



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

CAMPUS DE PORTO NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

YANNA FERNANDA COELHO LEITE

**RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA NAS ÁREAS VERDES E RUAS
DAS QUADRAS URBANIZADAS DE PALMAS, TOCANTINS: UMA CIDADE
PLANEJADA NO CERRADO BRASILEIRO**

Porto Nacional – TO

2024

YANNA FERNANDA COELHO LEITE

**RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA NAS ÁREAS VERDES E RUAS
DAS QUADRAS URBANIZADAS DE PALMAS, TOCANTINS: UMA CIDADE
PLANEJADA NO CERRADO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Tocantins, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ecologia e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Renato Torres Pinheiro

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Mayer Pelicice

Porto Nacional – TO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

L533r Leite, Yanna Fernanda Coelho.

Riqueza e composição da avifauna nas áreas verdes e ruas das quadras urbanizadas de Palmas, Tocantins: Uma cidade planejada no Cerrado brasileiro. / Yanna Fernanda Coelho Leite. – Porto Nacional, TO, 2024.

55 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, 2024.

Orientador: Renato Torres Pinheiro

Coorientador: Fernando Mayer Pelicice

1. áreas verdes. 2. avifauna urbana. 3. arborização urbana. 4. composição de espécies. I. Título

CDD 577

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Yanna Fernanda Coelho Leite

Riqueza e composição da avifauna nas áreas verdes e ruas das quadras urbanizadas de Palmas, Tocantins: Uma cidade planejada no Cerrado brasileiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Tocantins, *Câmpus* de Porto Nacional como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ecologia e Conservação.

Data de defesa: 03/05/2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Renato Torres Pinheiro (Orientador), UFT

Prof. Dr. Fernando Mayer Pelicice (Coorientador), UFT

Adriana Malvásio, UFT

Marco Aurélio Crozariol, UECE

Porto Nacional – TO
2024

Prezo insetos mais que aviões.
Prezo a velocidade das tartarugas mais que a dos mísseis.
Tenho em mim esse atraso de nascença.
Eu fui aparelhada para gostar de passarinhos.
Tenho abundância de ser feliz por isso.
Meu quintal é maior do que o mundo.

Manoel de Barros

*Dedico este trabalho à minha família,
esposa e amigos que comigo estiveram
durante toda essa caminhada.*

AGRADECIMENTOS

- ❖ Deus, obrigada por me permitir chegar até aqui. Muitas vezes ao longo desses dois anos achei que não iria ter forças para realizar esse momento. Foram tantas as dificuldades, doenças, momentos difíceis, obstáculos, no entanto, mesmo me sentindo incapaz e sem forças para continuar, Tu me destes fôlego e colocastes pessoas no meu caminho que acreditaram em mim e me incentivaram a seguir na caminhada. Hoje, olho para trás e vejo que tudo o que passei me tornou mais forte e grata pela conquista. Obrigada.
- ❖ À minha família que de um jeito muito particular sempre me apoia e acredita que irei conseguir aquilo que me comprometo a realizar.
- ❖ Meu amor, para você um agradecimento mais que especial. De longe a pessoa que mais acredita no meu potencial e me incentiva a crescer e evoluir. Ao longo dessa incrível jornada você esteve ao meu lado e nas inúmeras vezes que eu quis desistir e achei que não fosse conseguir, você me incentivou a continuar e me fez acreditar que tudo daria certo. Obrigada por acreditar em mim mais que eu mesma. Essa conquista é sua também. Te amo.
- ❖ Renato, sua paciência é admirável (que sorte a minha). Desde a graduação juntos (2008) fazem com que meu carinho e respeito por você aumentem a cada dia. Obrigada por me incentivar, apoiar e ensinar tanto. Essa missão foi difícil e gostaria de ter sido uma orientanda melhor. Será que vou precisar de um doutorado para me redimir? Pensa bem na sua resposta (risos).
- ❖ Fernando, obrigada por contribuir de forma tão significativa com o desenvolvimento deste trabalho. Sou uma grande admiradora do seu conhecimento e sou grata pela oportunidade de cocriar com você. Saiba que aquela conversa que tivemos em janeiro foi fundamental para que eu acreditasse que ainda era possível. Obrigada.
- ❖ Aos mais que amigos, Wanieulli Pascoal e Marco Crozariol, quando eu crescer quero ser igual a vocês. Vou repetir para que não esqueçam, vocês são grandes referências para mim. Obrigada por tudo.
- ❖ Silene, lembra o dia da inscrição do mestrado? Saímos para passarinho e você disse que as inscrições estavam abertas e juntamente com a Olivia fizeram tudo o que era necessário para realizar a minha inscrição, mesmo eu dizendo que não queria (risos). Bom, aqui estamos dois anos depois, concluindo com muita alegria, satisfação e muitos perrengues esse grande desafio.

- ❖ Lucas e Ladislau, amizades que esta jornada me presenteou. Sou grata pelo carinho, momentos de conversas, conselhos e cervejas, pela motivação quando já não existia. Vocês são sensacionais demais. É claro que compartilhamos muito desespero também, aquelas mensagens e figurinhas no *whatsapp* “putz não vai dar tempo”, “ainda não terminei minha coleta de dados”, “calma, vai dar certo”, “meu Deus isso precisa acabar” dentre outras tantas e tantos sorrisos, foram importantes para chegar até aqui. Afinal, deu certo? O mestrado acabou (eu espero) mas, a amizade continuará.
- ❖ Aos amigos de turma 2022/1 pela caminhada compartilhada. Que desafio essa jornada não é mesmo companheiros? Vencemos!
- ❖ A todos os docentes do PPGBEC que com excelência e muito empenho compartilharam importantes conhecimentos que levarei para a vida.
- ❖ A CAPES/CNPq pela concessão da bolsa e Universidade Federal do Tocantins pelo apoio institucional.
- ★ Em memória, gostaria de deixar um agradecimento especial à Pâmella Oliveira que não está mais entre nós, no entanto, seu trabalho com a avifauna na área urbana de Palmas está citado em diversas partes do presente estudo e ficará para sempre como uma grande contribuição para a ciência e uma forma de ser sempre lembrada.
- ❖ A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho, meu muito obrigada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica do Plano Diretor Urbano de Palmas, Tocantins. Em destaque as 30 quadras residenciais onde foram realizados os levantamentos de avifauna.	22
Figura 2. Exemplo do esquema de distribuição de pontos (quadra 205 Sul) para levantamento da avifauna. Os pontos vermelhos representam as ruas e os pontos verdes representam as áreas verdes das quadras residenciais urbanizadas de Palmas/TO.	24
Figura 3. Riqueza de espécies estimada por Jackknife I em função do número de quadras e riqueza observada.	27
Figura 4. Riqueza de espécies estimada por Jackknife I em função do número de quadras para os ambientes área verde e rua nas 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.	29
Figura 5. Ordenação pelo método NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) da similaridade de Jaccard para os ambientes área verde e rua nas 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.	30
Figura 6. Vinte e quatro espécies mais abundantes registradas nas áreas verdes e ruas das 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.	31
Figura 7. Ordenação pelo método NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) da similaridade de Bray-Curtis para os ambientes área verde e rua nas 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.	32
Figura 8. Relação entre a riqueza de aves e a riqueza de árvores nativas nas quadras residenciais urbanizadas de Palmas.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Riqueza e abundância de indivíduos nas áreas verdes e ruas das 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.	28
Tabela 2. Análise de regressão múltipla relacionando as variáveis arbóreas com a riqueza de aves.	33

RESUMO

A preservação da biodiversidade é de extrema importância para o equilíbrio dos ecossistemas no planeta. A fragmentação do meio ambiente e as consequências da urbanização provocam impactos significativos sobre a avifauna refletindo na preservação das espécies. O objetivo deste estudo foi avaliar a riqueza e composição de aves em 30 quadras urbanizadas de Palmas, Tocantins. Das 75 espécies registradas, 21 foram exclusivas das áreas verdes, enquanto apenas uma foi observada exclusivamente na rua. Utilizou-se análise de similaridade de Jaccard para comparar a riqueza entre os ambientes (áreas verdes e ruas) e o índice de Bray-Curtis para avaliar a composição entre eles. Uma análise de regressão múltipla, utilizando o método Backward, foi realizada para investigar a influência das variáveis - riqueza, abundância e origem (nativa e não-nativa) das árvores, distância para áreas naturais e ambiente - na riqueza de aves das quadras. Os resultados indicaram diferenças significativas na riqueza e abundância de aves entre os ambientes, sendo maior nas áreas verdes e que variáveis como riqueza de árvores nativas, ambiente e abundância de árvores nativas influenciaram na riqueza de aves das quadras. Conclui-se que a vegetação nativa desempenha um papel crucial para as aves, e que as áreas verdes são capazes de manter uma diversidade e abundância de espécies elevadas, destacando a importância da conservação e manutenção dessas áreas em ambientes urbanos.

Palavras-chave: áreas verdes; avifauna urbana; arborização urbana, composição de espécies.

ABSTRACT

Preserving biodiversity is of utmost importance for the balance of ecosystems on the planet. Environmental fragmentation and the consequences of urbanization have significant impacts on avifauna, reflecting on species preservation. The objective of this study was to assess the composition and richness of birds in 30 urban blocks in Palmas, Tocantins. Of the 75 recorded species, 21 were exclusive to green areas, while only one was observed exclusively on the streets. Jaccard's similarity analysis was used to compare richness between environments (green areas and streets), and the Bray-Curtis index was employed to evaluate their composition. A multiple regression analysis, using the backward method, was conducted to investigate the influence of variables - richness, abundance, and origin (native and non-native) of trees, distance to natural areas, and environment - on the bird richness of the blocks. The results indicated significant differences in bird richness and abundance between environments, being higher in green areas, and variables such as richness of native trees, environment, and abundance of native trees influenced the bird richness of the blocks. It is concluded that native vegetation plays a crucial role for birds, and that green areas can maintain high species diversity and abundance, highlighting the importance of conservation and maintenance of these areas in urban environments.

Keywords: green areas; urban avifauna; urban tree canopy, species composition.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo geral.....	19
2.2	Objetivos específicos.....	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1	Área de Estudo.....	20
3.2	Unidades Amostrais.....	21
3.3	Levantamento da Avifauna	23
3.4	Levantamento da Arborização	24
3.5	Análise Estatísticas	25
4	RESULTADOS	27
4.1	Riqueza, abundância	27
4.1.1	Área Verde x Rua	27
4.1.2	Fatores que influenciam a riqueza de aves	32
5	DISCUSSÃO	34
5.1	Riqueza e abundância	34
5.2	Área verde vs. rua.....	36
5.3	Fatores que influenciam na diversidade de aves	37
5.4	Implicações para a conservação.....	39
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A conversão de áreas naturais em estruturas artificiais para atender as demandas da sociedade está intrinsecamente ligada ao processo de urbanização, que tem como característica grandes áreas com superfícies impermeáveis, alta densidade populacional, presença de animais domésticos e plantas não nativas (GÜNERALP; SETO, 2013). A urbanização é reconhecida como uma das principais causas de mudanças na paisagem (GRIMM et al., 2008; MCDONALD et al., 2019; WILCOX; MURPHY, 1985) contribuindo para um estado constante de homogeneidade com baixa possibilidade de restauração da biodiversidade original (HAHS et al., 2009; KOLBE et al., 2016; MCKINNEY, 2002).

A biodiversidade é considerada um patrimônio único, uma vez que a variedade de seres vivos que a compõem é responsável pela prestação de serviços ecossistêmicos de suporte, provisão, regulação e culturais (OPPLIGER et al., 2019), responsáveis pela mitigação do calor, redução do escoamento de águas pluviais, conservação da biodiversidade e melhoria da saúde humana, entre muitos outros (KEELER et al., 2019). Compreender como a biodiversidade responde aos efeitos crescentes, cumulativos e complexos decorrentes do rápido crescimento urbano, se torna cada vez mais urgente e necessário, uma vez que a urbanização impacta negativamente a maioria dos funcionamentos dos meios natural, sociocultural e econômico (FISCHER et al., 2020; KOWARIK; FISCHER; KENDAL, 2020; USLU; SHAKOURI, 2013).

