



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

Juan Victor de Lima Maia

**FENOLOGIA MORFOMETRIA E DIETA DE *Coccyzus melacoryphus* ATRÁVES DE
ESPÉCIMES OPORTUNISTAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL**

MOSSORÓ

2024

JUAN VICTOR DE LIMA MAIA

**FENOLOGIA MORFOMETRIA E DIETA DE *Coccyzus melacoryphus* ATRÁVES DE
ESPÉCIMES OPORTUNISTAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada como ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres

Orientadora: Profa. Dra. Cecilia Irene Perez Calabuig

MOSSORÓ

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

LL732 Lima, Juan.
f FENOLOGIA MORFOMETRIA E DIETA DE *Coccyzus melacoryphus* ATRÁVES DE ESPÉCIMES OPORTUNISTAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL / Juan Lima. - 2024.
57 f. : il.

Orientadora: Cecilia Calabuig.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, 2024.

1. Cuculiformes. 2. Caatinga. 3. Ave migratória. 4. Papa-lagarta-acanelado. I. Calabuig, Cecilia, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

JUAN VICTOR DE LIMA MAIA

**FENOLOGIA MORFOMETRIA E DIETA DE *Coccyzus melacoryphus* ATRÁVES DE
ESPÉCIMES OPORTUNISTAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada como ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres

Defendida em: 23 / 02 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Cecilia Irene Perez Calabuig
Presidente

Prof. Dr. Airton Torres Carvalho
Membro Examinador

Prof. Dr. Mauro Pichorim
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Maria José.

Agradeço a orientadora Profa Dra Cecilia Calabuig.

Agradeço ao Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido por proporcionar minha formação acadêmica.

E aos amigos.

RESUMO

O *Coccyzus melacoryphus* é uma ave Cuculiforme migratória que está presente na Caatinga durante o período chuvoso para realizar sua reprodução e permanece ausente durante o período seco. O estudo investigou a mortalidade por atropelamento de *Coccyzus melacoryphus*. Foram registrados 115 casos, sendo coletados 81 espécimes frescos, analisados morfológicamente, com ênfase na variação na cor do anel ocular, sexo, presença de mudas, placa incubatória e ovos. As análises estatísticas incluíram a taxa de atropelamento, comparada entre três áreas próximas a unidades de conservação, utilizando o teste de Kruskal-Wallis. A correlação entre a pluviometria mensal e o número de aves atropeladas foi avaliada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson. Os resultados mostraram que a variação da cor do anel ocular não indicou dimorfismo sexual. A muda de penas ocorreu simultaneamente ao período reprodutivo, com correlação entre atropelamentos e precipitação pluviométrica. A reprodução ocorreu de fevereiro a junho, com 15 aves apresentando placa incubatória e cinco fêmeas ovos. Houve sobreposição de atividades de alto custo energético, como reprodução e muda de penas. O estudo destaca a importância da sazonalidade e do ambiente na fenologia reprodutiva e comportamental de *C. melacoryphus*, contribuindo para a compreensão dos impactos das estradas na biodiversidade local.

Palavras-chave: Cuculiformes. Caatinga. Ave migratória. Papa-lagarto-acanelado

ABSTRACT

Coccyzus melacoryphus is a migratory Cuculiform bird that is present in the Caatinga during the rainy season for breeding and remains absent during the dry season. The study investigated mortality due to roadkill of *Coccyzus melacoryphus*. A total of 115 cases were recorded, with 81 fresh specimens collected and morphologically analyzed, with emphasis on variation in eye-ring color, sex, presence of molts, brood patch, and eggs. Statistical analyses included roadkill rates, compared among three areas near conservation units using the Kruskal-Wallis test. The correlation between monthly rainfall and the number of birds killed by road traffic was evaluated using Pearson's Correlation Coefficient. Results showed that variation in eye-ring color did not indicate sexual dimorphism. Molting occurred simultaneously with the breeding period, correlating roadkills with rainfall. Reproduction occurred from February to June, with 15 birds showing brood patches and five females with eggs. There was an overlap of energetically costly activities, such as reproduction and molting. The study highlights the importance of seasonality and environment in the reproductive and behavioral phenology of *C. melacoryphus*, contributing to understanding the impacts of roads on local biodiversity.

Keywords: Cuculiforms. Caatinga. Migratory bird. Dark-billed-cuckoo

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 – Localização da área de estudo dos trechos monitorados no entorno das três Unidades de Conservação presentes no estado do Rio Grande do Norte: Parque Nacional da Fuma Feia, Floresta Nacional de Açu e Estação Ecológica do Seridó Rio Grande do Norte e da BR 110 de Mossoró.....12

CAPÍTULO II

- Figura 1 – Localização da área de estudo dos trechos monitorados no entorno das três Unidades de Conservação presentes no estado do Rio Grande do Norte: Parque Nacional da Fuma Feia, Floresta Nacional de Açu e Estação Ecológica do Seridó Rio Grande do Norte e da BR 110 de Mossoró.....12
- Figura 2 – Total de *Coccyzus melacoryphus* encontrados e a precipitação acumulada em cada mês durante 2014 a 2023.....15
- Figura 3 – Medidas realizadas em *Coccyzus melacoryphus*: medição do comprimento total da cabeça até a ponta occipital do bico (TLH), altura máxima do bico, medida na intersecção da borda proximal da narina (HB); largura máxima do bico, medida na intersecção das bordas proximais das narinas (WB); comprimento a partir da borda distal da narina até a borda occipital do bico (N); comprimento total do culmen (C), a partir da intersecção do crânio até a borda occipital do bico e os ossos cúbito-rádio (CR).

CAPÍTULO III

- Figura 1 – Localização da área de estudo dos trechos monitorados no entorno das três Unidades de Conservação presentes no estado do Rio Grande do Norte: Parque Nacional da Fuma Feia, Floresta Nacional de Açu e Estação Ecológica do Seridó Rio Grande do Norte e da BR 110 de Mossoró.....12
- Figura 2 – Total de *Coccyzus melacoryphus* encontrados e a precipitação acumulada em cada mês durante 2014 a 2023.....15

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1 – Medidas corporais: média (Mean) $\pm$ desvio padrão (SD), intervalo (Range) e tamanho das amostras (N) por sexo, índice de dimorfismo sexual de tamanho (SDI) e coeficientes de variação (CV) para machos e fêmeas de *Coccyzus melacoryphus* na Caatinga, Nordeste do Brasil. O CV foi primeiro calculado para cada sexo e depois calculado a média entre os sexos.....

CAPÍTULO III

- Tabela 1 – Composição de itens alimentares ingeridos por *Coccyzus melacoryphus* resultante da análise de 72 estômagos de espécimes impactadas em estradas do Rio Grande do Norte, Brasil e em linhas de transmissão de energia elétrica no estado do Ceará, Brasil. (N) Número de espécies encontrados.....
- Tabela 2 – Frequência de ocorrência (FO), porcentagem de ocorrência (PO) e biomassa (BioM) para as Ordens encontradas nos estômagos de *Coccyzus melacoryphus* impactados em estradas do Rio Grande do Norte, Brasil e em linhas de transmissão de energia elétrica no estado do Ceará, Brasil.....
- Tabela 3 – Número de presas, separadas em categorias de tamanho, e Volume de conteúdo encontrados nos estômagos de *Coccyzus melacoryphus* impactados em estradas do Rio Grande do Norte, Brasil e em linhas de transmissão de energia elétrica no estado do Ceará, Brasil. Somente presas inteiras foram utilizadas para classificação de tamanho.....
- Tabela 4 – Quantidade de estômagos analisados que apresentaram as Ordens encontradas nas quatro áreas de estudo: Parque Nacional da Fuma Feia (PARNA), Floresta Nacional de Açu (FLONA), Estação Ecológica do Seridó (ESEC) e Complexo Eólico Faísas (FAÍSA).....

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UC	Unidade de Conservação
PARNA	Parque Nacional
FLONA	Floresta Nacional
ESEC	Estação Ecológica
Ind	Indivíduo
CCBS	Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
ECOFAUNA	Laboratório de Ecologia e Conservação de Fauna de Silvestre
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
TLH	Comprimento total da cabeça até a ponta occipital do bico
HB	Altura máxima do bico na altura da narina
WB	Largura máxima do bico na altura da narina
N	Comprimento a partir da borda distal da narina até a borda occipital do bico
C	Comprimento total do culmen
CR	Cúbito-rádio
T	Tarso
BL	Comprimento do corpo
TA	Cauda
W	Asa
PO	Porcentagem de ocorrência
FO	Frequência de ocorrência
BioM	Biomassa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Coccyzus melacoryphus* ATRAVÉS DE AMOSTRAS OPORTUNISTAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL 13

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1	ÁREA DE ESTUDO	15
3.2	COLETA DE AMOSTRAS	17
3.3	CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA.....	18
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	18
4	RESULTADOS	18
4.1	MORFOLOGIA.....	19
4.2	FENOLOGIA	19
4.1	REPRODUÇÃO	19
5	DISCUSSÃO	20
5.1	MORFOLOGIA.....	20
5.2	FENOLOGIA	20
5.3	REPRODUÇÃO	21
	REFERÊNCIAS	22

CAPÍTULO 2: DIMORFISMO SEXUAL DE *Coccyzus melacoryphus* ATRAVÉS DE ESPÉCIMES OPORTUNISTAS PRESENTES NO SEMIÁRIDO NORDESTINO BRASILEIRO28

1	INTRODUÇÃO	28
2	OBJETIVOS	30
2.1	OBJETIVO GERAL	30
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1	TRABALHO DE CAMPO	30
3.2	TRABALHO DE LABORATÓRIO.....	33
3.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	34

4	RESULTADOS	34
5	DISCUSSÃO	35
	REFERÊNCIAS	37
CAPÍTULO 3: DIETA DO PAPA-LAGARTA-ACANELADO (<i>Coccyzus melacoryphus</i>)		
BASEADAS EM AMOSTRAS OPORTUNISTAS DA REGIÃO SEMIÁRIDA DO		
NORDESTE DO BRASIL		
		41
1	INTRODUÇÃO	41
2	OBJETIVOS	43
2.1	OBJETIVO GERAL	43
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
3	MATERIAL E MÉTODOS	44
3.1	TRABALHO DE CAMPO	44
3.2	TRABALHO DE LABORATÓRIO.....	46
3.2.1	Morfometria.....	46
3.2.2	Dieta.....	46
3.3	ANÁLISE DE DADOS	47
4	RESULTADOS	48
5	DISCUSSÃO	51
	REFERÊNCIAS.....	53

CAPÍTULO 1: FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Coccyzus melacoryphus* ATRAVÉS DE AMOSTRAS OPORTUNISTAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL

RESUMO

O *Coccyzus melacoryphus* é uma ave Cuculiforme migratória que está presente na Caatinga durante o período chuvoso para realizar sua reprodução e permanece ausente durante o período seco. O estudo investigou a mortalidade por atropelamento de *Coccyzus melacoryphus*. Foram registrados 115 casos, sendo coletados 81 espécimes frescos que foram analisados morfológicamente com ênfase na variação na cor do anel ocular, sexo, presença de mudas, placa incubatória e ovos. Foram comparadas a taxa de atropelamento entre três áreas próximas às unidades de conservação. Também foi correlacionado a pluviometria mensal e o número de aves atropeladas. Os resultados mostraram que a variação da cor do anel ocular não indicou dimorfismo sexual. A muda de penas ocorreu simultaneamente ao período reprodutivo. Houve correlação entre atropelamentos e precipitação pluviométrica. A reprodução ocorreu de fevereiro a junho, com 15 aves apresentando placa incubatória e cinco fêmeas com ovos. Houve sobreposição de atividades de alto custo energético, como reprodução e muda de penas. O estudo destaca a importância da sazonalidade e do ambiente na fenologia reprodutiva e comportamental de *C. melacoryphus*, contribuindo para a compreensão dos impactos das estradas na biodiversidade local.

Palavras-chave: Cuculiformes; Caatinga; Ave migratória; papa-lagarta-acanelado

1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente 20% das espécies de aves demonstram comportamento migratório sazonal (SHEARD et al., 2020). Em zonas tropicais, especificamente em regiões áridas e semiáridas, a comunidade de aves apresenta variações sazonais na migração que são influenciadas por fatores bióticos e abióticos (SICK, 1997; CAVALCANTI, 2016; ARAUJO e SILVA, 2017). Isso porque, nessas regiões, há marcadas mudanças na disponibilidade de recursos alimentares e na disponibilidade hídrica ao longo do ano (SICK, 1997; OLMOS et al., 2005; CAVALCANTI, 2016; ARAUJO e SILVA, 2017). Essa dinâmica juntamente com características individuais das espécies, como: idade, sexo e condição corporal (JAHN et al., 2010) exercem influência nos processos reprodutivo e migratório (ANTAS, 1984; SICK, 1997; LLOYD, 1999).

Durante o processo de migração, as aves enfrentam adversidades que influenciam as taxas de sobrevivência como mudanças na estrutura da paisagem ao longo dos anos, barreiras antrópicas (PALACIN et al., 2017) e variações climáticas (NEWTON, 2008). A presença de

estruturas lineares (e.i. estradas, aerogeradores e linhas de redes elétricas) acabam funcionando como barreira física para seu deslocamento (SUMMERS et al., 2011; URIBE-RIVERA et al., 2019; MORELLI et al., 2020). As aves exibem diferentes graus de vulnerabilidade às colisões que estão diretamente relacionados com sua ecologia e com as características funcionas da paisagem (ERRITZOE et al., 2012).

Animais mortos por colisão em estradas podem ser utilizados como oportunidade para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas as características ecológicas e fisiológicas das espécies (SCHWARTZ et al., 2020; RIBEIRO et al., 2022). Jessup (2003) lista os animais mortos por atropelamento como uma forte oportunidade de amostragem e levantamento de dados. Coba-Males et al., (2023) afirma que é um método simples, de baixo custo e baixo impacto, uma vez que não requer a captura de animais, e auxilia no entendimento da biodiversidade, inclusive de padrões migratórios.

Dentro da Ordem Cuculidae, as espécies do gênero *Coccyzus* realizam migrações durante o período reprodutivo e podem ocorrer nas três Américas (SICK, 1997). Com nove espécies, são encontradas desde o Canadá e em toda a América do Sul, mas estão concentradas principalmente na região Neotropical (PAYNE, 1997). Costumam ser encontradas em florestas tropicais e áreas de vegetação aberta com presença de corpos hídricos (HUGHES, 1996).

