



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



**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**

MÁRCIA DE MATOS FRAGATA

MANAUS, AMAZONAS

JUNHO – 2019



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



MÁRCIA DE MATOS FRAGATA

**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**

Discente: Marcia de Matos Fragata

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Henrique Borges

Coorientador: Prof. Dra. Cintia Cornelius Frische

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, da Universidade Federal do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

MANAUS, AMAZONAS

JUNHO - 2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F811v Fragata, Márcia de Matos
 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 / Márcia de Matos Fragata. 2019
 38 f.: il. color; 31 cm.

 Orientador: Sérgio Henrique Borges
 Coorientadora: Cintia Cornelius Frische
 Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Amazonas.

 1. Ecologia Urbana. 2. Aves. 3. Biodiversidade. 4. Amazônia. 5. Manaus. I. Borges, Sérgio Henrique II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DEDICATÓRIA

A minha amada mãe Jucimarina de Matos Fragata, que como sempre apaixonada pela natureza, leitura e fotografia, sempre me inspirou a buscar conhecimento, me ensinou a amar e respeitar a vida, e sempre foi e será a força que me faz continuar minha jornada.

EPÍGRAFE

“Olhe no fundo dos olhos de um animal e, por um momento, troque de lugar com ele. A vida dele se tornará tão preciosa quanto a sua e você se tornará tão vulnerável quanto ele”.

(Philip Ochoa)

“Julgue um homem pela forma que ele trata os animais”

(Immanuel Kant)

SUMÁRIO

Lista de Figuras	07
Lista de Tabelas	08
Resumo.....	09
Abstract.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	13
Áreas de estudo.....	13
Censo de psitacídeos.....	14
Análises.....	17
Resultados.....	18
Dinâmica temporal na assembleia de psitacídeos.....	20
Dinâmica espacial na assembleia de psitacídeos.....	21
Potenciais direcionadores da assembleia de psitacídeos.....	23
Discussão.....	25
Assembleia de psitacídeos em Manaus.....	27
Varição temporal e espacial na diversidade e abundância de psitacídeos.....	27
Conservação	28
Conclusão.....	29
Agradecimentos	29
Apêndices:.....	36
Apendice 1:	36
Apêndice 2.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pluviosidade média mensal do ano de estudo comparado com a média do período de 2010 até 2017	15
Figura 2. Área urbana de Manaus, Amazonas, mostrando os limites das zonas administrativas e dos bairros da cidade.....	16
Figura 3. Riqueza de espécies de psitacídeos registrada em 2018 no município de Manaus, Amazonas, distribuída entre duas categorias de habitats utilizados e de distribuição demográfica.....	18
Figura 4. Distribuição de abundância relativa entre as espécies de psitacídeos registradas em censos realizados em 2018 na área urbana de Manaus, Amazonas.....	19
Figura 5. Variação mensal na riqueza de espécies de psitacídeos registradas em censos realizados em 2018 na área urbana de Manaus distribuída entre as categorias de abundância.....	20
Figura 6. Variações mensais nas abundâncias relativas de psitacídeos considerando: A) todas as espécies em conjunto, B) somente as espécies dominantes, C) somente as espécies frequentes e D) somente espécies infrequentes	21
Figura 7. Variação na riqueza de espécies de psitacídeos entre bairros da área urbana de Manaus distribuída entre as categorias de abundância. Os bairros estão ordenados da maior para a menor percentagem de cobertura de área verde	22
Figura 8. Variações nas abundâncias relativas de psitacídeos entre bairros de Manaus considerando: A) o conjunto de todas as espécies, B) somente as espécies dominantes, C) somente as espécies frequentes e D) somente espécies infrequentes. Nas figuras estão representadas as médias (pontos pretos), o primeiro e terceiro quartis (caixas), os valores extremos (linhas)	22
Figura 9. Variações na riqueza de espécies e abundância relativa em função da percentagem de área verde por bairro	23
Figura 10. Relação entre dissimilaridade composicional (100 - índice de Jaccard) e diferenças na densidade populacional entre os bairros. A diferença na densidade populacional foi transformada em logaritmo natural	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos bairros amostrados e do esforço de amostragem empregado nos censos de psitacídeos realizados em 2018 em Manaus, Amazonas.....	15
--	----

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

Marcia de Matos Fragata¹, Cintia Cornelius¹ & Sérgio Henrique Borges¹

¹*Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Amazonas,
Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos 6200, CEP 69077-000,
Manaus, AM, Brasil.*

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

RESUMO

As espécies da fauna reagem de maneiras distintas ao processo de urbanização devido às variações na capacidade adaptativa de cada grupo taxonômico e do contexto urbano onde estas espécies estão inseridas. Pouco se sabe sobre os efeitos da urbanização sobre a biodiversidade em cidades localizadas nos trópicos, região que hospeda a maior parte da biodiversidade do planeta. É necessário, portanto, que se realizem estudos em diferentes contextos urbanísticos, em especial em regiões de alta biodiversidade como a Amazônia. Neste estudo documentamos as variações espaciais e temporais na diversidade e abundância de psitacídeos em Manaus, Amazonas, para avaliar as relações entre tais variações e as características socioambientais desta área urbana. Censos audiovisuais de psitacídeos foram realizados em 12 bairros de Manaus com variabilidade nas características ambientais e socioeconômicas. Também foram coletados dados de percentagem de área verde e de renda média dos moradores de cada bairro amostrado. Registramos 14 espécies de psitacídeos, o que a destaca Manaus como uma das cidades com maior diversidade psitacídeos no Brasil. A maioria das espécies de psitacídeos que ocupa a área urbana de Manaus é proveniente de ambientes rurais, especialmente de habitats sujeitos a alagamentos sazonais. A abundância relativa das duas espécies mais comuns de psitacídeos *Brotogeris versicolurus* e *Psittacara leucophthalmus* foi maior entre os meses de setembro e fevereiro. As outras 12 espécies,

em contraste, não apresentaram diferenças significativas entre os meses de amostragem. O número de espécies de psitacídeos é maior em bairros com maior proporção de área verde. Por outro lado, a renda média dos moradores dos bairros não esteve relacionada com a diversidade e a abundância dos psitacídeos. Manaus hospeda uma assembleia de psitacídeos diversa e representativa do bioma Amazônia. As características socioambientais dos bairros, especialmente a quantidade de área verde e densidade populacional humana afetaram a diversidade, abundância e composição de espécies de psitacídeos no espaço urbano de Manaus. Administradores públicos e moradores de cidade poderiam adotar algumas medidas como manejo de arborização urbana baseada na relação ecológica animal-planta, isto poderia beneficiar os psitacídeos e favorecer a presença destes animais em cidades, minimizando de certa forma o impacto da urbanização na população destas aves, já ameaçadas pela perda de habitat. Entre estas medidas sugeridas destacam-se a proteção de vegetação nativa em áreas de expansão urbana e recuperação de vegetação nativa ou exótica em quintais e espaços públicos.

Palavras-chave: Ecologia Urbana, Aves, biodiversidade, Amazônia, Manaus.

ABSTRACT

Different species of wildlife react in different ways to urbanization processes due to variations in the adaptive capability of each taxonomic group and the urban context in which these species exist. Little is known about the effects of urbanization on biodiversity in cities located along the tropics, a region that hosts most of the planet's biodiversity. Therefore, it is essential to conduct studies in different urban contexts, especially in regions of high biodiversity such as the Amazon. In this study, we document the spatial and temporal variations of diversity and abundance of parrots and their relationship with socio-environmental factors of the city of Manaus. Parrot audio-visual surveys were performed in 12 neighborhoods of Manaus with high variability in environmental and socioeconomic characteristics. Data were also collected on the percentage of green area and the average income of the residents of each neighborhood. We recorded 14 species of parrots, which highlights Manaus as one of the cities with the highest parrots diversity in Brazil. Most species of parrots that occupy Manaus come from forest environments, especially habitats subject to seasonal flooding. The relative abundance of the two most common parrot species was higher between September and February. The other 12 species, in contrast, did not show significant differences between the sampling months. The number of parrot species was

higher in neighborhoods with a higher proportion of green area. On the other hand, the average income of neighborhood residents did not affect the diversity and abundance of parrots. Manaus hosts a diverse and representative parrot assemblage of the Amazon biome. The socioenvironmental characteristics of the neighborhoods, especially the amount of green area and human population density, affected the diversity, abundance, and composition of parrots species in the urban space of Manaus. Public administrators and city dwellers could take measures to benefit parrots, promoting greater contact of people with these animals that represent tropical birdlife. These measures include the protection of native vegetation in areas of urban expansion and the recovery of native or exotic vegetation in backyards and public spaces. Public administrators and city dwellers could take some measures such as urban tree management based on the animal-plant ecological relationship, this could benefit parrots and favor the presence of these animals in cities, to some extent minimizing the impact of urbanization on the bird population, already threatened by habitat loss. Among these suggested measures stand out the protection of native vegetation in urban expansion areas and recovery of native or exotic vegetation in backyards and public spaces.

Keywords: Urban Ecology, Birds, biodiversity, Amazon, Manaus.

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 7.6 bilhões de pessoas vivem no mundo e as projeções indicam que a população planetária atingirá mais de 9 bilhões de habitantes em 2050 (ONU 2014; ONU 2018). A urbanização intensa do planeta é uma consequência direta deste crescimento populacional, uma vez que população humana está se concentrando nas cidades (ONU 2014). Cidades são ecossistemas complexos constituídos por atributos infraestruturais, ambientais e socioeconômicos que diferem conforme o contexto em que estas cidades estão inseridas (Moll et al. 2019).

A urbanização pode causar a perda total ou parcial de habitats naturais, o que altera a estrutura e função dos ecossistemas causando impactos negativos sobre as comunidades biológicas (Germaine et al.1998). Fragmentos de habitats naturais podem persistir em uma matriz urbana e abrigar parte da biodiversidade do ecossistema que existia antes das cidades se desenvolverem. Além disso, a diversidade de habitats disponíveis para as espécies de fauna e flora em uma cidade depende da dinâmica espacial e temporal da urbanização (Beninde et al. 2015; Moll et al. 2019). Os efeitos da urbanização sobre a fauna e flora variam ainda em função das características do grupo taxonômico estudado,

da escala espacial da análise e a da intensidade da urbanização (McKinney 2002; McKinney 2008).