A transformação da paisagem urbana, também reduz e fragmenta os habitats naturais, comprometendo a manutenção de comunidades biológicas que originalmente habitavam a área (SETO; GÜNERALP; HUTYRA, 2012). As paisagens urbanas geralmente formam um mosaico ambiental disperso, caracterizado por áreas verdes mescladas com áreas construídas, variando em termos de tamanho, forma e nível de ocupação humana, onde muitas vezes a falta de conexão entre os fragmentos de hábitat, impedem o fluxo gênico, reduzindo a biodiversidade e podendo levar as espécies à extinção (AZIZ; RASIDI, 2014; JOHNSON; MUNSHI-SOUTH, 2017; KAGEYAMA; GANDARA; SOUZA, 1998). Este processo funciona como um filtro ambiental selecionando as espécies mais bem adaptadas aos ambientes antropizados, condição esta

que normalmente favorece as espécies não nativas (HOU et al., 2023; LOPEZ; URBAN; WHITE, 2018).

Dentre os grupos de vertebrados que são afetados diretamente pelo processo de urbanização, destacam-se as aves (ARONSON et al., 2014). As aves formam um grupo altamente diverso e sensível a mudanças ambientais geradas pela urbanização, sendo algumas espécies mais adaptáveis do que outras para ocupar os ambientes antropizados (MORANTE-FILHO et al., 2015). Ainda se sabe pouco sobre os mecanismos que afetam a diversidade e resiliência das aves em ambientes urbanos, apesar de estudos apontarem uma correlação positiva entre áreas verdes e riqueza de aves, pouco se sabe sobre os aspectos gerais dessas interações, e essa carência de trabalhos é ainda mais acentuada na América Latina (MACGREGOR-FORS, 2011; MARZLUFF, 2017).

Devido à sensibilidade das aves às condições do ambiente e por responderem rapidamente às drásticas mudanças que ocorrem em nível local, regional e global (BAESSE, 2015), este grupo vem sendo cada vez mais utilizado como modelo indicador da qualidade ambiental frente aos impactos da urbanização (CALLAGHAN et al., 2019; OPPLIGER et al., 2019; TOLEDO; BATISTA; MAIA, 2011). Sabe-se também, que as aves prestam importantes serviços ecossistêmicos, realizando o controle populacional de espécies consideradas pragas que atacam lavouras ou representam perigos sanitários, (NYFFELER; ŞEKERCIOĞLU; WHELAN, 2018); polinizando flores (BUZATO; SAZIMA; SAZIMA, 2000) e dispersando sementes (ALMEIDA-NETO et al., 2008); ou alimentando-se de animais mortos sendo importantes para a ciclagem de nutrientes (DEN HEEVER et al., 2021).

O Brasil é o país mais importante do mundo em termos de avifauna, em razão de seu extenso território com diferentes fitofisionomias que comportam uma rica diversidade de aves em seus diferentes biomas (SILVEIRA; OLMOS, 2007), atualmente, o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO) reconhece a presença no território nacional de aproximadamente 1970 espécies válidas, divididas em 102 famílias e 732 gêneros (PACHECO et al., 2021). Apesar da grande diversidade de aves no Brasil, o país conta com poucos estudos em áreas urbanas que buscam entender como a urbanização afeta a diversidade desse grupo, apesar de compreendermos que a urbanização intensa afeta negativamente as aves, pouco se sabe sobre os reais mecanismos que aumentam ou diminuem a riqueza e abundância das mesmas

(RODRIGUES; BORGES-MARTINS; ZILIO, 2018; TOLEDO; BATISTA; MAIA, 2011)

Palmas, capital do Tocantins, apresenta uma grande riqueza de aves sendo identificadas mais de 340 espécies para a área urbana e suburbana (PINHEIRO et al., 2008; BARBOSA et al., 2015). No entanto, essa riqueza vem sendo gradativamente perdida em função do crescimento urbano. Um estudo conduzido por Reis, López-Iborra & Pinheiro (2012) mostrou que a redução na riqueza de aves na área urbana de Palmas/TO, estava diretamente relacionada aos processos de urbanização, com áreas não urbanizadas apresentando maior riqueza de espécies. Estes mesmos autores relataram ainda que as árvores nativas do cerrado tiveram uma contribuição positiva para o incremento da riqueza de aves, em contrapartida, a presença de árvores não-nativas, frequentemente usadas no urbanismo, tiveram uma contribuição negativa.

Nesse contexto de perdas e transformações, as áreas verdes assumem um importante papel atuando como redutoras de impactos ambientais em áreas urbanas, por meio do fornecimento de serviços ecossistêmicos (MUÑOZ et al., 2017). As áreas verdes urbanas também podem conter níveis de biodiversidade relativamente altos (ARONSON et al., 2017) constituindo-se em espaços cujas condições ecológicas se assemelham mais às condições normais da natureza (LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Nesse sentido, quanto maior a biodiversidade no ambiente urbano, maior sua resistência e resiliência, suportando melhor as tensões externas e se recuperando com maior eficiência dos impactos antrópicos (MUÑOZ et al., 2017).

As áreas verdes nos centros urbanos tornam-se ambientes favoráveis para as aves ao fornecer os recursos básicos e essenciais que ajudam a promover a dinâmica e manutenção da avifauna local, neste sentido, quanto maior a área verde urbana, maior a diversidade de espécies de aves (KAUSHIK et al., 2022). A riqueza de espécies de aves urbanas também responde positivamente à densidade (FONTANA et al., 2004), riqueza (PAKER et al., 2014), composição (REIS, LÓPEZ-IBORRA, PINHEIRO, 2012) e tamanho das árvores (MACGREGOR-FORS, 2011; STAGOLL et al., 2012) em florestas urbanas.

Apesar das áreas verdes desempenharem um papel importante na retenção da biodiversidade em áreas urbanas, especialmente para a diversidade de aves (MELLES et

al., 2003), as opções para aumentar a quantidade de espaços verdes urbanos em locais urbanizados são normalmente limitadas e caras (BELCHER et al., 2019; WANG et al., 2017). Visando contrapor o modelo urbano tradicional e atender as necessidades de um ambiente mais sustentável, algumas cidades brasileiras, como Brasília/DF, Curitiba/PR e Palmas/TO, foram planejadas de modo que atendessem não apenas as necessidades sociais de sua população, mas também aquelas de caráter ambiental (TEIXEIRA, 2009).

Palmas, situada no domínio do Cerrado, considerado um dos 35 *hotspots* de biodiversidade globais, foi fundada em 1989 e atualmente possui a maior taxa de crescimento dentre todas as capitais brasileiras (IBGE, 2022). Em seu planejamento previu a salvaguarda de áreas verdes visando manter a qualidade ambiental e a minimização dos impactos antropogênicos, incluindo as áreas verdes não edificantes localizadas dentro de suas quadras residenciais (TEIXEIRA, 2009). Palmas/TO se diferencia dos padrões urbanos vigentes, possuindo uma elevada diversidade de espécies arbóreas nativas nas quadras residenciais quando comparada a outros centros urbanos, o que está diretamente relacionado à presença das áreas verdes não edificantes (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2020). No entanto, de maneira similar a outras cidades planejadas, a perda de cobertura vegetal nativa em Palmas/TO, ocorreu em grande escala nos primeiros estágios de implantação da cidade (ADORNO; FIGHERA, 2005) e segue ocorrendo atualmente (RIBEIRO; PINHEIRO, 2022).

Estudos avaliando o impacto da urbanização sobre a avifauna vem aumentando substancialmente em países tropicais detentores de elevada biodiversidade e onde o crescimento urbano é mais acelerado que em outras regiões (SACCO et al., 2015). Pesquisas dessa natureza tornam-se ainda mais relevantes em ambientes vulneráveis como os *hotspots* de biodiversidade. Conhecer as espécies de aves que compõem um ambiente permite o desenvolvimento de melhores estratégias para sua conservação, além de possibilitar a comparação entre estudos e avaliar a composição das espécies ao longo do tempo.

Considerando o rápido crescimento urbano de Palmas/TO e consequente redução de áreas verdes relatada até aqui e a necessidade de estudos para entendimento das consequências da perda de biodiversidade em ambientes urbanos, este trabalho propôs inventariar a avifauna das quadras residenciais urbanizadas em Palmas/TO, com o intuito de entender a importância da arborização das ruas e áreas verdes para

manutenção da riqueza, diversidade e composição da comunidade de aves nesses ambientes. Diante do exposto acima, o trabalho partiu da hipótese de que as áreas verdes das quadras urbanizadas comportam uma maior riqueza e densidade de aves do que as ruas, devido a maior densidade e diversidade arbórea, mas fundamentalmente em razão da manutenção de espécies arbóreas autóctones.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Inventariar a avifauna presente nas quadras residenciais urbanizadas de Palmas/TO e comparar a riqueza e composição das comunidades de aves nas suas áreas verdes e ruas.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar e caracterizar a avifauna presente nas quadras residenciais urbanizadas de Palmas.
2. Comparar a riqueza, abundância e similaridade da avifauna entre as áreas verdes e ruas das quadras residenciais urbanizadas de Palmas.
3. Identificar fatores que potencialmente influenciam a riqueza de aves nas quadras urbanizadas de Palmas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O levantamento da avifauna foi conduzido nas quadras residenciais urbanizadas do Plano Diretor Urbano de Palmas, Tocantins. A cidade de Palmas possui uma área de 2.218,942 km² e está situada na região central do Estado do Tocantins, localizada no paralelo 10°11'04" Sul e do meridiano 48°20'01" Oeste. Fundada em maio de 1989, possui uma população estimada de 302.692 habitantes (IBGE, 2022), sendo a última cidade brasileira planejada no século XX. Segundo a classificação climática de Köppen (ÁLVARES, 2013), Palmas apresenta clima Aw (clima de savana), caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa, entre os meses de outubro a abril; e outra seca, entre os meses de maio a setembro. O índice pluviométrico varia de 1.500 a 1.900 mm/ano. A temperatura média anual é de 26 °C, sendo setembro o mês mais quente, com média máxima de 36 °C e julho o mais frio, com média mínima de 15,5 °C (SEPLAN, 2008).

O Plano Diretor de Palmas tem limites bem definidos, situado entre a rodovia TO-050 e o reservatório da UHE Lajeado no rio Tocantins, alinhados paralelamente no sentido Leste-Oeste, e entre os ribeirões Água Fria e Taquaruçu Grande no sentido norte-sul. Inserida no bioma Cerrado, sua vegetação é dominada por formações savânicas (cerrado *stricto sensu*, campo cerrado) com transição para as matas de galeria dos ribeirões Água Fria, Sussuapara, Brejo Comprido, Prata e Taquaruçu Grande (PALMAS, 2002).

Entre as características do planejamento urbano, destaca-se o fato de que Palmas está estruturada em áreas administrativas, residenciais, comerciais e industriais situadas em quadras. O plano urbanístico da cidade propôs uma separação funcional definindo 38% de sua área para residências, 8,0% para as áreas comerciais, 23,7% para as áreas verdes, 17,8% para os setores de administração, educação e cultura e 10,9% para o sistema viário (PALMAS, 2002). Em média, as quadras residenciais possuem dimensões de 700x700 metros e têm capacidade para abrigar de 8 a 12 mil habitantes e as quadras comerciais em torno de 600 x 400 metros. As quadras urbanizadas estão divididas em lotes uni e multifamiliares, áreas públicas, comerciais, de esporte e lazer e áreas verdes não edificantes (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2020).

