

Métodos e Perspectivas da Frugivoria e Dispersão de Sementes por Aves

Marco Aurélio Pizo¹ e Mauro Galetti²

¹ Programa de Pós-graduação em Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS. mapizo@unisinis.br

² Laboratório de Biologia da Conservação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP. mgaletti@rc.unesp.br

Resumo: As aves figuram entre os mais importantes dispersores de sementes em praticamente todos os ambientes terrestres. Apesar de serem os vertebrados mais estudados em relação à frugivoria, ainda sabemos muito pouco sobre vários aspectos das relações entre as aves e os frutos. Vários destes aspectos podem ser estudados técnicas simples acessíveis mesmo aos pesquisadores mais inexperientes. Neste capítulo apresentamos algumas destas técnicas, enfatizando seu emprego, vantagens e desvantagens. São apresentadas técnicas relacionadas ao registro de frugivoria, estudo da dieta e movimento das aves, e estudos em cativeiro. Encerramos apontando perspectivas para novos estudos que visam incrementar nossa compreensão das relações ecológicas e evolutivas entre as aves frugívoras e seus frutos.

Palavras-Chave: interação animal-planta, ornitocoria.

AVES FRUGÍVORAS E SEUS FRUTOS

As aves figuram entre os mais importantes dispersores de sementes, não apenas pela sua abundância, como também pela frequência com que se alimentam de frutos e pela grande capacidade de se deslocarem e ocuparem diferentes ambientes (Jordano 1994). Aves frugívoras perfazem 56% das famílias de aves no mundo (Figura 1). Em florestas neotropicais, por exemplo, cerca de 25 a 30% da avifauna inclui, em maior ou menor grau, frutos na dieta (Tabela 1). Embora sejam mais comuns em regiões tropicais, aves frugívoras ocorrem em praticamente todos os ambientes terrestres, inclusive em regiões sub-antárticas e árticas (Fleming 1991). O hábito de comer frutos parece ser mais comum entre as aves da ordem Passeriformes. Fleming (1991) verificou que 19 das 69 famílias (27,5%) de não-passeriformes possuem representantes frugívoros, enquanto 29 das 67 famílias de passeriformes (43,3%) incluem frutos em suas dietas. Frutos e/ou sementes já foram registradas para pelo menos 47 das 96 famílias de aves que, segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2006), ocorrem no Brasil (Tabela 2).

A frugivoria é um hábito regularmente registrado para 22 destas famílias, enquanto para as

outras o consumo de frutos parece ser acidental (e.g., Ardeidae, Aramidae, Threskiornithidae) ou esporádico (e.g., Rallidae, Cathartidae, Alcedinidae, Falconidae) (veja Moojen *et al.* 1941, Schubart *et al.* 1965). Enquanto umas poucas espécies de aves são quase que exclusivamente frugívoras (e.g., o guácharo *Steatornis caripensis* (Steatornithidae), Snow 1962; as arapongas *Procnias* spp. (Cotingidae), Snow 1973), a maioria inclui, além de frutos, outros itens na dieta (e.g., insetos), o que, no entanto, não as impede de serem boas dispersoras de sementes (Blake & Loiselle 1992, Galetti & Guimarães Jr. 2004). Em geral, as aves frugívoras exploram uma variedade de espécies de frutos, sem especializarem-se em nenhuma espécie ou família em particular. Wheelwright *et al.* (1984), por exemplo, registraram 95 espécies de frutos na dieta de *Aulacorhynchus prasinus* (Ramphastidae), enquanto Worthington (1982, 1983), observou *Pipra mentalis* (Pipridae) se alimentar de mais de 140 espécies na ilha de Barro Colorado no Panamá. Na Mata Atlântica, tucanos e araçarís consomem pelo menos 48 espécies de frutos (Galetti *et al.* 2000).

A ornitocoria, ou seja, a dispersão de sementes por aves ocorre em vários grupos de plantas, desde gimnospermas até angiospermas (van der Pijl 1982). Nas angiospermas, a ornitocoria ocorre tanto em famílias consideradas primitivas (e.g., Magnoliaceae;

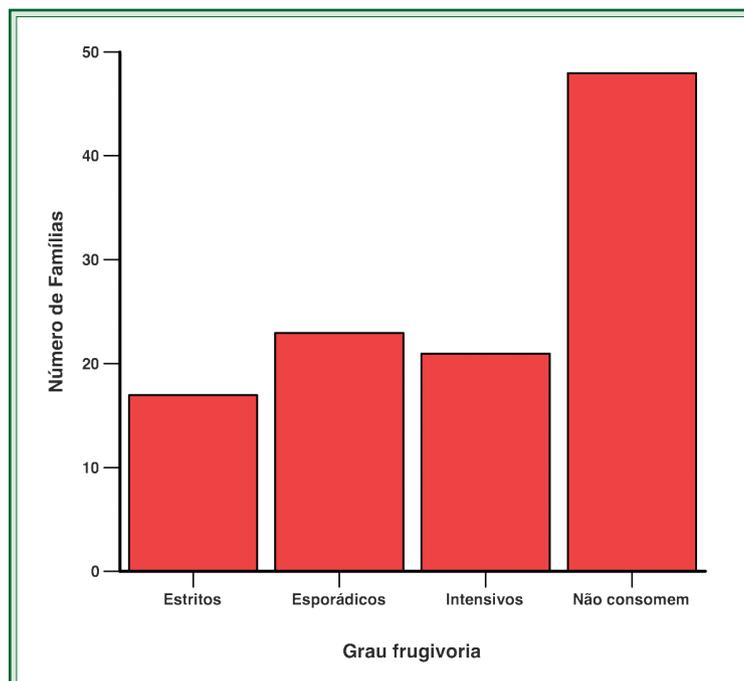


Figura 1. Número de famílias de aves frugívoras do mundo e seu grau de frugivoria.

Snow 1981, Cazetta *et al.* 2002), até as mais derivadas (e.g., Poaceae; Davidse & Morton 1973).

Do ponto de vista das comunidades, muitas são as plantas que dependem das aves para a dispersão de suas sementes. Na Mata Atlântica, por exemplo, entre 45 a 90% das árvores dependem de vertebrados para este serviço, sendo que as aves são os dispersores exclusivos de quase 40% das espécies arbóreas (Almeida-Neto *et al.* 2008; Figura 2). Essas plantas fornecem às aves uma variedade de macro e micronutrientes, essenciais às aves (Moermond e Denslow 1983).

Os estudos das relações entre as aves frugívoras e seus frutos são antigos, mas tiveram um grande avanço depois dos trabalhos do casal Snow (David e Bárbara). Os Snow foram os primeiros a discutirem a relação entre as aves e os frutos sob o ponto de vista ecológico e evolutivo (Snow, 1962, 1965, 1971, Snow e Snow 1964). Desde então as aves tornaram-se os vertebrados mais estudados em relação à frugivoria, fazendo parecer aos iniciantes ser impossível realizar estudos inovadores com esse grupo de animais. Porém, ainda sabemos muito pouco sobre vários aspectos das relações entre as aves e os frutos. Vários destes aspectos podem ser estudados com criatividade associada a técnicas simples empregadas

pelos pesquisadores desde os trabalhos pioneiros dos Snow. Apresentar algumas destas técnicas é o objetivo deste capítulo.

