



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA – PGZOO



CRISTIANE DA SILVA SOARES

**Ecologia alimentar de uma assembleia de psitacídeos (Aves,
Psittacidae) em uma grande metrópole da
Amazônia Brasileira**

MANAUS, AMAZONAS
AGOSTO/2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA – PGZOO



**Ecologia alimentar de uma assembleia de psitacídeos (Aves,
Psittacidae) em uma grande metrópole da
Amazônia Brasileira**

Discente: Cristiane da Silva Soares

Orientador: Prof. Dr. Adrian Paul Ashton Barnett

Coorientador: Prof. Dr. Sergio Henrique Borges

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

**MANAUS, AMAZONAS
AGOSTO/2020**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pela autora.

Soares, Cristiane da Silva

S676e Ecologia alimentar de uma assembleia de psitacídeos (Aves, Psittacidae) em uma grande metrópole da Amazônia Brasileira / Cristiane da Silva Soares Soares . 2020
45 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Adrian Paul Ashton Barnett

Coorientador: Sérgio Henrique Borges

Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Urbanização. 2. Psittacidae. 3. Nicho. 4. Dieta. I. Barnett, Adrian Paul Ashton. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Dedico esse trabalho, em primeiro lugar, aos meus filhos que sempre serão minha maior motivação para tudo, aos meus pais por toda ajuda e incentivo que me forneceram durante toda minha vida e, por fim, ao meu esposo e a família da minha cunhada, que me apoiaram e deixaram meus dias mais leves durante minha caminhada no mestrado.

“Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir” Steve Jobs

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço em primeiro lugar a Deus que em minha opinião é uma força imensa, que me acompanhou sempre em tudo que faço e foi meu guia ajudando nos meus planos e sonhos, com Deus tudo foi mais confortável de enfrentar e conseguir.

Gostaria de agradecer à CAPES pelo fornecimento da minha bolsa de estudos durante os dois anos de mestrado, ao programa de Pós Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Amazonas – UFAM por todo o suporte e apoio, e ao Gil por toda assistência quando solicitada.

Agradeço ainda ao meu orientador, Prof^o Dr. Adrian Barnett, por ter me aceitado como aluna, pois já estava com o limite de alunos e mesmo assim abriu uma exceção e me aceitou. Agradeço por ser quase sempre muito bem humorado e sempre uma pessoa de pensamento positivo, sua personalidade me ajudava muito principalmente quando eu achava que tudo ia dar errado ele vinha e me incentivava novamente. Agradeço também ao meu coorientador, Prof^o Dr. Sérgio Borges, por todo o apoio e motivação, foram muitos conselhos e dicas valiosas responsáveis por fazer meu projeto dar certo, sou muito grata por tudo que fez por mim durante este percurso.

Quero agradecer também ao Doutor Roberval Lima, que me forneceu gentilmente alguns equipamentos usados na minha pesquisa, ao gestor do Parque Municipal do Mindu senhor José Feitosa por todo auxílio durante minhas observações no Mindu, aos Doutores Mario Cohn-Haft e Romina Batista e a Mestre Gisiane pelo auxílio e assistência no fornecimento de dados das coleções de aves do INPA e Museu Goeldi. Aos meus amigos Renann, Adna, Priscilla e Gerson por me ajudarem na correção do plano, por me acolherem em momentos difíceis e por todo o companheirismo durante toda essa jornada.

Agradeço aos meus pais Raimundo e Maria que se responsabilizaram pelo meu filho mais velho logo depois que meu filho mais novo nasceu, foi o momento mais difícil que enfrentei durante o mestrado, me separar do meu filho foi muito dolorido, mas foi o certo visto que eu não conseguia dar toda a atenção que ele precisava devido ao mestrado e ao meu filho recém-nascido. Meus pais sempre foram meus principais incentivadores em tudo, sempre acreditaram nos meus sonhos e sempre estão disponíveis a me ajudar de todas as formas nos meus planos. Aos meus filhos Renan e Cristian por serem esses filhos maravilhosos, a alegria e o apoio principalmente do meu filho Renan foi o gás que me segurava e me levantava nos períodos duvidosos.

Quero agradecer ao meu esposo por toda a ajuda e apoio durante o mestrado, você foi essencial para eu não desistir, suas palavras foram decisivas nos momentos que pensei em desistir, sou muito grata pelo seu apoio e companheirismo. Quero agradecer ao meu sobrinho Franklin que foi meu amigo de campo, me acompanhou muitas vezes nas observações e me ajudou no manuseio dos equipamentos.

Por fim, sou grata por todas as pessoas que contribuíram para este trabalho, cada pessoa foi essencial para o preparo e finalização dessa dissertação, durante o mestrado aprendi a conviver melhor com as pessoas e aprendi que é muito mais fácil quando se tem ajuda e apoio.

**Ecologia alimentar de uma assembleia de psitacídeos (Aves,
Psittacidae) em uma grande metrópole da
Amazônia Brasileira**

Cristiane da Silva Soares¹, Adrian Barnett² e Sérgio Henrique Borges³

¹Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Instituto de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Av. General Rodrigo O. Jordão Ramos
6200, 69080-900, Manaus, AM, Brasil

²Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Avenida André Araujo 2936,
Manaus, AM, 69060-001, Brasil

³Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Biologia –
Av. General Rodrigo O. Jordão Ramos, 6200,
69080-900, Manaus, AM, Brasil

Manuscrito preparado a partir das instruções para autores do periódico Acta Amazonica

RESUMO

A conversão de ecossistemas naturais em ambientes urbanos modifica a biota através da extinção de espécies sensíveis à perturbações do ambiente. Apesar da maioria das espécies de plantas e animais se mostrarem sensíveis à urbanização e serem extintas localmente, algumas delas são capazes de utilizar os recursos em habitats urbanos. Neste estudo, buscamos entender o uso de recursos alimentares por psitacídeos em uma paisagem urbana de Manaus, Amazonas, Brasil durante o período de abril de 2019 a fevereiro de 2020. As observações foram realizadas utilizando o método de *feeding bouts*, anotando coordenadas geográficas, espécies de psitacídeo, nº de indivíduos no bando, espécie de planta, altura de forrageamento e parte da planta consumida. Também foram coletados dados morfométricos dos psitacídeos depositados nas coleções de aves. Registramos 203 eventos de alimentação de oito espécies de psitacídeos, identificando 36 espécies de plantas pertencentes a 20 famílias. Observamos um consumo predominante de espécies de plantas nativas pelos psitacídeos na região de Manaus. Os psitacídeos consumiram principalmente polpa, seguido de semente, fruto inteiro, flor, folha e néctar. A amplitude de nicho alimentar das espécies indicou que algumas delas tendem a ter uma dieta mais especializada, enquanto outras apresentaram dietas mais generalistas. A maior diferença na ecologia alimentar entre as assembleias de psitacídeos em Manaus e no ambiente natural foi a maior diversidade de plantas consumidas pelos psitacídeos no ambiente natural. O uso de recursos alimentares pela assembleia de psitacídeos no ambiente urbano estudado parece ser estruturado por competição interespecífica com ampla partição de recursos. Estratégias de manejo e conservação que priorizem a criação de novas áreas protegidas em áreas estratégicas da cidade, e na intensificação da arborização urbana com espécies exóticas e nativas, podem favorecer a manutenção da rica fauna de psitacídeos em Manaus.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia alimentar, Urbanização, Aves urbanas, Psittacidae, Dieta, Nicho.

ABSTRACT

The conversion of natural ecosystems into urban environments modifies the biota through the extinction of species sensitive to environmental disturbances. Although most species of plants and animals are sensitive to urbanization and are extinct locally, some of them are able to use resources in urban habitats. In this study, we seek to understand the use of food resources by parrots in an urban landscape of Manaus, Amazonas, Brazil during the period from April 2019 to February 2020. The observations were made using the feeding bouts method, noting geographical coordinates, species number of parrots, number of individuals in the flock, species of plant, height of foraging and part of the plant consumed. Morphometric data of parrots deposited in bird collections were also collected. We recorded 203 feeding events for eight species of parrots, identifying 36 species of plants belonging to 20 families. We observed a predominant consumption of native plant species by parrots in the Manaus region. Parrots consumed mainly pulp, followed by seed, whole fruit, flower, leaf and nectar. The breadth of the species' food niche indicated that some of them tend to have a more specialized diet, while others have more general diets. The biggest difference in food ecology between parrots assemblies in Manaus and in the natural environment was the greater diversity of plants consumed by parrots in the natural environment. The use of food resources by the assembly of parrots in the studied urban environment seems to be structured by interspecific competition with a wide partition of resources. Management and conservation strategies that prioritize the creation of new protected areas in strategic areas of the city, and in the intensification of urban afforestation with exotic and native species, can favor the maintenance of the rich fauna of parrots in Manaus.

KEY-WORDS: Food ecology, Urbanization, Urban birds, Psittacidae, Diet, Niche.

INTRODUÇÃO

A conversão de ecossistemas naturais em ambientes urbanos modifica a biota através da extinção de espécies sensíveis à perturbações do ambiente, à facilitação da colonização por espécies mais tolerantes e à homogeneização da fauna e da flora (McKinney 2008; Aronson *et al.* 2014). Apesar da maioria das espécies de plantas e animais se mostrarem sensíveis à urbanização e serem extintas localmente, algumas delas são capazes de utilizar os recursos em habitats urbanos demonstrando uma ampla capacidade de explorar os recursos disponíveis em ambientes altamente modificados (Bonier *et al.* 2007; Croci *et al.* 2008; Sol *et al.* 2014). No entanto, ainda não sabemos como essas espécies conseguem prosperar nos ambientes urbanos, especialmente em cidade localizadas em zonas tropicais.

O entendimento do ajuste das espécies às cidades implica na investigação de seus nichos ecológicos. Embora o nicho seja multidimensional (Hutchinson 1957), alguns de seus principais eixos envolvem o uso de habitat, atividade temporal e dieta (Pianka 1973; Schoener 1974). Neste aspecto, estudos de ecologia alimentar são fundamentais para o entendimento dos mecanismos associados à estruturação das assembleias de espécies em ambientes naturais ou modificados (Gonzalez-Solis *et al.* 1997; Garcia e Arroyo 2005; Vieira e Port 2007). Estudos de ecologia alimentar focados em espécies de aves que ocorrem nos ambientes urbanos, no entanto, são recentes (Coogan *et al.* 2018; Murray *et al.* 2018; Callaghan *et al.* 2019; Palacio 2020).

Globalmente, cerca de 20% das espécies conhecidas de aves ocorrem em cidades (Aronson *et al.* 2014), demonstrando que este grupo fornece um modelo de estudo adequado para examinar os efeitos da urbanização sobre a biodiversidade (Blair 1996; MacGregor-Fors *et al.* 2012; Mikami e Mikami 2014; Bellocq *et al.* 2017). No entanto, poucos estudos quantificaram o nicho alimentar de aves em ambientes urbanos em cidades localizadas em regiões tropicais, as quais concentram a maior diversidade de espécies de aves do planeta (Chen e Wang 2017).

Os psitacídeos (família Psittacidae, ordem Psittaciformes) formam um dos grupos mais icônicos de aves tropicais. Sua inteligência e flexibilidade comportamental levaram muitas espécies a se ajustar a ambientes novos (Sol e Lefebvre 2000). Além disso, a diversidade de tamanhos corporais e formas de bicos nas assembleias regionais indica que várias espécies de psitacídeos podem conviver em um ambiente urbano tropical. No entanto, enquanto algumas espécies toleram bem à modificação do habitat

(Pitter e Christiansen 1995; Nunes e Galetti 2007), outras são muito sensíveis à urbanização (Lepczyk *et al.* 2017; Sol *et al.* 2017; Fragata 2019).

A família Psittacidae (compreendem atualmente todos os gêneros dos psitacídeos do Novo Mundo, bem como os gêneros africanos *Psittacus* e *Poicephalus* (Provost *et al.* 2018; Winkler *et al.* 2020). A família é composta por 173 espécies de 37 gêneros entre periquitos, papagaios, maracanãs e araras (Winkler *et al.* 2020). Os papagaios do Novo Mundo e da África vivem em uma ampla variedade de habitats arborizados, de floresta densa a floresta aberta e savana. Embora as árvores sejam essenciais para a maioria das espécies, que nidificam em cavidades, algumas espécies vivem em campo aberto, longe das árvores, onde nidificam em tocas ou fendas nas rochas (Winkler *et al.* 2020). O Brasil é o país com a maior diversidade de psitacídeos do mundo, abrigando 87 espécies sendo 52 espécies encontradas no Bioma Amazônia (Galetti e Pizzo 2002; Piacentini *et al.* 2015).