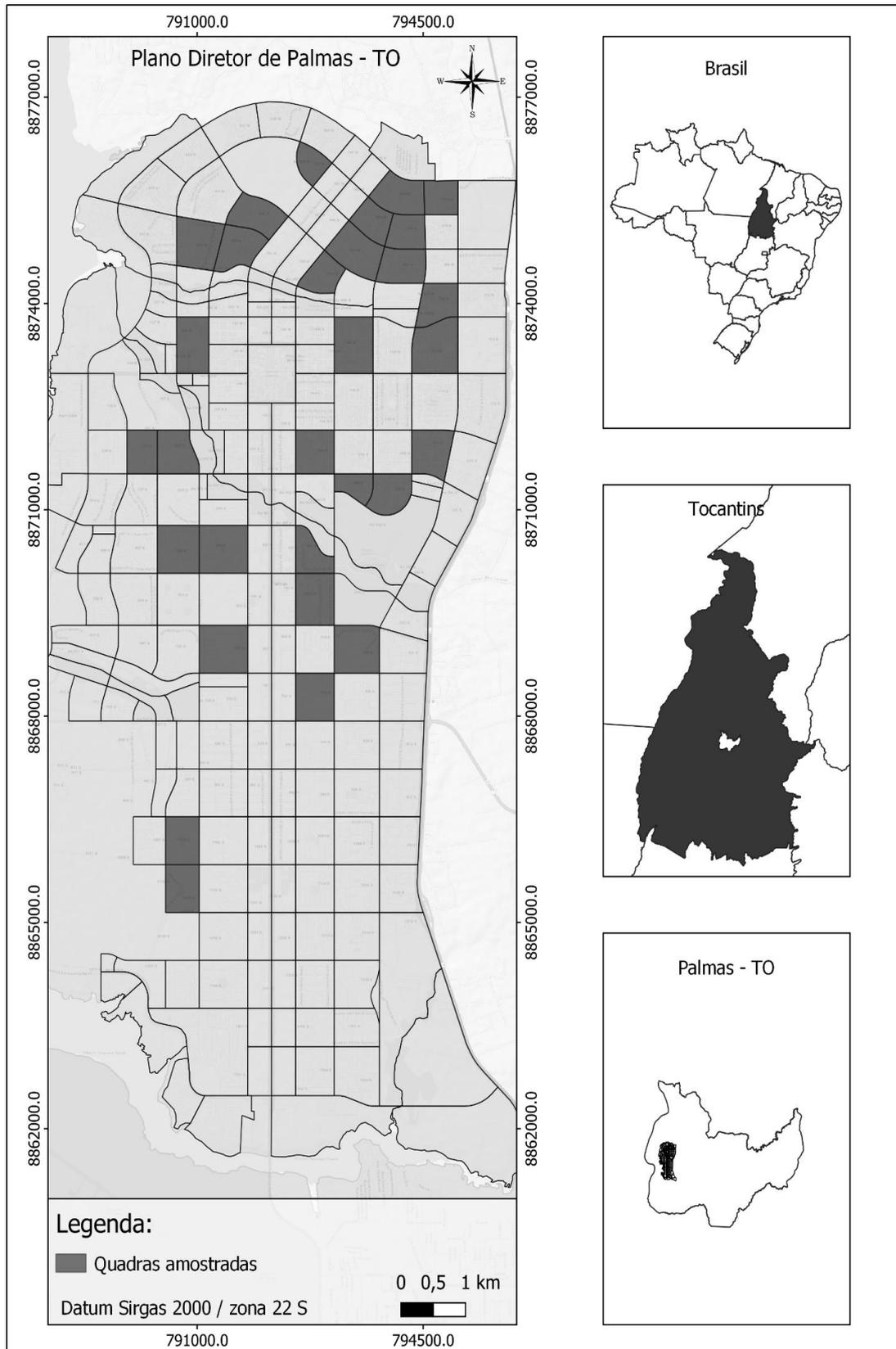
3.2 Unidades Amostras

A seleção das unidades amostrais baseou-se no estudo de Pinheiro, Marcelino & Moura (2020), relativos à arborização da área urbana de Palmas. O levantamento arbóreo foi realizado nas ruas e áreas verdes não edificantes e de esporte e lazer de 30 das 63 quadras residenciais urbanizadas das quatro regiões do Plano Diretor de Palmas.

- **Área Residencial Sudoeste** – ARSO: 205S, 207S, 403S, 405S, 603S, 1005S e 1105S;
- **Área Residencial Sudeste** - ARSE: 204S, 210S, 306S, 308S, 404S, 504S, 606S e 704S;
- **Área Residencial Noroeste** - ARNO: 105N, 303N, 305N, 403N, 503N;
- **Área Residencial Nordeste** - ARNE: 106N, 110N, 208N, 304N, 404N, 406N, 504N, 506N, 604N e 606N.

Estas mesmas quadras foram amostradas na coleta de dados sobre a avifauna no presente trabalho (Figura 1).

Figura 1. Localização geográfica do Plano Diretor Urbano de Palmas, Tocantins. Em destaque as 30 quadras residenciais onde foram realizados os levantamentos de avifauna.



Mapa: Adaptado por Ludmila Saraiva, 2024.

3.3 Levantamento da Avifauna

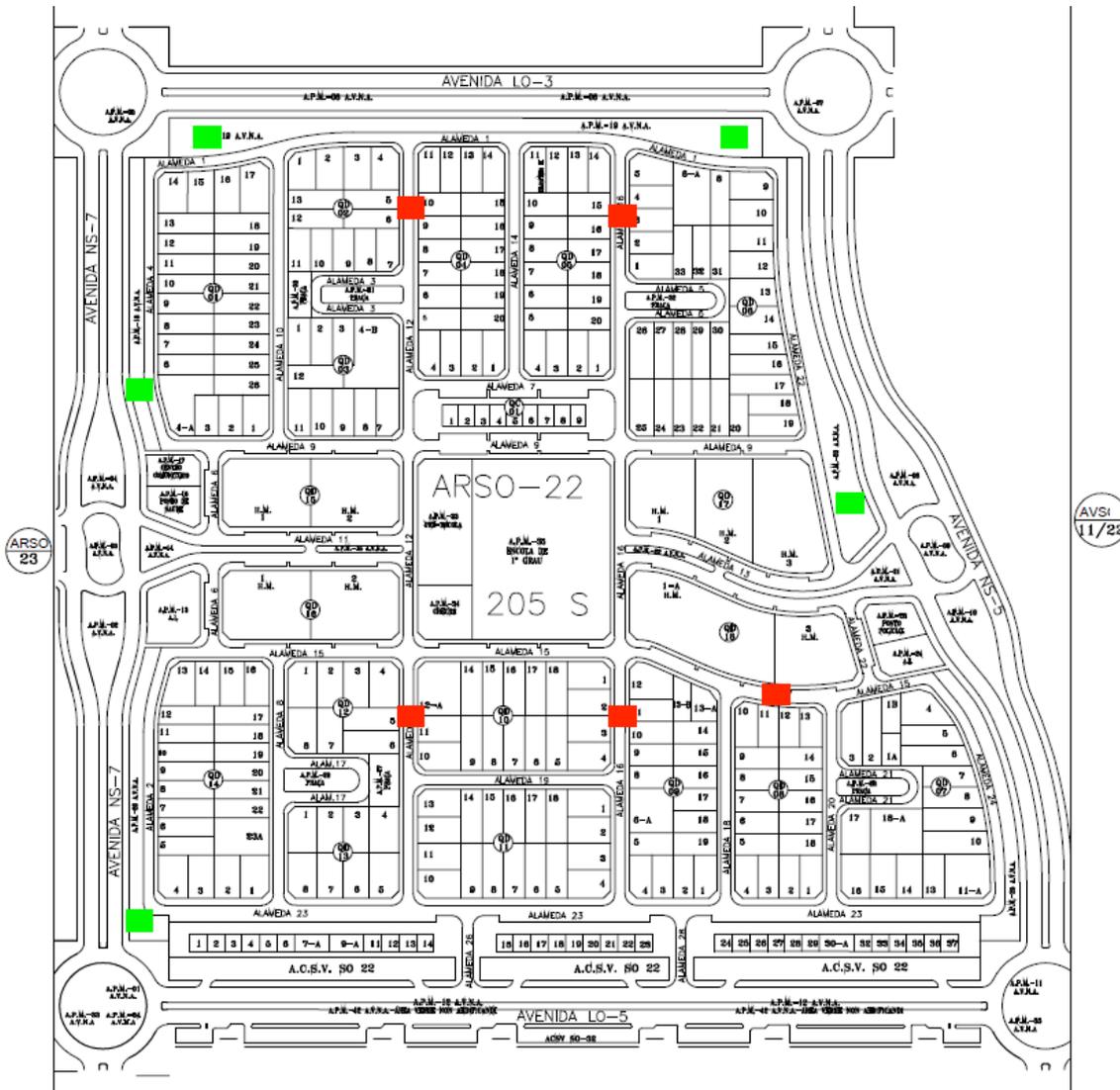
Em cada uma das trinta quadras foram escolhidos dez pontos de amostragem, sendo cinco nas ruas e cinco nas áreas verdes, nos mesmos locais onde foi realizado o inventário da arborização (Figura 2). As ruas são as vias pavimentadas localizadas dentro das quadras e áreas verdes são os espaços de vegetação nativa e não nativa previstos pelo Plano Diretor Urbano da cidade em cada quadra.

Para determinar a riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) de aves utilizamos o método do ponto fixo de observação e escuta (COOPER, 2002; FONTANA, 2004; MERENLENDER; REED; HEISE, 2009; TILGHMAN, 1987; TURNER, 2003). Neste método, o observador permanece estacionado em um ponto designado por um período pré-determinado, registrando dados da avifauna por meio de observações visuais e auditivas (BIBBY et al., 2000).

Neste estudo o tempo de permanência em cada ponto foi de 20 minutos, sendo amostrados todos os indivíduos em um raio fixo de 50 metros. Para garantir a independência nas amostragens, cada ponto estava separado por uma distância mínima de 200 metros. O levantamento da avifauna foi realizado a partir do nascer do sol e durante as quatro primeiras horas do dia, sendo realizado uma quadra por dia, de modo a padronizar a coleta de dados. Todas as espécies avistadas e/ou ouvidas foram registradas com auxílio de binóculos Nikon 8x42 e câmera fotográfica Canon EOS Rebel T7. Foram considerados na contagem somente os indivíduos pousados ou fazendo uso de recursos locais. Aves sobrevoando a área não foram contabilizadas. A plataforma BirdNET foi utilizada durante os levantamentos para auxiliar na identificação de algumas vocalizações. A nomenclatura das espécies seguiu o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO et al., 2021).

Para obter uma amostragem representativa de cada quadra, o levantamento foi realizado em dois períodos, entre junho/agosto (período seco) e janeiro/abril (período chuvoso). O presente estudo não considerou a espécie não-nativa *Columba livia* (pombadoméstica) por ser uma das espécies mais abundantes e ubíquas em ambientes urbanos, a espécie não desperta interesse para a conservação de aves em áreas urbanas.

Figura 2. Exemplo do esquema de distribuição de pontos (quadra 205 Sul) para levantamento da avifauna. Os pontos vermelhos representam as ruas e os pontos verdes representam as áreas verdes das quadras residenciais urbanizadas de Palmas/TO.



Fonte: Autor, 2024.

3.4 Levantamento da Arborização

Os dados relativos à arborização da área urbana foram coletados por Pinheiro, Marcelino & Moura (2020) entre os meses de fevereiro e dezembro de 2015 nas quadras residenciais urbanizadas e asfaltadas representativas das quatro regiões da cidade. Todas as árvores presentes nas áreas verdes e de esporte e lazer e em ruas alternadas foram identificadas a nível de espécie e classificadas de acordo com origem (nativas e não-nativas). A identificação das espécies foi realizada em campo e em caso de dúvidas amostras foram coletadas e enviadas ao Herbário da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Porto Nacional. Informações taxonômicas das espécies brasileiras foram

obtidas em Lorenzi (2002), na base de dados do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JARDIM BOTÂNICO) e das espécies estrangeiras em World Flora Online. O sistema taxonômico de listagem dos táxons foi baseado em APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP). Detalhes metodológicos da amostragem e resultados estão disponíveis em Pinheiro, Marcelino & Moura (2020).

3.5 Análise Estatísticas

Avifauna

A riqueza de aves das quadras residenciais urbanas de Palmas/TO foi estimada utilizando o software EstimateS versão 9.1.0 (Colwell, 2013). Foi empregado o estimador não paramétrico Jackknife de primeira ordem, que, com base no número de espécies observadas, realiza uma estimativa da riqueza total da área. Por meio desta análise, foi gerada a curva de acumulação de espécies, também conhecida como curva do coletor, que demonstra a proximidade do valor total de espécies de uma área, com um intervalo de confiança de 95%. Esta mesma análise foi realizada para estimar a riqueza de aves entre os diferentes ambientes (área verde e rua).

Para avaliar a abundância de espécies entre as áreas verdes e as ruas, as espécies foram emparelhadas e calculadas as médias para cada uma delas. O ranking foi estabelecido pelas espécies que representavam 90% da amostra total. A fim de verificar a similaridade na composição das espécies entre as áreas verdes e ruas, foi realizado o cálculo do índice de Bray-Curtis utilizando os dados de abundância e o índice de Jaccard com os dados de riqueza. O teste One-Way ANOSIM (Analysis of Similarities) foi conduzido para determinar se as diferenças foram significativas em ambos os índices. As análises foram realizadas utilizando o software Past4.13 (HAMMER et al., 2023).