O *Coccyzus melacoryphus* Vieillot, 1817, conhecido popularmente como papa-lagarta-acanelado, está amplamente distribuído na América do Sul, ocorrendo desde a Venezuela até o Sul da Bolívia, incluindo também as Guianas, Paraguai (SICK, 1997), Colômbia (MUÑOZ et al., 2007), Peru (ÁLVAREZ e IANNAcone, 2007) e Equador, nas Ilhas Galápagos (GUERRERO e TYE, 2011; DVORAK et al., 2012). É encontrado em todas as regiões do Brasil (PAYNE, 1997; SICK, 1997). Esta ave, de acordo com Ruiz-Esparza et al. (2011); Pereira e Azevedo Júnior (2013) e Somenzari et al., (2018) é uma espécie migratória parcial no hemisfério austral neotropical, que migra para a Caatinga durante o período de chuvas (OLMOS et al., 2005). A espécie aproveita a disponibilidade de insetos, abundantes no período chuvoso (PEREIRA, 2010; PEREIRA e AZEVEDO JÚNIOR, 2013; ARAUJO et al., 2012; NUNES e MACHADO, 2012; PAIXÃO, 2022) para suprir as demandas energéticas necessárias para nidificar e realizar seu ciclo reprodutivo (PAIXÃO, 2021).

Espécies, como a *C. melacoryphus*, que habitam áreas de floresta, têm tamanho pequeno ou médio e apresentam hábito insetívoros estão mais propensas a sofrer com colisões em estruturas lineares (RAMOS et al., 2011). Essa espécie vem sendo registrada em estudos

de fauna atropelada (e.g. RAMOS et al., 2011; RAMOS et al., 2012; ROSA e BAGER, 2012; CUNHA et al., 2015).

Trabalhos publicados que mencionam *C. melacoryphus* estão relacionados principalmente a levantamentos de avifauna (e.g. SILVA et al., 2003; OLMOS, 2005; FARIAS, 2007; RUIZ-ESPARZA et al., 2011; GUERRERO e TYE, 2011; NUNES e MACHADO, 2012; PEREIRA e AZEVEDO JÚNIOR, 2013; ARAUJO e SILVA, 2017; SOMENZARI, 2018), alimentação (e.g. BELTZER e QUIROGA, 2008; REPENNING et al., 2009), morfometria (i.e. Piratelli, 2001; Payne, 2005; Smith, 2012) e reprodução, no Brasil (i.e. PAIXÃO, 2021) e na Argentina (i.e. DE LA PEÑA, 2013; SCHAAF et al., 2015).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a fenologia reprodutiva de *Coccyzus melacoryphus* a partir de espécimes mortos por colisão em estradas localizadas no entorno de unidades de conservação, no Rio Grande do Norte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o estado reprodutivo, a presença de muda e a variação da cor do anel ocular dos espécimes de *Coccyzus melacoryphus*.
- Verificar a relação da presença de *Coccyzus melacoryphus* com as taxas de precipitação.
- Verificar a taxa de atropelamento de *Coccyzus melacoryphus*.

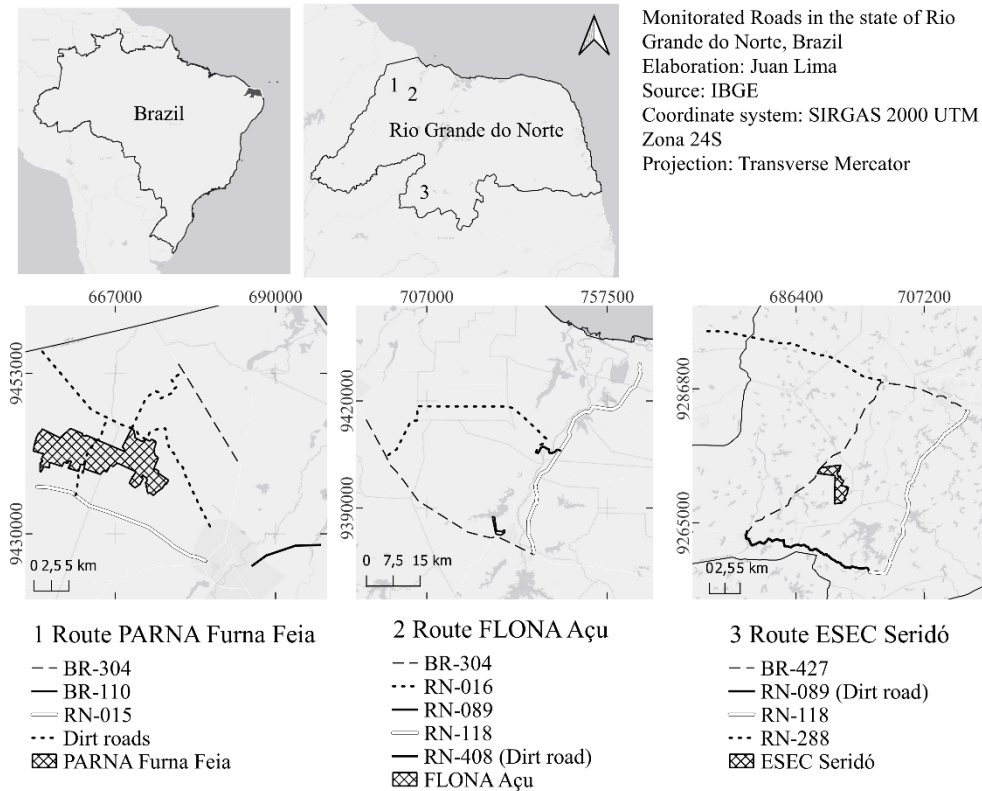
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Caatinga é considerada a maior floresta sazonalmente secas da região neotropical (PENNINGTON et al., 2000). No nordeste brasileiro, abrange cerca de 912.529 km² dessa área (SILVA et al., 2018). As precipitações irregulares em volume e frequência variam de 250

a 1000 mm anuais (SAMPAIO, 1995; PRADO, 2003; OLMOS et al., 2005), e estão concentradas entre fevereiro e maio (CIRILLO et al., 2017). A área de estudo está localizada na ecorregião conhecida como Depressão Sertaneja Setentrional, que é uma das maiores áreas da Caatinga do nordeste brasileiro, abrangendo cerca de 206.700 km². O clima da ecorregião é caracterizado como árido e quente com altas taxas de radiação solar, umidade relativa baixa, escassez e irregularidade de chuvas do tipo BShw' segundo a classificação de Köppen (Prado, 2003). Nessa região, a média anual de precipitação varia de 500 a 800 mm, com possibilidade de ocorrer períodos de estiagem longos (VELLOSO et al., 2002). As estradas onde foram realizados os monitoramentos em busca de animais atropelados estão localizadas no Estado do Rio Grande do Norte, entorno de Unidades de Conservação (UC) Federais: a) Parque Nacional da Fuma Feia (PARNA Fuma Feia) (5°0'47,80''S, 37°30'27,75''W); b) Floresta Nacional de Açú (FLONA de Assu) (5°34'59,43''S, 36°56'40,18''W); c) Estação Ecológica do Seridó (ESEC Seridó) (6°34'44,65''S, 37°15'19,78''W). Além disso, três espécimes foram recolhidos na BR 110 no município de Mossoró (5°11'17''S, 37°20'39''W) (Figura 1).

Figuras 1: Localização da área de estudo dos trechos monitorados no entorno das três Unidades de Conservação presentes no estado do Rio Grande do Norte: Parque Nacional da Fuma Feia, Floresta Nacional de Açu e Estação Ecológica do Seridó Rio Grande do Norte e da BR 110 de Mossoró.



3.2 COLETA DE AMOSTRAS

As aves utilizadas nessa pesquisa são provenientes de colisões com veículos em estradas no estado do Rio Grande do Norte. A coleta das aves atropeladas em estradas foi regulamentada pela licença de número 40620 emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO, ISMBIO). Só foram recolhidos e analisados os espécimes frescos (*algor mortis*), que não apresentavam rigidez ou perda de fluidos pelo tempo de morte (BROOKS, 2016). As coletas ocorreram de fevereiro de 2014 a maio de 2023.

Cada espécime foi identificado e armazenado em um saco plástico e posteriormente alocado em caixa térmica, até chegarem ao Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre (ECOFAUNA) do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido onde foram triadas.

Os dados pluviométricos foram obtidos através da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN - <https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/inicio>). A precipitação média foi calculada a partir de estações meteorológicas presentes em cada área. Para a área do PARNA da Fuma Feia, os dados de precipitação foram obtidos da estação meteorológica da Fazenda Experimental Rafael Fernandes – UFERSA e EMATER – BARAÚNA; para a FLONA de Assu os dados de precipitação foram obtidos da estação meteorológica EMATER/ST. CASA FORTE e TELEPLU – PENDENCIAS e para a ESEC Seridó os dados de precipitação foram obtidos da estação meteorológica TELEPLU – SERRA NEGRA DO NORTE, TELEPLU – SÃO JOÃO DO SABUGI, CACICÓ – ANA e PCD JARDIM DE PIRANHAS. A média de precipitação foi calculada entre cada saída.

3.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

Para cada ave, foram observadas: a) a variação na cor do anel ocular, se amarelo ou preto; b) a presença de mudas no dorso, ventre, pescoço, cabeça, asas e cauda; c) a presença de placa incubatória; d) a presença de ovos no interior do oviduto para atestar o estado reprodutivo das aves. Quando possível, o sexo do espécime foi identificado por análise gonadal, através da visualização dos órgãos sexuais reprodutivos. Por serem provenientes de colisões, alguns espécimes apresentavam fraturas expostas e órgãos danificados, o que impossibilitou a sexagem de todos.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A taxa de atropelamento foi calculada para cada área através do número de indivíduos atropelados dividido pela quilometragem percorrida; dividido pela quantidade de saídas realizadas (ind/km/saída). A taxa de atropelamento foi comparada entre locais através do teste de Kruskal-Wallis. Para analisar a correlação entre os índices de precipitação média entre cada saída de campo e o número de espécimes de *C. melacoryphus* atropelados, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Ambas as análises foram realizadas no programa R studio versão 4.2.2 Copyright (C) The R Foundation for Statistical Computing. Para as análises, foi considerado o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

4 RESULTADOS

4.1 MORFOLOGIA

Ao todo, foram registrados 105 espécimes de *C. melacoryphus* atropelados, dos quais, 81 foram recolhidos. Segundo as observações realizadas, o *C. melacoryphus* apresentou anel ocular preto (N = 64) ou amarelo (N = 17) e uma plumagem monomórfica. Ainda, a muda das penas (N = 78) ocorreu em todo o corpo e de forma simultânea ao período reprodutivo. Sete indivíduos apresentaram mudas pelo corpo ao mesmo tempo que estavam com ovos no oviduto ou placa incubatória. A ocorrência de mudas foi verificada principalmente entre março e junho (N = 63), a maior ocorrência de mudas foi nas penas primárias, secundárias e nas coberteiras das asas; e nas penas retrizes. Também, houve a presença de mudas na cabeça, pescoço, ventre e dorso.

4.2 FENOLOGIA

A taxa de atropelamento para *C. melacoryphus* em estradas circundantes ao Parque Nacional da Fuma Feia foi de 0,018 ind/km/saída, em estradas circundantes a Floresta Nacional de Assú foi de 0,006 ind/km/saída e em estradas circundantes a Estação Ecológica do Seridó foi de 0,020 ind/km/saída e não foi encontrado diferenças significativas nas taxas de atropelamento entre as três áreas ($H = 2,0$; $p = 0,368$). De modo geral, a quantidade de espécimes mortos encontrados e a precipitação média não estavam fortemente correlacionados ($r = 0,11$; $p = 0,12$). A maioria dos registros de espécimes de *C. melacoryphus* atropelados iniciou em fevereiro, ocorrendo simultaneamente com o período chuvoso. O mês de abril apresentou maior ocorrência de espécime atropelados. A partir de agosto, os registros diminuem consideravelmente. Entretanto, foi encontrado seis espécimes atropelados com um padrão temporal distinto, com um indivíduo no início de janeiro de 2016, dois em agosto, dois em setembro de 2014 e um em novembro de 2018.

4.1 REPRODUÇÃO

Ao todo foi possível identificar o sexo de 64 espécimes, 24 machos e 40 fêmeas. Um total de 15 espécimes apresentaram placa incubatória, (oito machos, cinco fêmeas e dois indivíduos cujo sexo não foi identificado). Essa observação ocorreu entre fevereiro e junho, com uma ocorrência em fevereiro, oito em março, três em abril, uma em maio e duas em

junho. Adicionalmente, cinco fêmeas apresentaram ovos, sendo que três delas também exibiram placa incubatória, uma em fevereiro e quatro em março.

5 DISCUSSÃO

5.1 MORFOLOGIA

A variação de cor do anel ocular não foi um indicativo de dimorfismo sexual. Ambos os sexos apresentaram cor amarela ou preta. Em *Coccyzus minor* foi relatado que há uma variação sazonal na cor do anel ocular relacionadas às estações do ano, podendo indicar o status reprodutivo desta espécie (FRIEZE e LLOYD, 2017). O presente estudo aponta, entretanto, que *C. melacoryphus*, com status reprodutivos confirmado (presença de ovos e placa incubatória) apresentaram ambas as cores de anel ocular. Dessa forma, essa variação não pode ser considerada indicador de status reprodutivo para a espécie do estudo.

Entre os espécimes analisados, houve uma alta incidência de mudas, com destaque para as asas e cauda. Segundo Danner et al., (2014), o processo de muda das penas é influenciado pela disponibilidade de recursos alimentares. Dessa forma, o processo pode estar refletindo um ambiente rico em alimentos. Ainda, a muda principalmente nas penas de voo evidencia a preparação para migrar de volta ao local de não reprodutivo (PYLE, 2022).

5.2 FENOLOGIA

Não foi observada uma correlação entre os atropelamentos e a precipitação pluviométrica, porém a precipitação parece influenciar a densidade de indivíduos da espécie presentes na área de estudo, uma vez que a maioria dos espécimes coletados coincidiam em meses que apresentavam precipitações acima de 100 mm. Assim como observado por Cavalcanti (2016), o *C. melacoryphus* chega à região amostrada a partir de fevereiro, coincidindo com o início das chuvas e permanece até julho, sendo praticamente ausente durante o período de estiagem, que ocorre de agosto a dezembro. Existe um declínio da espécie na estação não reprodutiva (seca) que para regiões semiáridas reflete-se em baixa disponibilidade de alimento (JAHN et al., 2010). Apesar de seis indivíduos terem sido registrados após o período esperado de permanência (meses de chuvas superiores a 10mm),

nos meses anteriores aos registros ainda aconteceram pequenas chuvas o que pode sustentar ainda a disponibilidade de recursos e uma partida tardia.