A dieta dessas aves é composta por sementes, polpa de frutas, flores, néctar, folhas e pequenos invertebrados (Sick 2001; Ragusa-Netto e Fecchio 2006; Paranhos *et al.* 2007; Da Silva 2013; Barnett *et al.* 2018). Em alguns locais, bandos de papagaios se reúnem para consumir argila em barrancos de rios, um complemento alimentar que aparentemente serve para neutralizar as toxinas das plantas ingeridas (Roth 1984; Winkler *et al.* 2020). Além disso, psitacídeos empregam uma grande variedade de estratégias de forrageamento, ajustando seu comportamento à disponibilidade sazonal de alimentos e explorando fontes alternativas de alimentos (Roth 1984; Matuzak *et al.* 2008).

Os psitacídeos apresentam características morfológicas como o bico curto com base larga, mandíbula curvada, língua grossa e flexível, tarso curto e pés zigodáctilos que facilitam o movimento dos psitacídeos nas árvores e o manuseio de alimentos (Grespan e Raso 2014). O tamanho corporal também é uma variável chave para se investigar como os nichos alimentares dos psitacídeos simpátricos são estruturados. Por exemplo, Matuzak *et al.* (2008) observaram que as espécies menores de psitacídeos se alimentavam principalmente de frutos e sementes, enquanto as espécies maiores se alimentavam de sementes mais duras e frutas menos suculentas.

A maioria dos estudos sobre as dietas dos psitacídeos foi realizado em ambientes naturais ou pouco perturbados (Pizo *et al.* 1995; Ragusa-Netto e Fecchio 2006; Parrini e Raposo 2008; Matuzak *et al.* 2008; Lee *et al.* 2014; De la Peña e Pensiero 2017; Montesinos-Navarro *et al.* 2017; Tella *et al.* 2019) e pouco se sabe sobre a dieta desses

animais em ambientes urbanizados (Santos e Ragusa-Netto 2014). Estudos sobre a ecologia alimentar de psitacídeos são relevantes para a conservação, uma vez que aproximadamente 30% das espécies de psitacídeos estão ameaçadas pela perda de habitat, fragmentação e comércio ilegal de animais (Olah *et al.* 2016; Berkunsky *et al.* 2017). Análises sobre a dieta das espécies podem auxiliar, por exemplo, em projetos de reintrodução de espécies na natureza e de manejo do espaço urbano através da arborização (Collar 2000; Blanco *et al.* 2016; Baños Villalba *et al.* 2017).

Neste estudo, descrevemos os aspectos básicos da ecologia alimentar de uma assembleia de psitacídeos que ocupa a cidade de Manaus. Os principais objetivos específicos do estudo foram: i) elaborar uma listagem preliminar das espécies de plantas consumidas pelas espécies de psitacídeos, ii) avaliar o grau de especialização na dieta das espécies, iii) investigar se as variações morfológicas entre as espécies afeta a largura e a sobreposição de nicho das mesmas. Além disso, comparamos nossos resultados com um estudo realizado em ambientes pouco perturbados da Amazônia (Roth 1984), buscando investigar se assembleias de psitacídeos de ambientes urbanos e naturais apresentam diferenças no uso de recursos alimentares.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

O estudo foi realizado na zona urbana de Manaus, Amazonas, Brasil. O município de Manaus possui uma área de 11.500 km², dos quais 377 km² (3%) são urbanizados. Manaus é a 7^a cidade mais populosa do Brasil, com 2.182.763 habitantes dos quais 99,5% vivem na zona urbana (IBGE 2019). A temperatura média anual regional é de 26,7 ° C e a umidade do ar é relativamente alta ao longo do ano, com médias mensais entre 79% e 88%. O índice pluviométrico é alto, em torno de 2300 milímetros por ano, sendo março o mês mais chuvoso (335 mm) e agosto o mais seco (47 mm).

Durante o estudo foram visitados 32 pontos em áreas de fragmentos florestais urbanos, ruas e avenidas de sete bairros na cidade de Manaus (Tabela 1). Foram realizadas observações não regulares registrando a dieta ocasionalmente e observações regulares, registrando três vezes por semana em cinco áreas escolhidas. As áreas foram o campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), o campus do Instituto Nacional de Pesquisa do Amazonas (INPA), as florestas encontradas ao longo da

Avenida das Torres, o Bairro Parque 10 de Novembro e o Parque Municipal do Mindu, localizado na região centro-sul de Manaus (Figura 1).

Tabela 1. Bairros de Manaus onde foram realizadas observações de comportamento alimentar de psitacídeos com o número de locais visitados para cada bairro e o total de registros alimentares.

Bairros Visitados	Número de Locais/Ruas	Número de registros
Aleixo	8	39
Coroado	1	40
Lago Azul	1	4
Monte das Oliveiras	1	9
Parque 10	14	101
Petrópolis	3	5
São Francisco	4	5
Total	32	203

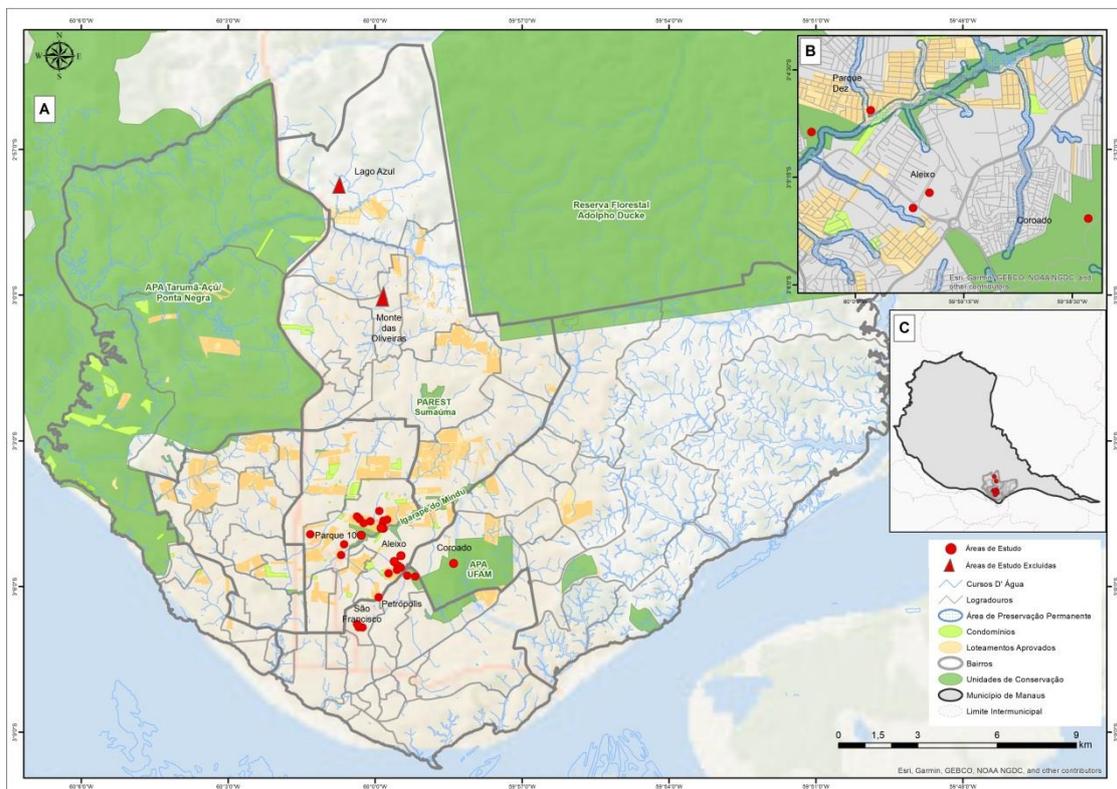


Figura 1. A) Cidade de Manaus indicando todos os pontos de observações em círculos e triângulos vermelhos. Os triângulos vermelhos indicam as áreas excluídas das observações; B) região centro-sul de Manaus indicando em círculos vermelhos os

pontos onde foram realizadas visitas regulares para observação das aves; C) município de Manaus ilustrando as áreas rural e urbana.

Essas áreas foram escolhidas porque eram arborizadas e suficientemente seguras para que o observador pudesse realizar o estudo, inicialmente foram coletados registros alimentares dos psitacídeos dos bairros Monte das Oliveiras e Lago Azul, localizados no norte da cidade (ver Figura 1), mas a coleta de dados foi interrompida por razões de segurança para o observador.

Coleta de dados

O estudo foi realizado no período de abril de 2019 a fevereiro de 2020 (11 meses). Cada sítio de estudo foi visitado pelo menos uma vez por mês com as observações ocorrendo de 06h00min às 09h00min e de 16h00min às 18h00min, totalizando 253 horas de amostragem em campo. As observações das aves foram realizadas com binóculos (Vivitar 10x42) utilizando o método de *feeding bouts* ou evento de alimentação (Galetti e Pizo 2002) que consiste em registrar cada evento de alimentação a cada encontro com uma ou mais espécies de psitacídeos se alimentando. Durante as observações foram coletadas as seguintes informações: coordenadas geográficas tomadas com aparelho GPS, espécie de psitacídeo, nº de indivíduos no bando, espécie de planta, altura de forrageamento e parte da planta consumida (fruto, flor, folhas, semente e polpa).

Estimativas da altura do forrageamento dos psitacídeos foram realizadas anotando-se, quando possível, a altura do indivíduo mais baixo e do mais alto. Para as estimativas de altura das árvores e dos psitacídeos foi utilizado um clinômetro (Haglof Electronic Clinometer) com as leituras sendo realizadas a uma distância de dez metros da árvore em observação. Durante as observações foram coletados frutos dispensados pelos psitacídeos e fotografados com o uso de uma câmera fotográfica Canon PowerShot Sx510. As identificações das espécies de plantas se basearam nas fotos obtidas em campo e quando possível foram coletadas amostras e armazenadas em freezer para posterior identificação (Figura 2). As espécies foram identificadas com o uso de literatura (Lorenzi *et al.* 2003, Lorenzi 2009)

Foram coletados dados morfométricos dos psitacídeos depositados nas coleções de aves do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonas (INPA), Museu de Zoologia da USP, Museu de História Natural da Inglaterra e do Museu Paraense Emílio Goeldi – (MPEG). Foram tomadas as seguintes medidas dos exemplares taxidermizados: comprimento total (mm), comprimento da cauda (mm), comprimento da asa (mm), tarso

(mm), cúlmen exposto (mm), altura do bico (mm), largura do bico (mm) e a informação do peso (g) foi fornecido através das etiquetas das espécimes. As informações foram registradas com o uso de um paquímetro digital (Starrett 799) e uma régua de 50 cm para as medidas maiores como a asa e tamanho total, convertendo todos os dados para milímetros.



Figura 2. Exemplos de frutos consumidos por psitacídeos em Manaus. A – Ficheira (*Schizolobium parahyba*) consumida por *Amazona amazonica*; B – Espécie de Fabaceae não identificada consumida por *Ara macao*; C – Murici do mato (*Byrsonima* sp) consumido por *Psittacara leucophthalmus* e *Brotogeris versicolurus*; D – Cedro (*Cedrela fissilis*) consumido por *Amazona amazonica*.