REGISTROS DE FRUGIVORIA

Observação Focal

Trata-se de um método focado na planta, que consiste em observar diretamente uma planta (ou grupo de plantas) com frutos maduros anotando os eventos de frugivoria e comportamentos de interesse (Jordano e Schupp 2000). É o método mais utilizado para estudos em nível populacional (Silva 1988, Pizo 1997, Francisco & Galetti 2001, 2002, Francisco *et al.* 2007), mas também pode ser utilizado ao nível de comunidade (Donatti *et al.* 2006). Da correta escolha da espécie de planta e indivíduos a serem observados depende, em boa parte, o sucesso do estudo. Características que devem ser consideradas nesta escolha são:

- 01) A espécie a ser estudada deve, preferencialmente, frutificar anualmente e em abundância. Isso evita o aborrecimento de planejar um estudo que, ao final, não pode ser executado, pois a planta escolhida não produziu frutos quando planejado.
- 02) Se o seu estudo não leva em consideração o efeito da quantidade de frutos produzidos sobre aspectos da frugivoria, recomenda-se escolher as plantas mais produtivas, i.e, com maior número de frutos, já que estas em ge-

Tabela 1. Número e porcentagem de espécies de aves frugívoras em algumas comunidades de matas Atlântica e Amazônica. Os dados para as quatro primeiras localidades foram extraídos de Gentry (1990) e, para as duas últimas, de observações dos autores.

Local	Total de espécies	Espécies frugívoras	%
La Selva, Costa Rica	363	109	30,0
Barro Colorado, Panamá	370	104	28,1
Cocha Cachu, Peru	467	125	26,7
Manaus, AM	143*	--	27,3
Parque Estadual Intervales, SP	350	--	≈25
Santa Genebra, SP	120	--	≈25

* Refere-se ao número de espécies amostradas, não ao total de espécies na área.

ral são visitadas com mais frequência pelas aves frugívoras

- 03) Os indivíduos escolhidos para observação devem ser de fácil observação, isto é, devem ter a copa desobstruída pela vegetação circundante. Esse cuidado permite maior acurácia nas observações.
- 04) Deve-se preferencialmente escolher indivíduos baixos que facilitem a coleta de frutos. É frequentemente necessário coletar frutos para análises morfométricas, análises químicas ou experimentos em cativeiro. A coleta de frutos de plantas altas pode ser um problema se não se tem acesso fácil à copa.
- 05) Evitar indivíduos localizados em locais barulhentos (p. ex. margens de riachos), que dificultam a percepção da presença de visitantes.

Embora a distância do observador à planta deve permitir o registro preciso dos eventos e comportamentos de interesse, não se deve ficar muito próximo à planta, pois isto pode afugentar ou alterar o comportamento dos visitantes. Assim, uma estrutura que “esconda” ou camufle o observador, ou ainda uma luneta que permita a observação de longa distância pode ser muito útil. As observações devem ser iniciadas logo antes do amanhecer já que este é o horário preferencialmente usado por algumas aves (e.g., cracídeos, momotídeos) para visitar as fruteiras. Embora o período da manhã seja, em geral, o que propicia o maior número de registros por representar o horário de maior atividade de forrageamento das aves, observações ao final da tarde são recomendáveis, pois alguns frugívoros alimentam-se também ao entardecer. Em geral, vários dias são necessários para se ter uma lista razoavelmente completa das aves que se alimentam da planta estudada. Francisco *et al.* (2007) estimaram que pelo menos 60 h são necessárias para se ter

uma boa estimativa da diversidade de aves que visitam fruteiras no cerrado.

Vários dados podem ser anotados durante as observações focais dependendo, claro, dos objetivos do estudo (veja uma variedade de informações obtidas a partir das observações focais em Jordano e Schupp 2000). Os mais comumente registrados são: (1) a espécie de ave visitante, (2) o número de indivíduos (considera-se cada indivíduo equivalente a uma visita), (3) o tempo total despendido na planta (tempo de visita), (4) a taxa de alimentação (i. e., o número de frutos consumidos por unidade de tempo) e (5) detalhes do comportamento (e.g., modo de apanhar e manipular os frutos).

Da combinação destes parâmetros, podemos avaliar a contribuição de cada espécie de ave para a dispersão das sementes. Por exemplo, o produto entre o número de visitas, o tempo médio de cada visita e a taxa de alimentação fornece uma estima-

Tabela 2. Famílias de aves brasileiras que consomem frutos e/ou sementes. Famílias para as quais o consumo de frutos é regular estão indicadas por um asterisco. A ordem das famílias segue Sick 1997. Referências ao consumo de frutos/sementes para a maioria das famílias citadas podem ser encontradas em Moojen *et al.* 1941, Schubart *et al.* 1965 e Sick 1997.

Ordem	Família	Ordem	Família
Tinamiformes	Tinamidae*	Piciformes	Capitonidae*
Rheiformes	Rheidae*		Ramphastidae*
Ciconiiformes	Ardeidae		Picidae
	Threskiornithidae	Passeriformes	Thamnophilidae
Cathartiformes	Cathartidae		Dendrocolaptidae
Falconiformes	Accipitridae		Formicariidae
	Falconidae		Furnariidae
Anseriformes	Anatidae		Pipridae*
	Anhimidae		Cotingidae*
Galliformes	Cracidae*		Tyriridae*
	Odontophoridae*		Corvidae*
Opisthoconiformes	Opisthocomidae*		Troglodytidae
Gruiformes	Aramidae		Turdidae*
	Psophiidae*		Mimidae*
	Rallidae		Vireonidae*
	Cariamidae		Coerebidae*
Columbiformes	Columbidae*		Thraupidae*
Psittaciformes	Psittacidae*		Emberizidae
Cuculiformes	Cuculidae		Cardinalidae
Caprimulgiformes	Steathornithidae*		Parulidae
Trogoniformes	Trogonidae*		Icteridae
Coraciiformes	Alcedinidae		Fringillidae*
	Momotidae		Passeridae
Galbuliformes	Bucconidae		

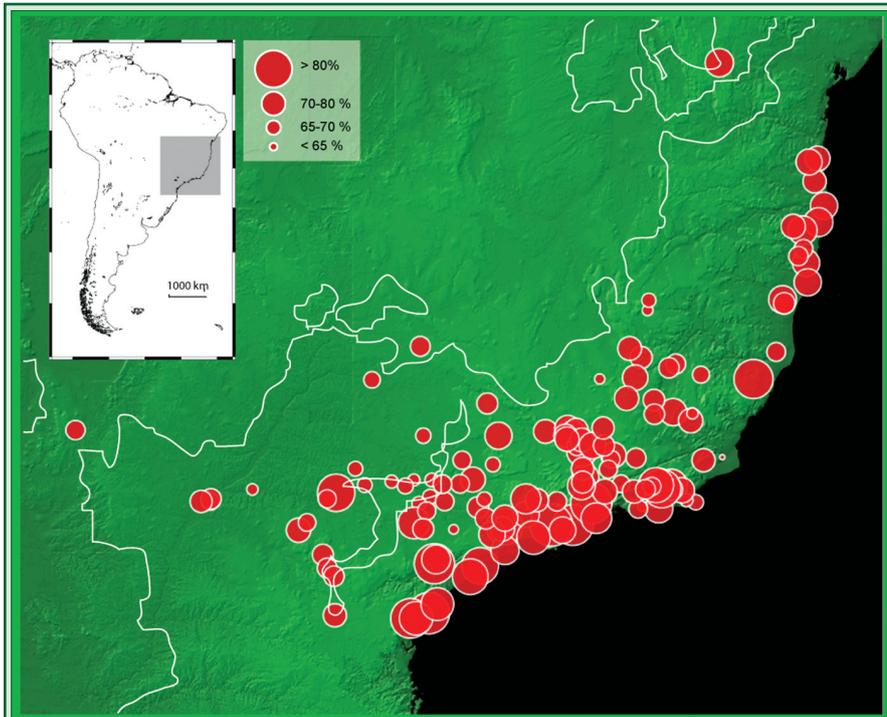


Figura 2. Contribuição de árvores e arbustos com frutos carnosos em comunidades selecionadas da Mata Atlântica. O tamanho dos círculos é proporcional às porcentagens de frutos carnosos em cada localidade. Notam-se maiores porcentagens de frutos carnosos em áreas mais costeiras, mas úmidas da Mata Atlântica. Extraído de Almeida-Neto *et al.* 2008.