Durante o processo de urbanização podem ocorrer extinções de espécies sensíveis, colonização de espécies mais tolerantes e a homogeneização da fauna (Lockwood et al. 2000; Mckinney 2006). As espécies tendem a apresentar respostas distintas ao processo de urbanização (McKinney 2002; Fisher et al. 2015), mas geralmente a diversidade de espécies de vários grupos taxonômicos tende a diminuir em áreas de alto grau de urbanização (McKinney 2002). Em situações de urbanização moderada, no entanto, a diversidade de espécies pode aumentar (Chace e Walsh 2006; Mckinney 2008).

Além de variações na riqueza de espécies de diferentes táxons em diferentes cidades, vários estudos investigaram os efeitos da densidade populacional humana, variáveis ambientais e socioeconômicas sobre diversos grupos de espécies (ver revisão em Moll et al. 2019). Entretanto, estudos que integrem variáveis abióticas, sociais, econômicas e ambientais para entender a distribuição da biodiversidade em ambientes urbanos ainda são escassos (Luck et al. 2013; Moll et al. 2019).

Além da escassez de estudos multidisciplinares, as pesquisas sobre biodiversidade em ambientes urbanos possuem um claro viés geográfico, uma vez que a maioria dos estudos tem sido realizada em cidades do hemisfério norte (Magle et al. 2012; Aronson et al. 2014, Beninde et al. 2015; Sol et al. 2017). Esta concentração de estudos em países de região temperada com baixa diversidade de espécies dificulta a generalização dos padrões encontrados para regiões tropicais.

É provável, que ecossistemas urbanos variem conforme o contexto geocológico no qual está inserido, o que pode afetar as respostas ecológicas das espécies à urbanização. Portanto, para uma melhor compreensão de como a biodiversidade está reagindo aos processos de urbanização é necessário que se ampliem estudos em diferentes contextos urbanísticos ao redor do planeta, em especial em regiões de alta biodiversidade como a Amazônia.

Amazônia é mundialmente conhecida por abrigar uma rica biodiversidade e, apesar de ser famosa pela grande extensão de seus ambientes naturais, a região está passando por um intenso processo de urbanização (Guedes et al. 2009; Castalani 2013). Manaus, por exemplo, uma das cidades mais populosas da Amazônia, cresceu de maneira rápida nos últimos 20 anos chegando a uma população estimada em cerca de 2.145.444 em 2018 segundo o IBGE. Este crescimento populacional é um fator preocupante para a conservação dos recursos naturais e espécies amazônicas. No entanto, os efeitos da

urbanização sobre a biodiversidade amazônica ainda são raramente investigados (Lees e Moura 2017).

As aves são um dos grupos biológicos mais bem estudados no contexto dos efeitos da urbanização sobre a biodiversidade (Magle et al. 2012; Aronson et al. 2014; Beninde et al. 2015). Os estudos disponíveis demonstraram, por exemplo, que 20% das aves do mundo foram registradas em 54 cidades e 28% da avifauna brasileira foi registrada em apenas 22 cidades (Aronson et al. 2014; Franchin 2009).

Entre as aves, os psitacídeos (Família Psittacidae) são apontados como um dos grupos mais sensíveis aos impactos da urbanização (Lepczyk et al. 2017; Sol et al. 2017). Psitacídeos possuem respostas variadas às alterações no ambiente por apresentarem grande variabilidade na abundância, distribuição geográfica, especialização de hábitat e tamanho corporal (Sick 1997; Galetti et al. 2002; Figueira 2014). Além disso, os psitacídeos estão entre as aves mais ameaçadas da avifauna mundial, uma vez que 30% das 355 espécies desta família estão ameaçadas de extinção devido a perda do hábitat, caça e tráfico de animais silvestres (Donald et al. 2010). Deste modo, investigar como os psitacídeos reagem aos processos de urbanização, pode fornecer subsídios para a conservação deste grupo e um planejamento urbano que seja mais benéfico à convivência das pessoas com a natureza.

Neste estudo descrevemos uma assembleia de psitacídeos de Manaus, Amazonas, uma das maiores metrópoles da Amazônia. O foco do estudo foi documentar as variações espaciais e temporais na abundância e diversidade de psitacídeos dentro dos limites urbanos de Manaus, avaliando as relações entre tais variações e as características socioambientais da cidade. Especificamente pretendemos: i) determinar a diversidade e as características ecológicas das espécies de psitacídeos que se utilizam do espaço urbano em Manaus; ii) verificar se existem diferenças na abundância relativa e na riqueza de espécies de psitacídeos entre as diferentes épocas do ano e entre os diferentes características socioambientais dos bairros da cidade e, e iii) testar se a abundância relativa e a diversidade de espécies está sendo afetada pelas características socioambientais de Manaus.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na área urbana do município de Manaus, capital do

estado do Amazonas. Manaus possui uma população estimada em pouco mais de 2 milhões de habitantes distribuídos em uma área de 11.401 km² com a densidade demográfica estimada em 158,06 habitantes/km² (IBGE 2018). Apesar de sua grande extensão territorial, somente 3.3% do município se localiza em área urbanizada. Manaus conta atualmente com 63 bairros reconhecidos oficialmente distribuídos em seis zonas administrativas (zonas norte, sul, centro-sul, leste, oeste e centro-oeste) (Manaus - AM 2010).

O clima de Manaus é considerado tropical úmido com temperaturas anuais médias oscilando ao redor de 27° C e a umidade quase sempre acima de 80% (INMET, 2019). A precipitação apresenta uma marcada variação sazonal com uma estação chuvosa se estendendo de janeiro a junho com média mensal de 240 mm e uma estação mais seca com média mensal de 118 mm no período de julho a dezembro (Figura 1). Durante o ano de amostragem deste estudo (2018), a quantidade de chuva foi mais alta do que a média dos últimos sete anos (Figura 1).

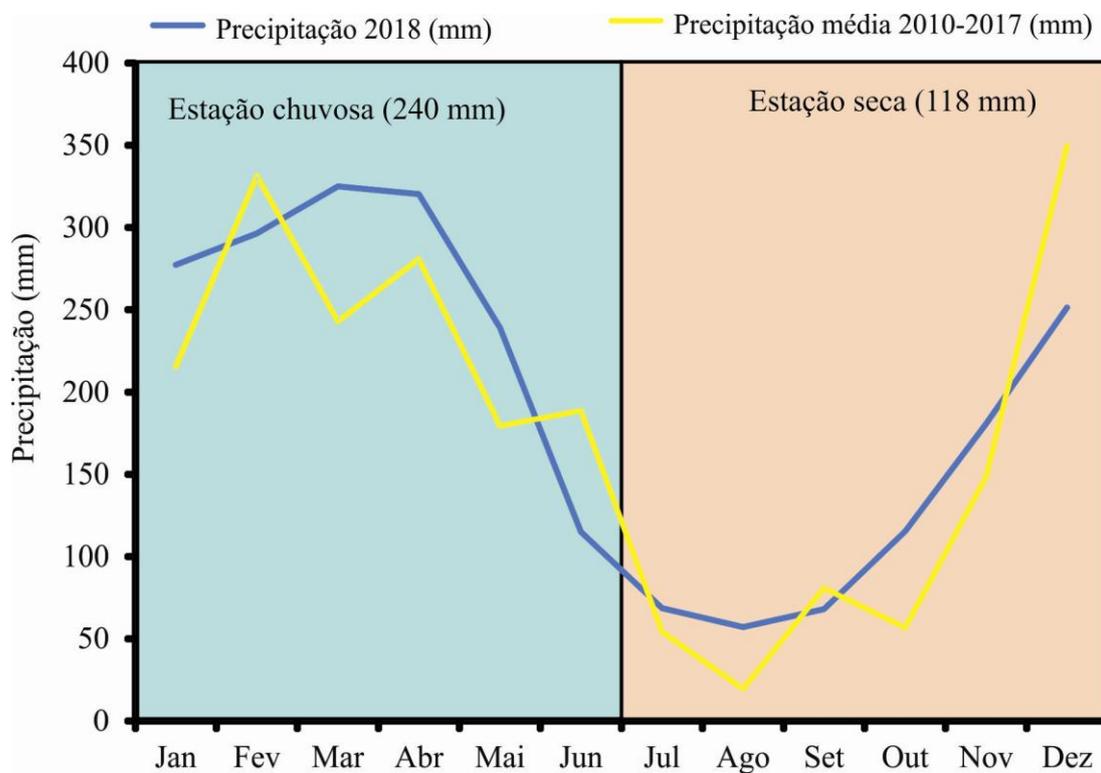


Figura 1. Pluviosidade média mensal do ano de estudo comparado com a média do período de 2010 até 2017. Dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (www.inmet.gov.br/).

Censo de psitacídeos

Dois bairros de cada zona administrativa foram selecionados para a realização dos

censos, totalizando 12 bairros amostrados. Os bairros foram selecionados com base em uma análise de geoprocessamento da cobertura de área verde de Manaus realizada pelo especialista em geoprocessamento Marcelo Paustein Moreira, a partir de imagens de satélite Landsat do ano de 2013. Os bairros foram escolhidos a partir da porcentagem de cobertura verde. Selecionamos um bairro com maior e outro com menor porcentagem de cobertura de área verde por zona administrativa (Tabela 1). Após a execução de cinco censos (janeiro a maio de 2018) realizados no bairro Vila Buriti, tivemos dificuldades de acesso ao mesmo e complementamos os trabalhos de campo no bairro vizinho, Distrito Industrial I, que apresenta condições ambientais semelhantes à Vila Buriti. Os resultados para estes dois bairros foram apresentados em conjunto. Na tabela 1 são apresentadas características dos bairros bem como o esforço de amostragem de psitacídeos em cada um deles.

Tabela 1. Características dos bairros amostrados e do esforço de amostragem empregado nos censos de psitacídeos realizados em 2018 em Manaus, Amazonas.

Zonas/Bairros	Área (ha)	Área verde (%)¹	Densidade populacional (Hab./ha)²	Nº de censos	Horas/censo
Norte					
Lago_Azul	2967.69	59.39	2.99	11	50.72
Cidade_Nova	1422.22	13.40	98.99	12	59.88
Sul					
Vila Buriti	1006.99	46.10	2.11	5	21.68
Distrito Industrial I	1170.96	20.72	2.69	3	14.33
Centro	427.76	10.30	90.16	12	52.78
Leste					
Puraquequara	4064.71	62.50	1.67	12	62.90
Zumbi	251.60	3.30	162.41	12	50.27
Oeste					
Ponta_Negra	2417.39	51.60	2.41	12	57.42
Compensa	509.22	8.40	173.08	12	51.32
Centro/Sul					
Aleixo	619.56	17.50	38.75	12	50.82
Nossa Senhora das Graças	212.11	5.83	82.83	11	48.53
Centro/Oeste					
Planalto	430.02	14.20	44.01	12	54.03
Alvorada	554.12	10.46	135.54	11	47.33
TOTAL				137	622.01

Fontes: 1) Marcelo Moreira, dados não publicados, 2) Baseado em estimativas populacionais de 2016 disponíveis em SEPLAN/CTI (2016).

