de março a dezembro de 2007, com a coloração, tipo de fruto e hábito.

Família	Plantas	Coloração	Fruto	Hábito
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana angulata</i>	Verde	foliculo	arbusto
Arecaceae	<i>Geonoma macrostachys</i>	Preto	drupa	arbóreo
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i>	atro-violacea	drupa	arbóreo
Euphobiaceae	<i>Croton matourensis</i>	Marron	capsula	arbóreo
Fabaceae	<i>Pterocarpus officinalis</i>	vermelho	capsula	arbóreo
Fabaceae	<i>Inga</i> sp	Verde	vagem	arbóreo
Loranthaceae	<i>Phthirusa micrantha</i>	Preto	capsula	erva
Melastomataceae	<i>Miconia ciliata</i>	Preto	baga	arbusto
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i>	Amarelo	foliculo	arbóreo
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Amarelo	baga	arbóreo
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	atro-purpura	baga	arbóreo
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Preto	drupa	arbusto
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i>	vermelho	baga	arbusto
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i>	Preto	foliculo	arbusto

3.3.3 Rede de interação na floresta secundária do Parque

Ecológico de Gunma

A matriz de interação na floresta secundária apresentou um grau de aninhamento de $N=0.95$ e conectividade de 17.14% (Figura 14).

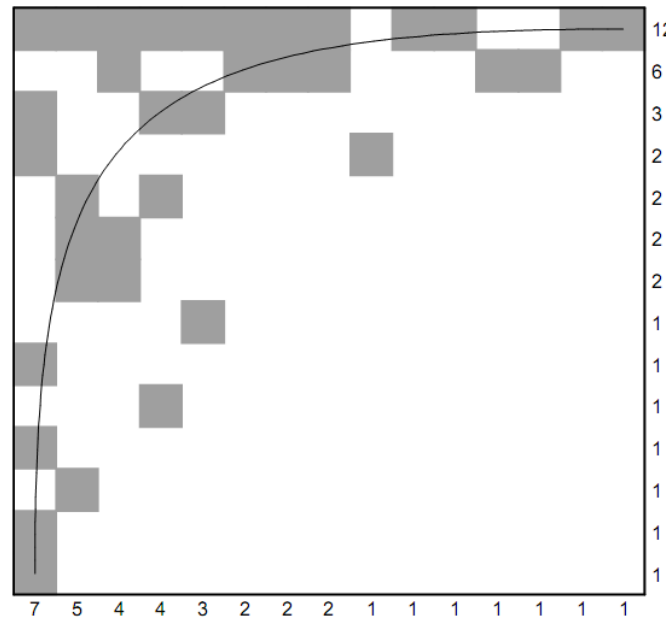


Figura 14. Matriz de interação entre aves e plantas na floresta secundária do Parque Ecológico de Gunma.

A rede de interação na floresta secundária foi formada por 29 espécies, 15 de aves e 14 espécies de vegetais. As espécies com maior número de interações tendem a interagir entre si, como observado em *Miconia ciliata* e *Dixiphia pipra* e, também em *Cyanerpes caeruleus* e *Euterpe oleracea*, enquanto que aquelas com poucas interações raramente interagem entre si e quando ocorre é, geralmente, com espécies com muitas interações, como observado entre *Chiroxiphia pareola*, *Attila spadiceus*, *Lophotriccus galeatus*, *Piaya cayana*, *Phlegopsis nigromaculata* e *Thamnophilus aethiops* (Figura 15).

Os vegetais que estabeleceram mais de 15% das interações foram: *Miconia ciliata* 33% (12) e *Euterpe oleracea* 17% (6), já dentre as aves destacou-se *Dixiphia pipra* com 19% (7).

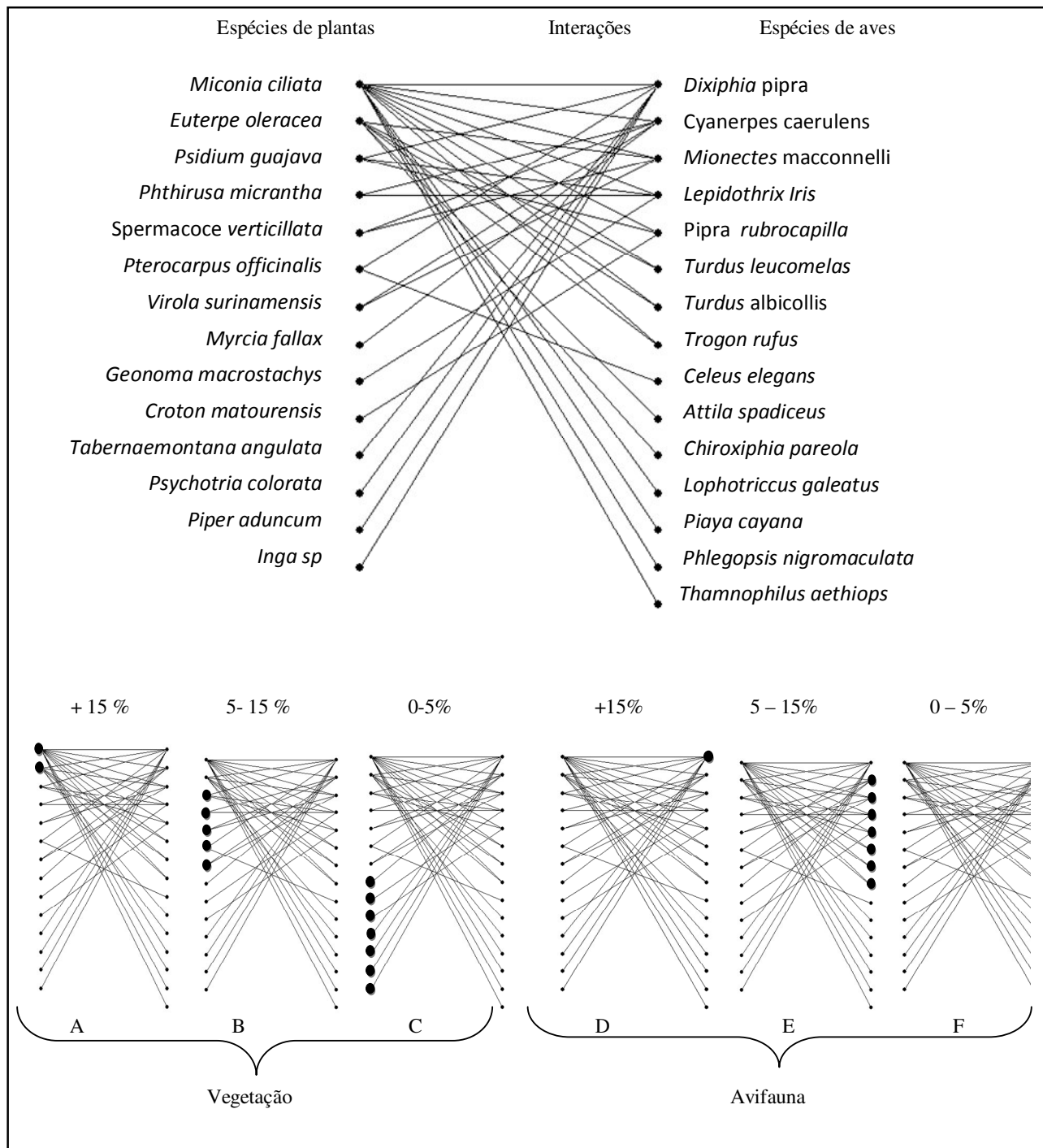


Figura 15. Rede de interação mutualística na floresta secundária do Parque Ecológico de GUNMA no período de março a dezembro de 2007.