tiva do número de frutos consumidos. Esta estimativa, associada ao tratamento dado aos frutos pelos visitantes (e.g., se o fruto é engolido inteiro ou se as sementes são derrubadas sob a planta), possibilita a avaliação do papel de cada espécie de ave na remoção e, portanto, dispersão das sementes. É importante notar que a taxa de alimentação muitas vezes não é baseada no tempo total da visita, pois durante este tempo a ave frequentemente se encontra fora da visão do observador. Uma maneira de se obter a taxa de alimentação é usar dois cronômetros. Enquanto em um deles registra-se o tempo total da visita (i.e. do momento em que a ave chegou à planta até o momento em que ela a deixa), no outro registra-se somente o tempo que a ave de fato esteve se alimentando sob a visão do observador, durante o qual anota-se também o número de frutos consumidos. Quando um bando ou vários indivíduos de espécies diferentes estão ao mesmo tempo na árvore, deve-se fixar a atenção sobre um único indivíduo e apenas registrar a presença dos outros.

As informações acima citadas podem ser obtidas *ad libitum*, ou seja, pela observação contínua dos eventos que ocorrem na planta sob observação, ou usando-se o método de “scan”, que consiste em realizar períodos curtos de observação a

intervalos regulares durante os quais anotam-se as informações de interesse. O método de scan permite uma melhor otimização do tempo de observação ao possibilitar que diferentes informações sejam coletadas por um único observador. De qualquer forma, são necessárias várias horas de observação para que se obtenha dados para todas as espécies de visitantes. O uso de uma planilha otimiza a coleta de dados no campo, além de posteriormente facilitar a organização dos dados para as análises. A Figura 3 apresenta um exemplo de planilha que pode ser usada para observações focais. Cada observador, no entanto, pode desenvolver sua própria planilha contendo apenas os dados que lhe interessam. O uso da planilha no campo apresenta a desvantagem de distrair a atenção do

observador enquanto anota os dados, o que pode fazer com que algumas visitas e/ou comportamentos não sejam notados. Para minimizar este problema, alguns pesquisadores preferem registrar suas observações em um gravador portátil para posteriormente transcrevê-las para a planilha de dados.

Ao contrário do método de transecto descrito abaixo, as observações focais são recomendadas para o estudo de plantas pouco comuns no ambiente. Também em relação àquele método, a observação focal permite um registro mais detalhado do comportamento das aves, além de tornar mais provável o registro de visitantes pouco comuns. Esse método, no entanto, não avalia a dieta global das espécies de aves uma vez que as observações estarão focadas exclusivamente na espécie de planta observada.

Transecto

Esse método pode ser usado quando o interesse principal é uma espécie de planta ou de ave em particular, ou ainda para estudos de comunidade (Galetti & Pizo 1996). Consiste em caminhar vagarosamente por trilhas pré-estabelecidas e, a cada registro envolvendo frugivoria com a espécie em estudo (planta ou animal), anotar um registro

Espécie/indivíduo observado:			Data:		Período de observação:		
Horário da visita	Espécie visitante	No. de Indivíduos	Tempo total da visita	No. de frutos consumidos	Comportamento alimentar a	Comportamento pós-visita b	Outras observações c

a Refere-se ao modo de apanhar e manipular os frutos (veja .Volpato e Mendonça-Lima 2002)

b Pode-se anotar, por exemplo, que direção tomou o animal após visitar a árvore ou que distância percorreu até o próximo poleiro.

c Qualquer observação que o observador achar pertinente (e.g., agressões intra e interespecíficas).

Figura 3. Modelo de planilha de campo para observações focais.

de alimentação (*feeding bout*). Quando o registro envolve um grupo de aves, a unidade do registro de alimentação pode ser variável, ou seja, pode-se considerar como um registro o grupo todo, independente de seu tamanho, ou considerar um registro para cada indivíduo do bando. É mais utilizado considerar um registro para o grupo todo, já que é frequentemente difícil contar ou estimar o tamanho dos bandos se alimentando. Em relação à planta, pode-se considerar um registro para cada espécie consumida ou para cada indivíduo consumido. Por exemplo, se um grupo de seis tucanos-de-bico-preto *Ramphastos vitellinus* está consumindo a polpa dos frutos do palmitero *Euterpe edulis*, você deve anotar um registro, mas se um ou mais tucanos voarem para outro palmitero, outro registro é anotado, embora a espécie consumida seja a mesma (ex. Galetti *et al.* 2000). Os mesmos dados listados acima para as observações focais podem ser anotados com o uso deste método.

O método de transecto é especialmente recomendado para espécies de plantas abundantes. Com a utilização deste método, as espécies de aves que apenas raramente se alimentam da planta em estudo podem não ser registradas. Para a observação destas espécies, as observações focais são mais recomendadas. Esse método é particularmente usado em estudos de comunidade, incluindo, mais recentemente, aqueles que pretendem entender como as comunidades de frutos e frugívoros estão estruturadas (Galetti & Pizo 1996, Silva *et al.* 2002).

ESTUDO DE DIETA

Observação Direta

Observações diretas de aves se alimentando de frutos podem ser obtidas ao longo de transectos com o uso dos registros de alimentação acima descritos (Pizo 2007). Além das informações já listadas acima, dados adicionais que podem ser coletados incluem o item consumido (e.g. polpa, arilo, semente, fruto imaturo) e o tempo em que o indivíduo (ou grupo de indivíduos) permaneceu se alimentando. No final do estudo, para estimar a importância relativa na dieta das várias espécies de plantas consumidas pela espécie de ave em estudo, basta calcular a porcentagem de registros, o tempo total de consumo, ou mesmo o número de itens consumidos por espécie de planta (Pizo *et al.* 1995, 2002).

Recomenda-se usar o método de transecto para espécies de aves relativamente abundantes e/ou com extensa área de vida como, por exemplo, psitacídeos (Galetti 1993, Pizo *et al.* 1995) e tucanos (Galetti *et al.* 1999, 2000).