5.3 REPRODUÇÃO

A reprodução ocorreu durante todo o período de permanência na região, assim como verificado por Paixão (2021). Cinco fêmeas apresentaram ovos e a presença de placa incubatória foi verificada em 15 espécimes, (oito machos, cinco fêmeas e dois indivíduos de sexo não identificado), ocorrendo entre fevereiro e junho. A incubação por ambos os sexos é comum em Cuculídeos e já foi registrada em *Coccyzus americanus* (EATON, 1979), *Coccyzus pumilus* (RALPH, 1975), *Geococcyx californicus* (PAYNE, 2005) e na subfamília Crotophaginae (PAYNE, 2005). Contudo, a fenologia reprodutiva de *C. melacoryphus* parece variar entre populações, como pode ocorrer em algumas espécies de aves (WINKLER, 2016). Na Argentina e Uruguai a reprodução ocorre entre os meses de outubro e fevereiro (DE LA PEÑA, 1996, 2013; PAYNE, 2005; SCHAAF et al., 2015) e nas Ilhas Galápagos entre agosto e novembro (ERVIN, 1989). Dessa forma, parece que a fenologia reprodutiva da espécie está relacionada ao regime de chuvas do local, que aumenta a abundância de insetos, seu principal alimento (BELTZER e QUIROGA, 2009; REPENNING et al., 2009; VASCONCELLOS, 2010).

Embora o período de engorda seja considerado essencial para a aquisição de energia em aves migratórias (EWALD e ROHWER, 1982), é interessante notar que as fêmeas desta espécie já chegam na Caatinga em condições reprodutivas. Nos meses de chegada, as fêmeas exibem características como placa incubatória e a presença de ovos, indicando que estão prontas para iniciar o processo reprodutivo mesmo antes de passarem por um período substancial de engorda.

Dessa forma o estímulo reprodutivo pode estar associado ainda a outros fatores como umidade e cobertura vegetal, que juntamente com a alimentação também influenciam na viabilidade da postura de ovos e no desenvolvimento dos filhotes (BORGMANN et al., 2013).

De acordo com os achados do presente estudo, observou-se que em *C. melacoryphus*, o processo de muda pode ocorrer em associação com a reprodução e sugere uma adaptação estratégica para otimizar o uso de recursos energéticos em ambientes com alta disponibilidade de alimentos, uma vez que ambos os processos requerem uma quantidade significativa de energia por parte do indivíduo (HATCHWELL et al., 1999; PAIXÃO, 2021). A sincronização desses eventos pode ser crucial para garantir a eficiência energética, considerando que tanto a

reprodução quanto a muda exigem quantidades significativas de energia. A sobreposição de atividades de alto custo energético, como a reprodução prolongada ou processo de muda lento, pode influenciar o momento em que essas atividades ocorrem, e em ambientes com alta sazonalidade. Em geral, a priorização da reprodução antes do processo de muda em ambientes com alta sazonalidade sugere uma adaptação para maximizar o sucesso reprodutivo dentro de limitações temporais (BARTA et al., 2006). Além disso, a referência aos achados de Tomotani et al., (2018) fortalece a consistência desses resultados, sugerindo que essa sobreposição de atividades pode ser uma característica intrínseca à espécie. A limitação do tempo de permanência como um possível fator contribuinte ressalta a importância de considerar não apenas os recursos disponíveis, mas também as restrições temporais na modelagem do comportamento reprodutivo e de muda. Em resumo, esses achados contribuem significativamente para a compreensão da ecologia e do comportamento de *C. melacoryphus*, destacando a adaptação estratégica dessa espécie em relação à disponibilidade de recursos e às limitações temporais. Eles também destacam a necessidade de considerar uma abordagem integrada que leve em conta tanto os aspectos energéticos quanto temporais na análise do comportamento reprodutivo e de muda em ambientes sazonalmente variáveis.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, C.; IANNACONE, J. Primer registro de *Coccyzus melacoryphus* en los humedales de Ventanilla, Perú. **Biologist**, v. 5, n. 2, p. 68-69, 2007.
- ANTAS, P. T. Z. Migration of nearctic shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) in Brazil – flyways and their different seasonal use. **Wader Studie Group Bulletin**, v. 39, p. 52-56, 1984.
- ARAUJO, H. F. P. et al. As aves e os ambientes em que elas ocorrem em uma reserva particular no Cariri paraibano, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 3, p. 365-377, 2012.
- ARAUJO, H. F. P.; SILVA, J. M. C. da. The avifauna of the Caatinga: biogeography, ecology, and conservation. Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America. **Springer**, p. 181-210, 2017.
- BELTZER, A. H.; QUIROGA, M. A. Alimentación del cuclillo canela (*Coccyzus melacoryphus*) en la isla Carabajal, Santa Fe, Argentina. **Natura Neotropicalis**, v. 39, p. 7-18, 2008.

- BORGMANN, K. L.; CONWAY, C. J.; MORRISON, M. L. Breeding phenology of birds: mechanisms underlying seasonal declines in the risk of nest predation. **PLoS One**, v. 8, n. 6, p. e65909, 2013.
- BROOKS, J. W. Postmortem changes in animal carcasses and estimation of the postmortem interval. **Veterinary pathology**, v. 53, n. 5, p. 929-940, 2016.
- CAVALCANTI, L. M. P.; PAIVA, L. V.; FRANÇA, L. F. Effects of rainfall on bird reproduction in a semi-arid Neotropical region. **Zoologia**, v. 33, p. 1-6, 2016.
- CIRILO, J. A. et al., The issue of water in the brazilian semi-arid region. **Waters of Brazil: Strategic Analysis**, p. 59-71, 2017.
- COBA-MALES, M. A. et al. From roads to biobanks: Roadkill animals as a valuable source of genetic data. **Plos one**, v. 18, n. 12, p. e0290836, 2023.
- CUNHA, G. G.; HARTMANN, M. T.; HARTMANN, P. A. Atropelamentos de vertebrados em uma área de Pampa no sul do Brasil. **Ambiência**, v. 11, n. 2, p. 307-320, 2015.
- DANNER, R. M. et al. Winter food limits timing of pre-alternate moult in a short-distance migratory bird. **Functional Ecology**, v. 29, n. 2, p. 259-267, 2015.
- DE LA PEÑA, M. R. Ciclo reproductivo de aves argentinas. Segunda Parte. L.O.L.A. Buenos Aires, p. 62, 1996.
- DE LA PEÑA, M. R. Nidos y reproducción de las aves argentinas. Edições Biológicas. **Serie Naturaleza, Conservação y Sociedad**, v. 8, p. 590, 2013.
- DVORAK, M.; FESSLI, B.; NEMETH, E.; KLEINDORFER, S. and TEBBICH, S. Distribution and abundance of Darwin's finches and other land birds on Santa Cruz Island, Galápagos: evidence for declining populations. **Oryx**, v. 46, p.78-86, 2012.
- ERRITZØE, J. et al. **Cuckoos of the World**, 1ª edição Londres, Reino Unido: Christopher Helm Publishers Ltd, 2012.
- EATON, S. Notes on the Reproductive Behavior of the Yellow-billed Cuckoo. The **Wilson Bulletin**, v. 19, n. 1, p. 154-155, 1979.
- ERVIN, S. The nesting of the Dark-billed Cuckoo in the Galapagos. **Notícias de Galápagos**, v. 48 p. 8-9, 1989.
- EWALD, P. W.; ROHWER, S. Effects of supplemental feeding on timing of breeding, clutch-size and polygyny in red-winged blackbirds *Agelaius phoeniceus*. **The Journal of Animal Ecology**, v. 51, p. 429-450, 1982.
- FARIAS, G. B. Avifauna em quatro áreas de caatinga strictu senso no centro-oeste de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 1, p. 53-60, 2007.

- FRIEZE, R. D.; LLOYD, J. D. Eye-ring coloration is not a reliable indicator for aging Mangrove Cuckoos (*Coccyzus minor*). **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 129, n. 1, p. 163-165, 2017.
- GUERRERO, A. M.; TYE, A. Native and introduced birds of Galapagos as dispersers of native and introduced plants. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, n. 2, p. 207-217, 2011.
- HATCHWELL, B. J. et al. Reproductive success and nest-site selection in a cooperative breeder: effect of experience and a direct benefit of helping. **The Auk**, v. 116, n. 2, p. 355-363, 1999.
- HUGHES, J. M. Phylogenetic analysis of the Cuculidae (Aves, Cuculiformes) using behavioral and ecological characters. **The Auk, Washington**, v. 113, n. 1, p. 10-22, 1996.
- JAHN, Alex E. et al. Determinants of partial bird migration in the Amazon Basin. **Journal of Animal Ecology**, v. 79, n. 5, p. 983-992, 2010.
- JESSUP, D. A. Opportunistic Research and Sampling Combined with Fish and Wildlife Management Actions or Crisis Response. **ILAR Journal**, v. 44, n. 4, p. 277–285, 2003.
- LLOYD, P. Rainfall as a breeding stimulus and clutch size determinant in South African arid-zone birds. **Ibis**, v. 141, n. 4, p. 637-643, 1999.
- MORELLI, F.; BENEDITTI, Y.; DELGADO, J. D. A forecasting map of avian roadkill-risk in Europe: A tool to identify potential hotspots. **Biological Conservation**, v. 249, p. 108729, 2020.
- MUÑOZ, M. C. et al. Las aves del campus de la Universidad del Valle, una isla verde urbana en Cali, Colombia. **Ornitología Colombiana**, v. 5, n. 5, p. 5-20, 2007.
- NEWTON, I. **The migration ecology of birds**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 2008.
- NUNES, C. E. C. e MACHADO, C. G. Avifauna de duas áreas de Caatinga em diferentes estados de preservação no Raso da Catarina, Bahia. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 3. p. 215-229. 2012.
- OLMOS, F.; SILVA, W. A. de G.; ALBANO, C. G. Aves em oito áreas de Caatinga, no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 45, p. 179-199, 2005.
- PAIXÃO, V. H. F.; MACARIO, P.; PICHORIM, M. Breeding biology of the Dark-billed Cuckoo *Coccyzus melacoryphus* (Aves: Cuculidade) in a semi-arid Neotropical region. **Ornithology Research**, v. 29, p. 68-75, 2021.

- PAIXÃO, V. H. F.; PICHORIM, M. Factors influencing the daily nest survival of the Dark-billed Cuckoo (*Coccyzus melacoryphus*). **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 134, n. 4, p. 604-611, 2022.
- PALACÍN, C. et al. Changes in bird-migration patterns associated with human-induced mortality. **Conservation Biology**, v. 31, n. 1, p. 106-115, 2017.
- PAYNE, R. B. Family Cuculidae (cuckoos), p. 508-607. In: J. del Hoyo; A. Eliot & J. Sargatal (Eds). **Handbook of the birds of the World 4**. Sandgrouse to Cuckoos. Barcelona, Lynx Edicions, p. 679, 1997.
- PAYNE, R. B. **The Cuckoos**. Oxford University. Press, Oxford. 2005.
- PEREIRA, G. A. Avifauna associada a três lagoas temporárias no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Atualidades ornitológicas**, v. 156, n. 1, p. 53-60, 2010.
- PEREIRA, G. A.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. Variação sazonal de aves em uma área de caatinga no Nordeste do Brasil. **Ornitologia Neotropical**, v. 24, n. 4, p. 387-399, 2013.
- PIRATELLI, A. & M.R. PEREIRA. Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 131-139, 2002.
- POSSO, S. R.; DONATELLI, R. J. Análise filogenética e implicações sistemáticas e evolutivas nos Cuculiformes (Aves) com base na osteologia, comportamento e ecologia. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 608-629, 2006.
- PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 3-74, 2003.
- PYLE, P. Defining moults in migratory birds: a sequence-based approach. **Journal of Avian Biology**, v. 2022, n. 5, p. e02958, 2022.
- RALPH, C. P. Lifestyle of *Coccyzus pumilus*, a tropical cuckoo. **The Condor**, v. 77, n. 1, p. 60-72, 1975.
- RAMOS, C. C. O. et al. Dieta e conteúdo calórico de aves atropeladas na região central do estado do Paraná, Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 153-170, 2011.
- RAMOS, C. C. O. et al. The biology and ecology of birds is an important factor for explaining road kill frequencies. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 6, p. 201-212, 2012.
- REPENNING, M.; BASSO, H. C. P.; ROSSONI, J. R.; KRÜGEL, M. M.; FONTANA, C. S. Análise comparativa da dieta de quatro espécies de cucos (Aves: Cuculidae), no sul do Brasil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 443-453, 2009.

- RIBEIRO, T. R. S.; LARANJA, R. E. de P.; BARBIERI, C. B. Dinâmica das Rodovias: O Papel do Tráfego nos Índices de Atropelamentos de Fauna. **Sociedade & Natureza**, v. 34, 2022.
- ROSA, C. A. DA; BAGER, A. Seasonality and habitat types affect roadkill of neotropical birds. **Journal of Environmental Management**, v. 97, p. 1-5, 2012.
- RUIZ-ESPARZA, J. et al. Migratory birds in the semi-arid Caatinga scrublands of northeastern Brazil: diversity and seasonal patterns. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, p. 15-24, 2011.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. Overview of the Brazilian caatinga. **Seasonally dry tropical forests**, v. 1, p. 35-63, 1995.
- SCHAAF, A. A. et al. Aspectos reproductivos de siete especies de aves en el bosque Chaqueño Serrano, Córdoba, Argentina. **Nuestras Aves**, v. 60, p. 18-27, 2015.
- SCHEUERLEIN, A.; GWINNER, E. Is food availability a circannual zeitgeber in tropical birds? A field experiment on stonechats in tropical Africa. **Journal of Biological Rhythms**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2002.
- SCHWARTZ, A. L. W.; SHILLING, F. M.; PERKINS, S. E. The value of monitoring wildlife roadkill. **European journal of wildlife research**, v. 66, n. 1, p. 18, 2020.
- SHEARD, C. et al. Ecological drivers of global gradients in avian dispersal inferred from wing morphology. **Nature Communications**, v. 11, p. 2463, 2020.
- SICK, H. Ornitologia Brasileira. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, v. 2, p. 383-392, 1997.
- SILVA, J. M. C. et al. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. Ecologia e conservação da Caatinga. **Editora Universitária**, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, p. 237-274, 2003.
- SMITH, P. et al. Morphometrics of Cerrado birds from the Reserva Natural Laguna Blanca (NE Paraguay). **The Ring**, v. 34, n. 1, p. 51-67, 2012.
- SOMENZARI, M. et al. An overview of migratory birds in Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, p. 1-66, 2018.
- SUMMERS, P. D.; CUNNINGTON, G. M.; FAHRIG, L. Are the negative effects of roads on breeding birds caused by traffic noise? **Journal of Applied Ecology**, v. 48, p. 1527–1534, 2011.
- TOMOTANI, B. M. et al. Climate change leads to differential shifts in the timing of annual cycle stages in a migratory bird. **Global change biology**, v. 24, n. 2, p. 823-835, 2018.