B- Rede geral de Interação de eventos; A B C: Espécies de plantas que participaram em maior ou menor proporção; D E F: Espécies de aves que participaram em maior ou menor proporção.

3.3.4 Importância das espécies na rede de interação da floresta secundária do Parque Ecológico de Gunma

Na rede de interação da floresta secundária foi calculado o índice de importância para as espécies encontradas. No grupo das aves as principais espécies potencialmente dispersoras da floresta secundária foram *Dixiphia pipra* que obteve o maior número de interações (5) o mais alto índice 0.35, seguida de *Cyanerpes caeruleus* com índice de 0.18, caracterizando-se como os principais dispersores da floresta secundária do PEG (Figura 16).

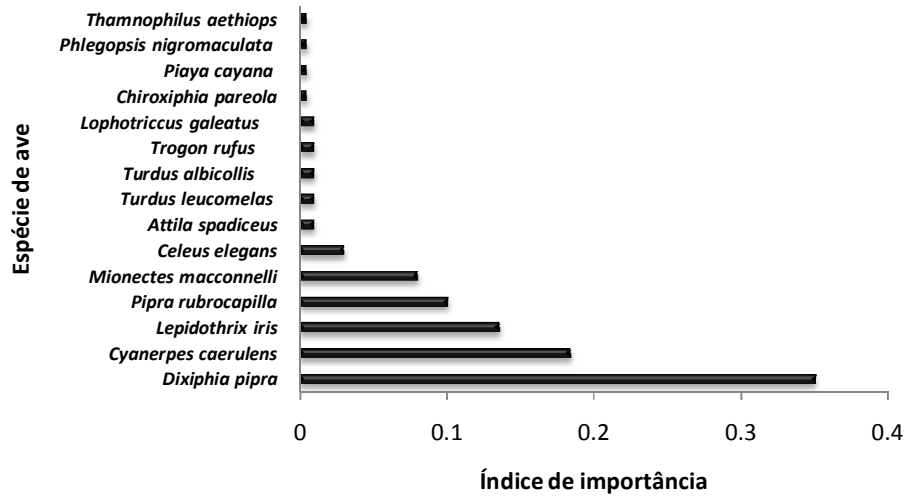


Figura 16. Importância das espécies de aves como potenciais dispersores, capturados na floresta secundária do Parque Ecológico de Gunma, no período de março a dezembro de 2007.

As espécies vegetais que apresentaram o maior índice de importância foram: *Miconia ciliata*, *Euterpe oleracea* e *Pterocarpus officinalis*, pois quando somadas representaram 76% do índice de importância.

O vegetal que apresentou o maior índice de importância foi *Miconia ciliata*, com valor de 0.44, interagindo com 22% das espécies de aves (8), seguida de *Phthirusa micrantha* com índice de 0.25 interagindo com 11% (04) das espécies de aves (Figura 17)

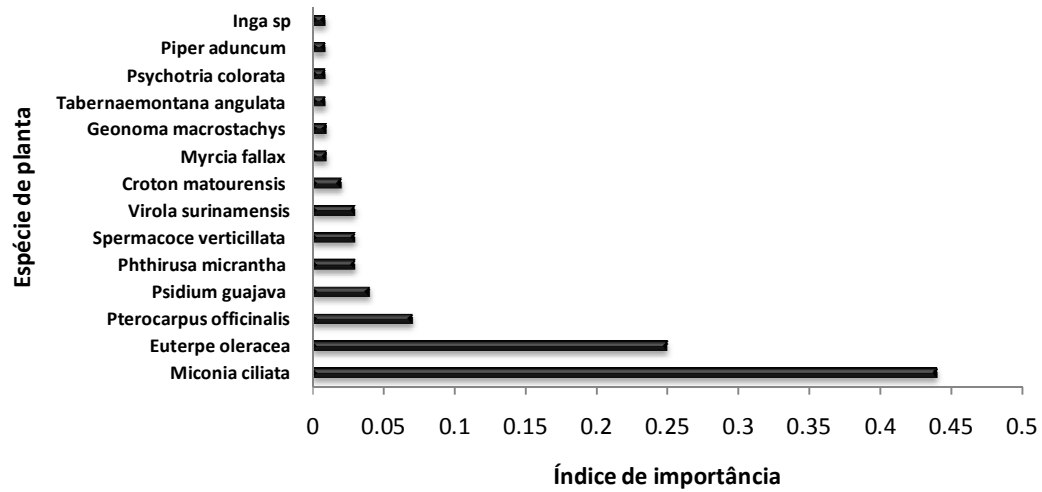


Figura 17. Importância das espécies de vegetais na floresta secundária no Parque Ecológico de Gunma, no período de período de março a dezembro de 2007.

As espécies de aves comuns nas duas fisionomias foram: *Celeus elegans*, *Mionectes macconnelli*, *Attila spadiceus*, *Chiroxiphia pareola*, *Dixiphia pipra* e *Pipra rubrocapilla*.

O teste do qui-quadrado não mostrou diferença significativa ($P > 0.05$) no registro do número de interações entre as duas fisionomias do PEG.

3.4. REDE DE INTERAÇÃO NO PARQUE ECOLÓGICO DE GUNMA

Das 347 aves capturadas, foram analisadas 175 amostras de fezes, representando 50.43 %. Destas, 37% (65) apresentaram sementes intactas em suas fezes, registrando-se 59 interações.

Foram capturadas 43 espécies de aves, sendo que 47% apresentaram-se como potencialmente dispersoras na área, as quais tiveram sua dieta avaliada pela análise do conteúdo de suas fezes.

A rede de interação final do PEG foi formada por 37 espécies (animais e plantas), representada por 17 de vegetais e 20 de aves de sub-bosque, consideradas potencialmente dispersoras de sementes na área, ou seja, que consumiram frutos, descartando-se aquelas que inviabilizam as sementes consumidas.

A estrutura da rede de interação está representada pelo seu aninhamento, no qual a maioria das espécies de aves interage com poucas espécies de plantas e uma proporção pequena de aves interage com muitas espécies de plantas (Figura 19).