Redes de Neblina

Redes de neblina têm sido amplamente usadas para o estudo da dieta de aves frugívoras (Loiselle e Blake 1990, 1999). Para isso o animal capturado é colocado dentro de um saco de pano por 10-15 min, tempo em geral suficiente para que ele defeque as sementes contidas em seu tubo digestório. A ave é então liberada e as fezes são coletadas e conserva-

das em álcool diluído a 70 % ou F.A.A. (mistura de formol, álcool etílico, ácido acético glacial e água destilada na proporção de 10:50:5:35 ml) para análise posterior. Algumas aves podem defecar assim que caem na rede. Por isso, é recomendável ter uma superfície coletora sob a rede para que estas fezes não se percam. Esta superfície coletora pode ser obtida com um pedaço de plástico ou tecido, ou ainda limpando-se o terreno sob a rede.

Outra maneira de obter as sementes do animal capturado é provocar sua regurgitação através da administração de uma substância emética. Este método, conhecido com tártaro emético, vem sendo utilizado para o estudo da dieta de aves (Poulin *et al.* 1994, Poulin e Lefebvre 1995, Mallet-Rodrigues *et al.* 1997) e consiste em fornecer oralmente à ave uma solução de Tartarato de Antimônio e Potássio a 1 % através de um tubo plástico flexível ligado a uma seringa. O tubo é cuidadosamente inserido até o esôfago da ave e a solução administrada lentamente na dosagem de 0,8 cm³ para cada 100 g de massa corporal da ave. Após a administração, a ave deve ser mantida em um saco de pano como descrito anteriormente. É importante ressaltar que, assim como as redes de neblina, o tártaro emético deve ser usado apenas por pessoas com experiência em seu emprego, pois pode implicar em uma mortalidade considerável das aves (Carlisle e Holberton 2006).

A quantificação da contribuição dos frutos na dieta com base nas amostras de fezes ou regurgitação pode ser feita de maneira mais grosseira, anotando-se simplesmente a frequência de ocorrência de frutos em geral ou cada espécie de fruto em particular nas amostras ou, de maneira mais refinada, estimando-se o volume ocupado pelos frutos nas amostras (Herrera 1998). Pode-se ainda contar o número de sementes de cada espécie de fruto nas amostras. Essa informação, associada ao conhecimento do número médio de sementes em cada espécie de fruto, pode fornecer informações da contribuição de cada espécie de planta para a dieta da ave.

O uso de redes de neblina para o estudo da dieta dos animais frugívoros apresenta a vantagem de revelar o consumo de frutos pertencentes a espécies pouco comuns e que raramente são observados ao longo de transectos ou em observações focais. Apresenta, entretanto, algumas desvantagens, a saber: (1) amostra apenas os animais que voam a pouca altura (e.g., aves de sub-bosque; veja Remsen e Good 1996 para os possíveis vieses relacionados ao uso de redes de neblina para a captura de aves), (2) subestima a importância dos frutos que apresentam sementes grandes já que estas ou não são ingeridas ou não passam por todo o tubo digestório, e (3) requer a utilização de uma coleção de referências de semen-

tes para possibilitar a identificação das espécies de frutos consumidos. Muitas vezes, as sementes dos frutos ingeridos não aparecem nas fezes, mas apenas fragmentos do epicarpo (“casca” do fruto). Nestes casos, faz-se necessária uma coleção de referência de amostras de epicarpo montadas em lâminas que fornecerão, comparando-se a forma e número das células, a identificação dos frutos ingeridos.

Coleta de Sementes sob Poleiros e Ninhos

Algumas aves frugívoras passam boa parte do dia em pontos restritos do ambiente, onde acabam defecando ou regurgitando as sementes que ingerem. Isso acontece com aves que adotam o lek como sistema de acasalamento e fazem uso de poleiros fixos de exibição ou vocalização (Höglund e Alatalo 1995). A coleta regular das sementes depositadas sob os poleiros é uma boa fonte de informação acerca dos frutos consumidos pelas aves (Snow 1970). Outra situação favorável para este tipo de coleta ocorre junto aos ninhos das aves, sob os quais pais e filhotes acabam descartando as sementes que consomem (Wheelwright 1983).

Conteúdo Estomacal

Análises do conteúdo estomacal de aves abatidas especificamente para este propósito, procedimento comum no passado, raramente se justificam hoje em dia. Entretanto, aves encontradas mortas ou abatidas para outros fins podem e devem ser usadas para se obter dados sobre dieta. No Brasil, os trabalhos de Moojen *et al.* (1941) e Schubart *et al.* (1965) são exemplos deste tipo de estudo e fornecem valiosas informações sobre a dieta das aves. Os estômagos obtidos podem ser preservados em álcool 70% e processados como acima descrito para as fezes. Informações sobre a dieta das aves podem ainda ser obtidas a partir de espécimes preservados em museus, quando o coletor teve o cuidado de anotar o conteúdo estomacal ao preparar a pele (Remsen *et al.* 1993). O aspecto negativo desta fonte de informação é que a acurácia dos dados foge ao controle de quem os obtém de maneira secundária, estando nas mãos do coletor e sua habilidade em discernir todos os itens alimentares presentes no estômago.

O MOVIMENTO DAS AVES

Da movimentação das aves frugívoras depende o movimento das sementes pelo ambiente. Uma vez que os ambientes são heterogêneos em relação às chances de sobrevivência das sementes (Gómez 2003), a compreensão do papel exercido pelas aves no processo de dispersão das sementes depende, em parte, do conhecimento do seu padrão de movimen-

tação pelo ambiente. Raras, no entanto, são as situações e espécies que permitem, por observação direta, acompanharmos os deslocamentos das aves frugívoras até os locais onde depositam as sementes (Gómez 2003). Para este fim, frequentemente necessitamos de rádio-transmissores, que fornecem, por exemplo, informações sobre área de vida e, portanto, sobre a amplitude espacial de dispersão das sementes promovida pelas aves (Holbrook e Smith 2000). Combinada a informações sobre o tempo de trânsito das sementes pelo tubo digestório, as informações sobre a velocidade e direção do movimento das aves frugívoras permitem estimar a distância de dispersão das sementes, parâmetro importante para avaliar a distribuição das sementes no ambiente e a efetividade da dispersão (Westcott e Graham 2000).

Para melhor eficiência do método e evitar injúrias às aves, os rádio-transmissores devem ser instalados segundo orientações do fabricante e respeitando-se a regra geral de não exceder em 5% o peso total da ave (1% para aves de grande porte; Jacob e Rudran 2003). Atualmente há disponível rádio-transmissores pequenos o suficiente para serem usados mesmo nas menores aves frugívoras. Uma vez localizada a ave portadora de transmissor pelo método de rastreamento ou triangulação (o que se mostrar mais eficiente, dadas as características do equipamento e as condições locais de relevo e vegetação; Jacob e Rudran 2003), sua posição é registrada com auxílio de GPS e, a partir daí, posições sucessivas podem ser registradas a intervalos regulares (p. ex. a cada 5 min) e/ou sempre que houver um movimento detectável. Em geral, quanto mais próximo da ave estiver o observador, menores as amplitudes de movimentos que podem ser detectados. O deslocamento do indivíduo pelo ambiente é acompanhado traçando-se sua rota de deslocamento em um mapa georeferenciado da área de estudo. O monitoramento das aves portadoras de transmissores deve ser feito diariamente para máximo aproveitamento dos transmissores antes que se esgotem suas baterias.

Uma vez que as aves frugívoras tendem a se deslocar com grande frequência e em geral não mantêm territórios, é importante que o pesquisador tenha amplo acesso à área de estudo. Assim, em ambientes florestais, a presença de um bom sistema de trilhas é fundamental para a eficiência e sucesso do estudo.