Para a contagem de psitacídeos foram escolhidas ruas mais extensas e retilíneas possíveis que cruzassem o bairro todo (Figura 2). Entretanto, devido a variações no

tamanho e arranjo espacial das ruas de cada bairro, nem sempre foi possível estabelecer transectos de tamanho similar (Km) (Figura 2). Durante as contagens, o observador (MF) se deslocava lentamente pelas ruas registrando as aves, geralmente entre 06h00min e 10h30min da manhã. Alguns poucos censos foram realizados no período de 16h00min as 18h00min horas. Cada um dos 12 bairros foi reamostrado em um intervalo de 30-35 dias (Tabela 1). As amostragens se estenderam de janeiro a dezembro de 2018.

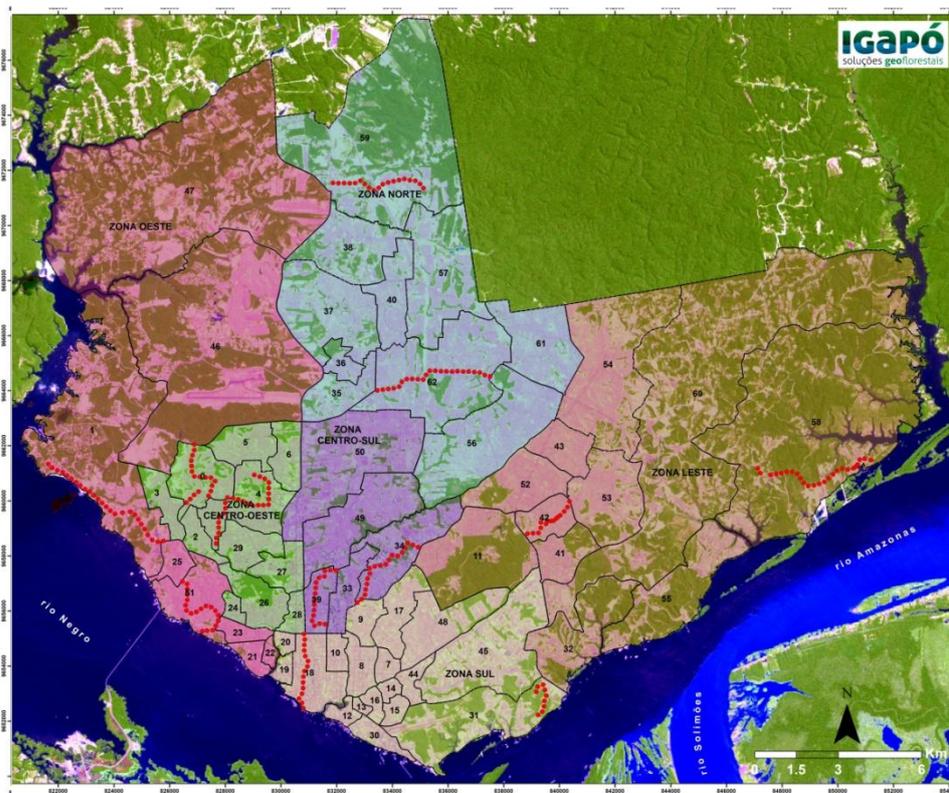


Figura 2. Área urbana de Manaus, Amazonas, mostrando os limites das zonas administrativas e dos bairros da cidade. As linhas pontilhadas vermelhas mostram a localização dos transectos onde os censos de psitacídeos foram realizados. As manchas verdes representam as áreas verdes da cidade. Mapa produzido por Marcelo Moreira.

As contagens e identificação de psitacídeos foram feitas a partir do registro das vocalizações e da observação direta dos indivíduos com o auxílio de binóculo Bushnell Waterproof 10m x 42°. Os seguintes dados foram anotados durante os censos: espécie, se registrada em vôo ou pousada, número de indivíduos no bando, data, horário, ponto de registro, bairro e evidências de alimentação e/ou reprodução. Em alguns casos, não foi possível a identificação dos indivíduos no nível de espécie, especialmente quando os bandos estavam sobrevoando os transectos e os indivíduos não vocalizaram. Nestes casos, a identificação foi possível somente no nível de gênero (p. ex. *Amazona*, *Brotogeris*).

ANÁLISES

Compilamos uma listagem das espécies de psitacídeos registradas no município de Manaus consultando o site wikiaves (www.wikiaves.com.br) e a literatura (Cohn-Haft et al. 1997, Perlo 2009). Os habitats utilizados pelas espécies de psitacídeos foram categorizados da seguinte maneira: i) espécies que se utilizam principalmente de ambientes sazonalmente alagáveis ou generalistas de habitats e, ii) espécies registradas principalmente em matas de terra firme. Esta classificação foi baseada principalmente em Stotz et al. (1996) e Cohn-Haft et al. (1997). A distribuição geográfica das espécies foi categorizada em espécies de distribuição ampla incluindo biomas vizinhos à Amazônia e espécies de distribuição principalmente associada ao bioma amazônico utilizando como base dos mapas disponíveis no site Handbook of Birds of the World Alive (<https://www.hbw.com/species>).

Psitacídeos são notórios pela grande capacidade de deslocamento, o que dificulta a aplicação de métodos mais tradicionais de estimativas populacionais (Nunes e Betini 2002). De fato, a maioria dos indivíduos registrados (> de 90%) estava sobrevoando os bairros estudados. Optamos, então, por representar a abundância relativa das espécies em indivíduos por hora de censo (Nunes e Betini 2002). Utilizamos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis para comparar as variações de abundância relativa das espécies entre meses e entre bairros. Posteriormente foi aplicado um teste de Dunn para comparações pareadas. Antes de realizar as análises estatísticas, os dados foram transformados em logaritmo natural para reduzir as variações nos dados, uma vez que foram registradas enormes flutuações no número de indivíduos nos censos (variando de 1 a 5000 indivíduos).

Para explorar os efeitos de variáveis abióticas, ambientais e socioeconômicas sobre o número de espécies e variações na abundância de psitacídeos foram aplicadas análises de regressão linear simples. Como variáveis abióticas e ambientais foram utilizadas a precipitação mensal (mm) e a quantidade de área verde (em percentagem por bairro) obtida através da classificação da imagem de satélite (ver acima). Para representar a ocupação humana dos bairros e perfil econômico dos moradores utilizamos dados de densidade demográfica e renda mensal dos moradores obtidos de SEPLAN/CTI (2016). Avaliamos se a composição de espécies também foi afetada pelas variáveis ambientais e socioeconômicas. Neste caso calculamos o índice de Jaccard entre pares de bairros e correlacionamos os valores dos índices com as diferenças de renda e de densidade humana entre os mesmos pares de bairros.

RESULTADOS

Diversidade e abundância de psitacídeos do município de Manaus

Doze espécies foram registradas durante os censos nos bairros de Manaus (Apêndice 1) e duas adicionais (*Ara chloropterus* e *A. ararauna*) fora dos censos formais. A maioria das espécies registradas (n = 10 espécies) é associada a ambientes sazonalmente alagáveis ou são generalistas de hábitat (Figura 3). Quanto à distribuição geográfica (Figura 3) observou-se uma distribuição mais equitativa entre espécies de ampla distribuição (n = 7) e espécies associadas ao bioma Amazônia (n = 5).

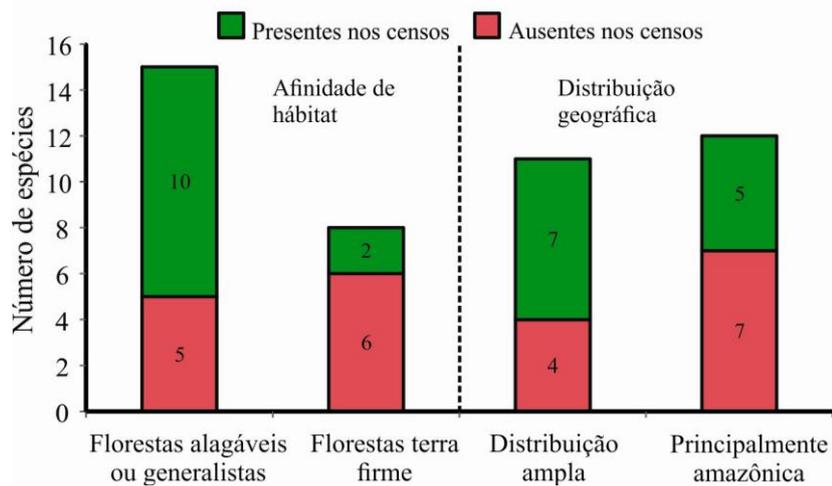


Figura 3. Riqueza de espécies de psitacídeos registrada em 2018 no município de Manaus, Amazonas, distribuída entre duas categorias de habitats utilizados e de distribuição geográfica.

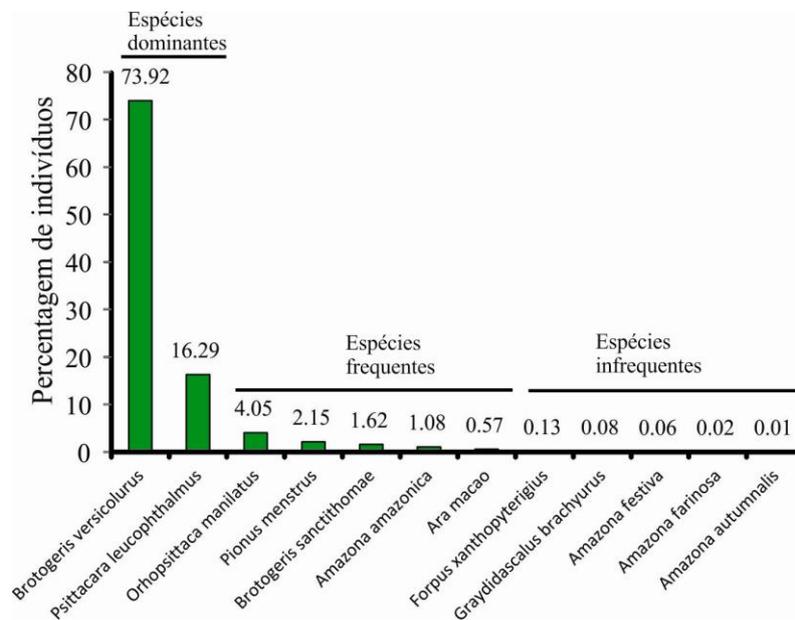


Figura 4. Distribuição de abundância relativa entre as espécies de psitacídeos registradas em censos realizados em 2018 na área urbana de Manaus, Amazonas.