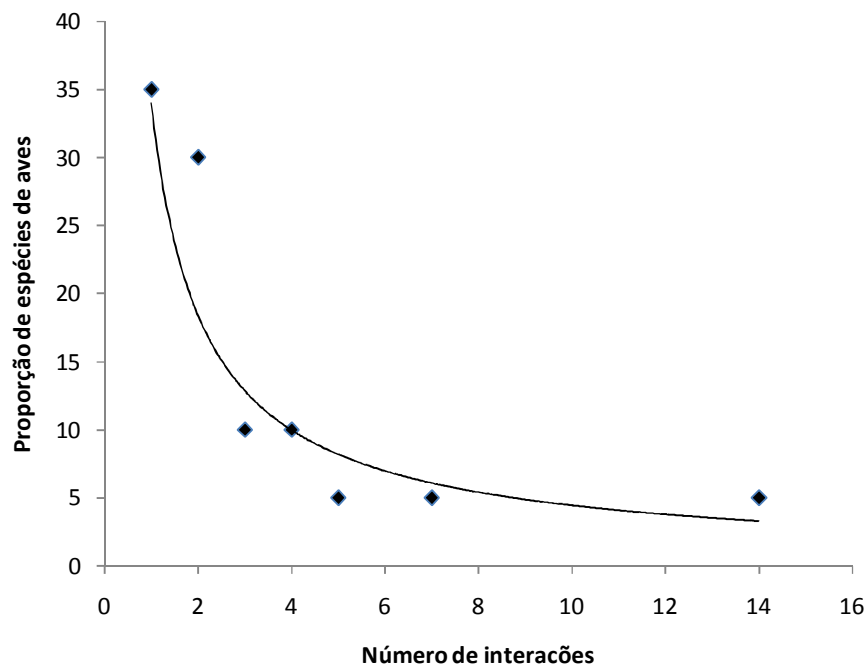


Figura 19. Percentual das espécies de aves e sua interação com as espécies de vegetais no Parque Ecológico de Gunma no período de março a dezembro de 2007.

O índice de conectância encontrado para esta rede de interação foi de 17.35%, ou seja, das 340 interações possíveis de ocorrer, foram registradas 59, com grau de aninhamento de 95% (Figura 20).

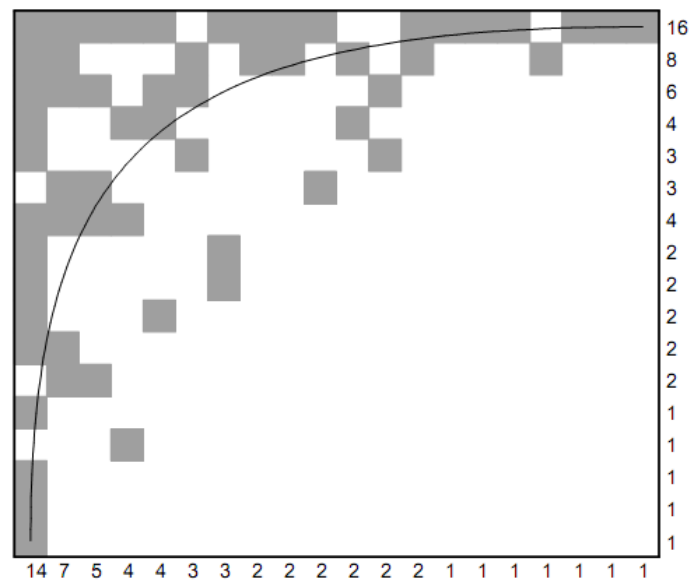


Figura 20. Matriz de interação entre aves e plantas do Parque Ecológico de Gunma.

Na Figura 21 estão apresentadas as 17 espécies de plantas pertencentes às 13 famílias registradas neste estudo e suas interações com as aves. As famílias Arecaceae, Fabaceae, Myrtaceae e Rubiaceae apresentaram duas espécies cada, com destaque para *Dixiphia pipra* que apresentou 27% (16) das interações.

Os resultados deste estudo indicam que as espécies com muitas interações são propícias a interagirem entre si, como por exemplo, *Miconia ciliata* e *Dixiphia pipra*. Por outro lado, as espécies com poucas interações raramente interagem entre si e quando ocorre é, geralmente, com espécies com muitas interações, como observado entre *Piper aduncum* e *Dixiphia pipra*.

As espécies vegetais que apresentaram o maior número de interações foram *Miconia ciliata* e *Euterpe oleracea*, com 41%. Por sua vez, as espécies de aves com maior número de interações foram *Dixiphia pipra* 24% (14) e *Mionectes macconnelli* 12% (7).

Foi observado que as aves especialistas, como os gêneros *Trogon*, *Pipra*, *Lipaugus*, *Dixiphia* e *Chiroxiphia* associaram-se preferencialmente àquelas plantas que realizaram o maior número de interações.

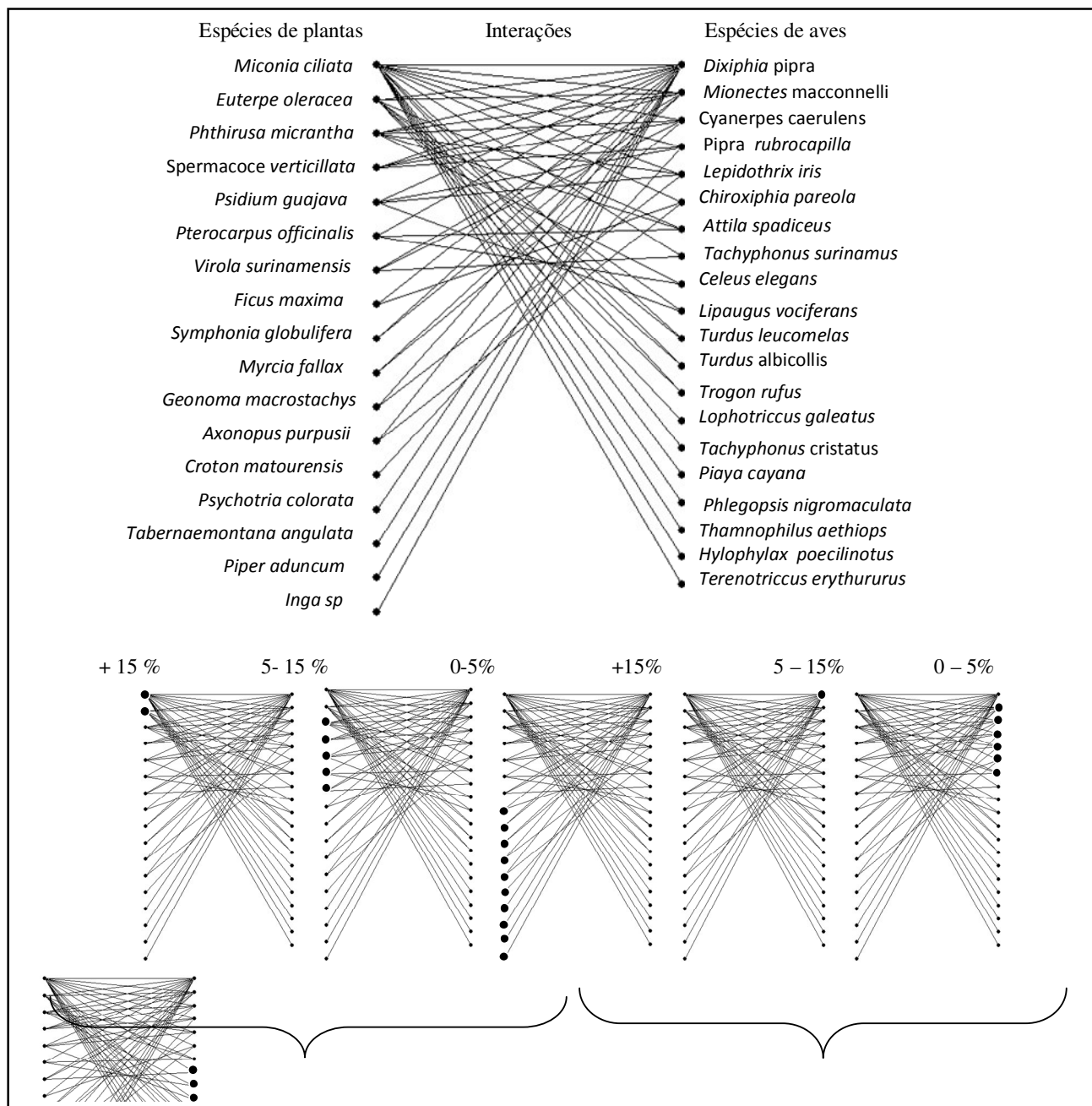


Figura 21. Rede de interação mutualística no Parque Ecológico de Gunma no período de março a dezembro de 2007.