ESTUDOS EM CATIVEIRO

Aves em cativeiro fornecem excelente, e às vezes única, oportunidade para estudar aspectos da frugivoria difíceis de serem obtidos com a observação de

aves de vida livre. Estudos sobre a escolha de frutos (Moermond e Denslow 1983, Levey *et al.* 1984, Galetti 2002) e tempo de trânsito das sementes pelo tubo digestório das aves (Herrera 1984, Westcott e Graham 2000) são alguns destes aspectos.

Antes de iniciar qualquer estudo com aves cativas é preciso se certificar de que estejam em boas condições de saúde, ou seja, bem alimentadas e acostumadas às condições de cativeiro para que os resultados obtidos não sejam distorcidos pelo estresse da ave. A alimentação das aves frugívoras pode ser feita com uma dieta, descrita por Denslow *et al.* (1987), especialmente elaborada para atender às suas necessidades nutricionais. É importante manter as aves por alguns dias no recinto onde serão realizadas as observações para que se habituem a este ambiente. Uma vez que os estudos requerem respostas individuais das aves ao que está sendo testado, as aves em geral são mantidas em gaiolas individuais. Para evitar perturbações causadas pelo próprio observador, este deve estar afastado o máximo possível da gaiola durante as sessões de observação. Muitas vezes, no entanto, esse afastamento não é possível, pois o observador necessita ver detalhes do comportamento da ave. Nestes casos, um vidro que impede a visão do observador pela ave é a solução.

Para estudos envolvendo o tempo de trânsito das sementes pelo tubo digestório das aves, o fundo da gaiola deve ser recoberto por um papel branco que possibilitará a visualização das fezes contendo sementes. Os frutos são então oferecidos à ave e, a partir do momento em que o primeiro fruto é ingerido e a intervalos regulares (p. ex. 5 min), anota-se o número de sementes defecadas ou regurgitadas até que todas as sementes oferecidas tenham sido descartadas. Para incentivar o consumo dos frutos oferecidos, é recomendável que a alimentação regular seja removida da gaiola. Mesmo assim, algumas aves se recusam a comer os frutos oferecidos em cativeiro. Nestes casos, pode-se forçar a alimentação, colocando-se o fruto diretamente na goela da ave (Holbrook e Smith 2000). O registro do número de sementes defecadas pode ser feito anotando-se concomitantemente para cada porção de fezes produzida a sua posição sobre o papel e o tempo transcorrido desde a ingestão do primeiro fruto. Encerrada a sessão de observação, recolhe-se o papel e conta-se o número de sementes presente em cada porção de fezes. Outra possibilidade é trocar regularmente o papel durante a sessão de observação, procedimento que, no entanto, deve causar certo estresse na ave e afetar de maneira imprevisível os resultados. Com os dados obtidos, pode-se obter a velocidade de passagem das sementes pelo tubo digestório (dado, p. ex., pelo tempo necessário para

que 50% das sementes sejam descartadas), além de outros parâmetros (p. ex., tempo mínimo e máximo de trânsito das sementes).

Aves recém capturadas na natureza podem ter dificuldades para se adaptar ao cativeiro e morrem com facilidade. Por este motivo e também para preservar as aves em vida livre, sempre que possível dê preferência às aves já presentes no cativeiro. Zoológicos e criadores autorizados recebem grandes quantidades de aves apreendidas, a maioria jamais volta à natureza. Estas aves são bons objetos de estudo.

PERSPECTIVAS PARA NOVOS ESTUDOS

Os estudos de dispersão de sementes e frugivoria tiveram um avanço substancial no Brasil a partir de 2000. Apesar desse avanço, a formação dos profissionais nessa área ainda é baseada na botânica e zoologia tradicional; poucas universidades avançaram de forma consistente na formação de profissionais aptos a investigar as interações animal-planta do ponto de vista ecológico e evolutivo. Aos poucos, grupos de pesquisas vão se formando no Brasil, mas a demanda por novos profissionais é imensa, pois os estudos de dispersão de sementes têm ampla aplicação nas áreas de ecologia, genética, biogeografia, conservação e restauração ambiental (Jordano *et al.* 2006).

Apesar de décadas de estudos, há ainda vários temas a serem investigados a fim de melhorar nossa compreensão das relações ecológicas e evolutivas envolvendo as aves frugívoras e as plantas das quais se alimentam, e o papel destas relações para as populações de aves e plantas. A maioria dos estudos sobre comunidades de aves frugívoras no Brasil foram realizados na Mata Atlântica, alguns poucos no Pantanal e cerrado (ex. Donatti *et al.* 2006, Ragusa-Netto 2006) e raros foram feitos em áreas de campo, na caatinga e Amazônia.

A dispersão de sementes tem sido apontada como uma das fases mais críticas do ciclo de vida das plantas (Wang e Smith 2002) e as aves estão entre os organismos chaves para a manutenção de diversas populações das plantas. Uma série de estudos têm apontado o impacto da extinção local ou redução na abundância de aves frugívoras para as populações de plantas (Staggemeier & Galetti 2007). Como perturbações ambientais causados por atividades humanas são a tônica do mundo atual, um campo promissor para ornitólogos que queiram começar a trabalhar com frugivoria por aves são os estudos dos impactos antrópicos, como caça e fragmentação de habitats, na perda de aves frugívoras, e como a extinção ou redução populacional dessas aves afetam a diversidade de plantas

localmente ou a redução na dispersão de sementes (Silva e Tabarelli 2000, Cordeiro e Howe 2003, Galetti *et al.* 2003). Esses estudos podem detectar efeitos de cascatas tróficas há muito previstos segundo os quais a redução ou extinção das aves pode afetar outras espécies indiretamente (Howe 1984, Pizo *et al.* 2008). Por exemplo, Fadini *et al.* (no prelo) mostraram que a redução na diversidade de aves diminui em quase duas vezes o número de sementes dispersadas do palmito juçara (*Euterpe edulis*) que, por sua vez, pode ser considerado espécie chave para diversos frugívoros (Galetti & Aleixo 1998), especialmente em anos de La Niña (Galetti *et al.* dados não publicados).

Aqueles mais interessados nas aves em si devem estar atentos à influência da disponibilidade de frutos nos padrões de deslocamentos das aves frugívoras em pequenas e grandes escalas (ex. Galetti 2001). Estudos envolvendo rádio-telemetria podem revelar padrões de deslocamentos em grandes escalas em resposta às flutuações na disponibilidade de frutos (Levey 1988). Naturalmente o conhecimento dos padrões de deslocamento tem implicações para a conservação das aves frugívoras. No Brasil existem diversas aves migratórias frugívoras (ex. *Turdus flavipes*, *Euphonia* spp., *Procnias* spp., *Tersina viridis*) que provavelmente se deslocam de acordo com a frutificação sequencial altitudinal ou entre ambientes, mas estudos nessa linha são escassos (Castro 2007).