A abundância relativa de indivíduos entre as espécies está distribuída de modo muito heterogêneo (Figura 4). Existe uma clara dominância de duas espécies frequentemente observadas em grande número de indivíduos pela cidade, sendo uma delas associada aos ambientes alagáveis da Amazônia (*Brotogeris versicolurus*) e outra uma espécie generalista de hábitat com ampla distribuição geográfica (*Psittacara leucophthalmus*). Cinco espécies foram registradas de modo regular dentro dos limites urbanos de Manaus (Figura 4), enquanto outras cinco foram registradas muito raramente nos censos, incluindo duas espécies de papagaios mais comumente associados a matas de terra firme (*Amazona farinosa* e *A. autumnalis*).

A partir das abundâncias relativas categorizamos as espécies de psitacídeos em espécies dominantes, frequentes e infrequentes.

- Espécies dominantes (*Psittacara leucophthalmus* e *Brotogeris versicolurus*). Estas espécies foram registradas com maior frequência ao longo do ano e em todos os bairros. Aparentemente, *P. leucophthalmus* parece mais adaptada ao ambiente urbano do que *B. versicolurus*, pois a registramos pousada em infraestruturas antrópicas como prédios, fios de energia, poste de iluminação e calhas de casas.
- Espécies frequentes (*Ara macao*, *Orthopsittaca manilatus*, *Pionus mentruus*, *Amazona amazônica* e *B. sanctithomae*). Espécies registradas em menor frequência do que as dominantes, porém presente na maioria dos bairros e ao longo do ano inteiro.
- Espécies infrequentes (*Graydidascalus brachyurus*, *A. autumnalis*, *A. farinosa*, *A. festiva* e *F. xanthopterygius*). Espécies registradas em poucas ocasiões e que parecem evitar os bairros mais urbanizados e com pouca vegetação. As espécies infrequentes foram registradas somente em bairros próximo ao Rio Negro (p. ex. Vila Buriti), bairros próximos a lagos e vegetação natural (p. ex. Puraquequara) ou bairros próximos a áreas extensas de vegetação natural com a Reserva Adolpho Ducke (p. ex. Lago Azul).

Dinâmica temporal na assembleia de psitacídeos

O número de espécies de psitacídeos se manteve estável ao longo do ano com um leve declínio nos meses de agosto a dezembro devido a uma redução nas detecções de espécies infrequentes (Figura 5).

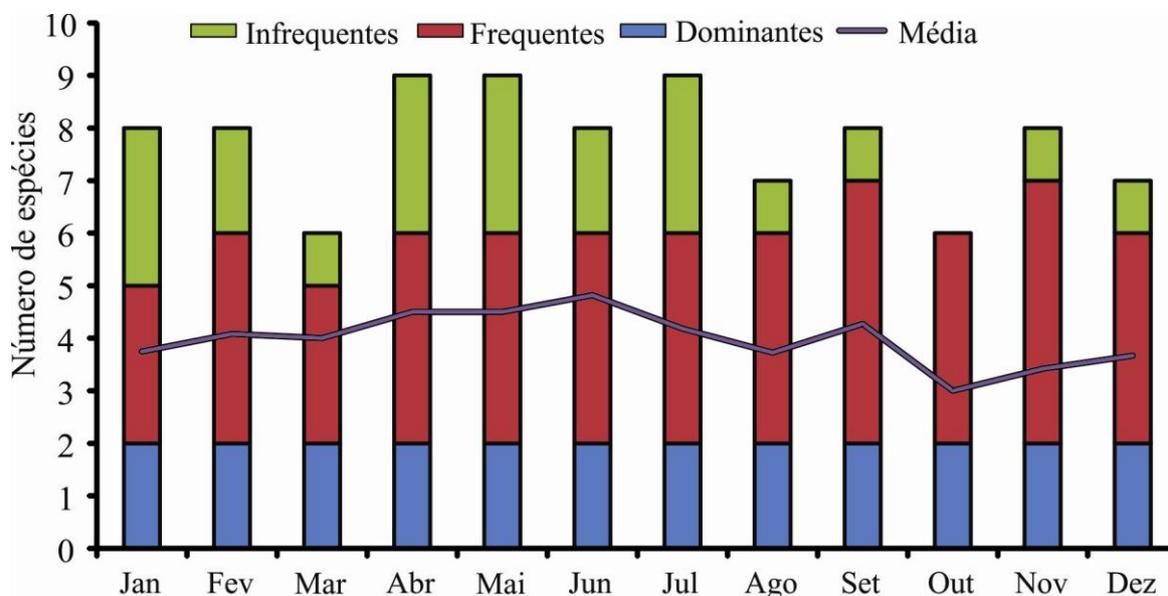


Figura 5. Variação mensal na riqueza de espécies de psitacídeos registradas em censos realizados em 2018 na área urbana de Manaus distribuída entre as categorias de abundância.

As variações na abundância relativa das espécies ao longo do ano foram mais complexas (Figura 6). Considerando todas as espécies houve uma tendência de aumento da abundância relativa nos meses mais secos do ano (Figura 6A). No entanto, as abundâncias relativas foram maiores somente no mês de setembro comparado a março, abril, maio e junho (período chuvoso) e agosto (período seco) (Kruskal-Wallis, $H = 34.03$, $GL = 11$, $P < 0.001$).

Este padrão geral de variação temporal foi influenciado pelas espécies dominantes (Figura 6B) cujas abundâncias relativas maiores foram registradas nos meses de setembro a dezembro (Kruskal-Wallis, $H = 45.92$, $GL = 11$, $P < 0.001$). As duas espécies dominantes apresentaram padrões contrastantes, pois enquanto *Brotogeris versicolurus* apresentou o pico de abundância nos meses de outubro e novembro, observou-se um declínio na abundância de *Psittacara leucophthalmus* nestes mesmos meses (Figura 6B).

As espécies frequentes apresentaram certa estabilidade na abundância relativa de janeiro a junho e a partir de agosto observou-se uma maior variabilidade (Figura 6C).

No entanto, não houve diferenças significativas na abundância relativa entre meses (Kruskal-Wallis, $H = 20.84$, $GL = 11$, $P = 0.06$). Entre as espécies infrequentes houve flutuações na abundância relativa ao longo do ano (Figura 6D), mas que também não foram estatisticamente diferentes entre os meses (Kruskal-Wallis, $H = 8.47$, $GL = 11$, $P < 0.67$).

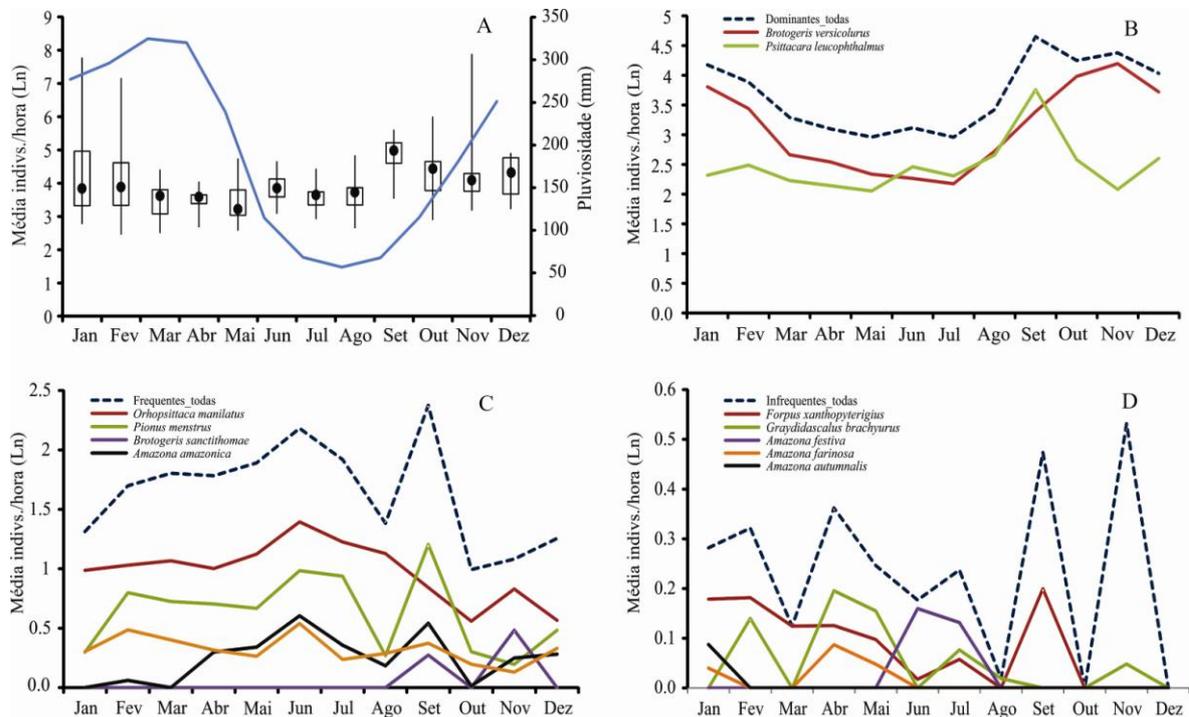


Figura 6. Variações mensais nas abundâncias relativas de psitacídeos considerando: A) todas as espécies em conjunto, B) somente as espécies dominantes, C) somente as espécies frequentes e D) somente espécies infrequentes. Na figura A são representadas as médias (pontos pretos), o primeiro e terceiro quartis (caixas), os valores extremos (linhas) e a média de pluviosidade ao longo de 2018. Nos outros gráficos as linhas representam a abundância relativa média.

Dinâmica espacial na assembleia de psitacídeos

O número de espécies de psitacídeos variou bastante entre os bairros, com uma tendência de diminuição nos cinco bairros com menor percentagem de cobertura vegetal onde se detectou um declínio nos registros de espécies frequentes e infrequentes (Figura 7).

Considerando as espécies em conjunto (Figura 8A), a abundância relativa variou amplamente entre os bairros (Kruskal-Wallis, $H = 45.98$, $GL = 11$, $P < 0.0001$), com Zumbi, Aleixo e Puraquequara apresentando maiores abundâncias relativas comparadas

com outros bairros (ver Apêndice 2 para os resultados estatísticos das comparações pareadas).