A- Rede geral de Interação de eventos; A B C: Espécies de plantas que participaram em maior ou menor proporção; D E F : Espécies de aves que participaram em maior ou menor proporção.

4. DISCUSSÃO

As relações mutualísticas desempenham papel fundamental na determinação da estrutura e da dinâmica das comunidades tropicais, que geram a organização da biodiversidade. A perda das interações entre os vegetais e animais nas florestas tropicais, pode acarretar a extinção local ou regional dos táxons envolvidos e, conseqüentemente, a redução da biodiversidade das espécies (Thompson 1994). Neste sentido, é de suma importância a realização de estudos abordando tal relação, principalmente no ecossistema amazônico, em franco processo de alteração da fitofisionomia por ação antrópica.

No período do estudo foram realizadas 347 capturas de aves. A tendência à estabilização da curva acumulativa das espécies, a partir do mês de outubro, caracterizou um levantamento representativo das aves na área, corroborando os dados obtidos no levantamento faunístico do PEG realizado por Marceliano *et al.* (2006).

A maioria das aves de sub-bosque do PEG foram os passeriformes de pequeno porte, com 85% pesando menos de 40g, sendo as mais comuns com peso corporal entre 10 e 20g, 51% das espécies de hábito insetívoro, o que é considerado um padrão para as regiões tropicais (Sick 1997), caracterizando o estado de conservação da área, já que os insetívoros apresentam maior sensibilidade aos distúrbios antrópicos, conforme o estudo realizado no Projeto Dinâmica Biológica e Fragmentos Florestais (PDBFF) em Manaus, no qual foi demonstrado que após o isolamento dos fragmentos, as

aves insetívoras, especialmente as do sub-bosque, foram as primeiras a desaparecer (Stouffer e Bierregaard 1995). Neste sentido, destacam-se a presença de *Lipaugus vociferans* e *Thamnomanes caesius* que segundo Laps (2006), são consideradas espécies bioindicadoras da qualidade do hábitat.

As aves frugívoras registradas apresentaram pequeno tamanho corporal, 82% e 60% pesando menos de 40g, na floresta primária e na secundária, respectivamente. Dados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (1996) na Amazônia Brasileira, os quais encontraram que 83% das aves frugívoras da área apresentavam este peso.

Os resultados das análises das amostras de fezes das aves capturadas indicaram que as principais famílias consumidoras de frutos, na floresta primária e na secundária do PEG foram os Pipridae, Tyrannidae, Turdidae e Thraupidae. Dados semelhantes foram relatos em estudos realizados em área de floresta tropical na Costa Rica (Loiselle 1990, Loiselle e Blake 1993).

A família Pipridae se destacou como potencial dispersor de sementes nas duas fisionomias. Ressalta-se que a presença de sementes provenientes da capoeira encontradas nas fezes de espécies desta família na mata, indica uma ligação, pela movimentação das aves frugívoras, entre a mata e a capoeira, provavelmente facilitada por um dossel alto e uma estreita estrada com pouca movimentação. Tal achado referente à família Pipridae, já foi documentado na Amazônia central por Adeney (2004).

Dixiphia pipra foi a principal espécie potencialmente dispersora de sementes do PEG, tanto na floresta primária quanto na secundária. É uma das

mais comuns no estado do Pará, segundo Wallace (in Sclater e Salvin 1867), e a presença de frutos em ambiente de mata e capoeira para esta espécie, corrobora os achados de Adeney (2004) na Amazônia central.

Agrupando as espécies segundo as suas interações, os frugívoros foram os mais representativos, tanto na floresta primária quanto na secundária, desempenhando, portanto papel fundamental nas interações bióticas entre as aves e plantas do PEG. Scherer *et al.* (2007) encontraram somente espécies generalista, sem presença das especialistas, o que pode estar associado ao tamanho do fragmento (0,29 hectare), visto que as aves frugívoras especialistas são mais suscetíveis à fragmentação. Fadini e Marco Júnior (2004) em estudo na mata atlântica em um fragmento maior, com 380 hectares, já obtiveram a participação de frugívoros.

O número de espécies de aves coletadas na floresta secundária foi maior que na primária, corroborando os estudos de Protomastro (2001) e Aleixo (1999), os quais mostraram que as matas secundárias podem abrigar uma alta diversidade de aves quando comparadas às primárias.

As espécies registradas na floresta secundária, corroboram a pesquisa de Novaes (1971), realizada em uma área de vegetação secundária no estado do Pará.

Entre as espécies registradas somente na floresta primária, merece destaque *Tachyphonus cristatus* e *Tachyphonus surinamus*, as quais, segundo Stone (1928), são aves restritas a este ambiente.

As características das espécies vegetais encontradas no PEG estão de acordo com Howe (1993), apresentaram pequenas sementes, alta fecundidade anual e alta exposição dos frutos.

Os frutos dispersos pelas aves, geralmente, são pequenos e carnosos, polpa rica em lipídeos e proteínas, coloração variável entre vermelho, preto, amarelo, azul e púrpura. Neste sentido, sabe-se que a coloração apresenta diferentes funções, tais como: atrair a atenção dos potenciais dispersores, revelar a localização da planta e sinalizar o estágio de maturação do fruto (Van der Pijl 1982).

Das espécies de plantas ornitocóricas, analisadas no PEG, 52 % apresentaram frutos de coloração preta ou vermelha, corroborando achados da literatura, que indicam estas cores ocorrendo com maior frequência nos estudos de dispersão de sementes por aves (Wilson *et al.*1990).

Ressalta-se que as plantas com frutos de coloração preta foram as mais significativas nas duas fisionomias do PEG, representando 33% e 35% na floresta primária e secundária, respectivamente. Dados semelhantes foram encontrados no Brasil: Mata Atlântica por Argel-de-Oliveira (1999) com 38%, e em estudos no Novo Mundo por Wheelwright e Janson (1985) com proporções de 34.3 e 41.3% nas florestas do Peru e Costa Rica, respectivamente.

A Família Melastomataceae é uma das que apresenta o maior número de espécies que oferecem alimento para frugívoros oportunistas nas florestas tropicais (Mckey 1975, Snow 1981). No presente estudo, foi caracterizada a importância da *Miconia ciliata* na dieta da avifauna nas florestas primária e secundária, o que está associado, provavelmente, à

frutificação durante todo o ano e produção abundante de frutos (Peçanha-Júnior 2005).