A fisiologia digestiva das aves frugívoras é outra fronteira a ser explorada. Disto depende a seleção de frutos pelas aves e as relações evolutivas que elas mantêm com os frutos ornitocóricos (Fuentes 1994). Aliás, os fatores ecológicos e evolutivos envolvidos na seleção de frutos pelas aves são ainda mal compreendidos e, para compreendê-los, experimentos com aves cativas são importantes. Uma abordagem promissora nesta linha de pesquisa associa a fisiologia das aves com a composição química dos frutos para abordar a seguinte questão: quais as estratégias de atração e defesa que os frutos carnosos apresentam? Cazzetta *et al.* (2008) mostrou como a composição química primária (carboidratos, lipídeos e proteínas) e secundária (fenóis, taninos) da polpa dos frutos afeta a remoção pelas aves. Frutos ricos em energia, especialmente aqueles com alto conteúdo de lipídeos, são mais rapidamente removidos que frutos energeticamente mais pobres.

Uma nova abordagem que pode ser explorada sob várias perspectivas envolve a análise de redes de interações, primeiramente aplicada ao estudo das relações mutualísticas por Jordano (1987). No Brasil, já temos bons conjuntos de dados para este tipo de abordagem (Silva *et al.* 2007), porém faltam ou-

tros estudos especificamente desenhados para este tipo de análise, envolvendo uma maior variedade de ambientes. Para tais estudos, os registros de frugivoria e análises de dietas descritos acima são fundamentais.

Outros estudos promissores são aqueles que investigam como as aves (e os animais frugívoros em geral) afetam a distribuição espacial das espécies de plantas. A maioria dos estudos no Brasil ainda enfoca apenas como o solo, umidade e outros componentes abióticos afetam a distribuição das plantas, esquecendo completamente que a distribuição das plantas é um reflexo direto da chuva de sementes produzida pelos animais (Wang e Smith 2002). Estudos sobre o papel das aves na distribuição espacial e genética das espécies vegetais abrem perspectiva para que profissionais de ecologia da

paisagem, ecologia molecular e ecologia das interações compartilhem ferramentas na busca de padrões espaciais produzidos pela relação ave-fruto.

Uma área ainda pouco explorada, não apenas no Brasil, é o impacto das mudanças globais na frugivoria e dispersão de sementes. Com o aquecimento do planeta, prevêem-se mudanças na fenologia reprodutiva das plantas, com sérias consequências para as espécies migratórias frugívoras. Plantas de montanhas que necessitam de frio para produzir flores estarão especialmente susceptíveis ao aquecimento global. Na Espanha, Rodríguez *et al.* (2007) mostraram que nos últimos anos a dieta do urso pardo mudou em decorrência da baixa ou mesmo ausência de frutificação de uma amora (*Vaccinium*). Com isso, o urso foi obrigado a ampliar seu nicho alimentar, alimentando-se de espécies pouco ener-

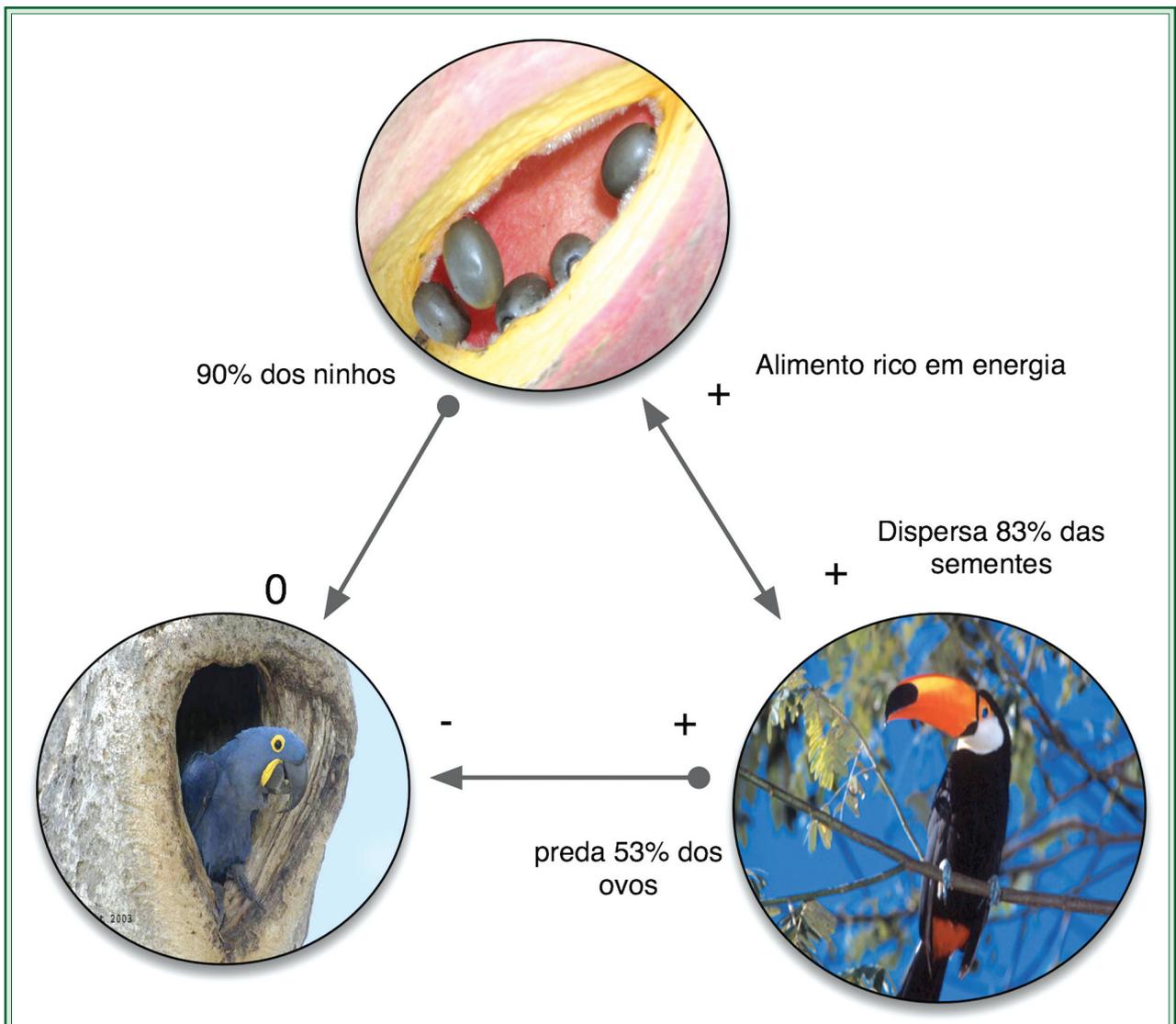


Figura 4. Interações negativas e positivas envolvendo o tucano toco (*Ramphastos toco*), o manduvi (*Sterculia apetala*) e a arara azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Pantanal. Veja mais detalhes em Pizo *et al.* 2008.

géticas antes não consumidas. Na Mata Atlântica, o palmito *Euterpe edulis* parece ser especialmente importante nos anos de La Niña, quando uma boa parte dos frutos carnosos deixam de produzir frutos. Com o aumento nas temperaturas globais, espera-se um aumento na frequência de anos de La Niña (assim como El Niño) e as consequências para as populações de aves não são ainda compreendidas. Diversos modelos sugerem que muitas espécies de animais devem mudar suas áreas de distribuição em resposta à mudanças climáticas (Schneider & Root 2001). Como os animais movem-se mais rapidamente que a vegetação, as interações mais estreitas de algumas espécies de plantas e seus dispersores podem sofrer rupturas.