Os índices de Jaccard e Bray-Curtis foram calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{Coeficiente de Jaccard: } S_j = \frac{a}{(a + b + c)}$$

Onde:

a= espécies comuns em ambas as áreas

b= espécies exclusivas das áreas verdes

c= espécies exclusivas das ruas

$$\text{Índice de Bray - Curtis: } BC = \sum \frac{|nik - njk|}{(nij + njk)}$$

Onde:

nik= total de indivíduos da área verde

njk= total de indivíduos da rua

Para identificar os fatores que potencialmente influenciam a riqueza de aves nas quadras, foi realizada uma regressão linear múltipla. O presente estudo utilizou o método *Stepwise Backward* que consiste em confrontar a variável dependente com todas as variáveis independentes ou preditoras, em seguida, uma a uma, as variáveis independentes menos significativas são removidas (NANNI e DEMATTÊ, 2006). Esse processo é repetido iterativamente até que todas as variáveis independentes remanescentes sejam estatisticamente significativas.

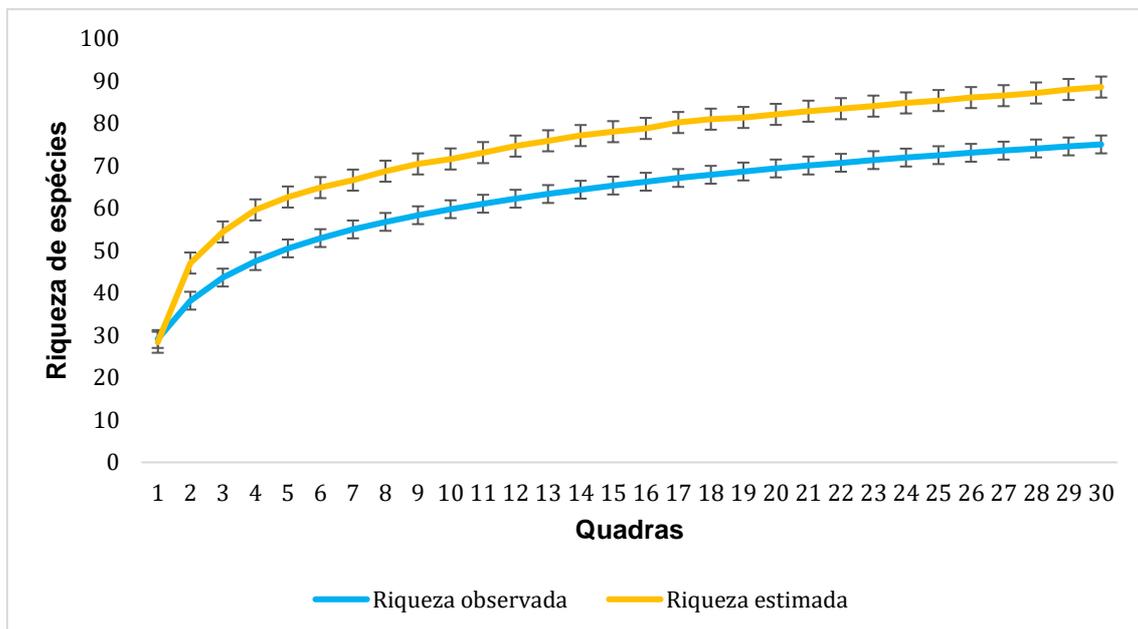
A riqueza de aves foi considerada como a variável dependente, enquanto as variáveis independentes incluíram a riqueza, abundância e origem (nativa ou não-nativa) das árvores, o ambiente (área verde e rua) e a distância para as áreas naturais. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Past 4.13 (HAMMER et al., 2023).

4 RESULTADOS

4.1 Riqueza, abundância

O levantamento da avifauna realizado nas 30 quadras residenciais do Plano Diretor Urbano de Palmas/TO contabilizou 9.897 indivíduos de 27 famílias e 75 espécies. As famílias Thraupidae, Tyrannidae e Psittacidae se destacaram como as mais representativas em número de espécies, com 16, 12 e 6, respectivamente (Apêndice 1). A riqueza total de espécies estimada pelo método Jackknife I foi de 88,5, o que sugere que aproximadamente 84,7% das espécies presentes na área de estudo foram identificadas (Figura 3). O periquito-de-encontro-amarelo *Brotogeris chiriri* foi a espécie mais abundante, seguida do pardal *Passer domesticus*, rolinha-fogo-apagou *Columbina squammata*, rolinha-roxa *Columbina talpacoti* e canário-da-terra *Sicalis flaveola*. A soma das abundâncias dessas espécies corresponde a 55,8% da abundância total. Considerando as dez espécies mais abundantes, este percentual aumenta para 73,5% (Anexo 1).

Figura 3. Riqueza de espécies estimada por Jackknife I em função do número de quadras e riqueza observada.



Fonte: Autor, 2024.

4.1.1 Área Verde x Rua

As áreas verdes apresentaram uma riqueza e abundância de espécies superior às ruas das quadras (Tabela 1). Tanto a riqueza média ($f=39,54$, $p<0,001$) quanto a

abundância média ($f=19,56$, $p<0,001$) de espécies foram significativamente maiores nas áreas verdes.

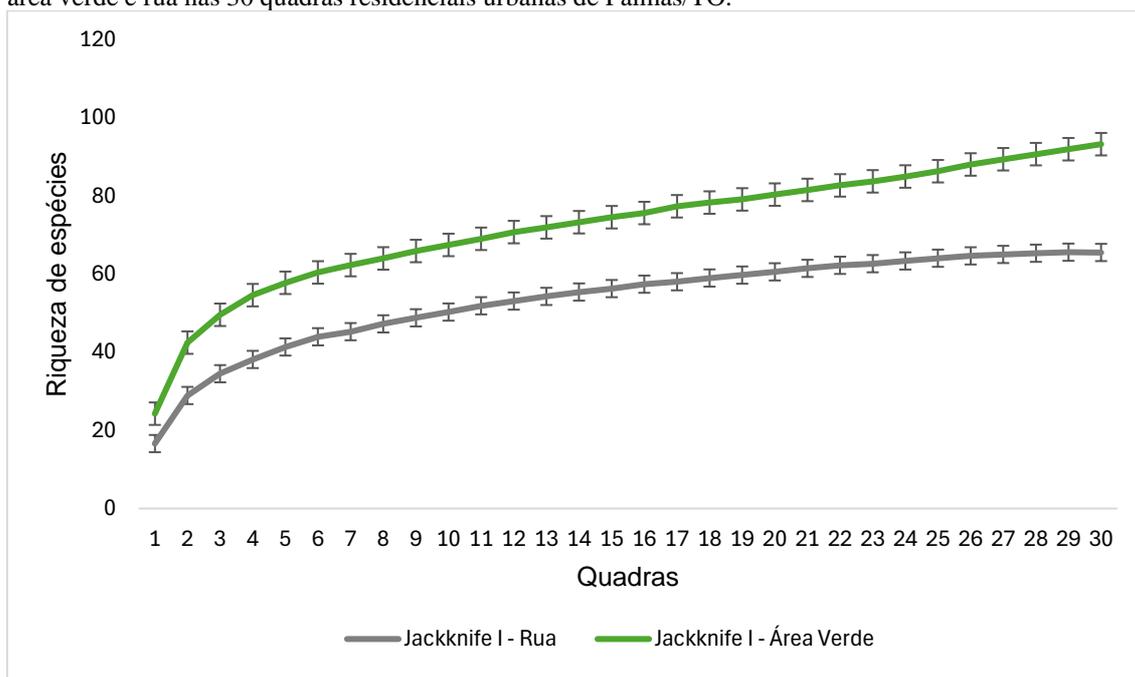
Tabela 1. Riqueza e abundância de indivíduos nas áreas verdes e ruas das 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.

	Área Verde	Rua
Riqueza	74	53
Máximo	40	25
Mínimo	13	12
Média	25	17,26
Abundância	5608	4289
Máximo	281	214
Mínimo	115	57
Média	186,9	142,9

Fonte: Autor, 2024.

Do total de espécies encontradas nas quadras, a riqueza das áreas verdes correspondeu a 98,7% enquanto nas ruas foi de 70,7%. A riqueza total estimada por Jackknife I na área verde foi de 93,3 espécies e 65,6 espécies nas ruas (Figura 4). A curva de acumulação na área verde continua adicionando espécies até o final da amostragem, enquanto na rua, observa-se a tendência à estabilização, sugerindo que se o esforço amostral continuasse, novas espécies poderiam ser encontradas nas áreas verdes.

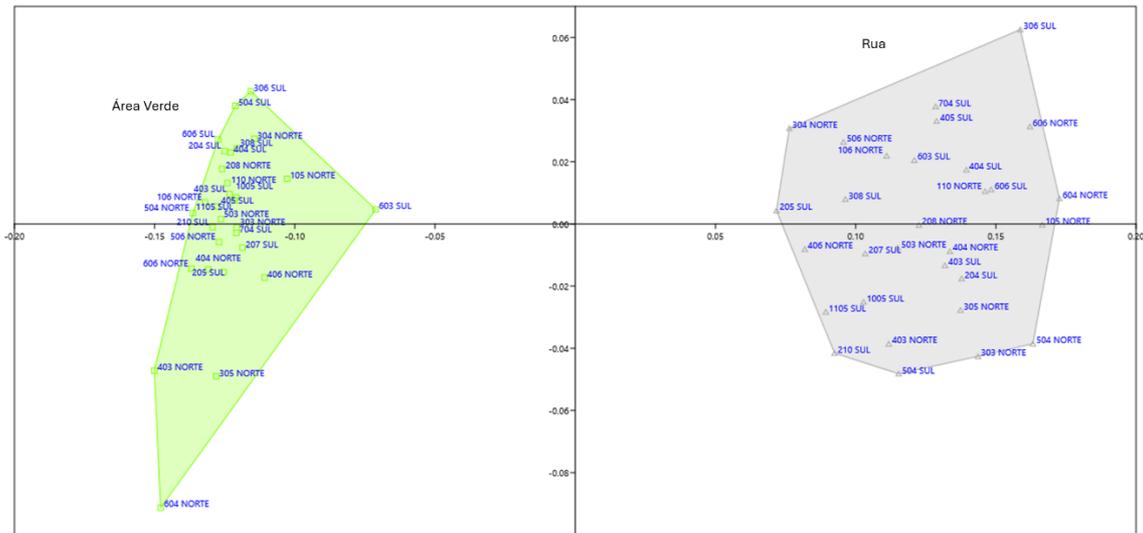
Figura 4. Riqueza de espécies estimada por Jackknife I em função do número de quadras para os ambientes área verde e rua nas 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.



Fonte: Autor, 2024.

A similaridade na composição de espécies das áreas verdes e ruas, calculada pelo índice de Jaccard foi de 70%. A análise de NMDS demonstrou de maneira evidente a separação dos ambientes quanto a composição das espécies (Figura 5). O Teste One-Way ANOSIM revelou que a diferença na composição é estatisticamente significativa ($R=0,9865$, $p=0,0001$).