Análises de dados

Para testar se existem diferenças nas alturas de forrageamento e no número de indivíduos por bando entre as espécies foi aplicado o teste Kruskal Wallis com contraste de Dunn. Para mensurar a amplitude de nicho das espécies aplicamos o índice de Levins padronizado conforme formulado por Hurlbert (1978). Primeiramente calculamos o

valor de Levins não padronizado, onde o valor de B pode variar de 1 a n (número de recursos alimentares) e é calculado pela seguinte fórmula:

$$B = 1/\sum P_j^2$$

Onde:

B = Largura de nicho de Levins

P_j = Proporção de indivíduos utilizando o recurso j

O índice de Levins padronizado varia de 0 a 1, com valores próximos de zero indicando uma dieta especializada e valores próximos a 1 indicando uma dieta generalista. O índice de Levins padronizado é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\hat{B}_A = \frac{\hat{B} - 1}{n - 1}$$

Onde:

\hat{B}_A = Largura do nicho padronizada

\hat{B} = Medida da largura de nicho

n = Número de possíveis estados de recursos

Para medir a sobreposição de nicho alimentar, usamos o índice de Pianka (Pianka 1973). Essa medida de sobreposição varia de 0 (nenhum recurso compartilhado) a 1 (sobreposição completa na dieta). O índice de Pianka é calculado através da fórmula:

$$\hat{O}_{jk} = \frac{\sum_i^n \hat{p}_{ij} \hat{p}_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n \hat{p}_{ij}^2 \sum_i^n \hat{p}_{ik}^2}}$$

Onde:

\hat{O}_{jk} = Medida de Pianka da sobreposição de nicho entre as espécies j e espécies k

\hat{p}_{ij} = Proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie j

\hat{p}_{ik} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie k

n = Número total de itens alimentares

Usamos modelos nulos para testar se o grau de sobreposição do nicho entre as espécies é diferente do que o esperado ao acaso. Utilizamos dois modelos nulos nas simulações: i) algoritmo onde a largura do nicho é randomizada e os estados de uso de recursos são fixos (RA2) e ii) algoritmo onde a largura do nicho é randomizada e o estado de uso de recurso é randomizada (RA3). Os resultados foram semelhantes utilizando os dois algoritmos e por isso apresentamos somente os resultados do modelo

RA2. Utilizamos o programa EcoSim Professional para o cálculo do índice de Pianka e a aplicação dos modelos nulos com 1000 iterações.

Nas análises morfológicas calculamos a distância euclidiana entre os pares de espécies de psitacídeos. As medidas euclidianas são uma representação multivariada do tamanho e forma das espécies baseadas nas medidas utilizadas (ver acima). Para este estudo utilizamos o peso em gramas como indicador do tamanho dos psitacídeos. Para os cálculos das distâncias euclidianas foi utilizado o programa Primer 6.0. Comparamos as matrizes de distância morfológica (= euclidiana) e sobreposição de nicho (índice de Pianka) através de uma análise Relate, um teste similar ao de Mantel utilizado para comparações de matrizes.

Para comparar nosso estudo com análises realizadas em ambientes naturais, analisamos o estudo de Roth (1984) sobre repartição do hábitat e dieta de psitacídeos simpátricos desenvolvido na região sul da Amazônia. O estudo foi realizado no Núcleo Pioneiro Humboldt no alto Rio Aripuanã, Mato Grosso, uma região bem preservada caracterizada por rica variedade de plantas e dominada por florestas de terra firme e ambientes próximos de rios. Durante os trabalhos de campo, Roth (1984) registrou eventos de alimentação de 15 espécies de psitacídeos. Entre as espécies estudadas por Roth (1984), apenas quatro são compartilhadas com este estudo (*Psittacara leucophthalmus*, *Ara macao*, *Pionus menstruus* e *Orthopsittaca manilatus*). As mesmas métricas usadas para avaliar a largura e sobreposição de nicho descrita acima foram aplicadas aos dados de Roth (1984).

RESULTADOS

Ecologia alimentar dos psitacídeos na região urbana em Manaus

Foram registrados 203 eventos de alimentação de oito espécies de psitacídeos (Figura 3). Os psitacídeos consumiram partes de 36 espécies de plantas pertencentes a 20 famílias (Apêndice 1). A maioria das plantas (89%) foi identificada no nível de espécie ou gênero sendo que 16 plantas ainda não foram identificadas completamente e foram morfotipadas para as análises.

O número de registros de forrageamento variou amplamente entre as espécies de psitacídeos, com bom número de observações realizadas para as espécies *Brotogeris versicolurus* (N=88), *Psittacara leucophthalmus* (N=35), *Amazona amazonica* (N=27),

Orthopsittaca manilatus (N=22) e *Ara macao* (N=17). No entanto, poucos registros foram obtidos para *Amazona festiva* (N=5), *Pionus menstruus* (N=5) e *Graydidascalus brachyurus* (N=4). A espécie *Pionus menstruus* foi observada principalmente no bairro Monte das Oliveiras com raras observações na região centro-sul de Manaus e a espécie *Graydidascalus brachyurus* foi observada somente no bairro Monte das Oliveiras. O mesmo aconteceu com a espécie *Amazona festiva* que era raramente observada nas florestas adjacentes à Avenida das Torres, uma estrada recentemente construída e ainda com extensos remanescentes florestais em ambos os lados.



Figura 3. Espécies de psitacídeos observados se alimentando na cidade de Manaus, Amazonas. A) *Psittacara leucophthalmus* comendo fruto do dendê (*Elaeis guineenses*); B) *Orthopsittaca manilatus* comendo fruto do açai (*Euterpe oleracea*); C) *Ara macao* comendo flor de oanani (*Symphonia globulifera*); D) *Graydidascalus brachyurus* comendo fruto de manga (*Mangifera indica*). Fonte: Cristiane Soares e Priscilla Diniz.

Cinco famílias botânicas contribuíram com 65% dos registros coletivos da dieta dos psitacídeos urbanos em Manaus. No geral, a dieta foi dominada pela família *Arecaceae* (39%), consumida por todas as espécies de psitacídeos, seguida das espécies das famílias *Anacardiaceae* (12%), *Fabaceae* (9%), *Melastomataceae* (9%) e *Myrtaceae* (6%) (Figura 4).

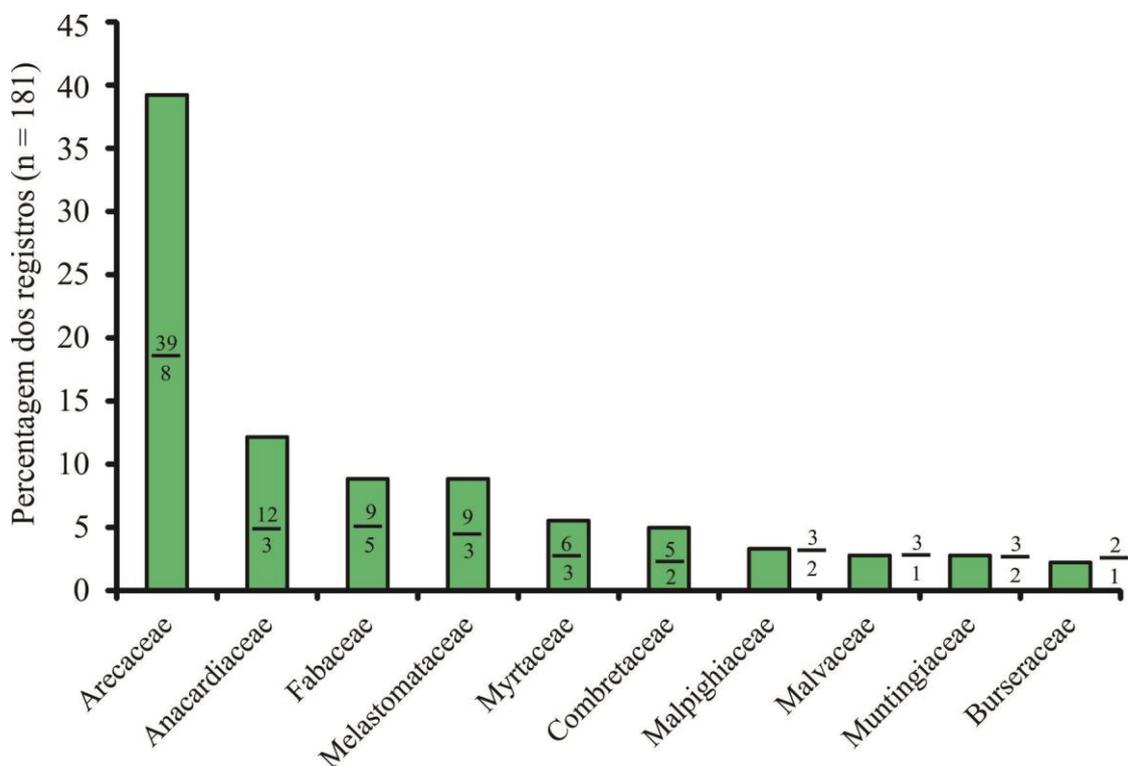


Figura 4. Principais famílias de plantas consumidas pelos psitacídeos amostradas na área urbana de Manaus. Não foram consideradas as plantas nos quais não conseguimos nenhum nível de identificação (11% das amostras). Os números dentro das colunas se referem à porcentagem de indivíduos (acima) e número de espécies de psitacídeos que se alimentaram (abaixo).

Observamos um consumo predominante de espécies de plantas nativas (66% vs. 33% das espécies exóticas) pelos psitacídeos na região de Manaus. No entanto, a importância relativa de plantas nativas e exóticas na dieta dos psitacídeos foi variável entre as espécies (Figura 5). As espécies *Amazona festiva*, *Orthopsittaca manilatus*, *Pionus menstruus* e *Amazona amazonica* foram as únicas que consumiram exclusivamente (ou quase) plantas nativas (Figura 5). Por outro lado, as dietas *Brotogeris versicolurus*, *Psittacara leucophthalmus* e *Graydidascalus brachyurus*

apresentaram porcentagens variáveis de espécies nativas e exóticas. Das espécies analisadas, somente *Ara macao* consumiu mais espécies de plantas exóticas (Figura 5).

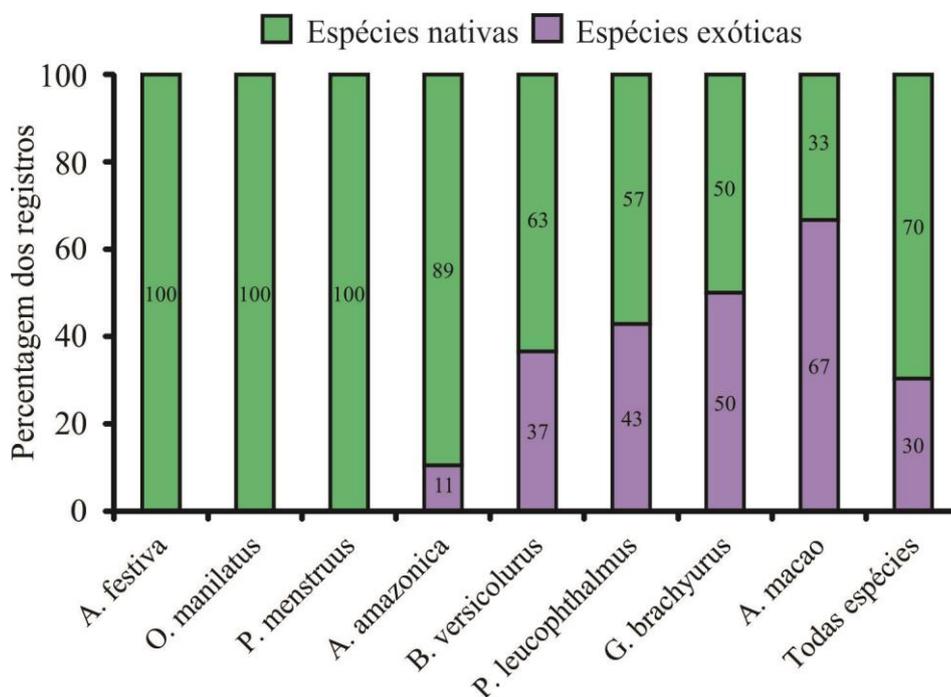


Figura 5. Porcentagem da dieta de cada espécie de psitacídeo representada por plantas nativas ou exóticas.

Ao analisarmos as alturas de forrageamento dos psitacídeos observamos que existem diferenças significativas nas alturas de forrageamento entre as espécies (KW, $H = 15.3$, $p = 0.03$). No entanto, as comparações pareadas indicam que somente *Ara macao* forrageou em alturas maiores do que *Psittacara leucophthalmus* (contraste de Dunn, $p < 0.05$) (Figura 6, gráfico superior). Durante os trabalhos de campo foram observados grandes grupos sobrevoando os bairros, mas foram raros os registros de bandos grandes em atividade de forrageamento.

No geral foram observadas diferenças significativas no tamanho dos bandos entre as espécies (KW, $H = 50.24$, $p < 0.0001$). Nas comparações pareadas nota-se que *Brotogeris versicolurus* forrageia em bandos maiores do que *Amazona amazonica* (contraste de Dunn, $p < 0.05$) e *Ara macao* (contraste de Dunn, $p < 0.05$) (Figura 6, gráfico inferior).