Finalmente, novos estudos devem estar atentos às relações indiretas, muitas vezes insuspeitas, envolvendo a dispersão das sementes por aves. No Pantanal, o tucano toco (*Ramphastos toco*) é considerado o principal dispersor do manduvi (*Sterculia apetala*, Malvaceae), onde estão localizados quase 90% das cavidades de ninho da arara azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*; Figura 4). O recrutamento na população de manduvis parece depender da dispersão de sementes a longas distâncias propiciada pelos tucanos (Pizo *et al.* 2008). Portanto, em áreas onde o tucano está ausente, poderíamos esperar uma redução no recrutamento do manduvi e, conseqüentemente, na população de araras. Relações como estas devem ser comuns na natureza (Wotton 1994), porém, para serem reveladas, requer o olhar atento de ornitólogos bem preparados e interessados na interação das aves com seus frutos.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida-Neto, M., Campassi, F., Galetti, M., Jordano, P. and Oliveira-Filho, A. 2008. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. - *Global Ecology & Biogeography* 17: 503-513.
- Blake, J. G., Loiselle, B. A. 1991. Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three lowland habitats in Costa Rica. *Auk* 108, 114-130.
- BLAKE, J. G. e B. A. LOISELLE. 1992. Fruits in the diets of neotropical birds in Costa Rica. *Biotropica* 24: 200-210.
- Cardoso da Silva, J. M., Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404, 72-74.
- Carlisle, J. D. e R. L. Holberton. 2006. Relative efficiency of fecal versus regurgitated samples for assessing diet and the deleterious effects of a tartar emetic on migratory birds. *J. Field Ornithol* 77: 126-135.
- Castro, E. R. 2007. Fenologia reprodutiva do palmito *Euterpe edulis* (Arecaceae) e sua influência na abundância de aves frugívoras na Floresta Atlântica. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.
- Cazetta, E., Rubim, P., Lunardi, V. D., Francisco, M. R. and Galetti, M. 2002. Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. - *Ararajuba* 10: 199-206.
- Cazetta, E., Schaefer, H. M. and Galetti, M. 2008. Does attraction to frugivores or defense against pathogens shape fruit pulp composition? - *Oecologia* 155: 277-286.
- CBRO. 2006. Listas das aves do Brasil. Versão 15/7/2006. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>
- Cordeiro, N. J. & Howe, H. F. 2003. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Science* 100: 14052-14056.
- DAVIDSE, G. e E. MORTON. 1973. Bird-mediated fruit dispersal in the tropical grass genus *Lasiacis* (Gramineae; Paniceae). *Biotropica* 5: 162-167.
- Denslow, J. S., D. J. Levey, T. C. Moermond & B. C. Wentworth, 1987. A synthetic diet for fruit-eating birds. *Wilson Bulletin* 99: 131-135.
- Donatti, C. I., M. Galetti, M. A. Pizo, P. R. Guimarães Jr. e P. Jordano. 2007. Seed dispersal by mammals and the evolution of fruit size and shape in the Pantanal of Brazil, p. 104-123. In: Dennis, A. J., E. W. Schupp, R. J. Green e D. W. Westcott (eds.), **Seed dispersal: theory and its application in a changing world**. CABI Publishing, Wallingford, Inglaterra.
- Fadini, R.F., Fleury, M., Donatti, C. & M. Galetti. no prelo. Effects of frugivore impoverishment and seed predators on the recruitment of a keystone palm. *Acta Oecologica*.
- FLEMING, T. H. 1991. Fruiting plant-frugivore mutualism: the evolutionary theater and the ecological play. In: Price, P. W., T. M. Lewinsohn, G. W. Fernandes e W. W. Benson (eds.). *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. John Wiley & Sons, New York.
- Francisco, M. R. and Galetti, M. 2001. Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. - *Ararajuba* 9: 13-19.
- Francisco, M. R. and Galetti, M. 2002. Aves como potenciais dispersores de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. - *Revista Brasileira de Botânica* 25: 11-17.
- Francisco, M. R., Lunardi, V. O. and Galetti, M. 2007. Bird attributes, plant characteristics, and seed dispersal of *Pera glabrata* (Schott, 1858), (Euphorbiaceae) in a disturbed cerrado area. - *Brazilian Journal of Biology* 67: 627-634.
- Fuentes, M. 1994. Diets of fruit-eating birds: what are the causes of interspecific differences? *Oecologia* 97: 134-142.
- Galetti, M. 1993. Diet of the Scaly-headed Parrot (*Pionus maximiliani*) in a semideciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica* 25: 419-425.
- Galetti, M. 2001. Seasonal movements and diet of the Plumbeous pigeon (*Columba plumbea*) in a Brazilian Atlantic forest. *Melopsittacus* 4: 39-43.
- Galetti, M. 2002. Seed dispersal of mimetic seeds: parasitism, mutualism, aposematism or exaptation? In: Levey, D., Silva, W. R. and Galetti, M. (eds.), *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*. CABI Publishing, pp. 177-192.
- Galetti, M. e M. A. Pizo. 1996. Fruit eating by birds in a