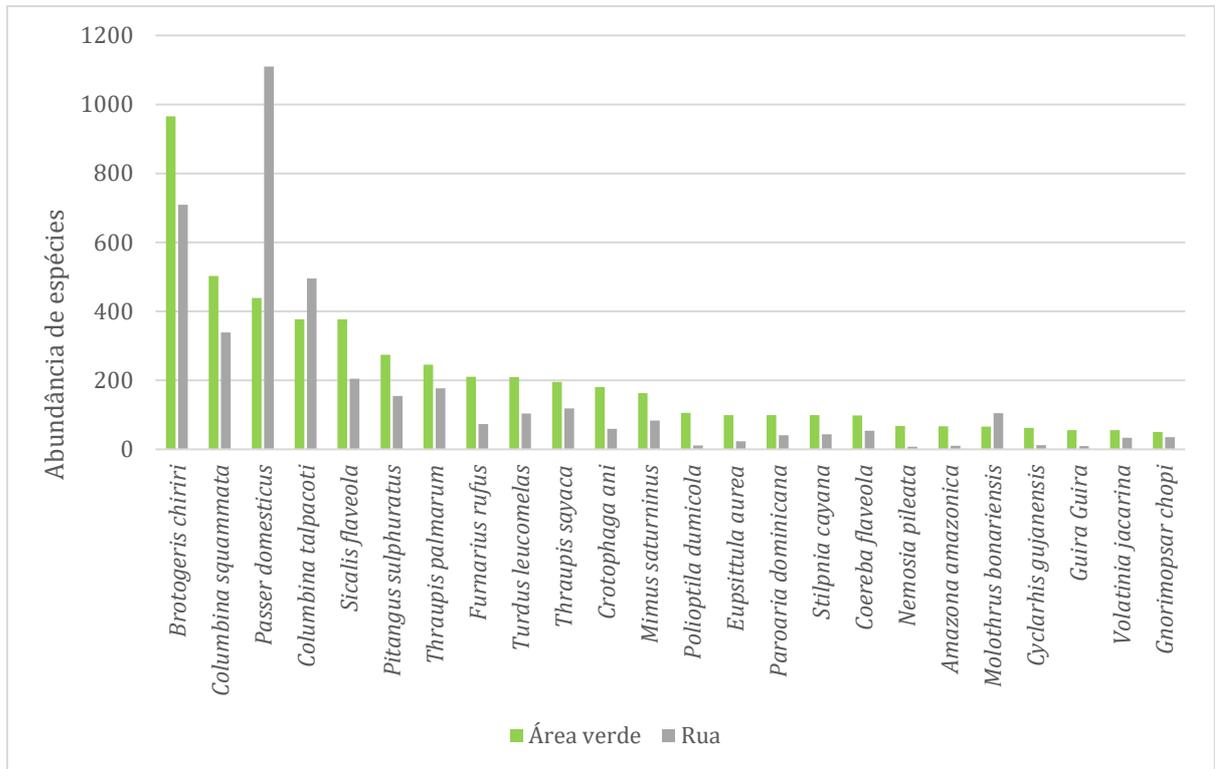
Figura 5. Ordenação pelo método NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) da similaridade de Jaccard para os ambientes área verde e rua nas 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.



Fonte: Autor, 2024.

A abundância relativa de cada espécie variou entre as áreas verdes e ruas, com um conjunto de espécies mais comuns nas áreas verdes e outros nas ruas das quadras. Em geral as espécies foram mais abundantes nas áreas verdes, com exceção do pardal *Passer domesticus*, rolinha-roxa *Columbina talpacoti* e chupim *Molothrus bonariensis*, mais abundantes nas ruas (Figura 6).

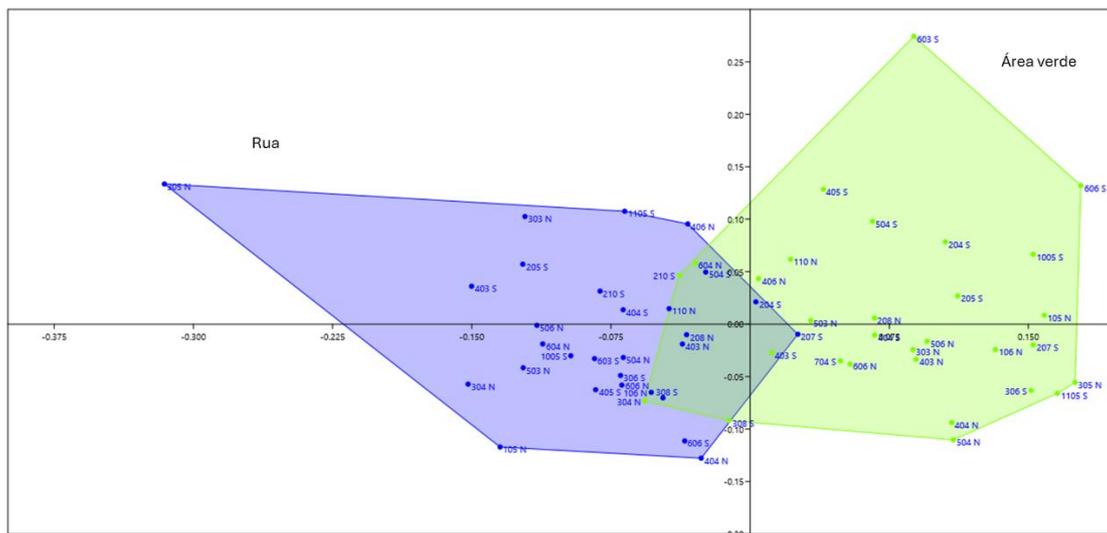
Figura 6. Vinte e quatro espécies mais abundantes registradas nas áreas verdes e ruas das 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.



Fonte: Autor, 2024.

A similaridade na abundância de espécies estimada pelo índice de Bray-Curtis foi de 87%, indicando o compartilhamento de um elevado número de espécies com abundâncias relativas semelhantes entre as áreas verdes e as ruas das quadras (Figura 7). O Teste One-Way ANOSIM revelou que apesar da alta similaridade a diferença na composição é estatisticamente significativa ($R= 0,4499$, $p= 0,0001$).

Figura 7. Ordenação pelo método NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) da similaridade de Bray-Curtis para os ambientes área verde e rua nas 30 quadras residenciais urbanas de Palmas/TO.



Fonte: Autor, 2024.

Apesar das comunidades apresentarem alta similaridade, foram registradas 21 espécies exclusivas nas áreas verdes, como, *Vanellus chilensis*, *Forpus xanthopterygius*, *Lepidocolaptes angustirostris*, *Coryphospingus pileatus*, *Colaptes campestris*, *Myarchus ferox*, *Catorchilus leucotis*, *Nystalus maculatus*, *Cyanocorax cristatellus*, *Monasa nigrifrons*, *Penelope superciliaris*, *Thylopopsis sordida*, *Celeus ochraceus*, *Galbula ruficauda*, *Myiarchus swainsoni*, *Zonotrichia capensis*, *Camptostoma obsoletum*, *Griseotyrannus aurantiothrocrastatus*, *Pheomyias murina*, *Picumnus albosquamatus* e *Sublegatus modestus*, enquanto apenas uma espécie *Tachyphonus rufus* foi observada exclusivamente nas ruas.

4.1.2 Fatores que influenciam a riqueza de aves

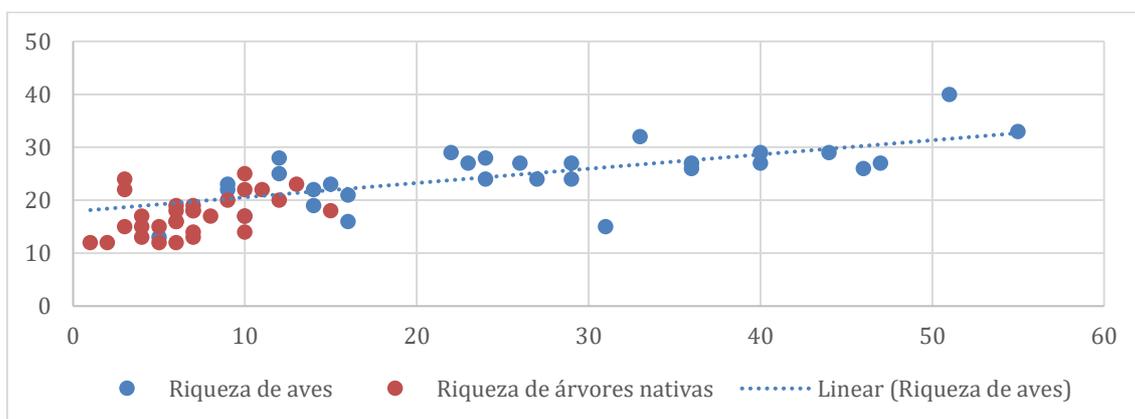
A análise de regressão múltipla relacionando a variável dependente riqueza de aves com as variáveis independentes de arborização, ambiente e distância para as áreas naturais, selecionou duas variáveis que apresentaram relação significativa (Tabela 2), respectivamente a riqueza de árvores nativas e ambiente (Figura 8).

Tabela 2. Análise de regressão múltipla relacionando as variáveis arbóreas com a riqueza de aves.

Variável independente (preditora)	R ²	p
Riqueza de árvores não nativas	0,016094	0,98211
Abundância de árvores nativas	0,38722	0,89258
Distância para áreas naturais	0,002908	0,68625
Abundância de árvores não nativas	0,077343	0,12836
Ambiente (área verde x rua)	0,43658	0,022474
Riqueza de árvores nativas	0,5457	3,07E-05

Fonte: Autor, 2024.

Figura 8. Relação entre a riqueza de aves e a riqueza de árvores nativas nas quadras residenciais urbanizadas de Palmas.



Fonte: Autor, 2024.

5 DISCUSSÃO

Com a crescente urbanização, torna-se urgente criar e manter espaços para a biodiversidade urbana. Ao ser planejada, Palmas/TO apresenta diversas peculiaridades no ordenamento do uso do solo, disposição das áreas residenciais, administrativas, comerciais e industriais, com destaque para as áreas verdes das quadras residenciais, criadas para prover conforto térmico e lazer para a população, não se enquadrando no modelo de uma cidade padrão onde vem sendo realizados a maioria dos estudos sobre aves no meio urbano. Outro fator relevante se deve ao fato de que a maioria das pesquisas realizadas em ambientes urbanos avaliam a diversidade de espécies em ou entre locais como parques, *campus* universitários, praças, áreas residenciais, comerciais, ruas ou em um gradiente de urbanização, enquanto no presente estudo, as áreas verdes objeto de comparação, estão situadas dentro das quadras residenciais. Portanto, comparar os resultados desse trabalho com outros torna-se desafiador.

5.1 Riqueza e abundância

Compreender a relação entre os efeitos da urbanização na diversidade e na composição da avifauna tem sido objeto de investigação há anos e, no Brasil, os estudos apresentam uma ampla gama de resultados. Em municípios do estado de São Paulo, vários trabalhos foram realizados para avaliar a riqueza de aves no ambiente urbano. Por exemplo, Matarazzo-Neuberger (1992) avaliou a diversidade e distribuição das espécies de aves em ambientes urbanos de Santo André e São Bernardo do Campo, identificando uma riqueza de 39 espécies em seis praças públicas e um cemitério da área urbana. Em Ribeirão Preto, Souza (1995) investigou a diversidade de avifauna utilizando métodos de observação direta e auditiva, registrando 113 espécies de aves em praças e áreas verdes da cidade. Toledo (2007) concentrou-se na importância das áreas verdes urbanas públicas na conservação das aves em Taubaté, registrando 107 espécies em 40 unidades amostrais, sendo, trinta unidades em áreas residenciais em diferentes níveis de urbanização e dez em áreas arborizadas. O mesmo número de espécies foi registrado em Bauru (MORAES, 2016), com um estudo sobre composição e diversidade das comunidades de aves no ambiente urbano e suas interações com as áreas verdes públicas.

Na região sul do país, estudos foram realizados em Cachoeirinha (RS), onde foram registradas 149 espécies em um Parque Ambiental dentro da área urbana (SILVA et al., 2014), e em Pelotas, Sacco et al., (2015) investigaram a diversidade taxonômica e

funcional das aves no ambiente urbano em áreas residenciais e naturais, identificando 84 espécies em locais de diferentes níveis de urbanização.

No âmbito do Cerrado, Torga et al., (2006) avaliaram a diversidade da avifauna nas principais avenidas da cidade de Uberlândia (MG), registrando 66 espécies, enquanto em um parque municipal na mesma cidade foram registradas 134 espécies (VALADÃO et al., 2005). Pereira et al., (2009) registraram 203 espécies de aves em Anápolis (GO), e relacionaram a elevada riqueza com as áreas naturais amostradas, incluindo praças, áreas periféricas, áreas de mata, *campus* universitário e áreas de proteção natural. Franchin (2009) em nove cidades do Triângulo Mineiro, identificou 85 espécies.

Em Palmas/TO, Reis et al., (2012) e Carvalho (2016) registraram a presença de 135 e 122 espécies respectivamente, em quadras residenciais com diferentes níveis de urbanização dentro da área do Plano Diretor Urbano. Avaliando apenas as quadras residenciais urbanizadas nesses dois trabalhos, observamos variações na riqueza de espécies, com 60 espécies encontradas em 47 quadras e 95 espécies em 24 quadras, respectivamente, enquanto no presente estudo foram 75 espécies em 30 quadras. Esses resultados destacam a vasta variação no número de espécies registradas e a complexidade envolvida na realização de estudos em ambientes urbanos, nos quais múltiplas variáveis podem influenciar na presença ou ausência das aves.