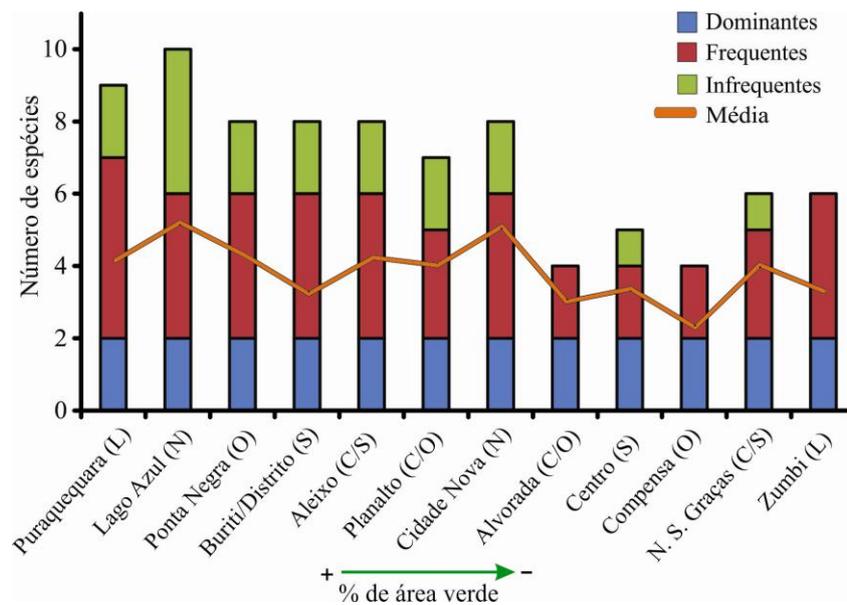


Figura 7. Variação na riqueza de espécies de psitacídeos entre bairros da área urbana de Manaus distribuída entre as categorias de abundância. Os bairros estão ordenados da maior para a menor percentagem de cobertura de área verde.

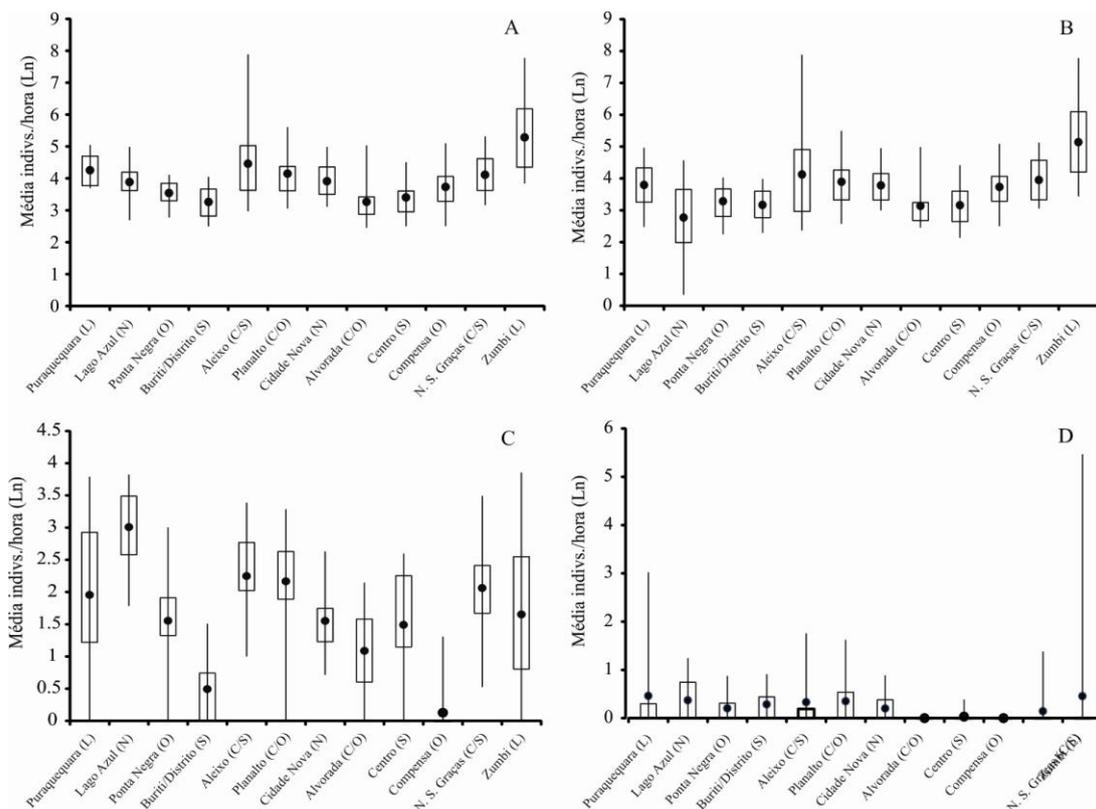


Figura 8. Variações nas abundâncias relativas de psitacídeos entre bairros de Manaus considerando: A) o conjunto de todas as espécies, B) somente as espécies dominantes,

C) somente as espécies frequentes e D) somente espécies infrequentes. Nas figuras estão representadas as médias (pontos pretos), o primeiro e terceiro quartis (caixas), os valores extremos (linhas). Os bairros estão ordenados da maior para a menor percentagem de cobertura de área verde.

Considerando as espécies dominantes (Figura 8B), somente o bairro Zumbi apresentou maior abundância relativa comparada com os seguintes bairros: Alvorada, Buriti/Distrito, Centro, Lago Azul e Ponta Negra (Kruskal-Wallis, $H = 34.86$, $GL = 11$, $P < 0.001$).

Entre as espécies frequentes, os padrões de variação espacial nas abundâncias relativas foram mais complexos (Figura 8C). Neste caso, o bairro Lago Azul se destacou por apresentar maiores abundâncias relativas comparadas com outros seis bairros (Apêndice 2, Kruskal-Wallis, $H = 62.75$, $GL = 11$, $P < 0.001$). Em contraste, as menores abundâncias relativas foram observadas no bairro Compensa (Apêndice 2). Não foram detectadas diferenças significativas nas abundâncias relativas das espécies infrequentes entre os bairros (Kruskal-Wallis, $H = 10.60$, $GL = 11$, $P = 0.48$).

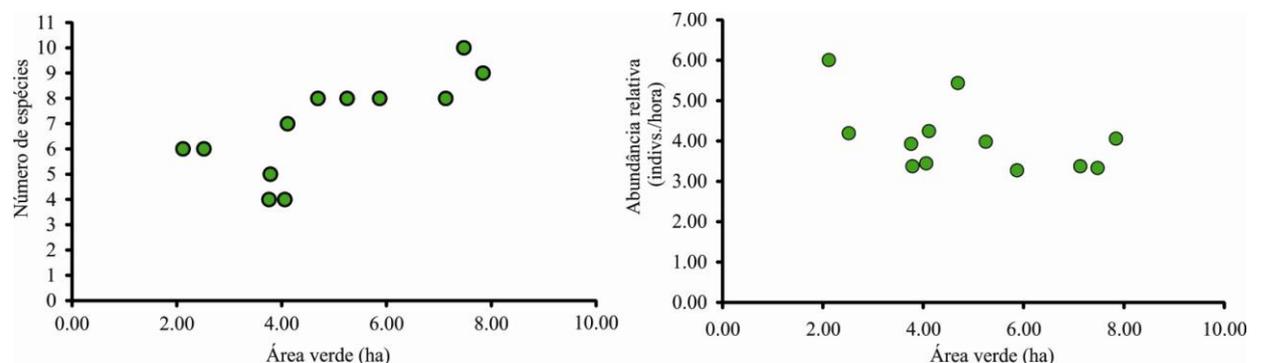


Figura 9. Variações na riqueza de espécies e abundância relativa em função da percentagem de área verde por bairro. As variáveis de área verde, renda mensal e abundância relativa foram transformadas em logaritmo natural.

Potenciais direcionadores da assembleia de psitacídeos

Bairros com alta densidade populacional humana apresentaram menor percentagem de área verde ($F = 57.75$, $P < 0.0001$, R^2 (ajust.) = 0.84). Em contraste, a percentagem de área verde e renda média dos moradores dos bairros não apresentaram correlação ($F = 0.09$, $P = 0.76$), assim como a renda média e a densidade populacional ($F = 0.12$, $P = 0.73$).

As variações mensais na pluviosidade não afetaram a diversidade de espécies de psitacídeos ao longo do ano ($F = 0.002$, $P = 0.96$). De modo similar, não foi observado

nenhuma relação entre a pluviosidade e as variações mensais na abundância relativa das espécies em conjunto ($F = 0.0967$, $P = 0.75$), bem como para as abundâncias das espécies dominantes ($F = 0.16$, $P = 0.69$), frequentes ($F = 0.88$, $P = 0.62$) ou infrequentes ($F = 0.05$, $P = 0.81$).

A renda mensal dos moradores dos bairros não afeta de modo significativo a riqueza de espécies ($F = 0.022$, $P = 0.87$), nem a abundância relativa dos psitacídeos ($F = 0.10$, $P = 0.74$). Em contraste, bairros com maior percentagem de área verde apresentaram maior riqueza de espécies ($F = 13.75$, $P = 0.004$, R^2 (ajust.) = 0.54 – Figura 9A). Bairros com menor percentagem de área verde tendem a apresentar maiores abundâncias das espécies dominantes de psitacídeos (Figura 9B), mas a relação entre estas variáveis foi marginalmente significativa ($F = 3.9684$, $P = 0.0720$, R^2 (ajust.) = 0.21).

A composição de espécies de psitacídeos foi distinta entre bairros com maiores diferenças na densidade populacional ($F = 7.91$, $P = 0.006$, R^2 (ajust.) = 0.10 – Figura 10). Diferenças na renda média dos moradores entre bairros também estiveram relacionadas com a composição de espécies de psitacídeos, mas este efeito foi relativamente sutil ($F = 4.68$, $P = 0.03$, R^2 (ajust.) = 0.05).