- forest fragment in southeastern Brazil. *Ararajuba* 4: 71-79.
- Galetti, M. and Aleixo, A. 1998. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology* 35: 286-293.
- Galetti, M. and Guimarães Jr, P. R. 2004. Seed dispersal of *Attalea phalerata* (Palmae) by Crested caracaras (*Caracara plancus*) in the Pantanal and a review of frugivory by raptors. - *Ararajuba* 12: 133-135.
- Galetti, M., Alves-Costa, C. P. and Cazetta, E. 2003. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation* 111: 269-273.
- Galetti, M., R. Laps e M. A. Pizo. 2000. Frugivory by toucans at two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. *Biotropica* 32 (4b): 842-850.
- Galetti, M., Zipparro, V. B. and Morellato, P. C. 1999. Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland atlantic forest of Brazil. *Ecotropica* 5: 115-122.
- Gentry, A. H. 1990. Four neotropical rainforests. Yale University Press, New Haven.
- Gómez, J. M. 2003. Spatial patterns in long-distance dispersal of *Quercus ilex* acorns by jays in a heterogeneous landscape. *Ecography* 26: 573-584.
- Herrera, C. 2002. Seed dispersal by vertebrates in C. Herrera, O. Pellmyr, editors. *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. Blackwell, Oxford.
- Herrera, C. M. 1984. Adaptation of Mediterranean avian seed dispersers. *Ecology* 65: 609-617.
- Herrera, C. M. 1998. Long-term dynamics of Mediterranean frugivorous birds and fleshy fruits: A 12-year study. *Ecological Monographs* 68, 511-538.
- Höglund, J. e R. V. Alatalo. 1995. Leks. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
- Holbrook, K. M. e T. B. Smith. 2000. Seed dispersal and movement patterns in two species of *Ceratogymna* hornbills in a West African tropical lowland forest. *Oecologia* 125: 249-257.
- Howe, H. F. 1984. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biol. Cons.* 30: 261-281.
- Jacob, A. A. e R. Rudran. 2003. Radiotelemetria em estudos populacionais. Em: L. Cullen Jr., C. V. Pádua e R. Rudran (orgs.), *Manual para o manejo da vida silvestre no Brasil*. Instituto de Pesquisas Ecológicas, Nazaré Paulista.
- Jordano, P. 1987. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *American Naturalist* 129: 657-677.
- Jordano, P. 1994. Spatial and temporal variation in the avian-frugivore assemblage of *Prunus mahaleb*: patterns and consequences. *Oikos* 71, 479-491.
- Jordano, P. 1995. Angiosperm Fleshy Fruits and Seed Dispersers - a Comparative-Analysis of Adaptation and Constraints in Plant-Animal Interactions. *American Naturalist* 145, 163-191.
- Jordano, P., Schupp, E. W. 2000. Seed disperser effectiveness: The quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs* 70, 591-615.
- Jordano, P., Galetti, M., Pizo, M. A. and Silva, W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. - In: Rocha, C. D. F., Bergallo, H. D., Van Sluys, M. and Alves, M. A. S. (eds.), *Biologia da Conservação: Essências*. Rima Editora, pp. 411-436.
- LEVEY, D. J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs* 58: 251-269
- Levey, D. J., T. C. Moermond e J. S. Denslow. 1984. Fruit choice in neotropical birds: the effect of distance between fruits on preference patterns. *Ecology* 65: 844-850
- Loiselle, B. A. e Blake, J. G. 1990. Diets of understory fruit-eating birds in Costa Rica. *Studies in Avian Biology* 13: 91-103
- Loiselle, B. A. e Blake, J. G. 1999. Dispersal of melastome seeds by fruit-eating birds of tropical forest understory. *Ecology* 80: 330-336.
- Mallet-Rodrigues, F., V. S. Alves e M. L. M. Noronha. 1997. O uso do tártaro emético no estudo da alimentação de aves silvestres no estado do Rio de Janeiro. *Ararajuba* 5: 219-218.
- Moermond, T. C. e J. Denslow. 1983. Fruit choice in neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. *J. Anim. Ecol.* 52: 407-420.
- MOOJEN, J, J. C. CARVALHO e H. S. LOPES. 1941. Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 36: 405-444
- Pizo, M. A. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 13, 559-578.
- Pizo, M. A. 2007. The relative contribution of fruits and arthropods to the diet of three trogon species (Aves, Trogonidae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 515-517
- Pizo, M. A., I. Simão e M. Galetti. 1995. Diet and flock size of sympatric parrots in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Ornitologia Neotropical* 6: 87-95.
- Pizo, M. A., I. Simão e M. Galetti. 1997. Daily variation in activity and flock size of two parakeet species from southeastern Brazil. *Wilson Bulletin* 109: 343-348.
- Pizo, M. A., Silva, W. R., Galetti, M. and Laps, R. 2002. Frugivory in cotingas of the Atlantic forest of southeast Brazil. - *Ararajuba* 10: 177-185.
- Pizo, M. A., Donatti, C. I., Guedes, N. M. R. and Galetti, M. 2008. Conservation puzzle: Endangered hyacinth macaw depends on its nest predator for reproduction. - *Biological Conservation* 141: 792-796.
- Poulin, B. e G. Lefebvre. 1995. Additional information on the use of Tartar emetic in determining the diet of tropical birds. *Condor* 97: 897-902.
- Poulin, B., G. Lefebvre e R. McNeill. 1994. Effect and efficiency of Tartar emetic in determining the diet of tropical land birds. *Condor* 96: 98-104.
- Ragusa-Netto, J. 2006. Abundance and frugivory of the toco toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in the Pantanal, Brazil. *Braz. J. Biol.* 66: 133-142.
- Remsen, J. V., Jr. e D. A. Good. 1996. Misuse of data from mist-nets captures to assess relative abundance in bird populations. *Auk* 113: 381-398.
- Remsen, Jr., J. V.; M. A. Hyde e A. Chapman. 1993. The diet of neotropical trogons, motmots, barbets and toucans. *Condor* 95: 178-192.
- Rodríguez, C., Naves, J., Fernandez-Gil, A., Obeso, J. R. and Delibes, M. 2007. Long-term trends in food habits of a relict brown bear population in northern Spain: the influence of climate and local factors. - *Environmental Conservation* 34: 36-44.
- Schneider, S. H. and Root, T. L. 2001. Synergism of climate change and ecology. In: Levin, S. A. (ed.) *Encyclopedia*

- of Biodiversity. Academic Press, pp. 709-726.
- SCHUBART, O., A. C. AGUIRRE e H. SICK. 1965. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. *Arquivos de Zoologia* 12: 95-249
- Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404: 72-74
- Silva, W. R. 1988. Ornitocoria em *Cereus peruvianus* (Cactaceae) na Serra do Japi, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 48, 381-389.
- Silva, W. R., Marco Jr., P., Hasui, E., Gomes, V. S. M. 2002. Patterns of fruit-frugivore interactions in two Atlantic forest bird communities of south-eastern Brazil: implications for conservation. Pages 423-436 in D. J. Levey, W. R. Silva, M. Galetti, editors. *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. CABI Publishing, Oxon.
- Silva, W. R., Guimarães Jr., P. R., Reis, S. F. & Guimarães, P. 2007. Investigating fragility in plant-frugivore networks: a case study of the Atlantic forest birds, p. 561-578. In: Dennis, A. J., E. W. Schupp, R. J. Green e D. W. Westcott (eds.), **Seed dispersal: theory and its application in a changing world**. CABI Publishing, Wallingford, Inglaterra.
- Snow, B. K. 1970. A field study of the bearded bellbird in Trinidad. *Ibis* 112: 299-329.
- Snow, D. W. 1962. The natural history of the Oilbird, *Steatornis caripensis*, in Trinidad, W.I. Part 2. Population, breeding ecology and food. *Zoologica*, New York.
- Snow, D. W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15, 274-281.
- Snow, D. W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis* 113:194-202.
- SNOW, D. W. 1973. Distribution, ecology and the evolution of the bellbirds (*Procnias*, Cotingidae). *Br. Mus. (Nat. Hist.) Bull. Zool.* 25: 369-391.
- Snow, D. W. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13, 1-14.
- SNOW, D. W. e B. K. SNOW. 1964. Breeding seasons and annual cycles of Trinidad land-birds. *Zoologica* 49: 1-39.
- Staggemeier, V. G. and Galetti, M. 2007. Impacto humano afeta negativamente a dispersão de sementes de frutos ornitócoricos: uma perspectiva global. - *Revista Brasileira de Ornitologia* 15: 281-287.
- VAN DER PIJL, L. 1982. Principles of seed dispersal in higher plants. 3 ed. Springer-Verlag, Berlin, Alemanha.
- VOLPATO, G. H.; MENDONÇA-LIMA, A. Estratégias de forrageamento: proposta de termos para língua Portuguesa. *Ararajuba*, v.10, n.1, p.101-105, 2002.
- Wang, B. C. e T. B. Smith. 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 379-385.
- Westcott, D. A. e D. L. Graham. 2000. Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. *Oecologia* 122: 249-257.
- Wheelwright, N. T. 1983. Fruits and the ecology of Resplendent Quetzals. *Auk* 100: 286-301.
- Wootton, J. T., 1994. The nature and consequences of indirect effects in ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25, 443-466.
- WORTHINGTON, A. 1982. Population sizes and breeding rhythms in two species of manakins in relation to food supply. In: Leigh, E. G., A. S. Rand e D. M. Windsor. (eds.). *The ecology of a tropical forest*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. p. 213-225.
- WORTHINGTON, A. 1983. Foraging ecology and digestive adaptations of two avian frugivores: *Manacus vitellinus* and *Pipra mentalis*. PhD. Tese, Universidade de Washington. EUA.