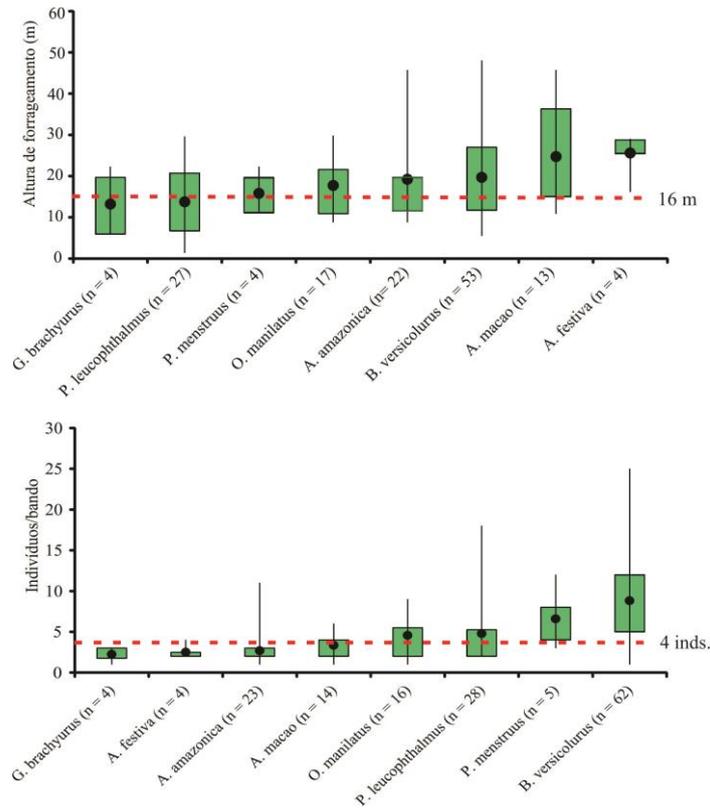


Figura 6. Variações nas alturas de forrageamento (gráfico superior) e nos tamanhos dos bandos (gráfico inferior) das espécies de psitacídeos estudadas. Os pontos representam as medianas, a caixa representa os quartis e as linhas verticais os valores extremos. A linha vermelha pontilhada representa a média das variáveis entre todas as espécies.

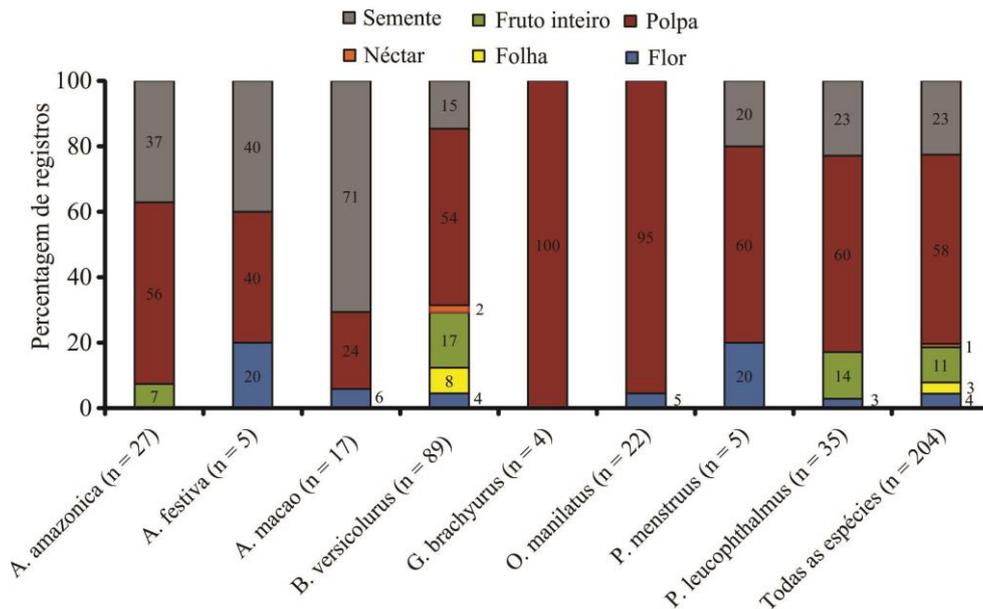


Figura 7. Porcentagem do consumo das seis partes das plantas (polpa, semente, fruto inteiro, flor, folha e néctar) consumidas pelos psitacídeos.

Avaliando as partes das plantas utilizadas, observamos que os psitacídeos consumiram principalmente polpa (58% dos registros), seguido de semente (23%), fruto inteiro (11%), flor (4%), folha (3%) e néctar (1%). O periquito *Brotogeris versicolurus* consumiu todas as partes da planta, ainda que sua dieta seja dominada por polpa dos frutos (Figura 7). Folhas e néctar foram consumidos somente por *Brotogeris versicolurus*, enquanto flores foram consumidas por seis espécies (Figura 7).

Tabela 2. Índices de Levins das espécies de psitacídeos observadas no estudo e as principais espécies vegetais consumidas por cada espécie.

Espécies de psitacídeos	Nº de registros	Nº de espécies de plantas	Índice de Levins	Plantas dominantes na dieta
<i>Brotogeris versicolurus</i>	88	23	0,38	<i>Mangifera indica</i> (19,32%), <i>Euterpe oleracea</i> (17,05%), <i>Miconia</i> sp (15,91%)
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	35	14	0,78	<i>Mangifera indica</i> (11,43%), <i>Euterpe oleracea</i> (11,43%), <i>Psidium guajava</i> (11,43%)
<i>Amazona amazonica</i>	27	14	0,45	<i>Euterpe oleracea</i> (29,63%), Sp 1 indeter. (14,81%), <i>Cedrela fissilis</i> (7,41%)
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	22	4	0,46	<i>Euterpe oleracea</i> (50%), <i>Mauritia flexuosa</i> (40,91%), <i>Euterpe precatoria</i> (4,55%)
<i>Ara macao</i>	17	9	0,68	Burseraceae indeter. (23,53%), <i>Terminalia catappa</i> (23,53%), <i>Euterpe precatoria</i> (11,76%)
<i>Amazona festiva</i>	5	5	1	<i>Abarema</i> sp (20%), <i>Bactris gasipaes</i> (20%), <i>Euterpe precatoria</i> (20%)
<i>Pionus menstruus</i>	5	3	0,64	<i>Bactris gasipaes</i> (60%), <i>Cassia grandis</i> (20%), <i>Inga</i> sp 1 (20%)
<i>Graydidascalus brachyurus</i>	4	3	0,83	<i>Bactris gasipaes</i> (50%), <i>Mangifera indica</i> (25%), <i>Psidium guajava</i> (25%)

Largura e sobreposição de nicho entre as espécies

O número de plantas consumidas pelos psitacídeos variou de 3 a 23 espécies (Tabela 2). O açaí nativo (*Euterpe oleracea*, Arecaceae) e a manga exótica (*Mangifera indica*, Anacardiaceae) foram as espécies de plantas dominantes na dieta da maioria dos psitacídeos (Tabela 2).

A largura de nicho foi bastante variável entre as espécies de psitacídeos (Tabela 2). O menor valor do índice de Levins foi de 0,38 para *Brotogeris versicolurus*, indicando que esta espécie, apesar de ter consumido uma grande diversidade de plantas (n = 23 espécies), tende a concentrar a atividade de forrageamento em um número mais reduzido de espécies. Em contraste, *Amazona festiva* e *Graydidascalus brachyurus* apresentaram nichos alimentares mais largos, indicando uma dieta generalista. No entanto, o número de observações de forrageamento para essas duas espécies foi baixo, portanto, o viés de amostragem não pode ser descontado. As demais espécies apresentaram valores intermediários de largura de nicho, sendo que algumas tendem a ser mais especializadas na dieta (*Amazona amazonica*, *Orthopsittaca manilatus*) ou mais generalistas (*Psittacara leucophthalmus*).

Tabela 3. Valores de sobreposição de nicho alimentar medida pelo índice de Pianka entre pares de espécies de psitacídeos. Os valores mais baixos (< do que 0,10) estão sublinhados e os mais altos (> do que 0,50) em negrito.

Espécies	B	C	D	E	F	G	H
<i>A. amazonica</i> (A)	<u>0,10</u>	<u>0,10</u>	0,49	<u>0,09</u>	0,62	<u>0,10</u>	0,35
<i>A. festiva</i> (B)		0,13	<u>0,01</u>	0,37	<u>0,03</u>	0,40	0,14
<i>A. macao</i> (C)			0,12	<u>0,00</u>	<u>0,02</u>	<u>0,00</u>	<u>0,09</u>
<i>B. versicolurus</i> (D)				0,26	0,40	<u>0,01</u>	0,54
<i>G. brachyurus</i> (E)					<u>0,00</u>	0,74	0,31
<i>O. manilatus</i> (F)						<u>0,00</u>	0,32
<i>P. menstruus</i> (G)							<u>0,00</u>
<i>P. leucophthalmus</i> (H)							

A sobreposição de nicho alimentar entre as espécies variou de 0 a 0,74 com valor médio 0,15 (Tabela 3). A sobreposição de nicho foi maior entre os pares de espécies *G. brachyurus*/ *P. menstruus* (0,74), *A. amazonica*/ *O. manilatus* (0,62) e *B. versicolurus*/ *P. leucophthalmus* (0,54). Os demais pares de espécies apresentaram valores baixos de sobreposição com metade das comparações pareadas com valores menores ou iguais a 0,10 (Tabela 3).

Comparando os valores observados do índice de Pianka com os valores simulados de acordo com o modelo nulo adotado, observa-se que a média e a variância dos valores observados são significativamente maiores do que os valores simulados ($P < 0.001$ nas simulações) (Figura 8). Uma vez que os valores de sobreposição na dieta foram relativamente baixos (entre 0,19 e 0,20) e significativos, uma possível interpretação para este padrão é que o uso de recursos alimentares pela assembleia de psitacédeo é estruturado por competição interespecífica com ampla partição de recursos.

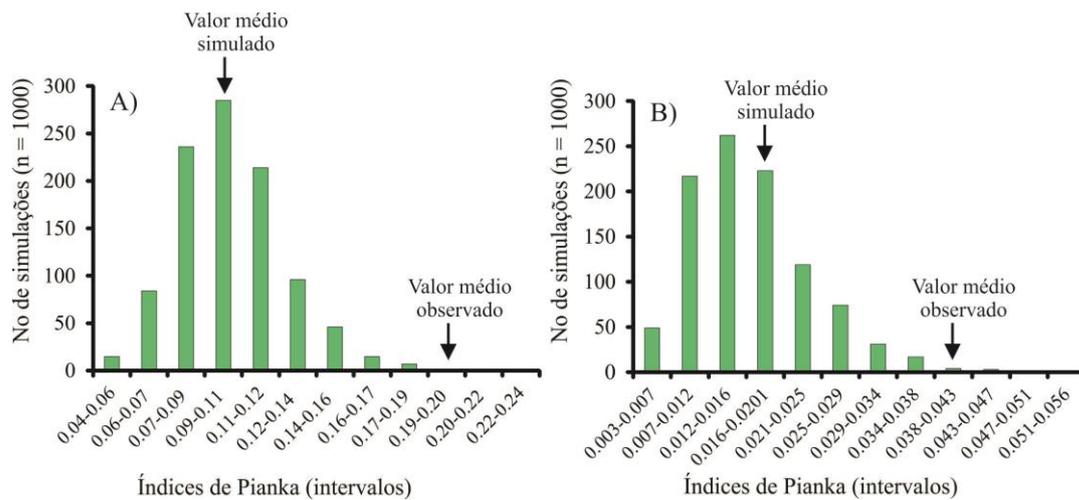


Figura 8. Comparações entre a sobreposição de nicho observada e a gerada por 1000 simulações adotando-se um modelo nulo (ver Material e métodos para detalhes do modelo nulo utilizado): A) Valores médios do índice de Pianka e simulados; B) Valores de variância dos índices de Pianka simulados (Roth 1984).

Ecologia alimentar de psitacédeos: ambiente natural vs. urbano

As principais famílias consumidas pelas espécies de psitacédeos dos ambientes naturais estudado por Roth (1984) foram muito diferentes em comparação com as principais famílias botânicas utilizadas no ambiente urbano, compartilhando apenas duas delas *Arecaceae* e *Myrtaceae* (Figura 9). A família *Arecaceae*, por exemplo, foi a mais

consumida por todas as espécies de psitacídeos no ambiente urbano (71 dos 203 registros) e essa mesma família não foi tão importante no ambiente natural (41 registros dos 398 registros), 8 das 15 espécies de psitacídeos consumiram espécies de plantas da família Arecaceae. A família Myrtaceae foi pouco diferente entre os ambientes possuindo mais espécies de plantas no ambiente urbano (seis vs. quatro no ambiente natural), porém, o número de espécies de psitacídeos comendo espécies de plantas dessa família foi maior no ambiente natural (sete vs. três no ambiente urbano).