- URIBE-RIVERA, M. A.; GUEVARA-CARRIZALES, A. A.; RUIZ-CAMPOS, G.
Mortalidad incidental de aves passeriformes en un parque eólico del noroeste de México.
Huitzil, v. 20, n. 1, p. 1-7, 2019.
- VASCONCELLOS, A. et al. Sazonalidade de insetos na Caatinga do Nordeste brasileiro.
Revista Brasileira de Entomologia, v. 54, p. 471-476, 2010.
- WINKLER D. W. Breeding biology of birds. In: LOVETTE, I. J.; FITZPATRICK, J. W.
Handbook of bird biology. John Wiley & Sons, v. 3, p. 407-452, 2016.

CAPÍTULO 2: DIMORFISMO SEXUAL DE *Coccyzus melacoryphus* ATRAVÉS DE ESPÉCIMES OPORTUNISTAS PRESENTES NO SEMIÁRIDO NORDESTINO BRASILEIRO

RESUMO

Aves enfrentam ameaças significativas em estradas e infraestruturas humanas, com diferentes espécies exibindo diferentes níveis de vulnerabilidade ao atropelamento, influenciados por suas características ecológicas e pela paisagem circundante. Neste contexto, o papa-lagarta-acanelado (*Coccyzus melacoryphus*), uma ave migratória de pequeno porte, insetívora e associada a áreas florestais, é frequentemente afetado por colisões veiculares. Este estudo buscou compreender a variação morfológica e o dimorfismo sexual em *C. melacoryphus*, contribuindo para um melhor entendimento das interações entre esta espécie e as estradas. Foram analisados 95 espécimes de *C. melacoryphus* provenientes de colisões veiculares e redes elétricas, com medidas morfológicas realizadas em laboratório. Os resultados revelaram um dimorfismo sexual reverso, com fêmeas apresentando dimensões corporais maiores que os machos em várias variáveis, incluindo massa corporal, comprimento do corpo, comprimento total da cabeça até o bico, comprimento do cúlmen e comprimento da asa. Uma análise discriminante mostrou que o comprimento total da cabeça e o comprimento do cúlmen foram as variáveis mais eficientes na identificação do sexo, com uma taxa de classificação correta de 95,3%. Este estudo destaca a importância das medidas morfológicas na compreensão das adaptações ecológicas das aves, bem como na identificação de padrões de dimorfismo sexual. Ressalta-se a utilidade de espécimes coletados em acidentes para estudos científicos, fornecendo informações valiosas sobre ecologia e comportamento das espécies. Futuras pesquisas devem considerar outras populações de *C. melacoryphus* para uma compreensão mais abrangente do dimorfismo sexual e suas implicações ecológicas.

Palavras-chave: Cuculiformes; Caatinga; Ave migratória; papa-lagarta-acanelado; Identificação sexual

1 INTRODUÇÃO

A comunidade de aves exibe diferentes graus de vulnerabilidade ao atropelamento, que estão diretamente relacionados com as características ecológicas das aves e as da paisagem (ROSA e BAGER, 2012). Segundo Ramos et al. (2011), espécies, com certa dependência a florestas, de tamanho pequeno ou médio e de hábito insetívoro estão mais propensas a serem atropeladas. Ainda, como observado por Klaassen et al. (2014) e Palacin et al. (2017) na época de dispersão, aves apresentam maior vulnerabilidade ao atropelamento do que em períodos estacionários.

O papa-lagarta-acanelado (*Coccyzus melacoryphus*), é um exemplo de ave migratória de tamanho pequeno insetívora e dependente de áreas mais fechadas de floresta e comumente

citada em estudos de fauna atropelada (e.g. RAMOS et al., 2011; RAMOS et al., 2012; ROSA e BAGER, 2012; CUNHA et al., 2015). O *C. melacoryphus* Vieillot, 1817 é uma ave da Ordem dos Cuculiformes presente em toda a América do sul (SICK, 1997), incluindo as ilhas Galápagos (GUERRERO E TYE, 2011; DVORAK et al., 2012). Apresenta distribuição em todas as regiões do Brasil, sendo encontrado principalmente no Nordeste, onde se reproduz, e no Sul do país, onde seria seu local de não reprodutivo, (SICK, 1997; REPPENING et al., 2009; CAVALCANTI et al., 2016; PAIXÃO, 2021). É uma ave monomórfica e forma casais monogâmicos que apresentam cuidado biparental (ERVIN, 1989).

Os traços morfológicos dos organismos estão intrinsecamente ligados às suas necessidades ecológicas fundamentais, como alimentação, locomoção, reprodução e defesa (BOCK, 1990). Além disso, esses traços desempenham um papel crucial na evolução e classificação taxonômica desses organismos (BOOKSTEIN, 1998). Dessa forma, o desempenho ecológico ligado aos caracteres morfológicos auxilia na compreensão das espécies dentro de seus nichos ecológicos (RICKLEFS e MILES, 1994). Variações no tamanho e na coloração das aves estão vinculadas à seleção sexual e à seleção natural, influenciadas pelas características ecológicas que uma espécie pode exibir. Em geral, o dimorfismo sexual de tamanho geralmente é atribuído a competição intrasexual ou a diferenças no cuidado parental (DARWIN, 1859, 1871; RADFORD e DU PLESSIS, 2003).

A maioria das espécies de aves exibe dimorfismo sexual de tamanho (SSD), onde os machos são maiores do que as fêmeas, porém, aves rapinantes (Accipitriformes, Falconiformes e Strigiformes) apresentam SSD reverso, ou seja, as fêmeas são maiores que os machos (KRUGER, 2005). Esse fenômeno está associado à seleção sexual, conforme observado por Darwin em 1897. Ainda, segundo Székely et al. (2007) é importante ressaltar que a seleção sexual não é suficiente para explicar todas as variações que podem ocorrer no SSD. A seleção natural promove diferenças morfológicas e comportamentais entre os sexos que acabam por reduzir a competição entre eles (RAND, 1952). Por exemplo, o SSD permite que fêmeas e machos acessem diferentes fontes de alimento (RUCKSTUHL e NEUHAUS, 2006) ou executem funções diferentes no cuidado parental (MAURER, 2008; CALABUIG et al., 2011). No entanto, espécies que são monomórficas ou menos dimórficas e monogâmicas são menos investigadas quanto a variação no SSD (NEWTON, 1998).

Em cuculídeos parasitas de ninhos, o dimorfismo sexual é explicado pela coevolução, entre a espécie parasita e a espécie parasitada. O tamanho menor e a plumagem discreta da fêmea evitam a detecção da sua presença pelos hospedeiros (KRUGER et al., 2007). Em espécies de cucos nidificantes, a diferença no tamanho das aves está associada a atribuições

diferentes no cuidado parental, em conformidade com a hipótese da divisão de trabalho (MAURER, 2008). Nesse caso, as fêmeas são maiores para chocar e cuidar do ninho, enquanto os machos são selecionados para buscar alimentos com mais eficiência (MAURER, 2008). Esse fenômeno é particularmente evidente em espécies que adotam o cuidado biparental, um padrão observado para *Guira guira* por Macedo e Bianchi (1997) e por Lima et al., (2011); e para *Coccyzus ferrugineus* por Tenorio et al., (2020). Os dados morfométricos disponíveis para *C. melacoryphus*, até o momento, são provenientes de estudos de levantamento de fauna e com poucos indivíduos mensurados (e.g. PIRATELLI, 2001; PAYNE, 2005; SMITH, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Caracterizar a morfometria de *Coccyzus melacoryphus* através de amostras oportunistas presentes no semiárido nordestino brasileiro.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Verificar o possível dimorfismo sexual em *Coccyzus melacoryphus* através de análise discriminante.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 TRABALHO DE CAMPO

As aves utilizadas nessa pesquisa são provenientes de colisões com veículos em estradas no estado do Rio Grande do Norte, Brasil (81 espécimes) e de colisões com redes elétricas durante a execução do Plano de Manejo de Fauna de um Complexo Eólico no estado do Ceará, Brasil (14 espécimes). A coleta das aves atropeladas em estradas foi realizada através da licença de número 40620 emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO, ISMBIO) e no Complexo Eólico Faísa, situado no município de Trairi, estado do Ceará, pela

licença 197/2009 emitida pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). Ao todo, foram usados os dados de 95 espécimes de papa-lagarta-acanelado.

Para este estudo, todos os espécimes amostrados, ainda estavam frescos (*algor mortis*), sem apresentar rigidez ou perda de fluidos pelo tempo de morte (BROOKS, 2016). Todos os animais tinham menos de uma hora de morte. Isso aconteceu para evitar erros nas medições morfométricas.

As aves vítimas de atropelamento ($n = 81$), foram coletadas durante o monitoramento de estradas, que ocorreu de fevereiro de 2014 a março de 2023. As estradas onde foram recolhidos os espécimes estão localizadas no Estado do Rio Grande do Norte, no entorno de Unidades de Conservação (UC) Federais: a) Parque Nacional da Fuma Feia (PARNA Fuma Feia) ($5^{\circ}0'47,80''S$, $37^{\circ}30'27,75''W$); b) Floresta Nacional de Açu (FLONA de Açu) ($5^{\circ}34'59,43''S$, $36^{\circ}56'40,18''W$); c) Estação Ecológica do Seridó (ESEC Seridó) ($6^{\circ}34'44,65''S$, $37^{\circ}15'19,78''W$). Além disso, três espécimes foram recolhidos na BR 110 no município de Mossoró ($5^{\circ}11'17''S$, $37^{\circ}20'39''W$) (Figura 1) e mais 14 foram doados pelo Complexo Eólico Faísas ($3^{\circ}21'33''S$ e $39^{\circ}15'47''W$) localizado no Município de Trairi, no Ceará (Figura 2).

Figura 1: Área de estudo mostrando a distribuição espacial das amostras de *Coccyzus melacoryphus* coletados no entorno das três Unidades de Conservação presentes no estado do Rio Grande do Norte: Parque Nacional (PARNA) da Fuma Feia, da BR 110 de Mossoró.

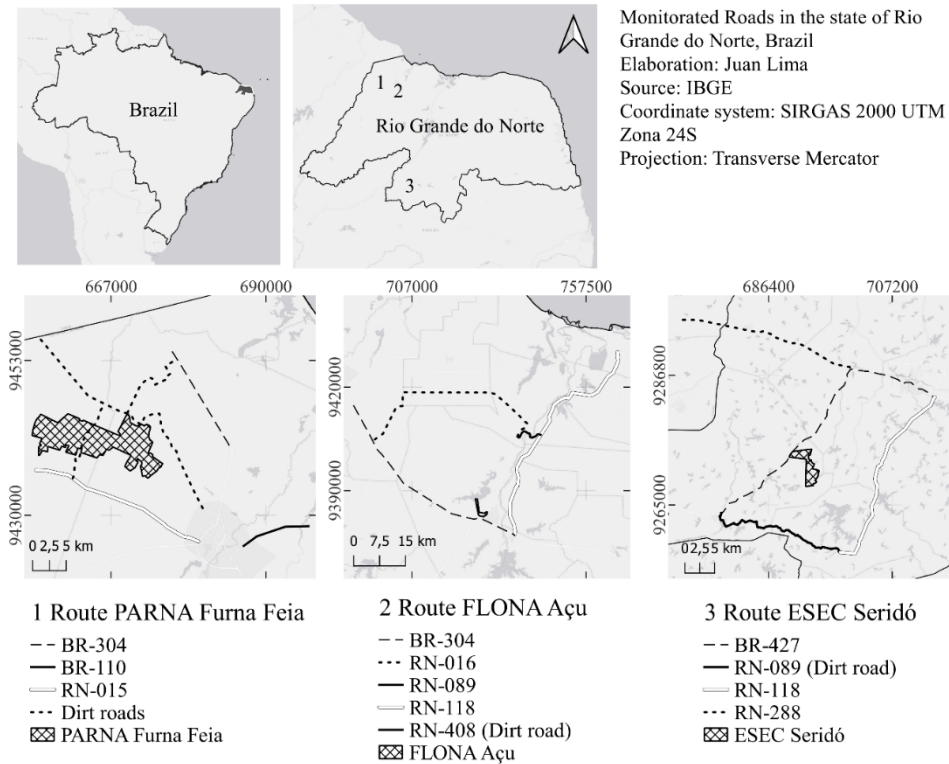
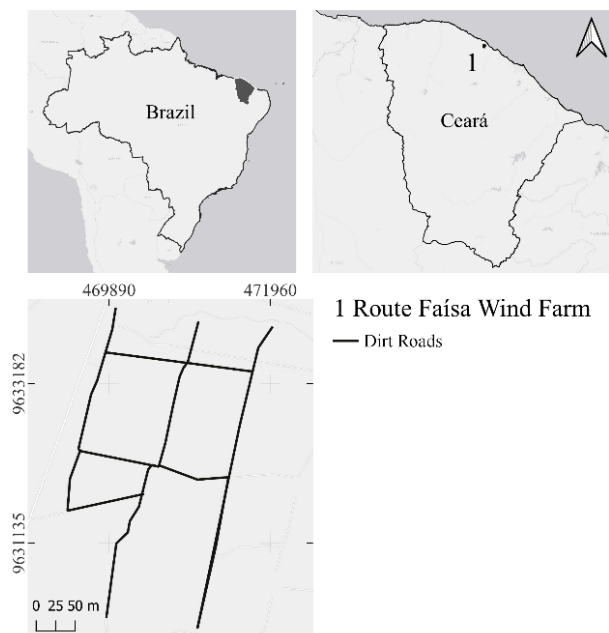


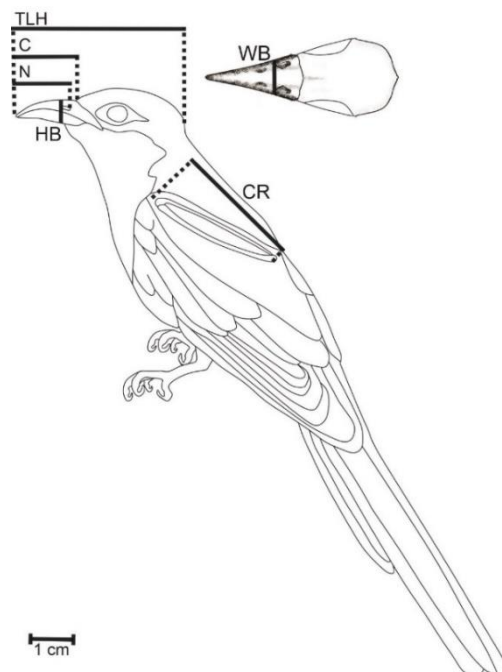
Figura 2: Área de estudo mostrando a distribuição espacial das amostras de *Coccyzus melacoryphus* coletados no Complexo Eólico Faísas no município de Trairi/Ceará.