Como cada quadra residencial em Palmas/TO possui planejamento próprio, e como o levantamento não foi conduzido nas mesmas quadras residenciais dos trabalhos anteriores, as especificidades do desenho de cada quadra e mudanças na paisagem local ocorridas durante este período podem estar influenciando na variação da riqueza encontrada. Além disso, no cenário atual, decorridos doze anos desde o estudo de Reis et al. (2012) e seis anos desde Carvalho (2016), ocorreram mudanças significativas em Palmas/TO, relacionadas, por exemplo, ao aumento e adensamento populacional, com um acréscimo de 74 mil habitantes entre 2012-2024 (IBGE, 2022), além de uma redução significativa na cobertura vegetal em função do incremento das áreas urbanizadas (RIBEIRO; PINHEIRO, 2022). Outros fatores associados, como o aumento do tráfego de veículos, ruído, poluição e redução da cobertura vegetal, também podem impactar negativamente a diversidade de aves nesses ambientes como constatado em outros estudo em áreas urbanas (RODRIGUES et al., 2018; REIS et al., 2012; CHAN & BLUMSTEIN, 2011).

A continuidade dos trabalhos na área urbana de Palmas/TO ao longo do tempo, têm revelado não apenas uma variação na riqueza de espécies, mas também uma alteração na composição dessas comunidades. Enquanto a família mais predominante no estudo de Reis et al., (2012) foi a Tyrannidae, em Carvalho (2016) e no presente trabalho, foi observada uma maior representatividade da família Thraupidae. Quanto às espécies, este estudo identificou 13 espécies que não foram mencionadas por Reis et al., (2012), e nove espécies que não foram registradas por Carvalho (2016). Considerando as espécies de ambos os trabalhos, foram encontradas 18 espécies distintas, como por exemplo, o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*) não registrado por Reis et al. (2012), mas que foi a quinta espécie mais abundante no presente estudo.

Apesar da variação na composição de espécies, um conjunto delas como o periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), o pardal (*Passer domesticus*), a rolinha-fogo-apagou (*Columbina squammata*), a rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*) e o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*) tem sido amplamente registradas como as mais abundantes em outras áreas urbanas (CARVALHO, 2016; MORAES, 2016; SANTOS et al., 2010; PEREIRA, 2009 TOLEDO, 2007). Este processo no qual biotas diferentes perdem distinção em qualquer nível de organização é chamado de homogeneização biótica e vem sendo descrita em diferentes ambientes, sobretudo em áreas urbanas (OLDEN et al., 2004). Este fenômeno está diretamente relacionado a fatores como o crescimento populacional, domesticação e translocação de espécies, globalização de um grupo restrito de espécies generalistas e transformação das paisagens naturais em áreas urbanas (VITULE; POZENATO, 2012).

5.2 Área verde vs. rua

A riqueza e abundância de aves nas áreas verdes e ruas das quadras residenciais de Palmas/TO, são influenciadas direta e indiretamente pelas semelhanças e diferenças compartilhadas entre esses ambientes. Embora 21 espécies tenham sido registradas exclusivamente nas áreas verdes, os dois ambientes apresentaram alta diversidade, compartilhando 53 espécies.

No México, Ortega-Álvarez e MacGregor-fors (2009), observaram uma diminuição da riqueza e aumento da abundância de aves em relação ao nível de desenvolvimento urbano atribuindo este padrão, em parte, aos atributos do habitat. Em

Palmas/TO, esse processo foi evidenciado ao comparar quadras residenciais com diferentes níveis de urbanização, sendo constatada uma redução acentuada na riqueza de aves com o incremento do processo de urbanização dessas quadras (REIS et al., 2012; CARVALHO, 2016). No presente estudo, onde as áreas verdes e as ruas compõem uma mesma infraestrutura urbana, a riqueza e abundância foram maiores nas áreas verdes e a similaridade entre as duas comunidades apesar de alta, foi estatisticamente diferente. Nossos resultados demonstram que mesmo em pequena escala, as alterações no nível de urbanização podem afetar negativamente as aves, corroborando outros estudos que indicam que os valores de riqueza e abundância de espécies de aves são sensíveis às características de habitat específicas do local (ORTEGA-ÁLVAREZ; MACGREGOR-FORS, 2009; THRELFALL et al., 2016; KAUSHIK; TIWARI; MANISHA, 2022).

Estudos em ambientes urbanos tem demonstrado que o tamanho e a composição dos espaços verdes urbanos promovem uma maior riqueza e densidade de aves, e que a heterogeneidade do ambiente também exerce um papel significativo nesse processo, promovendo uma maior diversidade de grupos especializados (MATTHIENS et al., 2017; KAUSHIK; TIWARI; MANISHA, 2022). Esta heterogeneidade ambiental é um dos fatores que poderia explicar a maior riqueza e densidade de aves nas áreas verdes das quadras residenciais que possuem maior riqueza e densidade arbórea, e maior proporção de espécies nativas (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2020), condições que permitem abrigar uma maior variedade e quantidade de espécies, provendo ainda condições para que um grupo exclusivo de aves ocorra apenas nesse ambiente.

Apesar de os estudos sobre avifauna em áreas urbanas do Brasil não seguirem o mesmo contexto do presente trabalho, os resultados permanecem consistentes, indicando que a presença de áreas verdes em ambientes urbanos é crucial para a diversidade da avifauna (ALMEIDA, 2023; MORAES et al., 2016; SACCO, 2015; SANTOS et al., 2010; TOLEDO, 2007).

5.3 Fatores que influenciam na diversidade de aves

Em escala local, a riqueza de árvores nativas e as áreas verdes emergiram como as principais variáveis preditoras da riqueza de aves nas quadras residenciais. De uma maneira geral, estudos tem encontrado uma relação positiva entre riqueza de espécies arbóreas e a riqueza de aves, seja em áreas verdes (CHACE; WALSH, 2006; TOLEDO

et al., 2012; THRELFALL et al., 2016; SILVA et al., 2021) ou ruas (PENA et al., 2017). Segundo Clergeau et al., (1998) as comunidades urbanas de aves são moldadas pela disponibilidade de recursos, nesse sentido, o aumento na riqueza de árvores está diretamente associada ao incremento da complexidade do ambiente, resultando numa maior disponibilidade de nichos e consequente oferta de recursos como alimento, abrigo e local para nidificação.

Nosso estudo confirmou que esta diferença não está associada apenas a maior variedade de espécies arbóreas, mas sim na riqueza de árvores nativas, espécies que podem prover recursos ofertados em menor escala ou não disponibilizados por espécies não nativas (WHITE et al., 2005; IKIN et al., 2013; REIS et al., 2012; CARVALHO, 2016; SHACKLETON, 2016). A constatação de que muitas espécies de aves nativas preferem se alimentar em árvores nativas (PAKER et al., 2014), pode estar relacionado a diversos fatores como a maior disponibilidade de recursos alimentares como insetos (BHULLAR; MAJER, 2000) e frutos (VISSOTO et al., 2022) ou locais para nidificação (SHACKLETON, 2016). Essa relação torna-se clara ao analisarmos as espécies mais abundantes nos dois ambientes amostrados. Observa-se que nas áreas verdes, as espécies frugívoras e insetívoras predominaram, enquanto nas ruas, as espécies granívoras e onívoras foram mais abundantes. Esses resultados oferecem insights sobre a distribuição de recursos e condições disponíveis para as aves em cada ambiente, indicando que as áreas verdes proporcionam uma variedade mais ampla de recursos para os grupos tróficos mais especializados, enquanto as ruas tendem a favorecer espécies mais generalistas (ORTEGA-ÁLVAREZ; MACGREGOR-FORS, 2009).

Cerca de um terço das espécies arbóreas do Cerrado produzem frutos atrativos para a fauna e aproximadamente metade das espécies de vertebrados do bioma (aves, mamíferos não-voadores e morcegos) se alimentam constantemente ou parcialmente desses frutos (KUHLMANN; RIBEIRO, 2016). Em Palmas, onde predominam as formações de Cerrado típico, a maioria das espécies das áreas verdes das quadras é nativa do Cerrado (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2020). Destas, mais de três quartos são atrativas à fauna (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2018), o que pode estar representando um diferencial na manutenção da riqueza e abundância da avifauna nas áreas verdes das quadras residenciais.

Além das diferenças na estrutura e composição arbórea que influenciam na riqueza e densidade de aves, as áreas verdes das quadras também se distiguem das ruas pela presença de solo permeável e pela vegetação nativa composta por arbustos e plantas forrageiras que crescem espontaneamente nesse ambiente. Em um estudo realizado no México, Ortega-Álvarez e MacGregor-Fors (2009) associaram os valores de riqueza de aves a três atributos da vegetação: cobertura arbustiva; altura do arbusto e altura das plantas herbáceas. Apesar da sua importância no contexto local, as práticas de manejo visando a limpeza das áreas verdes de Palmas/TO, realizadas pelo poder público local, culminam com a retirada de toda a cobertura arbustiva e forrageira pelo menos duas vezes ao ano, impedindo que haja a recomposição espontânea do arboreto local e a persistência da vegetação rasteira. Ao eliminar temporariamente ambientes específicos, esta prática de manejo está reduzindo a complexidade do ambiente e a oferta de nichos que promovem o desaparecimento de algumas espécies de aves dessas áreas.

5.4 Implicações para a conservação

A presença de áreas verdes, conforme determinado pelo Plano Diretor Urbano de Palmas/TO, mostrou-se de grande relevância para a comunidade de aves, enfatizando a necessidade de manutenção dessas áreas tanto pelo poder público quanto pela população. Além disso, a arborização das ruas demonstrou ser significativa para a riqueza e abundância das espécies, ressaltando a importância de incentivar e sensibilizar a população que mantenham árvores que atraiam as aves e favoreçam o fluxo e deslocamento para outras áreas.

A combinação de árvores, arbustos e vegetação rasteira são elementos importantes para a manutenção da riqueza de aves nas áreas verdes das quadras, portanto, reiteramos o apelo de Pinheiro e colaboradores (2018, 2020) para a retenção das espécies arbóreas nativas e manutenção da cobertura arbustiva nas áreas verdes das quadras residenciais de Palmas/TO.

Estudos têm evidenciado que a prática de observação de aves em ambientes urbanos desempenha um papel crucial na conservação da biodiversidade. Desta forma, além de destacar a necessidade de manutenção e preservação das áreas verdes e arborização das ruas de Palmas, é importante fomentar esta prática que não apenas proporciona uma conexão direta com a natureza, mas também oferece uma série de benefícios tangíveis para a proteção e preservação dos ecossistemas urbanos. Ao

incentivar essa atividade, podemos empregar uma ferramenta eficaz de sensibilização e educação ambiental, capaz de inspirar ações individuais e coletivas em prol da preservação.

Como resultado do esforço deste trabalho, está sendo desenvolvido um E-book intitulado “Guia Ilustrado de Aves Urbanas de Palmas/TO”, contendo registros fotográficos obtidos durante o levantamento dos dados deste estudo. O objetivo principal é utilizar esse material como meio de estimular e promover a prática da observação de aves pela população local, além de demonstrar os locais onde as espécies podem ser avistadas na cidade. Essa iniciativa visa não apenas aumentar o interesse e a apreciação pelas aves urbanas, mas também fortalecer o vínculo entre os habitantes da cidade e o meio ambiente que os cerca.

Por fim, os estudos realizados em Palmas/TO ao longo dos anos, acompanhando o desenvolvimento da cidade, têm ressaltado a importância de avaliar os impactos da urbanização sobre a riqueza e composição da avifauna local. Compartilhar os resultados obtidos em Palmas/TO pode inspirar de forma positiva outros municípios a implementarem estruturas e estratégias semelhantes, tornando os ambientes urbanos mais atraente para a avifauna. É notável que essa iniciativa não apenas promove um habitat mais saudável e diversificado para as aves, mas também contribui para melhorar a qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

ADORNO, L. F. M.; FIGHERA, D. R. A. Trajetória da política ambiental de Palmas enquanto capital ecológica. **Tantos cerrados. Goiânia: Vieira**, v. 1, p. 205-223, 2005.