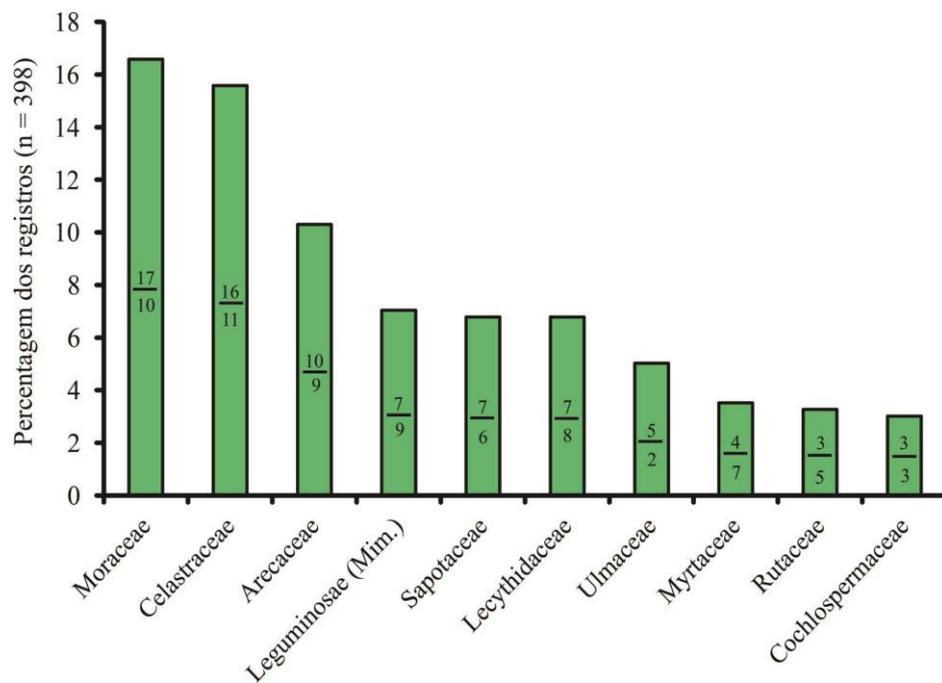


Figura 9. Principais famílias de plantas consumidas pelos psitacídeos no ambiente natural no Sul da Amazônia. Fonte: Roth (1984).

Apesar do número de espécies de plantas consumidas por espécie de psitacídeos ter sido mais alto no ambiente natural (média 12 espécies de plantas) comparado ao ambiente urbano (média de 9 espécies), esta diferença não foi significativa (Teste de Mann Whitney, $Z = 1,09$, $p = 0,13$). O número de espécies de plantas consumidas por espécies de psitacídeos encontrados tanto no ambiente natural quanto o urbano foi bastante variável. O número de espécies de plantas consumidas no ambiente natural foi maior para *Ara macao* (16 espécies vs. 9 no ambiente urbano) e *Pionus menstruus* (25 espécies vs. 3). Em contraste, o número de espécies de plantas foi maior na dieta dos psitacídeos encontradas no ambiente urbano em *Psittacara leucophthalmus* (14 espécies vs. 6 no ambiente natural) e *Orthopsittaca manilatus* (3 espécies vs. 1).

Tabela 4. Índices de Levins das espécies de psitacídeos observadas no estudo no ambiente natural (Roth 1894) e as principais espécies vegetais consumidas por cada espécie.

Espécies de psitacídeos	Nº de registros	Nº de espécies de plantas	Índice de Levins	Plantas dominantes na dieta
<i>Pyrrhura picta</i>	112	28	0,31	<i>Goupia glabra</i> (25%), <i>Trema micranta</i> (13,39%), <i>Cochlospermum orinocense</i> (8,92%)
<i>Pionus menstruus</i>	63	25	0,38	<i>Pouteria</i> sp. 1 (17,46%), <i>Goupia glabra</i> (17,46%), <i>Pseudolmedia laevis</i> (15,87%)
<i>Brotogerys chrysopterus</i>	39	12	0,60	<i>Ficus frondosa</i> (23,07%), <i>Bertholletia excelsa</i> (17,94%), <i>Bombax</i> sp (12,82%)
<i>Pyrrhura rhodogaster</i>	37	16	0,55	<i>Goupia glabra</i> (18,91%), <i>Zanthoxylum</i> sp. 2 (16,21%), <i>Trema micrantha</i> (13,51%)
<i>Amazona ochrocephala</i>	33	19	0,75	<i>Aspidosperma carapanauba</i> (12,12%), <i>Tetragastris altissima</i> (12,12%), <i>Enterolobium schomburgkii</i> (9,09%)
<i>Deropterus accipitrinus</i>	25	17	0,68	<i>Astrocaryum</i> sp. (20%), <i>Euterpe</i> sp. (8%), <i>Pouteria</i> sp. 1 (8%)
<i>Ara macao</i>	17	16	0,95	<i>Pouteria</i> sp. 1 (11,76%), <i>Hymeaia courbaril</i> (5,88%), <i>Maximiliana regia</i> (5,88%)
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	14	6	0,55	<i>Goupia glabra</i> (42,85%), <i>Fagara</i> sp. (21,42%), <i>Norantea guianensis</i> (14,28%)
<i>Ara severa</i>	11	9	0,88	<i>Maximiliana regia</i> (18,18%), <i>Jacaratia spinosa</i> (18,18%), <i>Goupia glabra</i> (9,09%)
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	10	1	--	<i>Mauritia</i> sp (100%)
<i>Amazona farinosa</i>	9	6	0,57	<i>Eugenia</i> sp (44,44%), <i>Goupia glabra</i> (11,11%), <i>Aspidosperma carapanauba</i> (11,11%)
<i>Ara ararauna</i>	8	6	0,71	<i>Maximiliana regia</i> (37,5%), <i>Bertholletia excelsa</i> (12,5%), <i>Pouteria caimjito</i> (12,5%)
<i>Ara chloroptera</i>	8	6	0,87	<i>Hymeaia courbaril</i> (25%), <i>Abuta</i> sp. (25%), <i>Bertholletia excelsa</i> (12,5%)
<i>Pionopsitta barrabandi</i>	6	7	0,89	<i>Ficus</i> sp. 1 (28,57%), <i>Pseudolmedia laevis</i> (14,28%), <i>Pouroma minor</i> (14,28%)
<i>Aratinga weddelli</i>	5	5	1,00	<i>Goupia glabra</i> (20%), <i>Euterpe</i> sp. (20%), <i>Inga edulis</i> (20%)

Comparando os valores do índice de Levins entre o ambiente urbano (Tabela 2) e o ambiente natural (Tabela 4), percebemos que os valores das espécies compartilhadas entre os habitats são bastante diferentes. Por exemplo, *Pionus menstruus* (índice Levins ambiente natural 0,38 vs. 0,64 no ambiente urbano) e *Psittacara leucophthalmus* (ambiente natural 0,55 vs. 0,78 no ambiente urbano) foram às espécies com a largura do nicho maiores no ambiente urbano. Em contraste, *Ara macao* (ambiente natural 0,95 vs. 0,68 no ambiente urbano) exibiu uma largura de nicho maior no ambiente natural. Para *Orthopsittaca manilatus* do ambiente natural não foi possível calcular a largura do nicho, pois só consumiu uma única espécie *Mauritia* sp. (100%), diferente da espécie do ambiente urbano que consumiu três espécies diferentes, apresentando um valor de índice relativamente baixo (0,46), sugerindo certo grau de especialização.

Tabela 5. Valores de sobreposição de nicho alimentar medida pelo índice de Pianka entre pares de espécies de psitacídeos no ambiente natural. Os valores mais baixos (< do que 0,10) estão sublinhados e os mais altos (> do que 0,50) em negrito. Os valores com asteriscos significam a sobreposição das espécies compartilhadas. Fonte: Roth (1984)

Espécies	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
<i>A. farinosa</i> (A)	0,38	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	0,05	<u>0,00</u>	<u>0,06</u>	0,18	<u>0,10</u>	0,11	0,15	<u>0,00</u>	0,12	0,19	0,41
<i>A. ochrocephala</i> (B)		<u>0,06</u>	<u>0,07</u>	0,11	<u>0,00</u>	<u>0,09</u>	0,29	<u>0,10</u>	0,23	0,16	<u>0,04</u>	0,28	0,23	0,27
<i>A. ararauna</i> (C)			<u>0,08</u>	0,25	0,27	0,48	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	0,13	0,18	<u>0,00</u>	<u>0,03</u>	<u>0,04</u>	<u>0,02</u>
<i>A. chloropterus</i> (D)				0,13	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	0,14	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,05</u>	<u>0,02</u>
<i>A. macao</i> (E)*					<u>0,00*</u>	0,18	0,19*	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	0,16	<u>0,00</u>	0,39*	0,19	0,15
<i>O. manilatus</i> (F)*						<u>0,00</u>	<u>0,00*</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00*</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>
<i>A. severa</i> (G)							0,21	0,23	<u>0,05</u>	0,28	<u>0,00</u>	0,14	0,31	0,17
<i>P. leucophthalmus</i> (H)*								0,37	0,29	0,11	<u>0,00</u>	0,46*	0,64	0,49
<i>A. weddelli</i> (I)									<u>0,10</u>	0,18	0,15	0,29	0,49	0,37
<i>B. chrysopterus</i> (J)										<u>0,07</u>	<u>0,00</u>	0,12	0,27	0,19
<i>D. acciptrinus</i> (K)											<u>0,09</u>	0,30	0,22	0,18
<i>P. barrabandi</i> (L)												0,20	<u>0,06</u>	<u>0,05</u>
<i>P. menstrus</i> (M)*													0,44	0,39
<i>P. picta</i> (N)														0,69
<i>P. rhodogaster</i> (O)														

Avaliamos também a sobreposição de nicho (Tabela 5) e observamos que os valores do índice de Pianka foram similares entre o ambiente natural (valor médio do índice = 0,15, variando de 0 a 0,74) e urbano (valor médio do índice = 0,20, variando de 0 a 0,70) (Teste de Mann Whitney, $Z = 1,02$, $p = 0,15$), indicando níveis semelhantes de sobreposição na dieta entre as espécies de psitacídeos das respectivas assembleias.

Resultados semelhantes são obtidos quando comparamos o índice de Pianka entre pares de espécies comuns aos ambientes rural e urbano (Teste de Wilcoxon, $Z = 0,94$, $p = 0,17$). Alguns pares de espécies, no entanto, apresentaram diferenças notáveis na sobreposição de dieta entre os ambientes. Por exemplo, *Ara macao* e *Pionus menstruus* tiveram maior sobreposição na dieta no ambiente natural (índice de Pianka 0,39 vs. 0,00 no ambiente urbano), enquanto *Orthopsittaca manilatus* e *Psittacara leucophthalmus* tiveram maior sobreposição no ambiente urbano (índice de Pianka 0,32 vs. 0,00 no ambiente natural).

Morfologia de psitacídeos e seus nichos alimentares

Não foi observada nenhuma relação entre a massa das espécies de psitacídeos e o número de espécies de plantas consumidas ($F = 0,68$, $p = 0,55$) e o índice de Levins ($F = 0,29$, $p = 0,62$). Isto sugere que a amplitude do nicho alimentar não está relacionada com a morfologia das espécies de psitacídeos. A mesma falta de relação entre a massa e o número de espécies de plantas consumidas ($F = 1,15$, $p = 0,30$) e o índice Levins ($F = 1,36$, $p = 0,26$) foi observada entre os psitacídeos registrados nos ambientes naturais estudados por Roth (1986).

A percentagem de sementes na dieta está relacionada com a massa das espécies de psitacídeos ($F = 7,76$, $p = 0,03$) indicando que espécies maiores tendem a se alimentar mais de sementes. No entanto, esta relação foi muito afetada pela espécie *Ara macao*. Excluindo esta espécie da análise, não se verifica mais o efeito da massa sobre a percentagem de sementes na dieta ($F = 1,43$, $p = 0,28$).