Os frutos de *Miconia ciliata* são ricos em carboidratos e utilizados como recurso alimentar pela maioria das espécies de aves, inclusive aquelas mais generalistas, que complementam sua dieta com invertebrados, como por exemplo, *Turdus albicollis*. Estas aves têm sido citadas na literatura como espécies que utilizam frutos de *Miconia* sp (Marcondes-Machado 2002, Manhães 2003; Alves *et al.* 2008)

Fadini e Junior (2004) ao estudarem as interações tróficas entre as aves frugívoras e plantas encontraram três espécies de *Miconia* mais importantes na dieta das aves interagindo com 39 espécies. De acordo com Gilbert (1980), espécies do gênero *Miconia* constituem um grupo fundamental para a manutenção da diversidade das aves frugívoras nas florestas tropicais.

Euterpe oleracea é uma das espécies regionais das matas do estado do Pará, que se destaca pela importância alimentar na floresta secundária do PEG, e seu consumo por aves já foi registrado na Amazônia por Moegemburg e Jardim (2002). A presença desta espécie nas amostras de fezes deve-se, provavelmente, à movimentação das aves frugívoras entre as fisionomias do PEG e a ligação entre a várzea e capoeira facilitada, provavelmente, pela presença de um estreito igarapé entre estes ambientes. Poulin *et al.* (1994) relatam que as aves frugívoras tendem a se tornar nômades em função da abundância, conspicuidade e distribuição territorial e espacial dos frutos.

O modelo mutualístico evidenciado na rede de interação do PEG mostra-se estável, onde poucas espécies apresentam muitas interações, geralmente mais generalistas, e muitas espécies com poucas ligações, especialistas assimétricas. Reforçando dados já descritos para comunidades da região Neotropical como Restinga (Argel-de-Oliveira 1999), Florestas Estacionais (Montaldo 2000), Cerrado (Francisco e Galetti 2002) e Floresta Atlântica (Silva *et al.* 2002).

A conectância estimada foi de 0.17, nas duas fisionomias, o que está de acordo com o estudo de Jordano (1987), que demonstrou que as comunidades com muitas espécies de aves e plantas, como florestas tropicais maduras, nas quais diversas combinações de interações são possíveis, o nível de conectância é normalmente baixo quando comparado ao das comunidades menos diversificadas como a floresta temperada. Esta diferença também está relacionada à assimetria das interações nos sistemas mutualísticos com muitas espécies (Jordano 1987, Silva *et al.* 2002).

Este modelo observado nas duas fisionomias, mostra uma organização aninhada das interações na matriz ave e planta, ou seja, subconjunto de espécies generalistas interage entre si com adição progressiva de subconjuntos de espécies especialistas com padrão assimétrico. Esta estruturação aninhada na matriz dos dispersores de sementes já foi documentada em outros estudos (Lewinsohn *et al.* 2006, Bascompte *et al.* 2003, Jordano *et al.* 2003).

Resalta-se que a estruturação aninhada e com especialização assimétrica confere a comunidade maior resistência às perturbações, como por

exemplo, a perda das espécies raras e/ou especialistas, uma vez que apresenta espécies especialistas interagindo com as generalistas (Bascompte *et al.* 2003, Jordano *et al.* 2006).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

a) A presença de espécies de aves biondicadoras da qualidade do hábitat indica a preservação do Parque Ecológico de Gunma, constituindo-se importante área para pesquisas da avifauna na região Metropolitana de Belém.

b) A maioria das aves de sub-bosque potencialmente dispersoras de sementes do Parque Ecológico de Gunma foi da ordem Passeriforme, com pequeno tamanho corporal, pertencentes às famílias Pipridae, Tyrannidae, Turdidae e Thraupidae. Destacando-se a família Pipridae com *Dixiphia pipra* como potencial dispersor nas duas fisionomias estudadas, seguida de *Lipaugus vociferans* na floresta primária e *Cyanerpes caerulens* na floresta secundária.

c) As espécies de vegetais do Parque Ecológico de Gunma apresentaram diferentes potenciais para a atração da avifauna dispersora, destacando-se *Miconia ciliata* como a mais importante, nas duas fisionomias, o que, provavelmente, pode estar associado ao período longo de frutificação, principalmente na época de escassez de recursos e a produção abundante dos frutos, garantindo alimento para a assembléia das aves frugívoras da área.

d) Outros vegetais também apresentam importância na alimentação das aves no Parque Ecológico de Gunma, como *Phthirusa micrantha*, na floresta primária, e *Euterpe oleracea* na floresta secundária.

e) Houve o predomínio da cor preta e vermelha dos frutos presentes nas amostras de fezes das aves capturadas no Parque Ecológico de Gunmá.

f) A rede de interação do Parque Ecológico de Gunma, nas duas fisionomias, apresentou um núcleo de interações de espécies generalista, com participação das espécies de aves especialistas assimétricas.

g) As aves generalistas integraram o núcleo da rede de interação no Parque Ecológico de Gunma, porém as aves especialistas apresentaram interações assimétricas exclusivas com algumas espécies de vegetais.

Com os resultados deste estudo, algumas questões relevantes emergiram, as quais podem ser exploradas futuramente, para o melhor entendimento das redes de interações mutualísticas:

- 1- O estudo da perda das interações nos fragmentos menores, a fim de responder: o tamanho do fragmento afeta a composição de aves, dentre estas, os frugívoros? Uma vez que o presente estudo evidenciou espécies especialistas com interações exclusivas de vegetais, portanto, torna-se necessário avaliar o impacto da perda destas interações nos fragmentos menores, em função da destruição acelerada da floresta (Stouffer e Bierregaard 1995).
- 2- Complementação dos estudos de movimentação das aves, uma vez que neste estudo este processo foi avaliado de forma indireta, através da análise das amostras de fezes com sementes provenientes de outras fisionomias. Portanto, o emprego de outras

metodologias como a captura, marcação e recaptura e o acompanhamento do deslocamento dos indivíduos para a determinação de sua área de território.

REFERÊNCIAS

Adeney, M.J. (2004) *Comparação da comunidade de aves em áreas de capoeira e floresta Primária na Amazônia Central*. INPA.

Aleixo, A. (1999) Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. *Condor*, v.101,n.3, p.537-548.

Almeida, S.S., D.D. Amaral e A.S. Silva (2003) Inventário florístico e análise fitossociológica dos ambientes do parque ecológico de Gunma, Município de Santa Bárbara, PA. *Museu Paraense Emílio Goeldi*,188p.

Alves, M.A.S., P.D. Ritter, R.D. Antonini e R.D. Almeida, (2008) Two thrush species as dispersers of *Miconia prasina* (Sw.) DC. (Melastomataceae): an experimental approach *Brazilian Journal Biology*, v.68, n. 2, p. 631-637.

Anjos, L.O. (1991) Ciclo anual de *Cyanocorax caeruleus* em floresta de araucária. Ararajuba. *Revista Brasileira de Ornitologia*, Rio de Janeiro, v. 2, p. 19-23.

Argel-de-Oliveira, M.M. (1992) Comportamento alimentar de aves em *Trichilia micrantha* Benth. (Meliaceae) na Serra dos Carajás, PA. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, série Zoologia. v.8, n.2, p. 305-313.