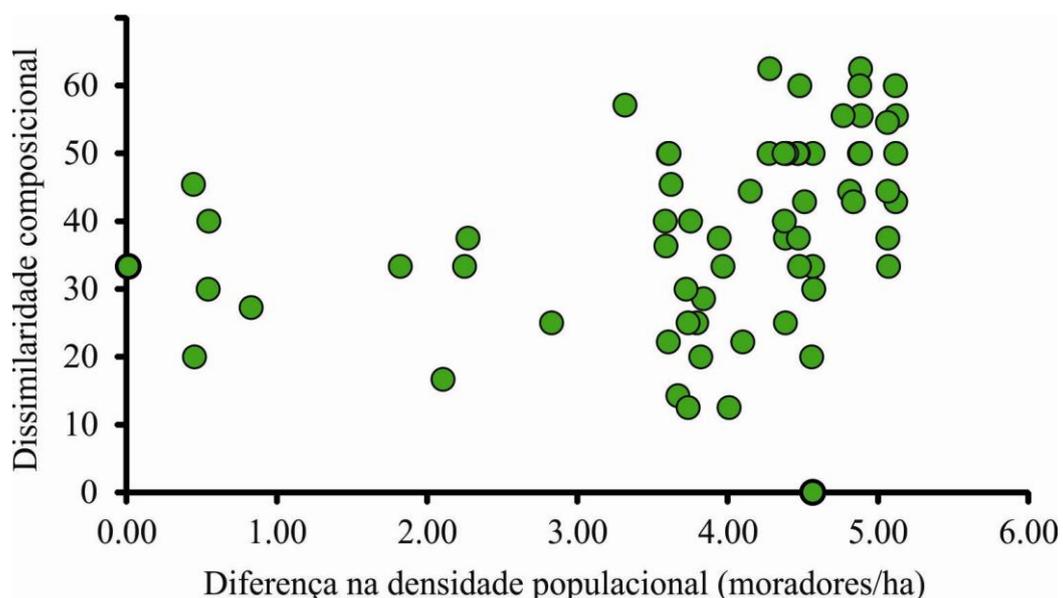


Figura 10. Relação entre dissimilaridade composicional (100 - índice de Jaccard) e diferenças na densidade populacional entre os bairros. A diferença na densidade populacional foi transformada em logaritmo natural.

DISCUSSÃO

Assembleia de psitacídeos em Manaus

A fauna de psitacídeos do município de Manaus (áreas rural e urbana) é composta por 23 espécies (Apêndice 1), o que equivale a aproximadamente 44% das espécies de psitacídeos amazônicos (Galetti et al. 2002).

Neste estudo registramos em 2018 uma elevada diversidade de psitacídeos para o município de Manaus, onde 14 espécies foram encontradas dentro dos limites urbanos da cidade. A diversidade de espécies de psitacídeos em cidades brasileiras é bastante heterogênea variando de somente uma até 10 espécies (Franchin 2009; Oppliger et al. 2016). Nossos resultados, portanto, destacam Manaus como uma das cidades com maior diversidade de psitacídeos do Brasil.

O registro desta elevada diversidade se contrapõe com a sugestão de que a família Psittacidae apresenta grande perda de diversidade taxonômica e filogenética em cidades ao redor do mundo (Lepczyk et al. 2017; Sol et al. 2017). A maioria dos estudos com aves em ambientes urbanos, no entanto, foi realizada em cidades do hemisfério norte (Magle et al. 2012; Aronson et al. 2014, Beninde et al. 2015; Sol et al. 2017), onde grande parte das espécies de psitacídeos foi introduzida (Martens 2013). De fato, a maior parte das generalizações sobre assembleias de aves em ambientes urbanos deriva de estudos em cidades localizadas fora dos trópicos, região que hospeda a maior diversidade de aves do planeta (Lepczyk et al. 2017). Isto reforça a necessidade de ampliação de estudos em cidades tropicais para um entendimento mais aprofundado dos padrões de diversidade de aves e outros organismos.

O presente estudo também aponta que algumas espécies do “pool” regional de espécies de psitacídeos são aptas a ocupar a cidade, enquanto outras parecem não possuir tal habilidade. No processo de ocupação das cidades, a urbanização deve exercer um filtro seletivo para espécies que possuem certos atributos funcionais que facilitam o processo de adaptação a viver no ambiente urbano (Schutz et al. 2015).

Não foi realizada uma análise detalhada da diversidade funcional dos psitacídeos, mas nossos resultados indicam que a maioria das espécies que ocupam a cidade de Manaus é proveniente de ambientes naturais ou antropogênicos sujeitos a alagamentos sazonais. Estes ambientes são bastante dinâmicos estando sujeitos aos efeitos de alagamento sazonal dos rios e de outros corpos d'água (Junk et al. 2011). Ambientes urbanos também são complexos e dinâmicos e o processo de urbanização implica em perda de ambientes que ficam restritos a fragmentos de habitats naturais distribuídos em

uma matriz impermeável (Beninde et al. 2015). É possível que as espécies de psitacídeos que vivem em ambientes dinâmicos e heterogêneos como as várzeas amazônicas estejam pré-adaptadas a ocupar com mais eficiência os ambientes disponíveis na matriz urbana de Manaus. De fato, espécies de aves urbanas parecem exibir uma maior tolerância a variações ambientais em seus ambientes de origem (Bonier et al. 2007). Em contraste, espécies que necessitam de grandes extensões de florestas úmidas de terra firme parecem encontrar dificuldades em se adaptar aos ambientes urbanos e são mais fortemente afetadas pela perda de hábitat promovida pela urbanização.

A colonização de áreas urbanas pelas espécies, no entanto, é um processo complexo onde as características funcionais e filogenéticas das espécies interagem de modo complexo com as diferentes paisagens urbanas (Beninde et al. 2015; Moll et al. 2019). Uma classificação recentemente proposta (Fisher et al. 2015) categoriza as espécies da fauna urbana em: i) espécies que evitam ambientes urbanos e são raramente registradas em cidades denominados *avoiders*, ii) espécies que se utilizam dos recursos oferecidos nas cidades, mas que não se reproduzem em ambientes urbanos (p. ex. aves migratórias) denominadas de *utilizers*, e finalmente iii) as *dwellers* que habitam as cidades e conseguem estabelecer suas populações com sucesso (p. ex. pardais e pombos).

Neste estudo foi possível coletar algumas informações que permitem enquadrar algumas espécies de psitacídeos de Manaus nesta classificação. As espécies de matas de terra firme que não foram registradas durante os censos parecem se comportar como *avoiders* e as registradas nos censos poderiam ser consideradas como *utilizers*. O estabelecimento de populações que se reproduzem consistentemente no ambiente urbano, no entanto, não foi devidamente investigado dificultando classificar as espécies em *dwellers*.

De qualquer modo, a adaptação dos psitacídeos ao ambiente urbano de Manaus deve estar associada aos requerimentos de recursos como alimento e locais de reprodução. Neste aspecto, psitacídeos se caracterizam por serem aves sociais que se alimentam de recursos vegetais, especialmente frutos, e necessitam de cavidades como sítios para reprodução (Sick 1997; Renton et al. 2015).

Como observado de modo não sistemático, espécies de plantas nativas (p. ex. açaí *Euterpe* spp., buriti *Mauritia flexuosa*) e exóticas (p. ex. manga *Mangifera indica* e goiaba *Psidium guava*) são encontradas com certa abundância no perímetro urbano de Manaus e utilizadas por várias espécies de psitacídeos. Em contraste, não foi possível

obter evidências diretas de reprodução dos psitacídeos na área urbana. Pesquisas que investiguem o uso de plantas para alimentação de psitacídeos e sistematizem informações sobre a reprodução destas aves, são de grande relevância para se entender o processo de adaptação destas aves ao ambiente urbano de Manaus.

Variação temporal e espacial na diversidade e abundância de psitacídeos

Flutuações temporais na abundância de psitacídeos são frequentes em ambientes naturais (Roth 1984; Galetti 1997; Renton 2002) e parecem estar associadas à disponibilidade sazonal de recursos alimentares (Ragusa-Netto e Fecchio 2006). Flutuações na abundância de psitacídeos em Manaus foram mais consistentes para as espécies dominantes, especialmente *Brotogeris versicolurus*. Nossos resultados foram similares aos de Souza (2017) que demonstrou que as menores abundâncias de *B. versicolurus* foram registradas de março a setembro na área urbana, período que coincide com um aumento na abundância desta espécie em um ambiente rural de várzea próximo da cidade. Este padrão temporal sugere que parte da população desta espécie de psitacídeo realize movimentos sazonais entre ambientes urbanos e rurais provavelmente em busca de recursos alimentares ou ambientes de reprodução (Souza 2017).

As variações temporais na abundância relativa foram sutis para a maioria das espécies de psitacídeos de Manaus, o que sugere que recursos alimentares estejam disponíveis ao longo do ano todo na cidade. Este aspecto, no entanto, precisa ser melhor investigado, incluindo estudos de fenologia de espécies de plantas nativas e exóticas utilizadas pelos psitacídeos.

Em contraste com as flutuações temporais, foram registradas diferenças consistentes na diversidade e abundância relativa das espécies entre os bairros amostrados. Estas diferenças indicam que os psitacídeos não estão distribuídos de modo homogêneo pela matriz urbana, o que é surpreendente para um grupo de animais com alto poder de dispersão (Sick 1997).

O uso do ambiente urbano por espécies de animais e plantas varia em função das características de ocupação humana do espaço (McKinney 2008). Locais onde a ocupação humana e infraestrutura são mais adensadas tendem a ter menor diversidade de espécies do que regiões periurbanas e rurais (Clergeau et al. 1998; Clergeau et al. 2001; McKinney 2002). Este padrão de distribuição dos animais está associado tanto com as características das espécies (Bonier et al. 2007, Fisher et al. 2015) quanto com a

distribuição de paisagens ao longo dos gradientes de urbanização (Clergeau et al. 1998). Além disso, as paisagens urbanas e a distribuição da biodiversidade podem ser afetadas pelas características socioeconômicas dos moradores (Kinzig et al. 2005).

Diversos parâmetros das assembleias de psitacídeos em Manaus (p. ex. diversidade, abundância e composição de espécie) são afetados pela quantidade de área verde disponível nos bairros e pela densidade populacional humana. Bairros com maior proporção de área verde tendem a hospedar uma maior diversidade de espécies de psitacídeos. Além disso, bairros com maiores contrastes na densidade populacional humana também hospedam assembleias distintas de espécies. As condições de renda dos moradores dos bairros, por outro lado, não foi um fator relevante para a distribuição dos psitacídeos.

Alguns estudos sugerem que bairros com moradores de perfil socioeconômico mais privilegiado tendem a hospedar assembleia de aves mais ricas em espécies (Kinzig et al. 2005, MacGregor-Fors e Schondube 2011, Luck et al. 2013). Os potenciais efeitos das características socioeconômicas de moradores de cidades sobre a biodiversidade, no entanto, devem ser complexos e variar amplamente entre cidades. De fato, a proporção de área verde nos bairros de Manaus não está associada ao perfil de renda de seus moradores. Mesmo bairros onde os moradores possuem uma renda modesta (p. ex. Puraquequara, Lago Azul) podem conter áreas verdes extensas que por sua vez hospedam uma rica comunidade de psitacídeos.