A distância morfológica (= euclidiana) entre pares de espécies é negativamente correlacionada com os valores do índice de Pianka (teste Relate Rho = 0,39, $p = 0,03$, 999 permutações). Isto indica que pares espécies morfológicamente mais distintas tendem a ter menor sobreposição de nicho alimentar (Figura 10).

Não conseguimos obter dados morfológicos mais detalhados das espécies de psitacídeos de ambientes naturais. No entanto, obtivemos dados da massa das 15 espécies estudadas por Roth (1984). Contrastamos a matrizes de diferenças na massa

dos pares de espécies com a dos índices de Pianka dos mesmos pares. Foi observada uma correlação negativa (teste Relate, $Rho = 0,33$, $p = 0,03$, 999 permutações) sugerindo que, mesmo em ambientes naturais, espécies morfologicamente diferenciadas tendem a ter menor sobreposição na dieta (Figura 10b). Deste modo, nossos resultados sugerem que a amplitude do nicho das espécies de psitacídeos não está relacionada com as variações nas suas características morfométricas, mas que diferenças morfológicas explicam parte das variações na sobreposição de nicho alimentar entre as espécies.

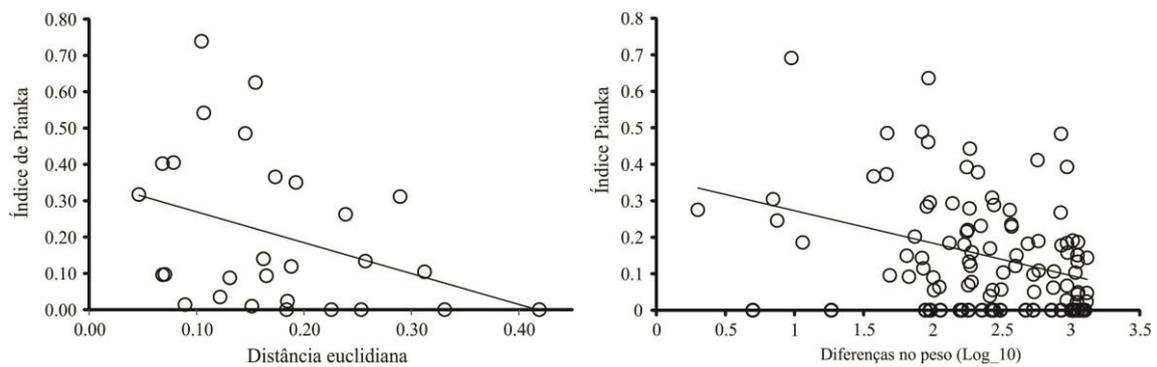


Figura 10. Relação entre distância morfológica (= euclidiana) e sobreposição de nicho alimentar entre pares de espécies dos psitacídeos da cidade de Manaus (gráfico da esquerda). O gráfico da direita representa a relação entre diferenças da massa entre as espécies de ambientes naturais e as variações do índice de Pianka.

DISCUSSÃO

Dieta dos psitacídeos

Neste estudo registramos eventos de alimentação de oito das 14 espécies de psitacídeos que ocorrem na área urbana de Manaus, uma das cidades com a maior diversidade deste grupo no Brasil (Fragata 2019). Deste modo, obtivemos informações básicas sobre o uso qualitativo e quantitativo dos recursos alimentares de uma rica assembleia de espécies de uma metrópole tropical.

Registramos uma gama diversa de 36 espécies de plantas de 20 famílias botânicas fazendo parte da dieta dos psitacídeos. A diversidade de plantas consumidas por psitacídeos em ambientes antropizados (incluindo cidades) pode variar de 6 a 96 espécies de plantas (Silva 2013; Santos e Ragusa-Netto 2014; Silva e Cordeiro 2016; Marques *et al.* 2018). Esta alta variação na diversidade de plantas consumidas certamente está associada à escala dos estudos, à diversidade de psitacídeos analisadas e

ao esforço de amostragem. Neste aspecto, enfatizamos que nossos levantamentos devem ser considerados como preliminares e que a ampliação dos esforços de campo certamente levará ao aumento da listagem de plantas consumidas pelos psitacídeos em Manaus.

Apesar dos ambientes naturais de Manaus serem altamente fragmentados e modificados, áreas razoavelmente bem preservadas ainda persistem no núcleo urbano (De Oliveira *et al.* 2010; Da Silva Pinheiro *et al.* 2013). De fato, Cardoso (2011) verificou uma alta diversidade de plantas ao avaliar a flora de áreas com diferentes históricos de perturbação antrópica em Manaus. O número de espécies de plantas, no entanto, decresce com o aumento do grau de perturbação destacando o impacto da urbanização sobre a flora da cidade (Cardoso 2011).

Os psitacídeos concentraram os eventos de forrageamento nas palmeiras (Arecaceae), um grupo de plantas abundante nas áreas florestais urbanas de Manaus, seguida de outras famílias botânicas como Fabaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Burseraceae cujos frutos também são consumidos por psitacídeos (Cardoso 2011). Além de ocorrerem de modo natural nos fragmentos urbanos, as palmeiras nativas como o açaí (*Euterpe precatoria* e *E. oleracea*) ou exóticas como o dendê (*Elaeis guineenses*) podem ser plantadas em quintais e espaços públicos.

As palmeiras também ganharam destaque na dieta de psitacídeos registrados em outras cidades como Sete Lagoas (MG), Rio de Janeiro (RJ) e Ilha Solteira (SP) (Silva 2013; Santos e Ragusa-Netto 2014; Silva e Cordeiro 2016; Marques *et al.* 2018). Mesmo em ambientes pouco perturbados, palmeiras têm sido identificadas como um importante componente da dieta de animais frugívoros, uma vez que seus frutos são ricos em lipídeos e outros nutrientes, além de estarem disponíveis em épocas do ano com pouca disponibilidade geral de recursos alimentares (Muscarella e Fleming 2007; Genini *et al.* 2009; Onstein *et al.* 2017; Staggemeier *et al.* 2017).

Plantas nativas dominaram a dieta da fauna de psitacídeos em Manaus. No entanto, plantas exóticas também foram relevantes para algumas espécies. De fato, o consumo de espécies exóticas pode ser um importante complemento da dieta de psitacídeos que se alimentam em áreas urbanas (Nunes e Júnior 2011; Silva 2013; Silva e Cordeiro 2016; Marques *et al.* 2018). Plantas exóticas podem ser particularmente importantes para a dieta de algumas espécies de psitacídeos como as araras (*Ara* spp.). Em nosso estudo, a dieta de *Ara macao* foi dominada por uma espécie de planta exótica – *Terminalia cattapa*. Em ambientes antropizados do noroeste de São Paulo, *Terminalia cattapa*

também foi o item preferido da Arara-canindé - *Ara ararauna* (Silva 2013). De modo similar, Matuzak *et al.* (2008) documentaram que duas espécies de plantas exóticas (*Cocos nucifera* e *Terminalia catappa*) representavam 48% da dieta de *Ara macao* em ambientes rurais na Costa Rica (Matuzak *et al.* 2008).

O consumo de plantas exóticas pode estar relacionado à sazonalidade na produção de frutos providenciados pelas espécies nativas. Por exemplo, plantas exóticas foram relevantes para a dieta do periquito *Forpus xanthopterygius* somente durante a estação seca no município de Ilha Solteira (Silva e Melo 2018). A produção complementar de frutos de plantas exóticas e nativas pode garantir a disponibilidade de recursos alimentares ao longo do ano, favorecendo o uso dos ambientes urbanos pelos psitacídeos (Simão *et al.* 1997; Prestes *et al.* 2008; Santos e Ragusa-Netto 2014, Kilpp *et al.* 2015). Em nosso estudo não coletamos dados fenológicos das plantas consumidas, e estudos futuros podem nos auxiliar a compreender como a variabilidade temporal e espacial na disponibilidade de frutos de plantas exóticas e nativas pode afetar as assembleias de animais frugívoros.

Outras dimensões do nicho alimentar

Estudos prévios mostraram que as espécies de tamanhos corporais contrastantes forrageiam em alturas diferentes, onde as espécies mais pesadas tendem a ocupar os estratos mais altos da vegetação (Roth 1984; Simão *et al.* 1997). Nossos resultados dão suporte para este padrão, já que as espécies mais pesadas da assembleia (*Ara macao* e *Amazona festiva*) foram observadas forrageando em alturas maiores do que o restante das espécies.

Os psitacídeos são animais sociais e gregários, mas o número de indivíduos que compõem os bandos é bastante heterogêneo (Emison *et al.* 1994; Pizo *et al.* 1995), e pode estar associado à disponibilidade de alimentos, competição, predação, reprodução e as estratégias de forrageio (Westcott e Cockburn 1988; Chapman *et al.* 1989; Pizo *et al.* 1995; Masello *et al.* 2006; Kilpp *et al.* 2015; Silva e Melo 2018). Em nossas observações ocorreu a predominância de indivíduos forrageando em pares, um resultado similar ao obtido por Marques *et al.* (2018) ao estudar o forrageamento de psitacídeos em praças na cidade de Uberlândia.

Um estudo realizado na Costa Rica demonstrou que bandos em atividade de forrageio eram menores do que os bandos observados em deslocamento (Chapman *et al.* 1989). Na maioria de nossos registros, os bandos de forrageamento ficaram abaixo de

quatro indivíduos, com exceção de *Brotogeris versicolurus* que se reúnem em bandos maiores para forragear. Em um estudo anterior, foi observado que bandos de psitacídeos em deslocamentos tenderam a ser compostos por mais indivíduos (Fragata 2019) do que os bandos observados em forrageamento no presente estudo. Assim, a estratégia de forragear em bandos menores pode contribuir para a diminuição do grau de competição alimentar intraespecífica e interespecífica de psitacídeos que ocorrem em Manaus como sugerido por Chapman *et al.* (1989) em assembleias de psitacídeos de ambientes naturais.

Em termos de uso das partes das plantas, *B. versicolurus* se destacou por ser uma espécie que se utiliza de várias partes das plantas (polpa, semente, flor, folha e néctar). Este comportamento de forrageio mais flexível tem sido documentado em outros periquitos do gênero *Brotogeris*. Por exemplo, *Brotogeris chiriri*, que ocorre amplamente em cidades do sudeste do Brasil, apresentou uma dieta diversificada consumindo diferentes partes das plantas (Silva e Cordeiro 2016, Marques *et al.* 2018). Em ambientes naturais, *Brotogeris chrysopterus* foi observado consumindo tanto os recursos mais comuns como frutos e sementes, quanto itens inusitados como caracóis, algas e argila (Roth 1984). Esse comportamento de se aproveitar amplamente de vários recursos oferecidos pelas plantas pode facilitar o ajuste dos periquitos *Brotogeris* spp. aos ambientes urbanos.

Amplitude e sobreposição de nichos alimentares

A amplitude de nicho alimentar das espécies indicou que algumas delas tendem a ter uma dieta mais especializada, enquanto outras apresentaram dietas mais generalistas. As dietas de *Amazona festiva*, *Pionus menstruus* e *Graydidascalus brachyurus* não foram bem caracterizadas devido ao baixo número de eventos de alimentação registrados. O processo de colonização de ambientes urbanos pode ser facilitado em assembleia composta por espécies com distintas amplitudes de nicho alimentar, uma vez que a oferta de alimento na cidade pode sofrer restrições espaciais e temporais.

No entanto, é importante enfatizar, que a amplitude do nicho alimentar pode ser altamente variável entre espécies ao longo do tempo. Em um estudo da dieta de *Ara ararauna* na cidade de Três Lagoas, por exemplo, os índices de Levins variaram de 0,05 até 0,96 (Santos e Ragusa-Netto 2014), com baixos valores indicando uma concentração do forrageamento em caju (*Anacardium occidentale*) (Santos e Ragusa-Netto 2014). Em ambientes antropogênicos de Ilha Solteira no Estado de São Paulo, o periquito *Forpus*

xanthothenigys apresentaram uma dieta mais especializada com índice de Levins de 0,14 (Silva e Melo 2018).

Em contraste com a variabilidade observada na amplitude do nicho, o grau de sobreposição da dieta entre espécies foi relativamente baixo. Este padrão sugere que a competição interespecífica pode ter um papel importante na estruturação desta assembleia. A sobreposição na dieta entre as espécies de psitacídeos pode ser atribuída, ao menos em parte, às diferenças na morfologia das espécies que variam bastante em tamanho e forma. Deste modo, espécies com requerimentos ecológicos distintos podem conviver em assembleias relativamente diversas em espécies.