3.2 TRABALHO DE LABORATÓRIO

No Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre (ECOFAUNA) do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da Universidade Federal Rural do Semiárido foi realizada a morfometria das aves coletadas. A massa corporal (BM) em gramas foi mensurada com balança do tipo Pesola com precisão de 0,5 g e foram medidas as seguintes variáveis morfológicas: comprimento total da cabeça até a ponta occipital do bico (TLH); altura máxima do bico na altura da narina, medida na intersecção da borda proximal da narina (HB); largura máxima do bico na altura da narina, medida na intersecção das bordas proximais das narinas (WB); comprimento a partir da borda distal da narina até a borda occipital do bico (N); comprimento total do cúlmen (C), a partir da intersecção do crânio até a borda occipital do bico e os ossos cúbito-rádio (CR) (Figura 3) e comprimento total do tarso (T), do lado direito do corpo. Essas medidas foram realizadas com um paquímetro com precisão de $\pm 0,1$ mm. Adicionalmente, foram medidos: comprimento do corpo (BL); cauda, a partir da base das retrizes até a ponta das retrizes mais longas (TA) e comprimento da asa

Figura 3: Medidas realizadas em *Coccyzus melacoryphus*: medição do comprimento total da cabeça até a ponta occipital do bico (TLH), altura máxima do bico, medida na intersecção da borda proximal da narina (HB); largura máxima do bico, medida na intersecção das bordas proximais das narinas (WB); comprimento a partir da borda distal da narina até a borda occipital do bico (N); comprimento total do cúlmen (C), a partir da intersecção do crânio até a borda occipital do bico e os ossos cúbito-rádio (CR).



achatada com penas (W). Essas medidas foram realizadas com uma régua milimetrada.

Por serem provenientes de colisões, alguns espécimes apresentaram fraturas expostas, o que impossibilitou a tomada completa de todas as medidas para cada indivíduo ou a visualização gonadal. A morfometria foi realizada apenas por uma pessoa para evitar variação de método de medida. Apenas animais adultos foram usados no presente estudo.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi calculado o Índice de Dimorfismo Sexual (SDI) para cada variável através da equação $SDI = ((\bar{x}_m/\bar{x}_f)-1)$, onde os valores positivos indicam que os machos são maiores, os valores negativos indicam que as fêmeas são maiores e zero indica que não há diferença de tamanho entre os sexos (Lovich e Gibbons, 1992). Um coeficiente de variação (CV) foi calculado pela equação $CV = (SD/\bar{x})*100$ para cada sexo e calculada a média entre eles para indicar o grau de variabilidade de cada medição (Sokal e Rohlf, 1995).

A normalidade da distribuição dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias foi avaliada com o teste de Levene. Para verificar diferenças entre médias das medidas corporais por sexo, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA) unifatorial e em seguida foi realizado o teste Tukey HSD. Posteriormente, conduziu-se uma Análise da Função Discriminante para as medidas que apresentaram resultados estatisticamente significativos na ANOVA. O objetivo foi avaliar cada medida em relação ao sexo. Em seguida, foram utilizadas combinações de medidas que melhor explicavam corretamente o sexo, sendo posteriormente validadas por meio de uma matriz de confusão.

O nível de significância em todas as análises foi estabelecido considerando $p \leq 0,05$. Todas as análises foram realizadas no ambiente R studio versão 4.2.2 Copyright (C) The R Foundation for Statistical Computing.

4 RESULTADOS

No total, foram analisadas 95 amostras de *C. melacoryphus*. Desses, foram sexados por meio das gônadas 64 espécimes, 24 machos e 40 fêmeas. O SDI indicou diferenças de tamanho para todas as variáveis com tendência de tamanho maior para as fêmeas. As medidas BL e BM foram as mais dimórficas, enquanto a medida WB foi a menos dimórfica (TABELA

1). A análise desse conjunto de dados mostrou que há diferença significativa no SSD para a medida BL ($F_{1, 44} = 5,154, p = 0,0281$), BM ($F_{1, 40} = 9,328, p = 0,0004$), TLH ($F_{1, 55} = 8,88, p = 0,004$), C ($F_{1, 55} = 5,239, p = 0,025$) e W ($F_{1, 55} = 4,866, p = 0,03$) (TABELA 1).

Para as medidas que apresentaram diferenças significativas, a Análise da Função discriminante, mostrou que a medida de TLH ($\kappa = 0,773, p < 0,001$) é a indicadora individual de sexo mais precisa, classificando corretamente 87,5% das fêmeas e 91,6% dos machos (sucesso geral de 89% com cinco fêmeas e dois machos mal classificados). Aves com a medida TLH superior a 48,4mm foram classificadas como fêmeas e a matriz de confusão forneceu a mesma classificação da Análise Discriminante para as quatro medidas morfométricas. A Análise Discriminante manteve a medida TLH e o C ($\kappa = 0,9, p < 0,001$) como as melhores variáveis preditoras em conjunto, classificando corretamente 95% das fêmeas e 95,8% dos machos (sucesso geral de 95,3%, com duas fêmeas e um macho mal classificados) e a função discriminante obtida foi $D1(x) = 1,778 * (TLH) - 3,397 * (C)$.

Tabela 1. Medidas corporais: média (Mean) $\pm$ desvio padrão (SD), intervalo (Range) e tamanho das amostras (N) por sexo, índice de dimorfismo sexual de tamanho (SDI) e coeficientes de variação (CV) para machos e fêmeas de *Coccyzus melacoryphus* na Caatinga, Nordeste do Brasil. O CV foi primeiro calculado para cada sexo e depois calculado a média entre os sexos.

	MACHO				FÊMEA				ANOVA		%	
Medidas	Mean	SD	Range	N	Mean	SD	Range	N	F value	p	SDI	CV
BM	47,52	$\pm 4,19$	39,4 – 55,0	17	52,54	$\pm 7,11$	38,0 – 65,0	29	7,015	0,011*	-6,02	11,17
BL	134,18	$\pm 5,48$	125,0 – 146,0	17	139,97	$\pm 9,13$	120,0 – 160,0	34	5,773	0,020*	-6,79	5,30
TLH	46,87	$\pm 2,59$	41,3 – 51	23	48,43	$\pm 1,69$	44,3 – 53,0	40	8,336	0,005*	-2,56	4,50
C	27,44	$\pm 2,22$	22,6 – 31,5	23	28,58	$\pm 1,47$	24,6 – 31,3	40	6,060	0,016*	-2,14	6,61
N	19,1	$\pm 1,41$	17,0 – 23,0	22	19,17	$\pm 1,41$	17,3 – 24,0	40	0,028	0,867	-1,07	7,36
HB	8,07	$\pm 0,39$	7,0 – 8,7	23	8,17	$\pm 0,42$	7,1 – 8,7	41	0,865	0,356	-1,1	4,98
WB	8,92	$\pm 0,6$	8,3 – 10,1	23	8,96	$\pm 0,93$	7,2 – 10,7	41	0,330	0,857	-0,96	8,56
CR	27,62	$\pm 1,4$	25,4 – 31,5	20	28,03	$\pm 1,86$	25,5 – 34,7	41	0,754	0,389	-1,41	5,85
T	26,97	$\pm 1,21$	22,8 – 28,8	22	27,46	$\pm 1,56$	24,7 – 31,3	41	1,660	0,202	-1,49	5,08
W	114,45	$\pm 4,19$	110,0 – 122,0	23	117,62	$\pm 5,74$	108,0 – 145,0	40	4,306	0,042*	-4,17	4,27
TA	133,61	$\pm 6,77$	115 – 145,0	18	136,5	$\pm 7,53$	115,0 – 148,0	38	1,914	0,172	-3,89	5,29

BM: massa corporal; BL: comprimento do corpo; TLH: comprimento total da cabeça até bico; C: comprimento total do culmen; N: comprimento da narina até o bico; HB: altura máxima do bico; WB: largura máxima do bico; CR: cúbito-rádio; T: comprimento total do tarso; W: asa com penas e TA: cauda.

5 DISCUSSÃO

Em cuculídeos que não exibem comportamento de cuidado biparental, no qual apenas um indivíduo cuida da prole, é comum a ocorrência do fenômeno do dimorfismo sexual reverso, onde o papel sexual convencional se inverte, onde o macho assume a principal

responsabilidade de cuidar da prole (KRUGER, 2007). Porém, esse padrão também é observado em espécies que adotam o cuidado biparental (GOYMANN et al., 2004). Entretanto, nesta espécie, o dimorfismo sexual reverso não parece estar ligado à diferença ecológica entre os sexos, já que a divisão de trabalho não pode explicar o tamanho maior da fêmea de *C. melacoryphus*, visto que tanto machos como fêmeas incubam os ovos e alimentam os filhotes (PAYNE et al., 2005). Similar, em *Coccyzus pumilus* (Dwarf cuckoo), o macho e a fêmea contribuem de forma equivalente na alimentação dos filhotes (OHMART, 1973; RALPH, 1975). O período de incubação nas espécies de *C. pumilus*, *Coccyzus americaunus* (Yellow-billed cuckoo) e *Coccyzus erythrophthalmus* (Black-billed cuckoo) é realizado por ambos os sexos (SKUTCH, 1966, 1976; RALPH, 1975; POTTER, 1980), dessa forma, fica evidente que para o gênero *Coccyzus* a hipótese de divisão de trabalho, onde machos e fêmeas possuem papéis diferentes no cuidado da prole, não ocorre. Por outro lado, o hábito solitário que esta espécie apresenta antes da formação de casal, parece refletir uma seleção intrasexual menos intensa para o desenvolvimento de estratégias distintas relacionadas à busca de alimento, seleção sexual ou defesa de território entre machos e fêmeas (SICK, 1997). Goymann et al., (2004) observou que em outra espécie de cuco, *Centropus grillii* (Black coucal), ocorre a inversão de papéis sexuais, com o macho desempenhando o cuidado da prole, incluindo a incubação, enquanto a fêmea é responsável apenas pela postura dos ovos. Nesse contexto, é observado que a fêmea possui maior massa corporal e medidas mais longas no comprimento do bico, das asas, da cauda e do tarso e essa inversão no SSD é atribuída pelo papel da fêmea na defesa do território.

Uma maior massa corporal oferece vantagens na defesa do ninho contra predadores ou na busca por alimento (ALONSO et al., 2019). No entanto, é importante observar que a massa corporal pode ser limitada por custos energéticos associados à migração e apresenta grande variação sazonal (SVAGELJ e QUINTANA, 2007). Para *C. melacoryphus*, as dimensões corporais maiores da fêmea podem estar relacionadas a produção e postura de ovos, dessa forma o comprimento corporal e a massa corporal maiores nas fêmeas refletem-se na necessidade alimentar, no qual um comprimento de bico maior serviria para capturar presas maiores, enquanto as asas são maiores para suportar a massa corporal durante o voo. Da mesma forma que em *C. americanus*, as fêmeas exibem medidas maiores tanto na cauda quanto nas asas, além de uma massa corporal superior à dos machos (PYLE, 2022). Entretanto, é crucial considerar que a massa corporal é uma medida tridimensional devido à sua relação com a massa e o volume corporal. Isso implica que a massa corporal incorpora informações das três dimensões do corpo, tornando-o aproximadamente três vezes mais

complexo do que medidas unidimensionais, como a altura, que considera apenas uma dimensão. Portanto, ao avaliar a importância relativa do SSD em relação a massa corporal, é essencial não exagerar na ênfase dada ao peso, pois ele reflete múltiplas dimensões do corpo, e suas variações podem não indicar mudanças significativas no SSD ou na composição corporal como um todo (SZÉKELY et al., 2007).

De acordo com os resultados, a função discriminante com apenas duas variáveis morfométricas: comprimento total da cabeça e o culmen total apresentou o melhor resultado para identificação do sexo de *C. melacoryphus*, com 95,3% de classificação correta. Um limiar de comprimento de corte de 48.4 e 28.5mm para TLH e o C, respectivamente. Desta forma, este modelo discriminante poderia ser empregado como uma ferramenta explicativa simples para identificar o sexo da espécie, sendo aplicável tanto em aves em seu ambiente natural quanto em exemplares de museu. Caberia validar a eficácia da função discriminante obtida no presente estudo em outras populações associada à sexagem molecular que permite eliminar possíveis tendências de variação biométrica locais ou até mesmo de variações individuais do observador (MURIEL et al., 2010).

O presente estudo é o primeiro que analisa o dimorfismo sexual em tamanho para *C. melacoryphus* trazendo um método fácil de determinação sexual de uma espécie pouco estudada principalmente na região do semiárido brasileiro que é de extrema importância para essa população considerando que funciona como área de reprodução. No entanto, é fundamental conduzir estudos que incorporem outras populações de *C. melacoryphus*, considerando que essa espécie apresenta ampla distribuição geográfica. Curiosamente, segundo os dados obtidos neste estudo, a espécie apresenta dimorfismo sexual reverso, porém não segue os padrões pré-estabelecidos de papéis sexuais diferentes no cuidado da prole. Finalmente, cabe destacar a importância de utilizar informações obtidas de animais mortos por colisões com estruturas lineares como uma fonte valiosa para pesquisas científicas. Essa abordagem não apenas fornece informações sobre os efeitos das interações humano-animal, mas também oferece informações sobre a ecologia e o comportamento das espécies.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, J. C.; BAUTISTA, L. M.; ALONSO, J. A. Sexual size dimorphism in the Common Crane, a monogamous, plumage-monomorphic bird. **Ornis Fennica**, v. 96, n. 4, p. 194-204, 2019.