A proporção de áreas verdes disponíveis na cidade de Manaus provavelmente está associada ao histórico de ocupação e avanço de infraestrutura pela matriz urbana. Bairros antigos estabelecidos principalmente na zona sul da cidade apresentam pouca cobertura verde com a paisagem dominada por prédios e casas. Em contraste, nas zonas leste, oeste e norte da cidade onde a situação socioeconômica é precária, são encontrados os bairros com maior cobertura florestal na forma de fragmentos ou corredores florestais (Figura 2).

CONSERVAÇÃO

A maneira como as cidades se desenvolvem influencia a qualidade de vida humana. Pessoas que residem em cidades com maior cobertura de áreas verdes tendem a ter uma melhor qualidade de vida (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012). Deste modo, é necessário que as cidades sejam planejadas e manejadas de modo a

ampliar o contato das pessoas com a diversidade biológica regional (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012).

A quantidade de área verde em Manaus foi um dos fatores mais relevantes para a diversidade e abundância de psitacídeos indicando que o manejo adequado destas áreas verdes é uma importante ferramenta para tornar a cidade mais favorável à adaptação destas aves. Neste sentido, sugere-se que a administração pública municipal e os moradores dos bairros adotem práticas de manejo que: i) protejam áreas verdes em bairros localizados em áreas de expansão urbana da cidade, ii) ampliem a arborização de vias públicas com espécies de plantas que possam ser utilizadas pelas aves e outros organismos, e iii) incentivem o plantio de espécies nativas ou exóticas em quintais de residências particulares nos bairros com maior densidade populacional.

CONCLUSÃO

Manaus hospeda uma assembleia de psitacídeos diversa e representativa do bioma Amazônia. Esta assembleia é composta principalmente por espécies que ocuparam a cidade a partir de ambientes rurais vizinhos, especialmente dos ambientes florestais e abertos sujeitos a alagamentos sazonais.

A diversidade e abundância dos psitacídeos mantiveram-se relativamente estáveis ao longo do ano, enquanto que diferenças amplas nestes parâmetros foram encontradas entre os bairros da cidade.

A diversidade e abundância de psitacídeos em Manaus foram afetadas de modo significativo pelas características ambientais (quantidade de área verde) e de ocupação humana (densidade populacional) dos bairros.

Uma vez que a quantidade de área verde afeta positivamente a diversidade de psitacídeos, administradores públicos e moradores da cidade poderiam adotar medidas de proteção de vegetação nativa em áreas de expansão urbana e recuperação de vegetação nativa ou exótica em quintais e espaços públicos. Medidas como estas favoreceriam ao aumento da presença destes animais tão representativos da avifauna tropical na área urbana.

AGRADECIMENTOS

A Deus por realizar o impossível na minha vida, realizar o inexplicável e me mostrar uma saída quando eu achava que não havia. As portas que se abriram, as pessoas

improváveis que de alguma forma me estenderam a mão, são consequências do seu amor por mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Henrique Borges, a quem sou eternamente grata pela super orientação, por todo apoio, pela sua disponibilidade, dedicação, empenho, correções, críticas, troca de idéias, sugestões, pelo ânimo, pelo incentivo, conhecimento a mim passado durante esses dois anos de realização deste estudo, conhecimentos não só científicos, mas também sobre como podemos ser um bom ser humano, sou grata principalmente pela sua paciência em dedicar muito do seu tempo para me apoiar na produção deste trabalho. Sua orientação muito acrescentou em minha carreira profissional, e em minha vida. De fato meu orientador é um dos grandes responsáveis pela realização do meu sonho, o mestrado.

Minha gratidão a Neilor da Silva Anselmo, pela sua grande parceria em cuidar da minha mãe na minha ausência, e por se disponibilizar a me acompanhar e me apoiar nos trajetos de campo do censo, voluntariamente, e por muitas vezes abrir mão de seus compromissos para me ofertar apoio e segurança. Obrigada por me apoiar em diversos momentos ao longo desses dois anos de mestrado, junto com sua família.

Ao Programa de Pós Graduação em Zoologia-PPGZOO-UFAM, pela oportunidade, e aos professores Fabrício Baccaro e Marcelo Menim por se mostrarem sempre disponíveis a colaborar no que fosse preciso. A Fundação de Amparo a Pesquisa do Amazonas-FAPEAM, pela bolsa a mim concedida.

Ao Gil (Gildázio), secretário do PPGZOO, super amigo e parceiro, que sempre me ajudou de todas as formas possíveis, sempre disponível e animado, sou para sempre grata a todo apoio e paciência, o mundo precisa de mais pessoas assim.

A minha amiga Silvia Coelho (colega de turma do mestrado) por toda a sua forte parceria, alegria, e positividade no primeiro ano de mestrado, sou pra sempre grata pela sua amizade.

Às minhas amigas biólogas Marley Guerreiro de Almeida, Caroline de Carvalho Duarte e Jakeline Andrade de Souza, as quais, eu considero grandes amigas/irmãs e excelentes pesquisadoras, agradeço a Jake por sua parceria desde a iniciação científica, grata pra sempre.

Agradeço profundamente aos meus pais, minha mãe Jucimarina de Matos Fragata, por tudo, ao meu pai Vander Barroso Fragata pelo incentivo e força de cada dia a mim passados e por me apoiar financeiramente em diversos momentos. Aos meus irmãos,

Márcio por ser como um pai desde sempre, Claíde por todo apoio afetivo e financeiro em meus estudos, minha irmã Jociara e irmão Vander Júnior, pelo carinho e incentivo.

REFERÊNCIAS

- Araujo, M. R., Desmoulière, S. J. M., Levino, A. 2014. Padrão espacial da distribuição da incidência de dengue e sua relação com a variável renda na Cidade de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saude* 5:11-20.
- Aronson M.F.J. et al. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proc. R. Soc. B* 281 20133330. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>
- Bejcek, V. Stastny, Karel Enciclopédia das Aves As várias espécies e seus habitats Edição: Livros & Livros, abril de 2002.
- Bonier, F., Martin, P. R., Wingfield, J.C. 2007. Urban birds have broader environmental tolerance. *Biol. Lett.* 3: 670–673.
- Beninde, J.; Veith, M.; Hochkirch, A. 2015. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18: 581–592.
- Borges, S.H.; Guilherme, E. 2000. Comunidade de aves em um fragmento florestal urbano em Manaus, Amazonas, Brasil. *Ararajuba* 8: 17-23.
- Castelani, S.A. 2013. Forests and cities: essays on urban growth and development in the Brazilian Amazon. 2013. Tese (Doutorado em Teoria Econômica) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, University of São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.12.2013.tde-06022014-171117.
- Chace, J.F. & Walsh, J.J. (2006). Urban effects on native avifauna. a review. *Landscape Urban Plann.* 74: 46–69.
- Clergeau P, Savard JPL, Mennechez G et al. 1998. Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: a comparative study between two cities on different continents. *Condor* 100:413–425.
- Clergeau P, Jokimäki J, Savard JPL. 2001. Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *J Appl Ecol* 38:1122–1134
- Cohn-Haft, M. A., A. Whittaker, e P. C. Stouffer. 1997. A new look at the “species poor” central Amazon: the avifauna north of Manaus, Brazil. *Ornithological Monographs* 48:205–235.

- Donald, P.F., Collar, N.J., Marsden, S.J., Pain, D.J. 2010. Facing extinction. T & AD Poyser, London.
- Figueira, Luiza Respostas de espécies florestais às alterações ambientais: a ocupação de florestas primárias e secundárias por psitacídeos na Amazônia Central / Luiza Figueira. --- Manaus : [s.n], 2014. vi, 25 f. : il. CDD 598.7
- Fisher, J.D.; Schneider, S.C.; Ahlers, A.A.; Miller, J.R. 2015. Categorizing wildlife responses to urbanization and conservation implications of terminology. Conservation Biology
- Fontana, C. S; Burger, M. I; Magnusson, W. E Bird diversity in a subtropical South-American City: effects of noise levels, arborisation and human population density Publicado on-line: 12 de fevereiro de 2011 # Springer Science + Business Media, LLC 2011
- Franchin, A.G. 2009. Avifauna em áreas urbanas brasileiras, com ênfase em cidades do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia.
- Galetti, M. 1997, Seasonal abundance and feeding ecology of parrots and parakeets in a lowland Atlantic Forest Brazil. Ararajuba, 5: 115-126.
- Galetti, M., Guimarães Jr., P.R. e Marsden, S.J. 2002. Padrões de riqueza, risco de extinção e conservação dos psitacídeos neotropicais. Pp.: 17-26 in Galetti, M. ; Pizo, M.A Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil. Belo Horizonte/Melopsittacus Publicações Científicas.
- Germaine SS, Rosenstock SS, Schweinsburg RE, Richardson WS (1998) Relationships among breeding birds, habitat, and residential development in Greater Tucson, Arizona. Ecol Appl 8: 680–691
- Grimm NB, Faeth SH, Golubiewski NE, Redman CL, Wu J, Bai X, et al. (2008) Global change and the ecology of cities. Science 319: 756–760. doi: 10.1126/science.1150195 PMID: 18258902.
- Guedes, N.M.R, Seixs, G.H.F Métodos para estudos de reprodução de Psitacídeos/ Livro Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil/Mauro Galetti e Marco Aurélio Editores)-Belo Horizonte, 2002.
- Guedes, G.; Costa, S.; Brondízio, E. 2009. Revisiting the hierarchy of urban areas in the Brazilian Amazon: a multilevel approach. Popul. Environ. 30:159–192.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia | Eixo Monumental Sul Via S1 - Sudoeste - Brasília-DF - CEP: 70680-900

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, Normais Climatológicas do Brasil.

Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Estimativa de população 2016.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2017.

Junk, J. W., M. T. Piedade, J. Schöngart, M. Cohn-haft, J. M. Adeney e F. Wittmann. 2011. A classification of major naturally-occurring amazonian lowland wetlands. *Wetlands* 31: 623-640.

Kinzig, A. P., P. Warren, C. Martin, D. Hope, and M. Katti. 2005. The effects of human socioeconomic status and cultural characteristics on urban patterns of biodiversity. *Ecology and Society* 10(1): 23.