ALMEIDA, R. A. M. Como gradientes ambientais influenciam a diversidade de aves em cidades tropicais? Assembleia de aves em uma metrópole amazônica. Dissertação – Universidade Federal do Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Programa de Pós-graduação em Zoologia. Manaus. 2023.

ALMEIDA-NETO, M. et al. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, n. 4, p. 503–513, 10 jul. 2008.

ÁLVARES, C. A. et al. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 1 dez. 2013.

ALVEY, A. A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 5, p. 195–201, 2006.

ANGIOSPERM PHILOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: **APG III. Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

ARONSON, M. F. et al. Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 15, n. 4, p. 189–196, 10 maio 2017.

ARONSON, M. F. J. et al. 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**, v. 281, n. 1780, p. 20133330, 7 abr. 2014.

AZIZ, H. A.; RASIDI, M. H. The role of green corridors for wildlife conservation in urban landscape: A literature review. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 18, p. 012093, 25 fev. 2014.

BAESSE, C. Q. **Aves como biomonitoras da qualidade ambiental em fragmentos florestais do Cerrado**. Dissertação—Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2015.

BARBOSA, M. DE O. et al. Novos registros ornitológicos para a região de Palmas, Tocantins. **Atualidades Ornitológicas**, v. 188, n. 1, p. 59–65, 2015.

BELCHER, R. N. et al. Vegetation on and around large-scale buildings positively influences native tropical bird abundance and bird species richness. **Urban Ecosystems**, 22:2013-225. 2019.

BIBBY, C. J. et al. **Bird Census Techniques**. 2. ed. [s.l.] Academic Press, 2000. v. 1

BRUNDU, G.; RICHARDSON, D. M. Planted forests and invasive alien trees in Europe: A Code for managing existing and future plantings to mitigate the risk of negative impacts from invasions. **NeoBiota**, v. 30, p. 5–47, 23 jun. 2016.

BUZATO, S.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Hummingbird-Pollinated Floras at Three Atlantic Forest Sites. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 824–841, 15 dez. 2000.

CALLAGHAN, C. T. et al. Heterogeneous urban green areas are bird diversity hotspots: insights using continental-scale citizen science data. **Landscape Ecology**, v. 34, n. 6, p. 1231–1246, 1 jun. 2019.

CARVALHO, P. O. **Efeitos da urbanização na riqueza, diversidade e composição das aves na cidade de Palmas – Tocantins**. Dissertação - Porto Nacional: Universidade Federal do Tocantins, 2016.

CASTRO-DÍEZ, P. et al. Effects of widespread non-native trees on regulating ecosystem services. **Science of The Total Environment**, v. 778, p. 146141, jul. 2021.

CHACE, J. F; WALSH, J. J. Urban effects on native avifauna: a review. **Landscape and Urban Planning**, 74, 46-69. 2006.

CHAN, A. A. Y.-H.; BLUMSTEIN, D. T. Attention, noise, and implications for wildlife conservation and management. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 131, n. 1–2, p. 1–7, abr. 2011.

- CLERGEAU, P., SAVARD, J. P. L.; MENNECHEZ, G; FALARDEAU, G. Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: a comparative study between two cities on different continents. **Condor**, 100, 413-425. 1998.
- COLWELL, R. K. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 8. <purl.oclc.org/estimates>.
- COOPER, D. S. Geographic associations of breeding bird distribution in an urban open space. **Biological Conservation**, v. 104, n. 2, p. 205–210, 1 abr. 2002.
- CROOKS, K. K. et al. Avian assemblages along a gradient of urbanization in a highly fragmented landscape.
- da SILVA, B. F.; PENA, J. C.; VIANA-JUNIOR, A. B. et al. Noise and tree species richness modulate the bird community inhabiting small public urban green spaces of a Neotropical city. **Urban Ecosyst**, 24, 27-81. 2021.
- DE HOYO, J.; WLLIOTT, A.; CHRISTIE, D. **Handbook of the Birds World**. 1. ed. [s.l.] Lynx Edicions, 2004. v. 9.
- de LIMA PEREIRA, K. D; da SILVA. R. Levantamento da avifauna da área urbana de Anápolis, Goiás. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. Vol. XIII, n. 2, 2009.
- DEN HEEVER, L. VAN et al. Reviewing the Role of Vultures at the Human-Wildlife-Livestock Disease Interface: An African Perspective. **Journal of Raptor Research**, v. 55, n. 3, 1 set. 2021.
- DÍAZ, S. et al. Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. **PLoS Biology**, v. 4, n. 8, p. 1300–1305, 2006.
- DOS SANTOS, K. T. **Influência do gradiente urbano sobre a avifauna na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil**. Dissertação—Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005.
- ERNST, R.; LINSENMAIR, K. E.; RÖDEL, M.-O. Diversity erosion beyond the species level: Dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian communities. **ScienceDirect**, v. 133, p. 143–155, 2006.

- FIGUEROA, J. A. et al. Vascular flora in public spaces of Santiago, Chile. **Gayana Botanica**, v. 73, n. 1, p. 85–103, 2016.
- FISCHER, L. K. et al. Public attitudes toward biodiversity-friendly greenspace management in Europe. **Conservation Letters**, v. 13, n. 4, 13 jul. 2020.
- FONTANA, C. S. **Estrutura de uma comunidade urbana de aves: um experimento em Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Tese—Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2004.
- FRANCHIN, A. G. **Avifauna em áreas urbanas brasileiras, com ênfase em cidades do Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba**. Tese – Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Biologia. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. 2009.
- GÄRTNER, E.; ROJAS, G.; CASTRO, S. A. Patrones composicionales de hierbas ruderales en Santiago, Chile. **Gayana - Botanica**, v. 72, n. 2, p. 192–202, 1 dez. 2015.
- GRIMM, N. B. et al. Global Change and the Ecology of Cities. **Science**, v. 319, n. 5864, p. 756–760, 8 fev. 2008.
- GÜNERALP, B.; SETO, K. C. Futures of global urban expansion: uncertainties and implications for biodiversity conservation. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 1, p. 014025, 1 mar. 2013.
- HAHS, A. K. et al. A global synthesis of plant extinction rates in urban areas. **Ecology Letters**, v. 12, n. 11, p. 1165–1173, 13 nov. 2009.
- HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 1, 2023.
- HOU, Y. et al. Negative effects of urbanization on plants: A global meta-analysis. **Ecology and Evolution**, v. 13, n. 4, 31 abr. 2023.
- HUFF, E. S. et al. A Literature Review of Resilience in Urban Forestry. **Arboriculture & Urban Forestry**, v. 46, n. 3, p. 185–196, 2020.

IARMUL, J. et al. ÁRVORES E ARBUSTOS DO CAMPUS DE UVARANAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (UEPG), ESTADO DO PARANÁ. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 16, n. 4, p. 37, 5 abr. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>.

IEZZI, M. E. et al. Tree monocultures in a biodiversity hotspot: Impact of pine plantations on mammal and bird assemblages in the Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 424, p. 216–227, set. 2018.

IVES, C. D. et al. Cities are hotspots for threatened species. **Global Ecology and Biogeography**, v. 25, n. 1, p. 117–126, 7 jan. 2016.

JOHNSON, M. T. J.; MUNSHI-SOUTH, J. Evolution of life in urban environments. **Science**, v. 358, n. 6363, 3 nov. 2017.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B; SOUZA, L.M.I. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. Série técnica IPEF, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.

KAUSHIK, M.; TIWARI, S.; MANISHA, K. Habitat patch size and tree species richness shape the bird community in urban green spaces of rapidly urbanizing Himalayan foothill region of India. **Urban Ecosystems**, v. 25, n. 2, p. 423–436, 10 abr. 2022.

KEELER, B.L. et al. Social-ecological and technological factors moderate the value of urban nature. **Nature Sustainability**, 2(1), 29-38, jan.2019.

KOLBE, S. E. et al. Effects of natural and anthropogenic environmental influences on tree community composition and structure in forests along an urban-wildland gradient in southwestern Ohio. **Urban Ecosystems**, v. 19, n. 2, p. 915–938, 25 jun. 2016.

KOWARIK, I.; FISCHER, L. K.; KENDAL, D. Biodiversity Conservation and Sustainable Urban Development. **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 4964, 18 jun. 2020.

- LEPCZYK, C. A. et al. Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation. **BioScience**, v. 67, n. 9, p. 799–807, set. 2017.
- LINDERS, T. E. W. et al. Direct and indirect effects of invasive species: Biodiversity loss is a major mechanism by which an invasive tree affects ecosystem functioning. **Journal of Ecology**, v. 107, n. 6, p. 2660–2672, 11 nov. 2019.
- LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. ÁREAS VERDES PÚBLICAS URBANAS: CONCEITOS, USOS E FUNÇÕES. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 125–139, 2005.
- LOPEZ, B. E.; URBAN, D.; WHITE, P. S. Testing the effects of four urbanization filters on forest plant taxonomic, functional, and phylogenetic diversity. **Ecological Applications**, v. 28, n. 8, p. 2197–2205, 7 dez. 2018.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa, 2002. v. 1. 384 p.
- LUCK, G. W.; CARTER, A.; SMALLBONE, L. Changes in Bird Functional Diversity across Multiple Land Uses: Interpretations of Functional Redundancy Depend on Functional Group Identity. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, 17 maio 2013.
- MACE, G. M.; NORRIS, K.; FITTER, A. H. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 27, n. 1, p. 19–26, jan. 2012.
- MACGREGOR-FORS, I. Misconceptions or misunderstandings? On the standardization of basic terms and definitions in urban ecology. **Landscape and Urban Planning**, v. 100, n. 4, p. 347–349, abr. 2011.
- MARZLUFF, J. M. A decadal review of urban ornithology and a prospectus for the future. **Ibis**, v. 159, n. 1, p. 1–13, 2 jan. 2017.
- MASON, N. W. H. et al. Functional richness, functional evenness and functional divergence: The primary components of functional diversity. **Oikos**, v. 111, n. 1, p. 112–118, out. 2005.

- MATARAZZO-NEUBERGER, W. M. Avifauna de dois municípios da grande São Paulo, SP (Brasil). **Acta Biol., Par.**, Curitiba. 21:89-106. 1992.
- MAZZIERO, F. et al. ESPÉCIES UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE JAÚ, SÃO PAULO, BRASIL. **Revista Fatecnológica da Fatec-Jahu**, v. 14, n. 1, p. 76–99, 16 dez. 2020.
- MCDONALD, R. I. et al. Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. **Nature Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 16–24, 9 dez. 2019.
- MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, v. 127, n. 3, p. 247–260, jan. 2006.
- MCKINNEY, M. L. Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. **BioScience**, v. 52, n. 10, p. 883–890, 2002.
- MELLES, S.; GLENN, S.; MARTIN, K. Urban Bird Diversity and Landscape Complexity: Species– environment Associations Along a Multiscale Habitat Gradient. **Conservation Ecology**, v. 7, n. 1, p. 1–22, 2003.
- MERENLENDER, A. M.; REED, S. E.; HEISE, K. L. Exurban development influences woodland bird composition. **Landscape and Urban Planning**, v. 92, n. 3–4, p. 255–263, 30 set. 2009.
- MORAES, A. F. G. Assembleia de aves no meio urbano e suas relações com áreas verdes. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu.
- MORANDINI, R. S. **Diversidade funcional das aves do Cerrado com simulações da perda de fisionomias campestres e de espécies ameaçadas: implicações para a conservação**. Dissertação—São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2013.

MORANTE-FILHO, J. C. et al. Birds in anthropogenic landscapes: The responses of ecological groups to forest loss in the Brazilian Atlantic forest. **PLoS ONE**, v. 10, n. 6, 17 jun. 2015.

MORGENROTH, J. et al. Urban tree diversity—Taking stock and looking ahead. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 15, p. 1–5, 2016.

MORO, M. F.; CASTRO, A. S. F. A check list of plant species in the urban forestry of Fortaleza, Brazil: where are the native species in the country of megadiversity? **Urban Ecosystems**, v. 18, n. 1, p. 47–71, 28 mar. 2015.

MOUCHET, M. A. et al. Functional diversity measures: An overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. **Functional Ecology**, v. 24, n. 4, p. 867–876, ago. 2010.

MUÑOZ, A. M. M.; FREITAS, S. R. DE. Importância dos Serviços Ecológicos nas Cidades: Revisão das Publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 89–104, 1 ago. 2017.

NANINI, M. R., & DEMATTÊ, J. A. M. Spectral reflectance methodology in comparison to traditional soil analysis. **Soil Science Society of America Journal**, 70(2), 393, feb. 2006.