Argel-de-Oliveira, M.M. (1998) Aves que plantam. Frugivoria e dispersão de sementes por aves. *Boletim Centro de Estudos Ornitológicos CEO*, v.13, p. 9-23.

Argel-de-Oliveira, M.M. (1999) *Frugivoria por aves em um fragmento de floresta de restinga no estado do Espírito Santo, Brasil*. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas 126 p.

Argel-de-Oliveira, M.M., G.D. Castiglioni e S. B. Souza (1996) Comportamento alimentar de aves frugívoras em *trema micrantha* (Ulmácea) em duas áreas alteradas do sudeste brasileiro. *Ararajuba*, v.4, p. 51-55.

Argel-de-Oliveira, M.M. e R.A. Figueredo (1996) Aves que visitam uma figueira isolada em ambiente aberto, Espírito Santo, Brasil. *Iheringia*, série zoologia, v.80, p. 127-134.

Atmar, W. e B. D. Patterson (1993) The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. *Oecologia*, v.96, p.373-382.

Atmar, W. e B.D. Patterson (1995) The nestedness temperature calculator: a visual basic program, including 294 presence-absence matrices. AICS

Research, Inc., University Park, NM and The Field Museum, Chicago, IL, 1995. Disponível em: <<http://aics-research.com/nestedness/tempcalc.html>> (Acesso em 2/01/ 2008).

Augspurger, C.K. (1984) Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. *Ecology*, v. 65, n.6, p. 1705-1712.

Augspurger, C.K. (1983) Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance with time. *Oikos*, v.40, n.2, p.189-196.

Bascompte, J., P. Jordano, C.J. Melián e J.M. Olesen (2003) The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v.100, n.16, p. 9383-9387.

Biota, Pará (2006) Disponível em: <http://www.sectam.pa.gov.br/especies_ameacadas> (Acesso em: 02/01/2008).

Blake, J. G. e B. A. Loiselle (1991) Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three lowland habitats in Costa Rica. *Auk*, v.108, p.114-130.

Blake, J.G. e B.A. Loiselle (1992) Habitat use by Neotropical migrants at La Selva Biological Station and Braulio Carrillo National Park, Costa Rica, p. 257-272. In: J.M. Hagan III e D.W. Johnston (Eds). *Ecology and conservation of Neotropical migrant landbirds*. Washington, Smithsonian Institution Press, 609p.

Catry P., A. Araújo, C. Cruz, A. Pinheiro, M. Poças, J. Nadum, M. Armelin e J.R. Perereira (1999) *Are mist-nets suitable for rapid habitat evaluations in the tropics?* Results from a study in Guínea-Ostrich, v.70, p.134-137.

Connell, J.H. (1971) On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: Boer, P.J. d. e, G.R. Gradwell (eds) *Dynamics of populations*. Wageningen Center for Agricultural Publishing and Documentation, p.298-310.

Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2007) Listas das aves do Brasil. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. (Acesso em: 17/01/ 2007).

Cruz, A. (1981) Bird activity and seed dispersal of a montane forest tree (*Dunalia arborescens*) in Jamaica. *Biotropica*, St.Louis v.13, n.2, p. 34-44.

Dario, F. R. (1994) A dispersão de sementes pelas aves. *Silvicultura*, São Paulo, v. 58, p. 32-34.

Deodato, S. (2004) *Todas as aves do Brasil*. Guia de Campo para identificação. 2° ed. 350p.

- Fadini, F.R. e M.P. Júnior (2004) Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. *Ararajuba*, v. 12, n. 2, p.97-103.
- Faustino, T.C. e C.G. Machado (2006) Frugivoria por aves em uma área de campo rupestre na Chapada Diamantina, BA. *Ararajuba*, v.14, n.2, p.137-143.
- Figueiredo, R.A. (1996) Vertebrates at Neotropical fig tree species in a forest fragment. *Tropical Ecology*, v.37, n.1, p. 139-141.
- Figueiredo, R.A., J.C. Motta Junior e L.A.S. Vasconcellos (1995) Pollination, seed dispersal, seed germination and establishment of seedlings of *Ficus microcarpa*, Moraceae, in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. v.55, p.233-239.
- Fitzpatrick, J.W. (1980) Foraging behavior of Neotropical Tyrant Flycatchers. *Condor*, v.82, n. 1, p.43-57.
- Fleming, T.H. (1979) Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist*, Kansas, v. 19, n.4, p.1157-1172.
- Foster, M.S. (1978) Total frugivory in tropical passerines: a reappraisal. *Tropical Ecology*, v.19, p.131-154.
- Francisco, M.R. e M. Galetti (2002) Aves como potenciais dispersoras de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) em uma área de vegetação de cerrado no sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica*, v.25, n.1, p.11-17.
- Galetti, M. e M. A. Pizo (1996) Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil. *Ararajuba*, v.4, n. 2, p.71-79.
- Galetti, M. e D. Stotz (1996) *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie-chave para aves frugívoras no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira Biologia*, v.56, n.2, p.435-439.
- Gilbert, L. E. (1980) Food web organization and the conservation of neotropical diversity, p. 11-33. In: Soulé, M. E. e B. A. Wilcox (Eds.) *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sunderland: Sinauer. p.11-33.
- Gondim, M.J.C. (2001) *Recurso alimentar para aves frugívoras em uma área de cerrado no estado de São Paulo*. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Guevara, S. e J. Laborde (1993) Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio*, v.107/108, p.319- 338.

- Herrera, C.M.A (1984) Study of avian frugivores, bird-dispersed plants, and their interaction in Mediterranean scrublands. *Ecological Monographs*, v.54, n.1, p.1-23.
- Herrera, C.M. (1985) Determinants of plant-animal coevolution: the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates. *Oikos*, v. 44, p.132-141.
- Howe, H.F. (1977) Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. *Ecology*, v.58, n.3, p.539-550.
- Howe, H.F. (1986) Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: (Murray, D.R (Ed.) *Seed dispersal*. Sydney: Academic Press, Australia, p.123-189.
- Howe, H.F. (1993) Aspects of variation in a neotropical seed dispersal system. In: Fleming, T.H. e A. Estrada (Eds). *Frugivory and seed dispersal: Ecological and Evolutionary aspects*. Belgium: Kluwer Academic Publishers, p.149-162.
- Howe, H.F. e R. B. Primack (1975) Differential seed dispersal by birds of the tree *Casearia nitida* (Flacourtiaceae). *Biotropica*, v. 7, p. 278-283.
- Howe, H.F. e G.F. Estabrook (1977) On intraespecific competition for avian dispersers in tropical trees. *American Naturalist*, v. 111, n.981, p.817-832.
- Howe, H.F. e J. Smallwood (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 13, p. 201-228.
- Karr, J. R. (1981) Surveying birds in the tropics. *Studies in Avian Biology* . v.6, p. 62-67.
- Karr, J. R., S.K. Robinson, J.G.Blake e R.O. Bierregaard JR. (1990) Birds of four neotropical forests. In: Four Neotropical Rainforests. Gentry, A.H. (ed.). Connecticut, Yale University, New Haven. p. 237-269.
- Krebs, C.J. (1999) *Ecological Methodology*. 2 thed. Califórnia: Benjamin Cummings, 620 p.
- Janzen, D. H. (1970) Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* , v.104, p.501-528.
- Janzen, D.H. (1980) When is it coevolution? *Evolution*, v.34, p.611-612.
- Janzen, D.H. (1983) Food webs: who eats what, why,how, and with what effects in a tropical forest? In: Golley, F.B. (Ed) *Ecossystems of the world*. 14A. Tropical rain forest ecosystems structure and function. Nova York, Elsevier Scientific Publishing Company, p.167-182.