Comparação com ambiente natural

Em seu estudo sobre a ecologia alimentar de uma assembleia de psitacídeos, Roth (1984) obteve 398 registros de eventos de forrageamento envolvendo 15 espécies de psitacídeos e 98 espécies de plantas. Em contraste, nosso estudo foi realizado com menor esforço de amostragem (n = 203 eventos de forrageio) envolvendo uma diversidade menor de psitacídeos (n = 8 espécies) e plantas (n = 36 espécies). Ainda que estas diferenças dificultem comparações diretas entre os estudos, acreditamos que esta comparação tem um valor heurístico para se entender as mudanças enfrentadas pelos psitacídeos no uso de recursos alimentares em ambientes contrastantes.

A maior diferença na ecologia alimentar entre as assembleias de psitacídeos em Manaus e no ambiente natural foi a maior diversidade de plantas consumidas pelos psitacídeos no ambiente natural. Entre as quatro espécies compartilhadas entre os dois ambientes, observou-se uma menor diversidade de plantas na dieta de *Ara macao* e *Pionus menstruus* que ocuparam a cidade. Por outro lado, ao colonizarem o ambiente urbano, as espécies *Psittacara leucophthalmus* e *Orthopsittaca manilatus* ampliaram a diversidade de espécies de plantas consumidas. Levando-se em consideração que o nosso levantamento de espécies de plantas é menos completo do que o de Roth (1984), estes resultados sugerem que o processo de colonização de ambientes urbanos não implica necessariamente em um empobrecimento da dieta das espécies.

É possível que plantas exóticas tenham um papel importante em compensar parte da perda de espécies nativas promovidas pela urbanização. Nos ambientes estudados por Roth (1984), a contribuição de plantas exóticas para a dieta dos psitacídeos foi quase nula, mas no nosso estudo estas espécies responderam por 30% dos eventos de forrageamento. Outro aspecto relevante é a forte dominância de uma única família

botânica (Arecaceae) na dieta dos psitacídeos urbanos comparado com a assembleia que ocupa ambientes naturais.

Tomados em seu conjunto, estas comparações sugerem que as espécies de psitacídeos que ocupam os ambientes urbanos ajustam suas dietas para se aproveitar de plantas com grande disponibilidade de frutos (Arecaceae) e de espécies exóticas. Além disso, o processo de colonização do ambiente urbano não implica em ampliação da competição interespecífica, uma vez que o padrão de sobreposição de nicho entre as espécies no ambiente natural é similar ao encontrado entre espécies no ambiente urbano.

A falta de correlação entre a massa das espécies e a amplitude do nicho tanto entre as espécies que habitam os ambientes naturais quanto o urbano, sugere que as grandes variações morfológicas entre as espécies não implicam em diferenças na diversidade de recursos utilizados. Ou seja, espécies maiores não necessariamente possuem maiores larguras de nicho alimentar. É possível que as variações na amplitude de nicho das espécies estejam mais associadas ao comportamento e habilidade na seleção de diferentes itens alimentares do que nos aspectos morfológicos dos psitacídeos.

A morfologia, no entanto, que parece ser relevante para se entender sobreposição de nicho entre as espécies. Espécies mais semelhantes morfológicamente tendem a apresentar maior sobreposição no nicho alimentar indicando que a estrutura de assembleia de psitacídeos urbanos e que ocupam os ambientes naturais é influenciada pela competição interespecífica.

Conservação

A manutenção da rica assembleia de psitacídeos de Manaus está associada, em parte, aos recursos alimentares disponíveis no ambiente urbano. Estas aves dependem tanto de plantas nativas, especialmente palmeiras, disponíveis naturalmente nos fragmentos florestais espalhados pela cidade quanto de espécies exóticas ou nativas plantadas. Assim, a proteção dos fragmentos de habitats naturais e a plantação de espécies nativas ou exóticas se configuram como estratégias complementares de manejo das populações de psitacídeos em Manaus. Destacamos que a administração pública da cidade tem priorizado o plantio de plantas nativas em projetos de arborização, com destaque para as palmeiras (Plano Diretor). Além disso, a criação de novas áreas protegidas, especialmente em áreas de expansão urbana de Manaus, é uma das prioridades para a proteção das espécies de psitacídeos e outros animais e plantas.

CONCLUSÃO

Os psitacídeos apresentam grandes variações no uso de recursos alimentares disponíveis no ecossistema urbano tanto em termos de diversidade de plantas quanto na sua abundância. O uso de espécies exóticas em complemento às espécies nativas e a predominância de palmeiras na dieta parecem ser estratégias alimentares dos psitacídeos ao ambiente urbano. Além disso, algumas espécies apresentaram flexibilidade no uso de partes distintas das plantas sugerindo uma plasticidade ao uso dos recursos disponíveis. Aparentemente, a urbanização impõe um filtro ambiental que favorece determinadas espécies com comportamento alimentar mais flexíveis em detrimento de espécies que apresentam maiores exigências na dieta. Este aspecto, no entanto, necessita estudos mais aprofundados. O uso de recursos alimentares pela assembleia de psitacídeos no ambiente urbano estudado parece ser estruturado por competição interespecífica com ampla partição de recursos. Esta competição interespecífica está associada às diferenças morfológicas observadas entre as espécies. Estratégias de manejo e conservação que priorizem a criação de novas áreas protegidas em áreas estratégicas da cidade e em intensificação da arborização urbana com espécies exóticas e nativas podem favorecer a manutenção da rica fauna de psitacídeos em Manaus.

REFERÊNCIAS

- Aronson, M. F.; La Sorte, F. A.; Nilon, C. H.; Katti, M.; Goddard, M. A.; Lepczyk, C. A.; Dobbs, C.; *et al.* 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 281(1780), 20133330.
- Baños-Villalba, A.; Blanco, G.; Díaz-Luque, J. A.; Dénes, F. V.; Hiraldo, F.; & Tella, J. L. 2017. Seed dispersal by macaws shapes the landscape of an Amazonian ecosystem. *Scientific reports*, 7(1), 1-12.
- Barnett, A. A.; Todd, L. M.; & De Oliveira, T. G. 2018. Leaf-slicing behavior in the Blue-headed Parrot (*Pionus menstruus*) in central Amazonia is likely linked to highly selective caterpillar predation. *The Wilson Journal of Ornithology*, 130(3), 809-813.
- Belloq, M. I.; Leveau, L. M.; & Filloy, J. 2017. Urbanization and bird communities: Spatial and temporal patterns emerging from southern South America. In *Ecology and conservation of birds in urban environments* (pp. 35-54). Springer, Cham.
- Berkunsky, I.; Quillfeldt, P.; Brightsmith, D. J.; Abbud, M. C.; Aguilar, J. M. R. E.; Alemán-Zelaya, U. *et al.* 2017. Current threats faced by Neotropical parrot populations. *Biological Conservation*, 214, 278-287.
- Blair, R. B. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological applications*, 6(2), 506-519.
- Blanco, G.; Bravo, C.; Pacifico, E. C.; Chamorro, D.; Speziale, K. L.; Lambertucci, S. A. *et al.* 2016. Internal seed dispersal by parrots: an overview of a neglected mutualism. *PeerJ*, 4, e1688.
- Bonier, F.; Martin, P. R e Wingfield, J. C 2007. Aves urbanas têm tolerância ambiental mais ampla. *Biology letters* , 3 (6), 670-673.
- Callaghan, C. T.; Major, R. E.; Wilshire, J. H.; Martin, J. M.; Kingsford, R. T.; & Cornwell, W. K. 2019. Generalists are the most urban-tolerant of birds: a phylogenetically controlled analysis of ecological and life history traits using a novel continuous measure of bird responses to urbanization. *Oikos*, 128(6), 845-858.
- Cardoso, G. D. L. 2011. Composição florística e fenologia de quatro áreas de floresta de terra firme com diferentes históricos de alteração antrópica no município de Manaus. Tese (Doutorado em Diversidade Biológica) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 153p.

- Chapman, C. A.; Chapman, L. J.; & Lefebvre, L. 1989. Variability in parrot flock size: possible functions of communal roosts. *The Condor*, 91(4), 842-847.
- Chen, S.; & Wang, S. 2017. Bird diversities and their responses to urbanization in China. In *Ecology and conservation of birds in urban environments* (pp. 55-74). Springer, Cham.
- Collar, N. J. 2000. Globally threatened parrots: criteria, characteristics and cures. *International Zoo Yearbook*, 37(1), 21-35.
- Coogan, S. C.; Raubenheimer, D.; Zantis, S. P.; & Machovsky-Capuska, G. E. 2018. Multidimensional nutritional ecology and urban birds. *Ecosphere*, 9(4), e02177.
- Croci, S.; Butet, A.; & Clergeau, P. 2008. Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits. *The Condor*, 110(2), 223-240.
- Da Silva Pinheiro, E.; Marques, J. P. C.; & Kux, H. J. H. Modelo linear de mistura espectral e métricas da paisagem aplicados ao estudo do desflorestamento em Manaus, Amazonas. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR.
- Da Silva, P. A. 2013. Seed predation by parakeets *Brotogeris chiriri* (Psittacidae) in *Chorisia speciosa* (Bombacaceae). *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology*, 15(28), 3.
- De la Peña, M.; & Pensiero, J. F. 2017. Las plantas como recurso alimenticio de las aves. Universidad Nacional del Litoral; 2017; 293.
- De Oliveira, M. S.; da Silva Pinheiro, E.; & Ramos, A. G. R. O. J. 2010. Geoprocessamento aplicado a identificação de corredores ecológicos em Manaus/AM. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, p.4563.
- Dos Santos-Neto, J. R.; & Gomes, D. M. 2007. Predação de milho por arara-azul-de-Lear, *Anodorhynchus leari* (Bonaparte, 1856) (Aves: Psittacidae) em sua área de ocorrência no Sertão da Bahia. *Ornithologia*, 2(1), 41-46.
- Emison, W. B.; Beardsell, C. M.; & Temby, I. D. 1994. The biology and status of the long-billed corella in Australia. *Western Foundation of Vertebrate Zoology. Proceedings*, 5(4), 211-247.
- Fragata, M. M. 2019. Vivendo em uma cidade tropical de concreto: variações na diversidade e abundância em uma assembleia de psitacídeos (Aves; Psittacidae) em uma grande metrópole da Amazônia. Dissertação de mestrado, Programa de

Pós-graduação em Zoologia (PPG/ZOO), Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

- Galetti, M.; & Pizo, M. A. 2002. Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil. *Padrões de riqueza, risco de extinção e conservação dos psitacídeos neotropicais*, 17-26.
- Garcia, J. T.; & Arroyo, B. E. 2005. Food-niche differentiation in sympatric Hen Circus cyaneus and Montagu's Harriers Circus pygargus. *Ibis*, 147(1), 144-154.
- Genini, J.; Galetti, M.; & Morellato, L. P. C. 2009. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. *Flora-morphology, distribution, functional ecology of plants*, 204(2), 131-145.
- González-Solís, J.; Oro, D.; Jover, L.; Ruiz, X. & Pedrocchi, V. 1997. Largura do nicho trófico e sobreposição de duas gaivotas simpátricas no sudoeste do Mediterrâneo. *Oecologia*, 112 (1), 75-80.
- Grespan, A.; & Raso, T. D. F. 2014. Psittaciformes (araras, papagaios, periquitos, calopsitas e cacatuas). *Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de Animais Selvagens: medicina veterinária. 2nd ed. São Paulo: Rocca, 550-589.*
- Hurlbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59(1), 67-77.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22, 415–427.
- Kilpp, J. C.; Prestes, N. P.; Dal Pizzol, G. E.; & Martinez, J. 2015. Dieta alimentar de Amazona vinacea no sul e sudeste de Santa Catarina, Brasil. *Atualidades ornitológicas*, 9-13.
- Lee, A. T.; Brightsmith, D. J.; Vargas, M. P.; Leon, K. Q.; Mejia, A. J.; & Marsden, S. J. 2014. Diet and geophagy across a western Amazonian parrot assemblage. *Biotropica*, 46(3), 322-330.
- Lepczyk, C. A.; La Sorte, F. A.; Aronson, M. F.; Goddard, M. A.; MacGregor-Fors, I.; Nilon, C. H., & Warren, P. S. 2017. Global patterns and drivers of urban bird diversity. In *Ecology and conservation of birds in urban environments* (pp. 13-33). Springer, Cham.
- Lorenzi, H. 2003. *Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa, Brasil, 368pp.
- Lorenzi, H. (2009). *Árvores Brasileiras - vol. 03, 2nd Ed.* Nova Odessa: Instituto Plantarum, 389 p.