- BOOKSTEIN, F. L. A hundred years of morphometrics. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, v. 44, n. 1-2, p. 7-59, 1998.
- CALABUIG, C. P. et al. Sexual size dimorphism and sex determination by morphometric measurements in the Coscoroba Swan. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 46, n. 3, p. 177-184, 2011.
- CAVALCANTI, L. M. P.; PAIVA, L. V.; FRANÇA, L. F. Effects of rainfall on bird reproduction in a semi-arid Neotropical region. **Zoologia**, v. 33, p. 1-6, 2016.
- DVORAK, M.; FESSLI, B.; NEMETH, E.; KLEINDORFER, S. and TEBBICH, S. Distribution and abundance of Darwin's finches and other land birds on Santa Cruz Island Galápagos: evidence for declining populations. **Oryx**, v. 46, p.78-86, 2012.
- ERVIN, S. The nesting of the Dark-billed Cuckoo in the Galapagos. **Notícias de Galápagos**, v. 48 p. 8-9, 1989.
- GOYMANN, W.; WITTENZELLNER, A.; WINGFIELD, J. C. Competing females and caring males. Polyandry and sex-role reversal in African black coucals, *Centropus grillii*. **Ethology**, v. 110, n. 10, p. 807–823, 2004.
- GUERRERO, A. M.; TYE, A. Native and introduced birds of Galapagos as dispersers of native and introduced plants. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, n. 2, p. 207-217, 2011.
- KLAASSEN, Raymond HG et al. When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. **Journal of Animal Ecology**, v. 83, n. 1, p. 176-184, 2014.
- KRUGER, O. The evolution of reversed sexual size dimorphism in hawks, falcons and owls: a comparative study. **Evolutionary Ecology**, v. 19, p. 467-486, 2005.
- KRUGER, O.; DAVIES, N. B.; SORENSON, M. D. The evolution of sexual dimorphism in parasitic cuckoos: Sexual selection or coevolution? **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1617, p. 1553–1560, 2007.
- LIMA, M. R. et al. Group composition, mating system, and relatedness in the communally breeding guira cuckoo (*Guira guira*) in central Brazil. **The Auk**, v. 128, n. 3, p. 475-486, 2011.
- LOVICH, J. E.; GIBBONS, J. W. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. **Growth Dev**, v. 56, p. 269–281, 1992.
- MACEDO, R. H.; BIANCHI, C. A. Communal breeding in tropical Guira cuckoos *Guira guira*: sociality in the absence of a saturated habitat. **Journal of Avian Biology**, p. 207-215, 1997.

- MAURER, G. Who cares? Males provide most parental care in a monogamous nesting cuckoo. **Ethology**, v. 114, n. 6, p. 540–547, 2008.
- MURIEL, R. et al. Morphometric sex determination of young Ospreys *Pandion haliaetus* using discriminant analysis. **Bird Study**, v. 57, n. 3, p. 336–343, 2010.
- NEWTON, I. **The migration ecology of birds**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 2008.
- OHMART, R. D. Observations on the breeding adaptations of the roadrunner. **The Condor**, v. 75, n. 2, p. 140-149, 1973.
- PAIXÃO, V. H. F.; MACARIO, P.; PICHORIM, M. Breeding biology of the Dark-billed Cuckoo *Coccyzus melacoryphus* (Aves: Cuculidae) in a semi-arid Neotropical region. **Ornithology Research**, v. 29, p. 68-75, 2021.
- PALACÍN, C. et al. Changes in bird-migration patterns associated with human-induced mortality. **Conservation Biology**, v. 31, n. 1, p. 106-115, 2017.
- PAYNE, R. B. **The Cuckoos**. Oxford University. Press, Oxford. 2005.
- PIRATELLI, A. & M.R. PEREIRA. Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 131-139, 2002.
- RADFORD, A. N.; DU PLESSIS, M. A. Bill dimorphism and foraging niche partitioning in the green woodhoopoe. **Journal of Animal Ecology**, v. 72, n. 2, p. 258-269, 2003.
- POTTER, Eloise F. Notes on nesting Yellow-billed Cuckoos. **Journal of Field Ornithology**, v. 51, n. 1, p. 17-29, 1980.
- PYLE, P. Defining moults in migratory birds: a sequence-based approach. **Journal of Avian Biology**, v. 2022, n. 5, p. e02958, 2022.
- RALPH, C. P. Lifestyle of *Coccyzus pumilus*, a tropical cuckoo. **The Condor**, v. 77, n. 1, p. 60-72, 1975.
- RICKLEFS, R. E.; MILES, D. B. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. **Ecological morphology: integrative organismal biology**, v. 1, p. 13-41, 1994.
- RAMOS, C. C. O. et al. Dieta e conteúdo calórico de aves atropeladas na região central do estado do Paraná, Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 153-170, 2011.
- REPENNING, M.; BASSO, H. C. P.; ROSSONI, J. R.; KRÜGEL, M. M.; FONTANA, C. S. Análise comparativa da dieta de quatro espécies de cucos (Aves: Cuculidae), no sul do Brasil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 443–453, 2009.
- RICKLEFS, R. E.; MILES, D. B. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. **Ecological morphology: integrative organismal biology**, v. 1, p. 13-41, 1994.

- ROSA, C. A.; BAGER, A. Seasonality and habitat types affect roadkill of neotropical birds. **Journal of Environmental Management**, v. 97, p. 1-5, 2012.
- RUCKSTUHL, K. E.; NEUHAUS, P. **Sexual segregation in vertebrates: Ecology of the two sexes**. Cambridge University Press, 2006.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, v. 2, p. 383-392, 1997.
- SKUTCH, A. F. Life history notes on three tropical American cuckoos. **The Wilson Bulletin**, p. 139-165, 1966.
- SMITH, P. et al. Morphometrics of Cerrado birds from the Reserva Natural Laguna Blanca (NE Paraguay). **The Ring**, v. 34, n. 1, p. 51-67, 2012.
- SVAGELJ, W. S.; QUINTANA, F. Sexual size dimorphism and sex determination by morphometric measurements in breeding Imperial Shags (*Phalacrocorax atriceps*). **Waterbirds**, v. 30, n. 1, p. 97-102, 2007.
- SZÉKELY, T.; LISLEVAND, T.; FIGUEROLA, J. Sexual size dimorphism in birds. *In: Sex, Size and Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*. Oxford University Press, 2007.
- TENORIO, J. et al. Comportamiento reproductivo, forrajeo y uso de hábitat de *Coccyzus ferrugineus* (Cuculiformes: Cuculidae) en la Isla del Coco, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 68, p. 163-176, 2020.

CAPÍTULO 3: DIETA DO PAPA-LAGARTA-ACANELADO (*Coccyzus melacoryphus*) BASEADAS EM AMOSTRAS OPORTUNISTAS DA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL

RESUMO

O *Coccyzus melacoryphus* Vieillot, 1817 é uma ave Cuculiforme migratória que está presente na Caatinga durante o período chuvoso para realizar sua reprodução e permanece ausente durante o período seco. O objetivo do estudo foi identificar os itens alimentes de *C. melacoryphus* presente na Caatinga. Assim, investigou-se o conteúdo estomacal de 73 espécimes de *C. melacoryphus*, que morreram devido a colisões com veículos ou linhas de transmissão. A dieta foi determinada a partir de 423 presas agrupadas em 10 Ordens, com Lepidoptera e Orthoptera sendo os itens mais comuns. A Ordem Orthoptera, contribuiu com a maior parte da biomassa ingerida. A amplitude de nicho trófico padronizada foi calculada em 0.581. Não houve correlação entre as medidas de bico e massa corporal e o tamanho das presas. O teste Qui-quadrado não encontrou diferenças significativas na dieta entre as áreas estudadas. A preferência por larvas de Lepidoptera é evidente, embora outras Ordens também sejam consumidas em quantidades menores. A presença sazonal na Caatinga está ligada à disponibilidade de recursos alimentares e água, refletindo a importância dos fatores abióticos no deslocamento dessa espécie.

Palavras-chave: Itens alimentares; Cuculiformes; Lepidoptera; Caatinga

1 INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro há o predomínio de vegetação de Caatinga que ocupa 912.529 km² dessa área (SILVA et al., 2018). Considerada uma floresta tropical sazonalmente seca (STDF), localizada na área semiárida do país (SILVA et al., 2019), sua vegetação é caracterizada por uma variedade de espécies, incluindo arbustos, árvores, plantas herbáceas e cactos, sendo predominantemente adaptadas às condições xerófilas (SILVA et al., 2018). Este diversificado mosaico vegetacional está intimamente ligado às condições ambientais adversas, especialmente em relação à escassez sazonal de água, influenciada pelas condições locais (ARAÚJO et al., 2007). Dessa forma, as aves sazonais que frequentam a Caatinga seguem o mesmo processo de disponibilidade hídrica e recursos alimentares de alta qualidade decorrentes da estação chuvosa (OLMOS et al., 2005; TELINO-JÚNIOR et al., 2005; SILVA et al., 2018). Silva et al. (2018) caracteriza a Caatinga como um socioecossistema no qual a

intervenção humana exerce impacto nos processos ecológicos. A remoção extensiva de áreas de vegetação nativa para fins de pastagem, agricultura e construção de estradas é reconhecida por influenciar adversamente os serviços ecossistêmicos e promover a substituição da cobertura natural da Caatinga por desertos (SILVA et al., 2018; ARAUJO et al., 2023). Nesse cenário, estima-se que cerca de 40% da área original de vegetação nativa tenha sofrido degradação (LEAL et al., 2005).

As estradas, ao exercerem efeitos prejudiciais sobre os animais de vida livre, provocam alterações significativas na dinâmica local, reduzindo populações devido à morte por colisões (ROSA e BAGER, 2012; BEEBEE, 2013). A comunidade de aves, exibe diferentes graus de vulnerabilidade às colisões, os quais estão intrinsecamente relacionados com as características específicas da paisagem circundante e com a ecologia dessas aves (ERRITZØE et al., 2012). Algumas características ecológicas das aves como a dependência de manchas de florestas, o tamanho de sua aerodinâmica e seu hábito alimentar, a altura de voo podem torná-las mais propensas a colisões em estruturas lineares (RAMOS et al., 2011). No entanto, os animais que perdem a vida devido a colisões nessas estruturas proporcionam uma oportunidade valiosa para a condução de pesquisas focadas nas características ecológicas e fisiológicas (RIBEIRO et al., 2022), como por exemplo o estudo da dieta através da análise de conteúdo estomacal, que em geral requer o sacrifício da ave estudada (MALLET-RODRIGUES, 2010).

A espécie *Coccyzus melacoryphus* (papa-lagarta-acanelado) Vieillot, 1817, pertencente a ordem Cuculiforme (WAGLER, 1830), ave foco deste estudo, apresenta ampla distribuição na América do Sul, podendo ser encontrada em todo o Brasil e da Venezuela até as Guianas, do Norte da Argentina até o Sul da Bolívia e Paraguai (SOMENZARI, 2018) e Colômbia (MUÑOZ et al., 2007). Ocorre também no Arquipélago de Galápagos (GUERRERO e TYE, 2011). Já foi registrado visualmente em ocasiões no Peru (ÁLVAREZ e IANNAcone, 2007) e Norte do Chile (CÁCERES, 2011). Vários pesquisadores consideram o papa-lagarta-acanelado uma ave migratória austral parcial (PAYNE, 1997; OLMOS, 2005; RUIZ-ESPARZA et al., 2011; SOMENZARI, 2018).

Olmos et al., (2005) consideram que essa espécie migra para o semiárido nordestino brasileiro durante o período chuvoso à procura da fartura de insetos devido às demandas energéticas da reprodução (PAIXÃO, 2021) ficando ausente durante a época de estiagem. Isso corrobora com os resultados apresentados por Araújo et al., (2012) e Cavalcanti (2016). Segundo Somenzari (2018), *C. melacoryphus* aparece nas regiões norte, nordeste e centro-oeste do Brasil entre os meses de janeiro a setembro. Outros autores relacionam a ocorrência

do papa-lagarta-acanelado na Caatinga com o período chuvoso (SILVA et al., 2003; PEREIRA, 2010; PEREIRA E AZEVEDO JÚNIOR, 2011; NUNES e MACHADO, 2012).

Com relação à dieta alimentar, o papa-lagarta-acanelado é principalmente insetívoro, apresentando preferência por Orthoptera e larvas de Lepidoptera (SICK, 1997; BELTZER e QUIROGA, 2009, na Argentina; MARAGLIANO, 2009, na Argentina; REPENNING et al., 2009, no Sul do Brasil; RAMOS et al., 2011, no Paraná; NUNES e MACHADO, 2012, na Bahia). Hughes (2001) relata que essa ave tem a capacidade de se alimentar de pequenos vertebrados, uma informação confirmada por evidências fotográficas da plataforma de ciência cidadã (www.wikiaves.org.br). Nessa plataforma, é possível visualizar fotografias desta espécie predando um pequeno anfíbio (pers. obs.).

A composição da dieta alimentar pode exercer uma influência nas distribuições dos Cuculídeos, uma vez que essas aves são fortemente dependentes desse recurso (ERRITZØE et al., 2012). Assim, as relações tróficas podem ser entendidas a partir da caracterização do tipo e da quantidade de itens alimentares que as espécies ingerem (PIRATELLI & PEREIRA 2002) associados ao formato de bico que varia de acordo com a dieta e as estratégias de ferrageamento (COLVILLE e BASSERT, 2010). Dessa forma, é possível entender aspectos da ecologia e da biologia das espécies e dos ambientes em que são encontradas (DURÃES e MARINI, 2005). A influência do tipo de dieta se manifesta nas populações e estabelece uma conexão direta com a seleção de itens alimentares disponíveis capazes de fornecer energia e nutrientes (LEVEY e RIO, 2001).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar a dieta alimentar do *Coccyzus melacoryphus* presente no semiárido nordestino brasileiro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Qualificar e quantificar a frequência dos itens alimentares, em número, tamanho e biomassa, encontrados na dieta do *Coccyzus melacoryphus*.
- Avaliar se o tamanho da presa ingerida está relacionado as medidas do bico e massa corporal estão relacionadas com.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 TRABALHO DE CAMPO

Os espécimes de *C. melacoryphus* utilizados nesta pesquisa são provenientes de colisões com veículos em estradas no estado do Rio Grande do Norte, Brasil e de colisões com redes elétricas durante a execução do Plano de Manejo de Fauna de um Complexo Eólico no estado do Ceará, Brasil. A coleta das aves atropeladas em estradas foi regulamentada pela licença de número 40620 emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO, ISMBIO). No Complexo Eólico Faísa, situado no município de Trairi, estado do Ceará, regulamentado pela licença 197/2009 emitida pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). Ao todo, foram usados os dados de 95 espécimes de *C. melacoryphus*.