Jordano, P. (1984) Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries *Rubus ulmifolius* *Oikos*, v.43, p.149-153.

Jordano, P. (1987) Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *American Naturalist*, v.129, n. 5, p. 657-677.

Jordano, P. (1992) Fruits and frugivory. In: Fenner M. (Ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* C.A.B. International, Wallingford, p. 105-151.

Jordano, P., J. I. Bascompte e J.M. Olesen (2003) Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters*, v.6, p. 69-81.

Jordano, P., J.I. Bascompte e J.M Olesen (2006) The ecological consequences of complex topology and nested structure in pollination webs. In: Waser, N. M., J. Ollerton, (Eds), *From specialization to generalization in plant pollinator interactions*. University of Chicago Press. p.173-199.

Laps, R.R. (2006) *Efeito da fragmentação e alteração do hábitat na avifauna da região da reserva biológica do Una*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

Levey, D.J. (1987) Seed size and fruit-handling techniques of avian frugivores. *American Naturalist*, v.129, n.4, p. 471- 485.

Levine, J.M. e D.J. Murrell (2003) The community-level consequences of seed dispersal patterns. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. v.34, p.549-574.

Lewinsohn, T.M., D.R Loyola e P.I. Prado (2006) Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estrutura em comunidades interativas. *Oecologia Brasiliensis*, v.10, n.1, p.90-104.

Loiselle, B. A. (1990) Seeds in droppings of tropical fruit-eating birds: importance of considering seed composition. *Oecologia*, v.82, p.494-500.

Loiselle, B. A. e J. G. Blake (1993) Spatial dynamics of understory avian frugivores and fruiting plants in lowland wet tropical forest. *Vegetatio*, v.107/108, p.177-189.

Loiselle, B. A. e J.G. Blake (1999) Dispersal of melastome seeds by fruit-eating birds of tropical forest understory. *Ecology*, v.80, p.330-336.

Lombardi, J.A. e J.C. Motta-Júnior (1993) Seeds of the champak, *Michelia champaca* L. (Magnoliaceae) as a food source for Brazilian birds. *Ciência Cultura*, v.45, p.408-409.

Manhães, M. A. (2003) Variação sazonal da dieta e comportamento alimentar de traupíneos (Passeriformes: Emberizidae) em Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba*, v.11, n. 1, p. 45-55.

Marceliano, M.L.V. *et al.* (2006) Levantamento Faunístico do Parque Ecológico de Gunma Município de Santa Bárbara, Pa. *Museu Paraense Emílio Goeldi*.

Marcondes-Machado, L. O. (2002) Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de cerrado, São Paulo. *Iheringia*, v.92, n.3, p.97-100.

Marcondes-Machado, L. O. e M. M. Argel-de-Oliveira (1988) Comportamento alimentar de aves em *Crecopia* (Moraceae), em mata Atlântica no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.4, n.4, p. 331-339.

Marcondes-Machado, L.O., S.J. Paranhos e Y.M. Barros (1994) Estratégias alimentares de aves na utilização de frutos de *Ficus microcarpa* (Moraceae) em uma área antrópica. *Iheringia, Série Zoologia*, v.77, p.57-62.

Mclelland, J. (1979) Digestive system. In: King, A. S., J. Mclelland, (Eds.) *Form and function in birds*. New York: Academic Press, p 69-181.

Mckey, D. (1975) The ecology of coevolved seed dispersal systems. In: Gilbert, L. E. & Raven, P. H. (Eds.). *Coevolution of animal and plants*. Austin, University Texas, p.159-191.

Mcdiarnid, R.W., R. E. Ricklefs e M. Foster (1977) Dispersal of *Stemmadenia donnell-smithii* (Apocynaceae) by birds. *Biotropica*, v.9, n.1, p.9-25.

Memmott, J. (1999) The structure of a plant-pollinator food web. *Ecology Letters*, v.2, p. 276-280.

Memmott, J., N.M. Waser e M.V. Price (2004) Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 271, p. 2605-2611.

MMA, 2003. Anexo à Instrução Normativa n°3, de 27 de maio de 2003, do Ministério do Meio Ambiente. Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. <[http:// www.ibama.gov.br/fauna/downloads/ lista%20spp.pdf](http://www.ibama.gov.br/fauna/downloads/lista%20spp.pdf)> (Acesso em: 2/01/ 2008).

Moegenburg, S. M. e A. G. Jardim (2002) *Utilization of Açai (Euterpe oleracea Mart.) fruits and fruits patches by fruit-eating birds*. In: Lisboa, P. L. B. (Org.). *Caxiuana - Populações Tradicionais, Meio Físico & Diversidade Biológica*. 1 ed. Belém - Pa: MCT/CNPQ, v.1, p.641-650.

Moermond, T.C. (1981) Suction-drinking in tanagers Thraupidae and its relation to frugivory. *Ibis*, London, v.125.

Moermond, T.C. e J.S. Denslow (1985) Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs*, Washington, v.36, p.865-897.

Montaldo, N.H (2000) Exito reproductivo de plantas ornitócoras en um relicto de selva subtropical em Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, v.73, n.3, p.511-524.

Monteiro, J., R.P Martins e K. Yamamoto (1992) Host specificity and seed dispersal of *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) in South-Eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.8, p.307-314.

Montoya J.M., S.L Pimm e R.V. Sore (2006) Ecological networks and their fragility. *Nature* 442.

Motta-Júnior, J.C. (1990) Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. *Ararajuba*, v.1, p. 65-71.

Motta-Júnior, J.C. (1991) *A exploração de frutos como alimento por aves de mata ciliar numa região do distrito federal*. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Murray, K.G. (2000) The importance of different bird species as seed dispersers. In: Nadkarni, N. M. e N. T. Wheelwright (Eds.) *Monteverde: ecology and conservation of a tropical cloud forest*. New York: Oxford University Press p. 294-295.

Novaes, F.C. (1971) *Estudo Ecológico das aves em uma área de vegetação secundária do baixo rio Amazonas estado do Pará*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém.

Novaes, F.C. e M.F.C. Lima (1998) *Aves da Grande Belém: Municípios de Belém e Ananindeua*. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, (Coleção Emílio Sneathlaga).

Olesen, J. e P. Jordano (2002) Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic networks. *Ecology*, v.83. p. 2416-2424.

Pajek. Disponível em:< <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek>> (Acesso em: 2/01/ 2008).

Peçanha-Júnior,F.B. (2005) Notas sobre a fenologia e visitantes florais de *Miconia ciliata* (Rich.)DC. (Melastomataceae). Bol.Mus. Para. Emilio Goeldi, sér.Ciências Naturais, v.1, n. 2, p.57-60.