Lees, A.C. e Moura, N.G. 2017. Taxonomic, phylogenetic and functional diversity of an urban Amazonian avifauna. *Urban Ecosyst.* 20:1019–1025. DOI 10.1007/s11252-017-0661-6.

Lepczyk, C.A.; La Sorte, F.A.; Aronson, M.F.; Goddard, M.A.; MacGregor-Fors; Nilon, C.H.; Warren P.S. 2017. Global Patterns and Drivers of Urban Bird Diversity. *Ecology and Conservation of Birds in Urban Environments*. Springer International Publishing. pp. 13–33.

Lockwood, J.L.; Brooks, T.M.; Mckinney, M.L. 2000. Taxonomic homogenization of the global avifauna. *Anim. Conserv.*, 3: 27–35.

Luck, G.W.; Smallbone, L.T.; Sheffield, K.J. 2013. Environmental and socio-economic factors related to urban bird communities. *Austral Ecology* 38: 111–120.

MacGregor-Fors I, Schondube, J. E.. 2011. Gray vs. green urbanization: Relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology* 12: 372–381.

Magle, S.B., Hunt, V.M.; Vernon, M.; Crooks, K.R. 2012. Urban wildlife research: past, present, and future. *Biological Conservation* 155: 23–32.

Manaus - AM. 2010. Lei nº 1.401, de 14 de janeiro de 2010 - DOM nº 2.365. Dispõe sobre a criação e a divisão dos bairros de Manaus, estabelecendo novos limites. Disponível em: <http://implurb.manaus.am.gov.br/bairros-de-manaus>.

Marques, Carolina Prudente Psitacídeos (Aves: Psittaciformes) em Praça de Uberlândia, MG: Um Estudo sobre a exploração do recursos no ambiente urbano –Sistemas de Biblioteca da UFU, MG 2012.

- Martens J., Hoppe D. & Woog F. 2013. Diet and feeding behaviour of naturalized Amazon Parrots in a European city. *Ardea* 101: 71–76.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52: 883–890.
- McKinney, M. L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247-260
- McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11:161–176.
- Moll, R.J.; Cepek, J.D.; Lorch, P.D.; Dennis, P.M.; Tans, E.; Robison, T.; Millsbaugh, J.J.; Montgomery, R.A. 2019. What does urbanization actually mean? A framework for urban metrics in wildlife research. *Journal of Applied Ecology*. 56: 1289-1300.
- Nunes, M.F.C. e Betini, G.S. 2002. Métodos de estimativa de abundância de psitacídeos. Pp.: 99-112 in Galetti, M. ; Pizo, M.A *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*. Belo Horizonte/Melopsittacus Publicações Científicas.
- ONU 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).
- ONU 2018. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).
- Oppliger, E. A., Fontoura, F. M., Oliveira, A.K.M., Toledo, M. C. B., Silva, M.H.S., Guedes, N.M.R. 2016. O potencial turístico para a observação da avifauna em três áreas verdes na cidade de Campo Grande, MS. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, 10: 274-292.
- Perlo, B.V. 2009. *A Field Guide to the Birds of Brazil*. Oxford University Press.
- Planalto-Decreto do Executivo 2010 - Decreto 7.341/2010 do dia 22/10/2010-Brasília 2010. Disponível em: 2010 www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7341.htm
- Ragusa-Netto, J. e Fecchio, A. 2006. Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the Southern Pantanal (Brazil). *Braz. J. Biol.*, 66(4): 1021-1032.
- Renton, K. J. 2002. Seasonal variation in occurrence of macaws along a rainforest river. *Journal of Field Ornithology* 73:15-19.
- Renton, K., Salinas-Melgoza, A., Labra-Hernández, M. A., Parra-Martínez, S.M., 2015. Resource requirements of parrots: nest site selectivity and dietary plasticity of Psittaciformes. *Journal of Ornithology* 156: 73-90.

- Roth, P. 1984, Repartição do habitat entre psitacídeos simpátricos no sul da Amazônia. *Acta Amazonica*, 14: 175-221.
- Sacco, A.G; Bergmann, F.B; Rui, A. M. Assembleia de aves na área urbana do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* vol.13 no.2 Campinas Apr./June 2013 <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032013000200014>.
- Schutz, Claudia; Schulze, Christian H. 2015. Functional diversity of urban bird communities: effects of landscape composition, green space area and vegetation cover. *Ecology and Evolution* 5: 5230–5239.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2012. *Cities and Biodiversity Outlook*. Montreal, 64 pages.
- SEPLAN/CTI. 2016. Divisão administrativa da cidade de Manaus. Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação. Governo do Estado do Amazonas.
- Sekercioglu, C.H. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 464-471.
- Silva CP, García CE, Estay SA, Barbosa. 2015. Bird Richness and Abundance in Response to Urban Form in a Latin American City: Valdivia, Chile as a Case Study. *PLoS ONE* 10(9): e0138120. doi:10.1371/journal.pone.0138120 Editor: Maura (Gee) Geraldine Chapman, University of Sydney, AUSTRALIA.
- Sol, D.; Bartomeus, I.; Gonzalez-Lagos, C.; Pavoine, S. 2017. Urbanisation and the loss of phylogenetic diversity in birds. *Ecology Letters* 20: 721–729.
- Souza, R. C. H. 2017. Variação temporal e ocupação do periquito-de-asa-branca *Brotogeris versicolurus* na área urbana de Manaus, AM. Dissertação mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Stotz DF, Fitzpatrick JW, Parker TA, Moskovits DK. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.
- Sick, H. 1997 *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

Apêndices

Apêndice 1. Espécies de psitacídeos registrados no município de Manaus de acordo com wikiaves (consultado em 19/05/2018). Espécies marcadas com * foram registradas durante os censos neste estudo e as marcadas com ** não foram registradas.

Nome do Táxon	Peso (g)	Habitats	Distribuição geográfica
<i>Amazona amazônica</i> *	370	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Amazona autumnalis</i> *	416	Florestas de terra firme	Amazônica
<i>Amazona farinosa</i> *	626	Florestas de terra firme	Ampla
<i>Amazona festiva</i> *	430	Flor. alagáveis/generalistas	Amazônica
<i>Ara macao</i> *	1015	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Brotogeris sanctithomae</i> *	59	Flor. alagáveis/generalistas	Amazônica
<i>Brotogeris versicolurus</i> *	71.53	Flor. alagáveis/generalistas	Amazônica
<i>Forpus xanthopterygius</i> *	31	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Graydidascalus brachyurus</i> *	159	Flor. alagáveis/generalistas	Amazônica
<i>Orthopsittaca manilatus</i> *	372	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Pionus menstruus</i> *	251	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Psittacara leucophthalmus</i> *	158	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Amazona ochrocephala</i> **	476.9	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Ara ararauna</i> **1	1125	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Ara chloropterus</i> **1	1214	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Ara severus</i> **	343	Flor. alagáveis/generalistas	Ampla
<i>Brotogeris chrysoptera</i> **	54.5	Florestas de terra firme	Amazônica
<i>Derophtus accipitrinus</i> **	246	Florestas de terra firme	Amazônica
<i>Pionites melanocephalus</i> **2	148.8	Florestas de terra firme	Amazônica
<i>Pionus fuscus</i> **	206	Florestas de terra firme	Amazônica
<i>Pytilia caica</i> **	132	Florestas de terra firme	Amazônica
<i>Touit huetii</i> **2	60	Flor. alagáveis/generalistas	Amazônica
<i>Touit purpuratus</i> **	59.7	Florestas de terra firme	Amazônica

1) Espécies registradas fora do censo (Bairro Nova Cidade), 2) Espécies não documentadas para o município, mas que possivelmente ocorram na região.

Apêndice 2. Resultados das análises de Kruskal-Wallis baseado nos dados espacial considerando os bairros onde os censos de psitacídeos foram realizados na área urbana.

Análise por bairros todas as espécies

H = 45.98

Graus de liberdade = 11

(p) Kruskal-Wallis = < 0.0001

Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Aleixo vs Alvorada	52.35	3.16	3.13	< 0.05
Alvorada vs. Puraquequara	59.02	3.56	3.13	< 0.05
Alvorada vs. Zumbi	80.77	4.87	3.13	< 0.05
Buriti/Distrito vs. Zumbi	77.33	4.27	3.13	< 0.05
Centro vs. Puraquequara	50.83	3.14	3.13	< 0.05
Centro vs. Zumbi	72.58	4.48	3.13	< 0.05
Compensa vs. Zumbi	51.92	3.20	3.13	< 0.05
Ponta_Negra vs. Zumbi	61.42	3.79	3.13	< 0.05

Análise por bairros espécies dominantes

H = 34.86

Graus de liberdade = 11

(p) Kruskal-Wallis = 0.00

Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Alvorada vs. Zumbi	69.96	4.22	3.13	< 0.05
Buriti/Distrito vs. Zumbi	64.42	3.56	3.13	< 0.05
Centro vs. Zumbi	65.17	4.02	3.13	< 0.05
Lago Azul vs. Zumbi	68.05	4.11	3.13	< 0.05
Ponta Negra vs. Zumbi	57.67	3.56	3.13	< 0.05

Análise por bairros espécies frequentes

H = 62.75

Graus de liberdade = 11

(p) Kruskal-Wallis = < 0.0001

Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Aleixo vs. Buriti/Distrito	66.67	3.68	3.13	< 0.05
Aleixo vs. Compensa	78.33	4.83	3.13	< 0.05
Alvorada vs. Lago Azul	70.55	4.17	3.13	< 0.05
Buriti/Distrito vs. Lago Azul	91.16	4.94	3.13	< 0.05
Buriti/distrito vs. Nossa Senhora das Graças	59.25	3.21	3.13	< 0.05
Buriti/Distrito vs. Planalto	64.63	3.57	3.13	< 0.05
Centro vs. Lago Azul	53.70	3.24	3.13	< 0.05
Cidade Nova vs. Lago Azul	54.62	3.30	3.13	< 0.05
Compensa vs. Lago Azul	102.83	6.21	3.13	< 0.05

Compensa vs. Nossa Senhora das Graças	70.92	4.28	3.13 < 0.05
Compensa vs. Planalto	76.29	4.71	3.13 < 0.05
Compensa vs. Puraquequara	63.42	3.91	3.13 < 0.05
Compensa vs. Zumbi	53.00	3.27	3.13 < 0.05
Lago Azul vs. Ponta Negra	52.28	3.16	3.13 < 0.05

**Análise por bairros espécies
infrequentes**

H = 10.60

Graus de liberdade = 11

(p) Kruskal-Wallis = 0.48