Apenas foram recolhidos e analisados os espécimes frescos (*algor mortis*), que não apresentavam rigidez nem perda de fluidos decorrentes do tempo desde a morte (Brooks, 2016). Estima-se que todos os animais tinham menos de uma hora de morte. Cada espécime foi devidamente identificado, acondicionado em um saco plástico e, posteriormente, colocado em uma caixa térmica. Em seguida, foram triados no Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre (ECOFAUNA) do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Foram realizadas coletas mensais de fevereiro de 2014 a maio de 2023, pelo monitoramento de estradas, totalizando 78 espécimes de *C. melacoryphus* recolhidos. As estradas onde foram recolhidos os espécimes estão localizadas no Estado do Rio Grande do Norte, entorno de Unidades de Conservação (UC) Federais: a) Parque Nacional da Fuma Feia (PARNA Fuma Feia) (5°0'47,80''S, 37°30'27,75''W); b) Floresta Nacional de Açu (FLONA de Açu) (5°34'59,43''S, 36°56'40,18''W); c) Estação Ecológica do Seridó (ESEC Seridó) (6°34'44,65''S, 37°15'19,78''W). Além disso, três espécimes foram recolhidos na BR 110 no município de Mossoró (5°11'17''S, 37°20'39''W) (Figura 1) e mais 14 foram doados pela empresa executora do Plano de Manejo de Fauna do Complexo Eólico Faísa, situado no Município de Trairi, estado do Ceará (3°21'33''S e 39°15'47''W) (Figura 2).

Figuras 1: Localização da área de estudo dos trechos monitorados no entorno das três Unidades de Conservação presentes no estado do Rio Grande do Norte: Parque Nacional da Fuma Feia, Floresta Nacional de Açú e Estação Ecológica do Seridó Rio Grande do Norte e da BR 110 de Mossoró.

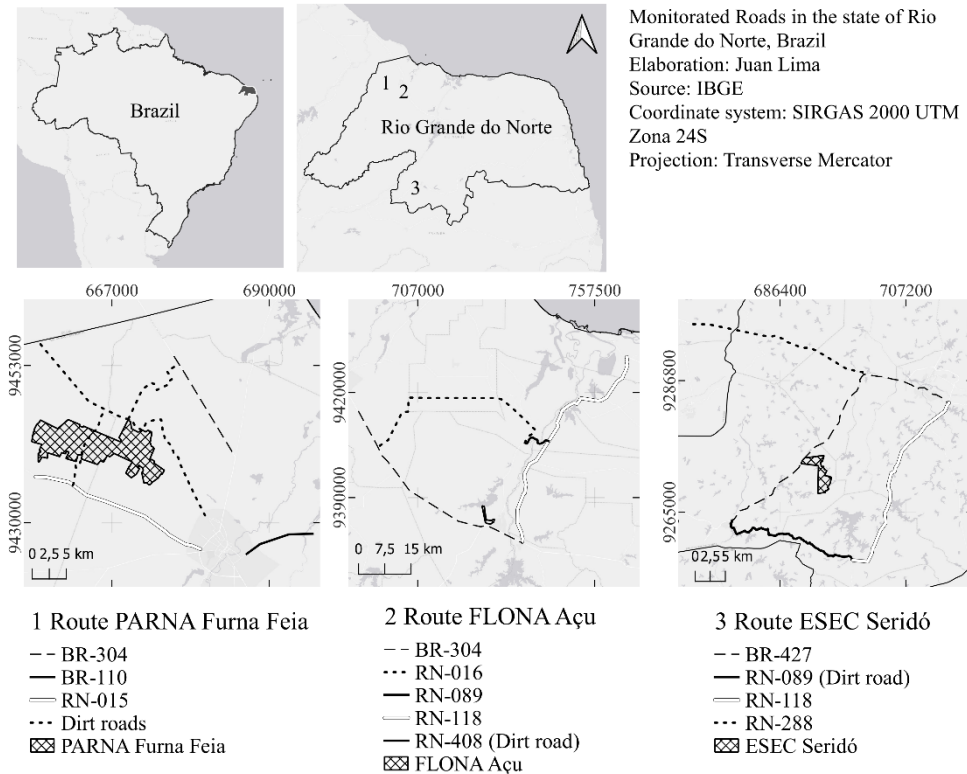
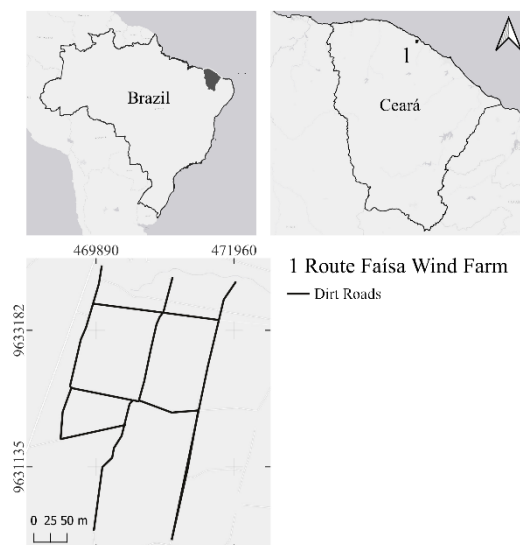


Figura 2: Localização da área de estudo do Complexo Eólico Faísas no município de Trairi, Ceará.



3.2 TRABALHO DE LABORATÓRIO

3.2.1 Morfometria

A massa corporal (BM) das aves foi mensurada com balanças tipo Pesola com precisão de 0,5 g. As variáveis morfológicas medidas foram: largura do bico (HB), comprimento a partir da borda distal da narina até a borda occipital do bico (N) e o comprimento total do cúlmen (C) a partir da intersecção do crânio até a borda occipital do bico. Todas essas medidas foram realizadas com um paquímetro digital com precisão de $\pm 0,1$ mm.

3.2.2 Dieta

Inicialmente, cada estômago foi seccionado e, dele, foi retirado seu conteúdo. Logo, a massa total do conteúdo estomacal sem a moela, foi obtida através de uma balança analítica Marca Bel Engineering de 0.0001g de precisão. Adicionalmente, o volume total desse conteúdo foi mensurado através do deslocamento da coluna de água em uma proveta de 100ml (SILVA et al., 2000). Por fim, a triagem do conteúdo alimentar foi feita com emersão superficial em álcool 70% para umedecer o conteúdo e analisado com auxílio de um microscópio estereoscópico Carl Zeiss com aumento de 10x.

O tamanho dos itens alimentares ingeridos, foi categorizado através da utilização de um círculo esquemático com 50 mm de raio conforme descrito por Repenning et al., (2009). As presas eram consideradas pequenas (P) quando ocupavam um espaço de até 30°, médias (M) quando ocupavam um espaço entre 30° até 60° e grandes (G) quando ocupavam 60° ou mais. Para esta avaliação somente foram consideradas presas inteiras, que não apresentavam grau de degradação.

O conteúdo estomacal de cada amostra foi separado em categorias taxonômicas e identificados ao menor nível taxonômico possível. Os fragmentos pertencentes ao mesmo tipo de presa, foram agrupados pelas associações de partes do corpo relacionadas com tamanho, cor e estrutura para identificar o número mínimo de exemplares ingeridos (ex.: dois pares de élitros = dois Coleópteros). Para identificação, foram utilizadas estruturas específicas bem conservadas como ovipositor, asas, cabeça e pernas, e a identificação seguiu nomenclatura e classificação taxonômica proposta por Borror et al., (2012) e por especialistas. Após as análises, todas as amostras foram armazenadas em álcool a 70% para sua conservação. Todas

as atividades foram realizadas no Laboratório de Ecologia e Conservação da Fauna Silvestre (ECOFAUNA) e no Laboratório de Ecologia Comportamental (ESPAÇO ASA) do Departamento de Biociências da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

O conteúdo estomacal obtido foi agrupado em Classe e Ordem. A frequência de ocorrência dos itens alimentares foi calculada dividindo o número de indivíduos de uma Ordem (n) pelo número total de indivíduos (N) e multiplicado por cem ($FO\% = (n/N) \cdot 100$). A porcentagem de ocorrência foi calculada pela quantidade de estômagos em que uma Ordem foi encontrada (i) dividido pelo número de total de estômagos (I) e multiplicado por 100 ($PO\% = (i/I) \cdot 100$). A biomassa (BioM) foi calculada multiplicando a quantidade de indivíduos de uma Ordem (n) pelo o peso de indivíduos de uma Ordem (p) multiplicado por 100 e dividido pela quantidade total (N) multiplicada pelo peso total (P) ($BioM = (n \cdot p \cdot 100) / (N \cdot P)$) (RAU, 2000).

O nível de especialização da dieta foi calculado pelo índice de amplitude de nicho trófico de Levin, que mede a uniformidade da distribuição quantitativa de cada presa (KREBS, 1999). Se a dieta é dominada por um ou poucos itens, o índice tende a ser mais baixo. Por outro lado, quando vários itens têm representatividade semelhante na dieta, o valor do índice tende a ser mais elevado. Para facilitar a interpretação do índice de Levin, foi calculada a amplitude de nicho trófico padronizada de Hulbert para uma escala de 0 a 1, valores próximos a um indicam maior amplitude de nicho trófico (generalista), enquanto valores próximos a zero indicam que apenas alguns itens são consumidos em proporções elevadas (especialista). Uma Correlação de Spearman foi utilizada para verificar se existia relação entre a quantidade de presas ingeridas em cada categorias de tamanho (P, M, G) com as medidas do bico e a massa corporal de cada espécime de *C. melacoryphus*. A diferença na dieta entre as áreas foi avaliada com o teste de Qui-quadrado, excluindo dessa análise os espécimes coletados em Mossoró, devido ao baixo número (N = 3).

O nível de significância em todas as análises foi estabelecido considerando $p \leq 0,05$. Todas as análises foram realizadas no ambiente R studio versão 4.2.2 Copyright (C) The R Foundation for Statistical Computing.

4 RESULTADOS

No total, 72 estômagos apresentaram conteúdo gástrico possível de ser analisado. Todos continham material de origem animal composto por invertebrados e material de origem vegetal composto por sementes. A dieta do *C. melacoryphus* foi determinada com base na avaliação de 423 presas agrupadas em nove Ordens (Tabela 1).

Tabela 1: Composição de itens alimentares ingeridos por *Coccyzus melacoryphus* resultante da análise de 72 estômagos de espécimes impactadas em estradas do Rio Grande do Norte, Brasil e em linhas de transmissão de energia elétrica no estado do Ceará, Brasil. (N) Número de espécies encontrados.

Grupo Taxonômico	N
Insecta	
Lepidoptera	181
Notodontidae	27
Geometridae	1
Noctuidae	3
Orthoptera	31
Acrididae	32
Gryllidae	5
Tettigoneidae	1
Proscopiidae	54
Coleoptera	50
Itilateridae	1
Chrysomelidae	1
Mantodea	3
Hemiptera	14
Reduviidae	1
Pentatomidae	9
Scutelleridae	1
Hymenoptera	
Braconidae	3
Formicidae	4
Phasmatodea	
Phasmatidae	8
Arachnida	2
Hypsogastropoda	2

Nas amostras, Lepidoptera e Orthoptera foram os itens com maior frequência de ocorrência (FO = 28.27% e FO = 34.48%, respectivamente), enquanto Arachnida e Neogastropoda foram os itens com menor frequência de ocorrência (ambos com FO = 1.38%). No entanto, Orthoptera foi responsável por 57.98% da biomassa ingerida, seguida de Lepidoptera (BioM = 39.79%) (Tabela 2).

Tabela 2: Frequência de ocorrência (FO), porcentagem de ocorrência (PO) e biomassa (BioM) para as Ordens encontradas nos estômagos de *Coccyzus melacoryphus* impactados em estradas do Rio Grande do Norte, Brasil e em linhas de transmissão de energia elétrica no estado do Ceará, Brasil.

Grupo Taxonômico	FO %	PO %	BioM %
Lepidoptera	49,882	28,276	39,792
Orthoptera	26,714	34,483	57,983
Coleoptera	12,293	18,621	1,360
Mantodea	0,709	2,069	0,031
Hemiptera	5,910	6,897	0,256
Hymenoptera	1,655	3,448	0,001
Phasmatodea	1,891	3,448	0,571
Arachnida	0,473	1,379	0,002
Neogastropoda	0,473	1,379	0,005

O volume do conteúdo gástrico encontrado variou de 0.2 a 8.0 cm³ (Tabela 3). Foi possível mensurar o tamanho de 414 presas, as quais foram classificadas como: P = 91; M = 215 e G = 109. A maioria das presas ingeridas apresentava tamanho médio, sendo essas, predominantes larvas de Lepidoptera (n = 150), enquanto presas grandes estiveram representadas por Orthoptera (n = 65) e as presas pequenas por Coleoptera (n = 36) (Tabela 3).

Tabela 3: Número de presas, separadas em categorias de tamanho, e Volume de conteúdo encontrados nos estômagos de *Coccyzus melacoryphus* impactados em estradas do Rio Grande do Norte, Brasil e em linhas de transmissão de energia elétrica no estado do Ceará, Brasil. Somente presas inteiras foram utilizadas para classificação de tamanho.

Indivíduo	Número de presas			Volume (ml)
	Pequenas	Médias	Grandes	
1	1	4		0,50
2	2		2	0,50
3	1	1		0,50
4	1	8		0,50
5	2		1	0,50
6	2	1	3	2,00
7	9			1,00
8		8	4	6,00
9		11	1	3,50
10	2	1	2	4,50
11	1	5		4,00
12	1	1		3,00
13	1		2	3,00

14			2	3,00
15	2	3	3	8,00
16	1		1	4,00
17		2	1	5,00
18				4,00
19		2	1	6,00
20	2		1	0,50
21			10	3,50
22			7	4,00
23		16		2,50
24	2			2,50
25			1	4,00
26	1		3	4,50
27		1	4	2,50
28	1		1	2,50
29			3	0,50
30	1		8	3,00
31			2	0,00
32		29	3	1,50
33			4	0,50
34	2	1		2,00
35	5	8		6,00
36		2	1	3,50
37		1	1	0,50
38		6	1	2,00
39		5		0,50
40	1	3		0,50
41		4	1	0,50
42	16	2	1	2,50
43	1	15		0,50
44	2	1	3	3,00
45		3	7	2,00
46		4	8	7,00
47		1	1	2,50
48		6		2,00
49	4			3,00
50		1	3	3,00
51	3	5		1,00
52		5		3,00
53	2			1,00
54	1	1		0,70
55		7		2,00
56	2	3		2,00
57	2	4		2,00
58		2		4,00
59		2	1	4,00
60	1	1	1	2,40
61		9		2,40

62		4		1,70
63	2	2		2,00
64		2		1,00
65	1	3		2,00
66	2	4	1	8,00
67		1		0,70
68			4	2,00
69	1			0,20
70		6		1,00
71	1			3,00
72	2	2		1,00

A amplitude de nicho trófico padronizada resultou em 0.581. Não houve correlação significativa entre a quantidade de presas ingeridas por tamanho com a largura do bico (HB) ($P = rs: -0.03$ $p: 0.78$; $M = rs: 0.12$ $p: 0.29$; $G = rs: -0.16$ $p: 0.17$) a quantidade de presas ingeridas por tamanho e com o comprimento do cúlmen (C) ($P = rs: 0.09$, $p: 0.44$; $M = rs: 0.10$, $p: 0.39$; $G = rs: -0.12$, $p: 0.29$). O mesmo ocorreu em relação a quantidade de presas ingeridas por tamanho e a massa corporal (BM) ($P = rs: 0.06$, $p: 0.66$; $M = rs: 0.09$, $p: 0.54$; $G = rs: -0.23$, $p: 0.12$). Os resultados do teste Qui-quadrado indicaram que não houve diferença significativa na quantidade de Ordens encontradas na dieta de *C. melacoryphus* entre as áreas PARNA da Furna Feia, FLONA de Açú, ESEC do Seridó e Complexo Eólico Faísa ($X^2 = 2$, $df = 3$; $p > 0,05$), contudo nenhuma das áreas contemplou as dez Ordens (Tabela 4).