Pedroni, F. (1995) A ecologia da copaíba. In: Morellato, P.C. e H.F Leitão-filho, (Orgs) *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana*. Campinas, UNICAMP, p.70-76.

Pimm, S.L., J.H Lawton e J.E. Cohen (1991) Food web patterns and their consequences. *Nature*, 350, p. 669-674.

Pineschi, R.B. (1990) Aves como dispersores de sete espécies de *Rapanea* (Myrsinaceae) no maciço do Itatiaia. *Ararajuba*, v. 1, p. 73-78.

Powell, G.V.N. (1989) On the possible contribution of mixed species flocks to species richness in neotropical avifaunas. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v.24, p.387-393.

Poulin, B., G. Lefebvre e R. Mcneil (1994) Characteristics of feeding guilds and variation in diets of bird species of three adjacent tropical sites. *Biotropica* , v.26, p.187-197.

Pough, F.H., J.B. Heiser e W.N. Mcfarland (1993) *A vida dos vertebrados*. São-Paulo, Atheneu, 839p.

Prado, P.I. e T.M. Lewinsohn (2004) Compartments in insect-plant associations and their consequences for community structure. *Journal of Animal Ecology*, v.73, p.1168-1178.

Protomastro, J.J. (2001) A test for preadaptation to human disturbances in the bird community of the Atlantic forest. In: Albuquerque, J.L.B. *et al.* (Eds.) *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ornitologia, p.179-198.

Pratt, T.K. (1984) Examples of tropical frugivores defending fruit-bearing plants. *Condor*, v.86, p 123-129.

Rappole, J.H., K.. Winker e G.V.N. Powell (1998) Migratory bird habitat use in southern Mexico: Mist nets versus point counts. *Journal Field Ornithology* v.69, n. 4, p.635-643.

Reinert, B.L. e M.R. Bornchein (1998) Alimentação da Gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*, Corvidae). *Ornitología Neotropical*, v. 9, p.213-217.

Remsen, J.V., M.A. Hyde e A. Chapman (1993) The diets of Neotropical trogons, motmots, barbets and toucans. *Condor*, v.95, p.178-192.

Ridley, H.N. (1930) *The Dispersal of plants throughout the world*. Reeve:Ashford, 745p.

Rosa, G.A.B. (2003) *Dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento misto em Botucatu, SP*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 75p.

Scherer, A., F. M Silva e L.R.M. Baptista (2007) Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil *Acta Botanica Brasilica*, v.21, n.1, 203-212.

Schupp. E. W. (1993) Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal. *Vegetatio* , v.107/108, p.15-29.

Sclater, P.L. e O. Salvin (1867) List of birds collected by Mr Wallace on the lower Amazons and Rio Negro. *Proceedings of the Zoological Society of London*, p.566-596.

Senna, P.L. (1993) A figueira-vermelha, *Ficus clusiifolia* Schott (Moraceae), e sua importância na alimentação da avifauna e na conservação da natureza. *Albertoa*, v.3, p.153-164.

[Sick, H.](#) (1997) *Ornitologia Brasileira*. Edição revista e ampliada por Jose Fernando Pacheco. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 862p.

Silva, W.R. (1988) Ornitorcoria em *Cereus peruvianus* (Cactaceae) na Serra do Japi, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* , v.48, p.381-389.

Silva, J. M. C., C. UHL e G. Murray (1996) Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology* v.10, p.491-503.

Silva, W. R., P.J. De Marco, E. Hasui e V.S.M. Gomes (2002) *Patterns of fruit-frugivore interactions in two Atlantic Forest bird communities of southeastern Brazil: implications for conservation*. In: Levey, D. J., W. R. Silva, e M. Galetti (Eds.) *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. Wallingford: CABI Publishing, p.423-436.

Snow, D.W. (1965) A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* .v.15, p. 274-281.

Snow, D.W. (1971) Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis*. v.113, p.194-202.

Snow, D.W. (1981) Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica*, v.13, p.1-14.

Stiles, E.W. (1982) Fruit flags: two hypotheses. *American Naturalist* 120, p. 500-509.

Stiles, F. G. (1985) On the role of birds in the dynamics of neotropical forests. In: Diamond, A. W. & Lovejoy, T. E. (eds.). *Conservation of tropical forest birds*. ICBP Technical Publications n. 4, p. 49-59.

Stiles, E.W. e L. Rosselli (1993) Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds: how diffuse is coevolution?, *Vegetatio*, v.107/108, p.57-73.

Stone, W. (1928) On a collection of birds from the Para region, eastern, Brazil. *Philadelphia*, v.80, p.149-176.

Stouffer, P.C. e R.O. Bierregaard (1995) Use of Amazonian Forest Fragments by Understory Insectivorous Birds. *Ecology*, v.76, p.2429-2445.

Terborg, J. (1986) Community aspects of frugivory in tropical forests. p. 371-384. In: Estrada, A. e T. H. Fleming, (Eds.) *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht: W. Junk Publishers.

Thompson, J.N. (1994) *The coevolutionary process*. Chicago: University of Press.

Thompson, J.N. (2005) *The geographic mosaic of coevolution*. Chicago University of Chicago Press, Chicago.

Tiffney, B.H. (1984) Seed size, dispersal syndromes, and the rise of the angiosperms: evidence and hypothesis. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 71, p. 551-576.

Tiffney, B.H. (2004) Vertebrate dispersal of seed plants through time. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 35, p.1-29.

Van de Pijl, D. (1969) Evolutionary action of tropical animals on the reproduction of plants. *Biological Journal Linnean Society*, v. 1, p. 85-96.

Van de Pijl, D. (1982) *Principles of dispersal in higher plants*. 2.ed. New York: Springer-Verlag, 215 p.

- Vázquez, D.P. e M.A. Aizen (2003) Null model analyses of specialization in plant-pollinator interactions. *Ecology*, v.84, p.2493-2501.
- Vidal, W.N. e M.R.R. Vidal. Botânica – *Organografia*. Editora da Universidade Federal de Viçosa (MG), 3ª edição. 114p. 1995.
- Wang, B.C. e T.B. Smith (2002) Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology e Evolution*, v.17, n.8, p.379-385.
- Wheelwright, N.T (1985) Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology* v.66, p. 808-818.
- Wheelwright, N.T. e G.H. Orians (1982) Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal. problems of terminology, and constraints on coevolution. *American Naturalist*. v.119, p.402-413.
- Wheelwright, N.T. e C.H. Janson (1985) Colors of fruit displays of bird-dispersed plants in two tropical forests. *American Naturalist* , v.126, n.6, p.777-799.
- Willis, E.O. (1979) The Composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos Zoologia*, v. 33, n.1, p.1-25.
- Willis, E.O. (1996) Competitive exclusion and birds at fruiting trees in western Colombia. *Auk*, Washington, v. 83, n.3, p. 479-80.
- Willson, M.F. e Thompson, J.N. (1982) Phenology and color in bird-dispersed fruits, or why fruits are red when they are "green". *Canadian Journal of Botany* v.60, p. 701-713.
- Wilson, M.F., D.A Graff e C.J. Whelan (1990) Color preferences of frugivorous birds in relation to the colors of fleshy fruits. *Condor*, v.92, p. 545-555.