NYFFELER, M.; ŞEKERCIOĞLU, Ç. H.; WHELAN, C. J. Insectivorous birds consume an estimated 400–500 million tons of prey annually. **The Science of Nature**, v. 105, n. 7–8, p. 47, 9 ago. 2018.

Olden, J. D., LeRoy Poff, N., Douglas, M. R., Douglas, M. E., & Fausch, K. D. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. **Trends in Ecology & Evolution**, 19(1), 18–24. 2004.

OLIVEIRA-FILHO, P. C et al. A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE IRATI-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 8, n. 1, p. 89, 2019.

OLIVER, T. H. et al. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. **Trends in ecology & evolution**, v. 30, n. 11, p. 673-684, 2015.

OPPLIGER, E. A. et al. A estrutura de áreas verdes urbanas como indicador de qualidade ambiental e sua importância para a diversidade de aves na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Paisagem e Ambiente**, v. 30, n. 44, p. 162864, 27 nov. 2019.

ORTEGA-ÁLVAREZ, R.; MACGREGOR-FORS, I. Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. **Landscape and Urban Planning**, v. 90, n. 3–4, p. 189–195, abr. 2009.

PACHECO, J. F. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, p. 94–105, 26 jun. 2021.

PAKER, Y. et al. The effect of plant richness and urban garden structure on bird species richness, diversity and community structure. **Landscape and Urban Planning**, v. 122, p. 186–195, fev. 2014.

PALMAS. Instituto de Planejamento Urbano de Palmas. **Caderno de Revisão do Plano Diretor de Palmas**. Plano Diretor de Ordenamento Territorial, 2002.

PENA, J. C. DE C. et al. Street trees reduce the negative effects of urbanization on birds. **PLoS ONE**, v. 12, n. 3, 1 mar. 2017.

PETCHEY, O. L.; GASTON, K. J. **Functional diversity: Back to basics and looking forward**. **Ecology Letters**, jun. 2006.

PINHEIRO, R. T. et al. Birds of the urban area of Palmas, TO: composition and conservation. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 16, n. 4, p. 339–347, 2008.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. Arboreal species of multiple use and its importance in the conservation of biodiversity in the urban green areas of Palmas, Tocantins. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 49, p. 264–282, 1 dez. 2018.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. Arboreous composition and diversity in the urbanized blocks of Palmas, Tocantins state. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 2, p. 565–582, 2020.

PINHEIRO, R. T.; RIBEIRO, N. G. R. Análise multitemporal da cobertura vegetal no plano diretor urbano de Palmas, Tocantins. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 2, p. 1024–1046, 24 jun. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS. DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE PALMAS. Palmas, Tocantins, 348p. 2015.

PURVIS, A.; HECTOR, A. GETTING THE MEASURE OF BIODIVERSITY. **Nature**, v. 405, p. 212–219, 2000.

PYŠEK, P. et al. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. **Global Change Biology**, v. 18, n. 5, p. 1725–1737, 6 maio 2012.

REFLORA. **Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual Para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira.**

REIS, E.; LÓPEZ-IBORRA, G. M.; PINHEIRO, R. T. Changes in bird species richness through different levels of urbanization: Implications for biodiversity conservation and garden design in Central Brazil. **Landscape and Urban Planning**, v. 107, n. 1, p. 31–42, 2012.

RODRIGUES, A. G.; BORGES-MARTINS, M.; ZILIO, F. Bird diversity in an urban ecosystem: the role of local habitats in understanding the effects of urbanization. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 108, n. 0, 11 jun. 2018.

ROSADO, B. H. P.; DIAS, A. T. C.; DE MATTOS, E. A. Going back to basics: Importance of ecophysiology when choosing functional traits for studying communities and ecosystems. **Natureza a Conservacao**, v. 11, n. 1, p. 15–22, jul. 2013.

RUFINO, M. R.; SILVINO, A. S.; MORO, M. F. Exóticas, exóticas, exóticas: reflexões sobre a monótona arborização de uma cidade brasileira. **Rodriguésia**, v. 70, 2019.

SACCO, Anne G. et al. In taxonomic and functional bird diversity in a urban area in Southern Brazil. **Inheringia**. Série Zoologia, v. 105, n. 3, p.276-287, 2015.

SANTOS, M. F. B; CADEMARTORI, C. V. Estudo comparativo da avifauna em áreas verdes urbanas da região metropolitana de Porto Alegre, sul do Brasil. **Biotemas**, 23(1): 181-195, março, 2010.

SAVARD, J.-P. L.; CLERGEAU, P.; MENNECHEZ, G. Biodiversity concepts and urban ecosystems. **Landscape and Urban Planning**, v. 48, p. 131–142, 2000.

SCHEUER, J. M.; NEVES, S. M. A. DA S. Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 05, 22 dez. 2016.

SEPLAN – Secretaria do Planejamento 2008. Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico – Econômico (DZE). **Atlas do Tocantins: Subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 5 ed. rev. atu. Palmas: Seplan/DZE, 62p. il. Organizado por Ricardo Ribeiro Dias, Eduardo Quirino Pereira e Lindomar Ferreira dos Santos.

SETO, K. C.; GÜNERALP, B.; HUTYRA, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 40, p. 16083–16088, 2 out. 2012.

SICK, H. **Introdução à ornitologia brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara, 1997. v. 1.

SILVA, F. S. et al. Composição da comunidade de aves em área urbana no sul do Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, 9. 78-90. 2014.

SILVEIRA, L. F.; OLMOS, F. Quantas espécies de aves existem no Brasil? Conceitos de espécie, conservação e o que falta descobrir. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p. 289–296, 2007.

- SOUZA, F. L. Avifauna da cidade de Ribeirão Preto, estado de São Paulo. **Biotemas**, 8(2): 100-109, 1995.
- STAGOLL, K. et al. Large trees are keystone structures in urban parks. **Conservation Letters**, v. 5, n. 2, p. 115–122, 2 abr. 2012.
- STEVENS, P. F. Angiosperm Phylogeny Website. v. 14, 2017.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 23 mar. 2017.
- TEIXEIRA, L. F. C. A formação de Palmas. **Revista UFG**, v. 11, n. 6, 2009.
- THRELFALL, C. et al. Approaches to urban vegetation management and the impacts on urban bird and bat assemblages. **Landscape and Urban Planning**, 153. 28-39. 2016.
- TILGHMAN, N. G. Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. **Landscape and Urban Planning**, v. 14, p. 481–495, jan. 1987.
- TILMAN, D. Functional Diversity. Em: **Encyclopedia of Biodiversity**. [s.l.] Elsevier, 2001. p. 109–120.
- TOLEDO, M. C. B. **Análise das áreas verdes urbanas em diferentes escalas visando a conservação da avifauna**. Tese de doutorado —Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2007.
- TOLEDO, M. C. B.; BATISTA, G.; MAIA, J. S. Avaliação das áreas verdes urbanas e da diversidade de aves do Município de Taubaté, SP. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, v. 15, p. 3174–3181, 2011.
- TORGA, K. F. et al. A avifauna em uma seção da área urbana de Uberlândia, MG. **Revista Biotemas**, 20. 7-17. 2006.

TURNER, W. R. Citywide biological monitoring as a tool for ecology and conservation in urban landscapes: the case of the Tucson Bird Count. **Landscape and Urban Planning**, v. 65, n. 3, p. 149–166, out. 2003.

USLU, A.; SHAKOURI, N. Urban Landscape Design and Biodiversity. Em: **Advances in Landscape Architecture**. [s.l.] InTech, 2013.

VALADÃO, R. M. et al. A avifauna no Parque Municipal Victório Siquierolli, zona urbana de Uberlândia (MG). **Biotemas**, v.19 n. 1. 2006.

VALENTE-NETO, F. et al. Loss of Cultural and Functional Diversity Associated With Birds Across the Urbanization Gradient in a Tropical City. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 9, 28 maio 2021.

VIEIRA, T. A.; PANAGOPOULOS, T. Urban Forestry in Brazilian Amazonia. **Sustainability**, v. 12, n. 8, p. 3235, 16 abr. 2020.

VITULE, J. R. S; POZENATO, L. P. Homogeneização biótica: Misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado. **Estud. Biol., Ambiente Divers.** 34(83), 239-245. 2012.

WANG, J. W. et al. Building biodiversity: drivers of bird and butterfly diversity on tropical urban roof gardens. **Ecosphere**, v.8(9), September 2017.

WFO. **The World Flora Online**. An Online Flora of All Known Plants. Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/>. Acesso em 03/04/2024.

WIKIAVES. WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil. 2024. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/midias.php?tm=f&t=b/>. Acesso em 03/01/2024.

WILCOX, B. A.; MURPHY, D. D. Conservation Strategy: The Effects of Fragmentation on Extinction. **The American Naturalist**, v. 125, n. 6, p. 879–887, jun. 1985.

Apêndice A - Lista de espécies registradas nas quadras residenciais urbanas de Palmas, Tocantins. Classificação taxonômica segue PACHECO et al., 2021.

Família / Espécie	Nome em português	Área Verde	Rua
		Abundância	Abundância
Cracidae			
<i>Penelope superciliaris</i>	jacupemba	3	0
Columbidae			
<i>Patagioenas picazuro</i>	pomba-asa-branca	38	6
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	377	495
<i>Columbina squammata</i>	rolinha-fogo-apagou	503	339
Cuculidae			
<i>Guira guira</i>	anu-branco	56	9
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	181	59
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	20	2
Trochilidae			
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	2	2
<i>Chionomesa fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde	21	20
Charadriidae			
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	32	0
Accipitridae			
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	gaviãozinho	2	2
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	6	2
Strigidae			
<i>Glaucidium brasilianum</i>	caburé	1	1
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	41	1
Galbulidae			
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	2	0
Bucconidae			
<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto	3	0
<i>Nystalus maculatus</i>	rapazinho-dos-velhos	4	0
Picidae			
<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	1	0
<i>Celeus ochraceus</i>	pica-pau-ocráceo	2	0
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	8	2
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	8	0
Falconidae			
<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	2	1
Psittacidae			
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	965	709
<i>Amazona amazonica</i>	curica	67	10
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	18	0
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	99	23
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	29	12
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	4	5
Dendrocolaptidae			
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	10	0
Furnariidae			
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	210	73
Rhynchocyclidae			
<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	9	1
Tyrannidae			
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	1	0
<i>Phaeomyias murina</i>	bageiro	1	0
<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	2	0

Família / Espécie	Nome em português	Área Verde	Rua
		Abundância	Abundância
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	7	0
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	274	155
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	2	2
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	11	2
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	33	5
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	36	11
<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	1	4
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	peitica-de-chapéu-preto	1	0
<i>Sublegatus modestus</i>	guaracava-modesta	1	0
Vireonidae			
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	62	12
<i>Vireo chivi</i>	juruviara	3	1
Corvidae			
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo	3	0
Hirundinidae			
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande	7	8
Troglodytidae			
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	21	62
<i>Cantorchilus leucotis</i>	garrinchão-de-barriga-vermelha	6	0
Poliophtilidae			
<i>Poliophtila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	106	11
Turdidae			
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	209	104
Mimidae			
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	163	83
Passeridae			
<i>Passer domesticus</i>	pardal	439	1110
Fringillidae			
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	10	1
Passerellidae			
<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	2	0
Icteridae			
<i>Icterus cayanensis</i>	inhapim	14	25
<i>Molothrus bonariensis</i>	chupim	66	105
<i>Gnorimopsar chopi</i>	pássaro-preto	50	35
Thraupidae			
<i>Nemosia pileata</i>	saíra-de-chapéu-preto	68	8
<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto	29	4
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	17	4
<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	98	54
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	56	33
<i>Coryphospingus pileatus</i>	tico-tico-rei-cinza	9	0
<i>Tachyphonus rufus</i>	pipira-preta	0	2
<i>Ramphocelus carbo</i>	pipira-vermelha	7	17
<i>Sporophila nigricollis</i>	baiano	50	69
<i>Sporophila caerulea</i>	coleirinho	1	2
<i>Thlypsopsis sordida</i>	saí-canário	3	0
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	377	205
<i>Paroaria dominicana</i>	cardeal-do-nordeste	99	41
<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinza	195	119
<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	245	177
<i>Stelpnia cayana</i>	saíra-amarela	99	44