Tabela 4: Quantidade de estômagos analisados que apresentaram as Ordens encontradas nas quatro áreas de estudo: Parque Nacional da Furna Feia (PARNA), Floresta Nacional de Açú (FLONA), Estação Ecológica do Seridó (ESEC) e Complexo Eólico Faísa (FAÍSA).

Grupo Taxonômico	PARNA	FLONA	ESEC	FAÍSA
Lepidoptera	10	15	7	9
Orthoptera	4	9	3	13
Coleoptera	16	16	8	8
Mantodea	1	0	2	0
Homoptera	2	4	1	2
Hymenoptera	2	2	0	1
Phasmatodea	1	3	0	0
Arachnida	1	1	0	0
Hypsogastropoda	0	2	0	0

5 DISCUSSÃO

O conteúdo gástrico mostrou ampla variedade de insetos e ocasionalmente a ingestão de aracnídeos e moluscos. Destaca-se a alta ingestão da Ordem Lepidoptera, principalmente no estágio de larva, seguido por Orthoptera e Coleoptera. As espécies do gênero *Coccyzus*, comumente conhecidas como papa-lagartas, são reconhecidas por sua dieta à base de larvas de Lepidoptera, conforme destacado por Payne (1997). Embora haja poucos relatos na literatura sobre a alimentação de *C. melacoryphus* MOSCHIONE, 1987; BELTZER e QUIROGA, 2009; REPPENING et al., 2009; GUERRERO e TYE. 2011; RAMOS, 2011), é notável que toda a literatura menciona uma preferência alimentar por larvas de Lepidoptera (SICK, 1997). O estudo de Repenning et al., (2009) observa que, em termos de frequência de ocorrência, as larvas de Lepidoptera ocuparam a terceira posição entre os itens alimentares, entretanto, esse resultado possivelmente deva-se ao baixo número amostral de 6 estômagos com conteúdo. Tanto o estudo de Beltzer e Quiroga (2009) quanto o presente trabalho apontaram uma preferência alimentar pela Ordem Lepidoptera. Adicionalmente, *C. melacoryphus* também ingeriu Mantodea, Hemiptera, Hymenoptera, Phasmatodea, Arachnida e Hypsogastropoda, porém em baixas quantidades. Beltzer e Quiroga (2009) encontraram sementes de leguminosas. Guerrero e Tye (2011) afirmam que a ave pode ingerir frutas e no presente trabalho nenhuma estrutura de origem vegetal foi encontrada. Adicionalmente, Hughes (2001), sugere que o gênero *Coccyzus* ingere pequenos vertebrados. Ainda, Moschione (1987) menciona a ingestão de crustáceos pela ave, no entanto, nenhum exemplar foi encontrado nos estômagos avaliados. A ingestão de material vegetal, pequenos vertebrados e crustáceos possivelmente esteja relacionada com a escassez de insetos na região em que a ave se encontra, como ocorre em outras espécies de cuco como *Crotophaga ani* (anu-preto) (SICK, 1997) e *Guira guira* (anu-branco) (SOAVE et al., 2008).

A Ordem Orthoptera apresentou a maior frequência de ocorrência (FO = 34.48%), indicando que é um recurso importante na dieta de *C. melacoryphus*. No entanto, sua porcentagem de ocorrência é menor (PO = 26.71%), o que sugere que, embora seja observada com frequência, não é tão comum nos estômagos analisados em comparação com outros grupos. Por outro lado, a Ordem Lepidoptera, apesar de ter uma frequência ligeiramente menor (FO = 28.27%) do que a de Orthoptera, possui uma alta porcentagem de ocorrência (PO = 49.88%), indicando que é uma parte significativamente predominante nos estômagos analisados.

A amplitude de nicho trófico padronizada encontrada (Ba = 0,5824) sugere que *C. melacoryphus* apresenta uma diversidade intermediária na utilização dos recursos alimentares disponíveis no ambiente. Apesar da diversidade alimentar intermediária, apenas três Ordens

(Lepidoptera, Orthoptera e Coleoptera) representam 98.96% da biomassa total ingerida, constituindo a principal fonte de alimento. Ao considerar a contribuição de cada grupo para essa diversidade, observa-se que, embora Orthoptera tenha a maior biomassa total (BioM = 57.98%) e desempenhe um papel substancial na diversidade alimentar, Lepidoptera apesar de ser encontrada em muitos estômagos, possui uma biomassa menor (BioM = 39.79%). Por outro lado, Coleoptera, embora contribua menos em termos de porcentagem de ocorrência (PO = 12.29%) e biomassa (BioM = 1.36%), ainda mantém sua importância na dieta de *C. melacoryphus*.

A quantidade de presas ingeridas por tamanho não tem relação com as medidas morfométricas, o tamanho do inseto não tem relação com as medidas do bico e massa não se correlacionaram com as medidas do bico e a massa corporal, uma vez que todos os tamanhos de presa foram ingeridos, embora presas de tamanho médio tenha sido as mais frequentes, deve-se ao fato que a maioria das presas de tamanho médio pertenciam à Ordem Lepidoptera (N = 150), item alimentar mais consumido por *C. melacoryphus*. Não houve diferença significativa na quantidade de Ordens encontradas na dieta de *C. melacoryphus* entre as áreas PARNA da Furna Feia, FLONA de Açú, ESEC do Seridó e do Complexo Eólico Faísas. Na época em que as aves estão presentes na Caatinga ocorre picos de abundância de insetos durante decorrente da estação chuvosa, conforme observado por Vasconcellos (2010).

Na Caatinga é evidente que espécies migratórias continentais estão presentes apenas no período chuvoso (CAVALCANTI et al., 2016). Isso se deve à oferta de recursos alimentares e à disponibilidade de água (SILVA et al., 2003; OLMOS et al., 2005). No caso do *C. melacoryphus*, evidencia-se esse mesmo padrão de espécies insetívoras onde o fator abiótico é muito importante (PAIXÃO, 2022) e seu deslocamento está relacionado às variações sazonais dos recursos regionais (RAPPOLE, 1995).

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, C; IANNACONE. J. Primer registro de *Coccyzus melacoryphus* en los humedales de Ventanilla, Perú. **The Biologist**, v. 5, n. 2, 2007.
- ARAÚJO, H. F. P. et al. As aves e os ambientes em que elas ocorrem em uma reserva particular no Cariri paraibano, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 3, p. 365-377, 2012.

- ARAUJO, H. F. P.; SILVA, J. M. C. da. The avifauna of the Caatinga: biogeography, ecology, and conservation. Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America. **Springer**, p. 181-210, 2017.
- ARAUJO, H. F. P.; CANASSA, N. F.; MACHADO, C. C.; TABARELLI, M. Human disturbance is the major driver of vegetation changes in the Caatinga dry forest region. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 18440, 2023.
- BEEBEE, T. J. C. Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations. **Conservation Biology**, v. 27, n. 4, p. 657-668, 2013.
- BELTZER, A. H.; QUIROGA, M. A. Alimentación del cuclillo canela (*Coccyzus melacoryphus*) en la isla Carabajal, Santa Fe, Argentina. **Natura Neotropicalis**, v. 39, p. 7-18, 2008.
- BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JOHSON, N. F. **Estudos dos Insetos**. Editora Cengage Learning, p. 809, 2011.
- BROOKS, J. W. Postmortem changes in animal carcasses and estimation of the postmortem interval. **Veterinary pathology**, v. 53, n. 5, p. 929-940, 2016.
- CÁCERES, P. Nuevos registros de Cuclillo de pico negro (*Coccyzus melacoryphus*) en Chile. **La Chiricoca**, v. 14, p. 11-14, 2012.
- CAVALCANTI, L. M. P.; PAIVA, L. V.; FRANÇA, L. F. Effects of rainfall on bird reproduction in a semi-arid Neotropical region. **Zoologia**, v. 33, p. 1-6, 2016.
- COLVILLE, T.; BASSERT, J. M. **Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária**. Rio de Janeiro. Elsevier. 2010.
- DURÃES R.; MARINI, M. A. Diets of birds in the Brazilian Atlantic Forest, with recommendations for future diet studies. **Ornitologia Neotropical**, v.16, p. 65-83, 2005.
- ERRITZØE, J. et al. **Cuckoos of the World**. Londres, Reino Unido: Christopher Helm Publishers Ltd, 2012.
- GUERRERO, A. M.; TYE, A. Native and introduced birds of Galapagos as dispersers of native and introduced plants. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, n. 2, p. 207-217, 2011.
- HUGHES, J. M. Cuculiformes: Cuculidae. *Coccyzus erythrophthalmus* (Black-billed Cuckoo), p. 1-24. In: A. POOLE & F. GILL (Eds). The Birds of North America no. 587. Ithaca, **Cornell Laboratory of Ornithology**, 24p. 2001.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. Educational Publishers, 1999.

- LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER Jr. Changing the Course of Biodiversity Conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.
- LEVEY, D. J. e MARTINEZ, C. M. del R. It takes guts (and more) to eat fruit: lessons from avian nutritional ecology. **The Auk**, v. 118, p. 819-831, 2001.
- MALLET-RODRIGUES, F. Técnicas para amostragem da dieta e procedimentos para estudos do forrageamento de aves. In: MTTER, S. V. et al **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. p. 457-470.
- MARIGLIANO, R. E. *et al*. Comunidades de aves urbanas de Lavallol, Buenos Aires, Argentina. **Acta zoológica lilloana**, p. 108-114, 2009.
- MOSCHIONE, F. N. Datos curiosos en la alimentación del cuculillo comun *Coccyzus melacoryphus*. **Garganchillo**, v. 2, p. 5- 6. 1987.
- NUNES, C. E. C.; MACHADO, C. G. Avifauna de duas áreas de caatinga em diferentes estados de conservação no Raso da Catarina, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 3, p. 215-229, 2012.
- OLMOS, F.; SILVA, W. G. A.; ALABANO, C. G. Aves em oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 45, p. 179-199, 2005.
- PAIXÃO, V. H. F.; MACARIO, P.; PICHORIM, M. Breeding biology of the Dark-billed Cuckoo *Coccyzus melacoryphus* (Aves: Cuculidade) in a semi-arid Neotropical region. **Ornithology Research**, v. 29, p. 68-75, 2021.
- PAIXÃO, V. H. F; PICHORIM, M. Factors influencing the daily nest survival of the Dark-billed Cuckoo (*Coccyzus melacoryphus*). **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 134, n. 4, p. 604-611, 2022.
- PAYNE, R. B. Order Cuculiformes, p. 508-607. In: J. DEL HOYO; A. ELLIOTT & J. SARGATAL (Eds). **Handbook of the birds of the world**. Barcelona, Lynx Editions, p. 647, 1997.
- PEREIRA, G. A. Avifauna associada a três lagoas temporárias no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Atualidades ornitológicas**, v. 156, n. 1, p. 53-60, 2010.
- PEREIRA, G. A.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. Estudo comparativo entre as comunidades de aves de dois fragmentos florestais de caatinga em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 1, p. 22-31, 2011.

- PIRATELLI, A. & M.R. PEREIRA. Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 131-139, 2002.
- RAPPOLE, J. H. **Ecology of migrant birds: a Neotropical perspective**. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA. 1995.
- RAMOS, C. C. O.; BENEDITO, E.; ZAWADZKI, C. H. Dieta e conteúdo calórico de aves atropeladas na região central do estado do Paraná, Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 153-170, 2011.
- RAU, J. Métodos de análisis en ecología trófica. En: Mu-oz Pedreros A. & J. Yá-ez, eds. **Mamíferos de Chile**. CEA Ediciones, Valdivia, Chile. p. 397-406, 2000
- REPENNING, M.; BASSO, H. C. P.; ROSSONI, J. R.; KRrÜGEL, M. M.; FONTANA, C. S. Análise comparativa da dieta de quatro espécies de cucos (Aves: Cuculidae), no sul do Brasil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 443–453, 2009.
- RIBEIRO, T. R. S.; LARANJA, R. E.de P.; BARBIERI, C. B. Dinâmica das Rodovias: O Papel do Tráfego nos Índices de Atropelamentos de Fauna. **Sociedade & Natureza**, v. 34, p. 1-11, 2022.
- ROSA, C. A. da; BAGER, A. Seasonality and habitat types affect roadkill of neotropical birds. **Journal of Environmental Management**, v. 97, p. 1-5, 2012.
- RUIZ-ESPARZA, J. et al. Migratory birds in the semi-arid Caatinga scrublands of northeastern Brazil: diversity and seasonal patterns. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, p. 15-24, 2011.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, v. 2, p. 383-392, 1997.
- SILVA, J. L. S. et al. Climate change will reduce suitable Caatinga dry forest habitat for endemic plants with disproportionate impacts on specialized reproductive strategies. **PloS one**, v. 14, n. 5, p. e0217028, 2019.
- SILVA, J. M. C. et al. **Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 237-274, 2003.
- SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Springer, 2018.
- SILVA, M. P.; A. R. BASTIDA & C. DARRIEU. Dieta de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en zonas costeras de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **Ornitologia Neotropical**. v.11, n. 4, p. 331-339, 2000.
- SOAVE, G. E.; DARRIEU, C. A.; ARIBALZAGA, M. E., CAMPERI, A. R., LUCÍA, M., WILLIAMS, J. Dieta del Pirincho (*Guira guira*) en el nordeste de la provincia de

Buenos Aires, Argentina (Cuculiformes: Cuculidae). **Revista Biológica Tropical**, v. 56, n. 4, p. 1883- 1892, 2008.

SOMENZARI, M. et al. An overview of migratory birds in Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, p. 1-66, 2018.

TELINO-JÚNIOR, W. R.; LYRA-NEVES, R. M.; NASCIMENTO, J. L. Biologia e composição da avifauna em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural da Caatinga paraibana. **Ornitologia**, v. 1, p. 49-58, 2005.

VASCONCELLOS, A. et al. Sazonalidade de insetos na Caatinga do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 471-476, 2010.