- MacGregor-Fors, I.; Morales-Pérez, L.; & Schondube, J. E. 2012. Das florestas às cidades: efeitos da urbanização em aves tropicais. *Ecologia e conservação urbana de aves. Estudos em biologia aviária* , 33-48.
- Marques, C. P.; do Amaral, D. F.; Batista, V. G.; Franchin, A. G.; e Júnior, O. M. 2018. Exploração de recursos alimentares por psitacídeos (Aves: Psittaciformes) em uma área urbana no Brasil. *Biotemas*, 31(2), 33-46.
- Masello, J. F.; Pagnossin, M. L.; Sommer, C.; & Quillfeldt, P. 2006. Population size, provisioning frequency, flock size and foraging range at the largest known colony of Psittaciformes: the Burrowing Parrots of the north-eastern Patagonian coastal cliffs. *Emu-Austral Ornithology*, 106(1), 69-79.
- Matuzak, G. D.; Bezy, M. B.; & Brightsmith, D. J. 2008. Foraging ecology of parrots in a modified landscape: seasonal trends and introduced species. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120(2), 353-365.
- McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11 , 161-176.
- Mikami, O. K.; & Mikami, K. 2014. Structure of the Japanese avian community from city centers to natural habitats exhibits a globally observed pattern. *Landscape and ecological engineering*, 10(2), 355-360.
- Montesinos-Navarro, A.; Hiraldo, F.; Tella, J. L.; & Blanco, G. 2017. Network structure embracing mutualism–antagonism continuums increases community robustness. *Nature Ecology & Evolution*, 1(11), 1661-1669.
- Murray, M. H.; Kidd, A. D.; Curry, S. E.; Hepinstall-Cymerman, J.; Yabsley, M. J.; Adams, H. C.; *et al.* 2018. From wetland specialist to hand-fed generalist: shifts in diet and condition with provisioning for a recently urbanized wading bird. *Phil. Trans. R. Soc. B* 373: 20170100.
- Muscarella, R.; & Fleming, T. H. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological reviews*, 82(4), 573-590.
- Nunes, A. P.; e Santos-Junior, A. 2011. Itens alimentares consumidos por psitacídeos no Pantanal e planaltos do entorno, Mato Grosso do Sul. *Atualidades Ornitológicas On-line*, 162, 42-50.
- Nunes, M. F. C.; & Galetti, M. 2007. Use of forest fragments by blue-winged macaws (*Primolius maracana*) within a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*, 16(4), 953-967.

- Olah, G.; Butchart, S. H.; Symes, A.; Guzmán, I. M.; Cunningham, R.; Brightsmith, D. J.; & Heinsohn, R. 2016. Ecological and socio-economic factors affecting extinction risk in parrots. *Biodiversity and Conservation*, 25(2), 205-223.
- Onstein, R. E.; Baker, W. J.; Couvreur, T. L.; Faurby, S.; Svenning, J. C.; & Kissling, W. D. 2017. Frugivory-related traits promote speciation of tropical palms. *Nature ecology & evolution*, 1(12), 1903-1911.
- Palacio, F. X. 2020. Urban exploiters have broader dietary niches than urban avoiders. *Ibis*, 162(1), 42-49.
- Paranhos, S. J.; Araújo, C. B.; e Marcondes-Machado, L. O. 2007. Comportamento alimentar do Periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*) no interior do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15(1), 95-101.
- Parrini, R.; & Raposo, M. A. 2008. Association between birds and flowers of two species of trees of the genus *Erythrina* (Fabaceae) in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Iheringia Serie Zoologia*, 98(1), 123-128.
- Piacentini, V. D. Q.; Aleixo, A.; Agne, C. E.; Maurício, G. N.; Pacheco, J. F.; Bravo, G. A.; *et al.* 2015. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23(2), 91-298.
- Pianka, E. R. 1973. A estrutura das comunidades de lagartos. *Revisão anual de ecologia e sistemática*, 4 (1), 53-74.
- Pitter, E.; & Christiansen, M. B. 1995. Ecology, status and conservation of the red-fronted macaw *Ara rubrogenys*. *Bird Conservation International*, 5(1), 61-78.
- Pizo, M. A.; Simão, I.; & Galetti, M. 1995. Diet and flock size of sympatric parrots in the Atlantic forest of Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 6, 87-95.
- Prestes, N. P.; Martinez, J.; e Da Rosa, A. V. 2008. Dieta alimentar do papagaio-charão (*Amazona pretrei*). *Biologia da Conservação: um estudo de caso do papagaio-charão e de outros papagaios brasileiros. Passo Fundo: UPF Editora*, 1, 88-104.
- Provost, K. L.; Joseph, L.; & Smith, B. T. 2018. Resolving a phylogenetic hypothesis for parrots: implications from systematics to conservation. *Emu-Austral Ornithology*, 118(1), 7-21.
- Ragusa-Netto, J.; & Fecchio, A. 2006. Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the southern Pantanal (Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 66(4), 1021-1032.
- Roth, P. 1984. Repartição do habitat entre psitacídeos simpátricos no sul da Amazônia. *Acta Amazonica*, 14(1-2), 175-221.

- Santos, A. A.; & Ragusa-Netto, J. 2014. Plant food resources exploited by Blue-and-Yellow Macaws (*Ara ararauna*, Linnaeus 1758) at an urban area in Central Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 74(2), 429-437.
- Schoener, T. W. 1974. Particionamento de recursos em comunidades ecológicas. *Science*, 185 (4145), 27-39.
- Sick, H. 2001. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 922 p.
- Silva, P. A. 2013. Ocorrência e forrageamento de psitacídeos em paisagem antropogênica do Noroeste Paulista, limítrofe Mata-AtlânticaCerrado. Tese de Doutorado, Univ. Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
- Silva, P. A., & Melo, C. 2018. Foraging suggests high behavioral flexibility in the blue-winged parrotlet (*Forpus xanthopterygius*, Psittacidae) in response to fleshy fruit availability. *Ambiência-Revista Do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, 14(1), 186-202.
- Silva, N. C.; e Cordeiro, P. H. C. 2016. Exploração de recursos alimentares e forrageamento de Psittacidae (Aves: Psittaciformes) no Parque Aterro do Flamengo, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista BioUSU*, 2, 59-69.
- Simão, I.; Santos, F. M.; & Pizo, M. A. 1997. Vertical stratification and diet of psittacids in a tropical lowland forest of Brazil. *Ararajuba*, 5(2), 169-174.
- Sol, D.; & Lefebvre, L. 2000. Behavioural flexibility predicts invasion success in birds introduced to New Zealand. *Oikos*, 90(3), 599-605.
- Sol, D.; Bartomeus, I.; González-Lagos, C.; & Pavoine, S. 2017. Urbanisation and the loss of phylogenetic diversity in birds. *Ecology letters*, 20(6), 721-729.
- Sol, D.; González-Lagos, C.; Moreira, D.; Maspons, J.; & Lapiedra, O. 2014. Tolerância à urbanização e perda da diversidade aviária. *Cartas de ecologia*, 178, 942-50.
- Staggemeier, V. G.; Cazetta, E.; & Morellato, L. P. C. 2017. Hyperdominance in fruit production in the Brazilian Atlantic rain forest: the functional role of plants in sustaining frugivores. *Biotropica*, 49(1), 71-82.
- Tella, J. L.; Blanco, G.; Dénes, F. V.; & Hiraldo, F. 2019. Overlooked parrot seed dispersal in Australia and South America: insights on the evolution of dispersal syndromes and seed size in *Araucaria* trees. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 82.
- Vieira, E. M.; & Port, D. 2007. Niche overlap and resource partitioning between two sympatric fox species in southern Brazil. *Journal of Zoology*, 272(1), 57-63.

- Westcott, D. A.; & Cockburn, A. 1988. Flock size and vigilance in parrots. *Australian Journal of Zoology*, 36(3), 335-349.
- Winkler, D. W; Billerman, S. M & Lovette, I. J. 2020. New World and African Parrots (*Psittacidae*), versão 1.0. Em *Birds of the World* (SM Billerman, BK Keeney, PG Rodewald e TS Schulenberg, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, EUA.

Apêndice 1. Lista das plantas utilizadas na alimentação de oito espécies de psitacídeos (Aves: Psittacidae) no ambiente urbano de Manaus. Os números se referem aos eventos de alimentação (*feeding bouts*) para cada espécie.

Famílias/Espécies	<i>Amazona amazonica</i>	<i>Amazona festiva</i>	<i>Ara macao</i>	<i>Brotogeris versicolurus</i>	<i>Graydidascalus brachyurus</i>	<i>Orthopsittaca manilatus</i>	<i>Pionus menstruus</i>	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Total Geral
Anacardiaceae									
<i>Mangifera indica</i>				17	1			4	22
Arecaceae									
<i>Astrocaryum aculeatum</i>	1			3					4
<i>Bactris gasipaes</i>	1	1			2		3		7
<i>Elaeis guineensis</i>								2	2
<i>Euterpe oleracea</i>	8			15		11		4	38
<i>Euterpe precatoria</i>	1	1	2	1		1		3	9
<i>Mauritia flexuosa</i>						9			9
<i>Mauritiella armata</i>						1			1
<i>Roystonea oleracea</i>				1					1
Burseraceae									
Burseraceae indeter.			4						4
Cannabaceae									
<i>Trema micrantha</i>								3	3
Clusiaceae									
<i>Symphonia globulifera</i>			1						1
Combretaceae									
<i>Terminalia catappa</i>			4	5					9
Euphorbiaceae									
<i>Alchornea discolor</i>				4					4
Fabaceae									
<i>Abarema</i> sp		1							1
<i>Cassia grandis</i>							1		1
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1								1
<i>Inga alba</i>	1			1					2
<i>Inga fagifolia</i>				1					1
<i>Inga</i> sp 1				1			1		2
<i>Inga</i> sp 2			1						1
<i>Leucena</i> sp				1					1
<i>Schizolobium parahyba</i>	2		2						4

Famílias/Espécies	<i>Amazona amazonica</i>	<i>Amazona festiva</i>	<i>Ara macao</i>	<i>Brotogeris versicolurus</i>	<i>Graydidascalus brachyurus</i>	<i>Orthopsittaca manilatus</i>	<i>Pionus menstruus</i>	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Total Geral
Sp 17 indeter.	1								1
Sp 8 indeter.	1								1
Famílias não determinadas									
Sp 1 indeter.	4								4
Sp 2 indeter.								1	1
Sp 4 indeter.			1						1
Sp 5 indeter.								2	2
Sp 6 indeter.								1	1
Sp 7 indeter.								1	1
Sp 9 indeter.	1								1
Sp 10 indeter.				2					2
Sp 12 indeter.		1							1
Sp 13 indeter.				1					1
Sp 14 indeter.			1						1
Sp 15 indeter.	1		1						2
Sp 16 indeter.								2	2
Lecythidaceae									
<i>Bertholletia excelsa</i>				1					1
Malpighiaceae									
<i>Byrsonima</i> sp				2				4	6
Malvaceae									
<i>Pseudobombax munguba</i>				5					5
Melastomataceae									
<i>Miconia</i> sp	1			14				1	16
Meliaceae									
<i>Cedrela fissilis</i>	2								2
Moraceae									
<i>Artocarpus heterophyllus</i>				1					1
<i>Ficus benjamina</i>				2					2
Muntingiaceae									
<i>Muntingia calabura</i>				4				1	5
Myrtaceae									
<i>Psidium guajava</i>				2	1			4	7
<i>Syzygium malaccensis</i>				3					3
Oxalidaceae									

Famílias/Espécies	<i>Amazona amazonica</i>	<i>Amazona festiva</i>	<i>Ara macao</i>	<i>Brotogeris versicolurus</i>	<i>Graydidascalus brachyurus</i>	<i>Orthopsittaca manilatus</i>	<i>Pionus menstruus</i>	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Total Geral
<i>Averrhoa carambola</i>								2	2
Sapotaceae									
<i>Pouteria</i> sp	1								1
Urticaceae									
<i>Cecropia</i> sp				1					1
Sp 3 indeter.		1							1
Total Geral	27	5	17	88	4	22	5	35	203